



## “PROTECCION INTEGRAL DE SISTEMAS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS: PUESTA A TIERRA Y PROTECCIÓN CONTRA RAYOS”

Auditorio “Roberto Barraza” Facultad de Ing. Eléctrica  
Universidad Tecnológica de Panamá  
1 al 6 de Marzo de 2010

Auspician: Confederación Panamericana de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Industrial y Ramas Afines (COPIPERA), Comisión Nacional de COPIPERA PANAMA, Colegio de Ingenieros Electricistas, Mecánicos (CIEMI) y de la Industria de la Sociedad Panameña de Ingenieros y Arquitectos (SPIA) y la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP)

Expositor: Ing. Mgstr. Walterio Ruíz Quesada, de Holguín, Cuba.

El evento incluye una charla sobre la tecnología magnetoactiva de puesta a tierra y protección contra rayos Faragauss.

Este curso ofrece el examen para la Certificación COPIPERA de Especialista en Puesta a Tierra y Protección contra Rayos.

Horario: de 8:00 am a 5:00 pm  
Incluye USB con el material y certificado de participación.



### TEMAS PRINCIPALES

- Puesta a tierra de sistemas eléctricos
- Sistemas pararrayos
- Supresores de transitorios de voltaje
- Interferencia electromagnética
- Tecnología magnetoactiva

Inscripciones en las oficinas de la SPIA Sociedad Panameña de Ingenieros y Arquitectos, en efectivo o mediante cheque a nombre de SPIA-COPIPERA. Teléfono 269-7735.

Inscripción General	B/450.00
Miembros de la SPIA	B/350.00
Profesores de la UTP	B/300.00
Estudiantes	B/300.00

Reserve con tiempo: Cupos limitados.

# “PROTECCION INTEGRAL DE SISTEMAS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS: Puesta a Tierra y Protección Contra Rayos”

## **Módulo I - Protección Integral contra Perturbaciones Electromagnéticas**

**Fenómenos Electromagnéticos Naturales.** Carga y descarga eléctrica atmosférica. Estudios. Estadísticas de incidencia

**Influencia Electromagnética Causada.** Perturbaciones electromagnéticas. Ondas electromagnéticas. Inducciones. Radiación electromagnética del cableado

**Calidad de la Energía ante Perturbaciones eléctricas.** Distorsión Armónica. Voltajes transitorios. Escalonamiento de Línea. Acoplamientos. Sobretensiones. Impedancia del canal de Descarga

**Descargas Atmosféricas.** Niveles ceráunicos. Número de ocurrencias. Magnitudes Fundamentales de un Rayo. Efectos de una descarga atmosférica. Sobretensiones. Descargas Laterales.

**Compatibilidad Electromagnética.** Fuentes de contaminación. Efectos sobre los equipos digitales. Respuesta de frecuencias de conductores Tendencias actuales a esta problemática. Niveles de inmunidad, de Susceptibilidad, de Compatibilidad Electromagnética. Límites de Emisión. Sensibilidad a las emisiones

**Protección Integral.** Concepto y consideraciones generales. Sistemas de Puesta a Tierra. Protección Externa. Protección Interna.

## **Módulo II - Sistemas de Puesta a Tierra**

**Características de los suelos.** Clasificación de las tierras naturales y limitaciones. Resistividad Eléctrica del suelo. Factores que afectan la resistividad

**Aspectos Generales de la Puesta a Tierra.** Protección de la vida, Seguridad de Personas. Límites de seguridad según la IEC y la IEEE. Voltaje de Paso, Voltaje de Toque o Contacto. Concepto de Impedancia en los sistemas a tierra

**Cuestionamientos.** Tierras separadas o dedicadas. Valores normalizados. Ejemplos prácticos de aplicaciones

**Normas internacionales.** Normativas de Puesta a Tierra. Telecomunicaciones y Cableado Estructurado. Edificaciones, Estructuras y Cielo Abierto. Subestaciones Eléctricas. Aspectos de los estándares IEEE-142, IEEE 80, Planeamiento y Diseño

**Sistemas de Puesta a Tierra.** Tierra Única y Equipotencialidad. Clasificación según régimen de neutro. Criterios de baja tensión, de alta tensión. Electrodo. Configuraciones de electrodos. Mallas de puesta a tierra. Masas Metálicas

**Diseño y Cálculos.** Aplicación de software de apoyo. Consideraciones técnico prácticas. Dimensionamiento de Conductores. Conexiones. Estudios de voltaje de paso y voltaje de contacto. Valoración económica de variantes. Valores normalizados para cada uso. Voltajes límites según la IEC.

**Sistema Convencional.** Varillas de puesta a tierra (jabalinas). Platos de Cobre, Cintas de Cobre. Configuraciones en el NFPA 70 (NEC 2008). Ventajas y desventajas. Valoración económica. Resistencia a tierra de un electrodo vertical. Cálculo para cada configuración estudiada.

**Sistema UFER.** Aplicación práctica según Sistema Constructivo. Estadísticas de aplicaciones prácticas. Valoración Económica. Método de cálculo.

**Mallas para Subestaciones Eléctricas (IEEE 80-2000).** Sistema de cálculo. Capa superficial y su Resistividad. Voltajes de paso y contacto tolerables. Selección del tiempo de desconexión, factor de división y factor de decremento. Conexiones equipotenciales requeridas. Consideraciones colaterales o adicionales. Uso de los aceros estructurales. Protección de los dispositivos de control electrónico. Acciones en caso de condiciones adversas. Mediciones en subestaciones. Compatibilidad en subestaciones.

**Modificación de la Resistividad del Terreno.** Sales Gen. Consideraciones generales. Aplicación práctica. Valoración Económica. Valoración ambiental. Uso de Tierras Especiales. Uso de cementos conductivos PERU GEM

**Electrodos químicamente activados.** Principio de funcionamiento. Limitaciones de su uso. Ventajas de aplicación. Valoración económica y ambiental.

**Electrodos de Grafito.** Valoraciones de su aplicación práctica. Ventajas y Desventajas. Formas de cálculo de uno o varios electrodos. Valoración económica.

**Sistema de tierra magnetoactivo Faragauss.** Ventajas de su aplicación. Calidad de la energía. Reducción de pérdidas. Independencia de la impedancia de acoplamiento con respecto a la resistividad del terreno.

**Mediciones y Verificación.** Medición de la Resistividad del terreno. Aspectos técnicos. Recomendaciones prácticas Método indirecto o de 3 electrodos. Sondeo Eléctrico Vertical o método de 4 electrodos. Configuraciones de 4 electrodos más usadas (Configuración de Wenner, Configuración de Achlumberger). Corrección de Resistividad x temperatura y humedad

**Medición de Resistencia del Sistema de Electrodo de Puesta a Tierra.** Estrategias y Procedimientos de medición. Utilización en campo de equipos de medición. Medición de resistencia a tierra del Sistema de Electrodo de Puesta a Tierra Medición de resistencia a tierra de una malla.

**Normas Internacionales.** Interpretación de mediciones por medio de la Carta Maestra (IEEE Std 81). Método de medición de resistencia de Puesta a Tierra de la caída de Potencial.

### **III – Sistemas de Protección Externa contra Rayos**

**Análisis de Riesgos.** Determinación del Nivel de Protección. Evaluación de Riesgos. Uso de Mapas Isoceráunicos. Probabilidad de Impacto de Descarga Atmosférica. Densidad de tormentas. Frecuencia anual aceptable de rayos establecida. Aplicación de software de apoyo

**Garantías.** Estudio INERIS 2001

**Normas internacionales.**

**Jaula de Faraday.** Concepto de zona protegida. Normación de los bajantes. Cono de Protección del Captor. Angulo de protección. Sistema de Disipación o Canal de Descarga. Concepto de Tierra Única o Equipotencialidad. Determinación del Nivel de Protección

**Pararrayos Punta Franklin Convencional.** Principio de funcionamiento y partes componentes. Radio de protección y niveles de protección. Normación de los bajantes. Sistemas de puntas múltiples. Curvas IEC. Radio de protección según la altura. Riesgos de las puntas Franklin. Mástiles captadores con cable mensajero

**Pararrayos tipo Jaula de Faraday.** Concepto de zona protegida. Lugar geométrico de protección de puntas y de mallas captadoras de Faraday. Normación de los bajantes

**Otros Pararrayos.** Pararrayos radioactivos (Helitá e Inocaptor). Pararrayos Capacitivos. Pararrayos tipo EMS (Early Streamer Emitter). Pararrayos Semi-activos o de Cebado (PDC). Pararrayos Piezoeléctricos SAINT-ELME. Pararrayos Desionizantes Pasivos Tipo CTS (Sistema de Transferencia de Carga). Tipo CEC (Compensador Efecto Corona). Pararrayos FARAGAUSS

**Diseño.** Análisis de Riesgo. Diseño y cálculos de pararrayos. Criterios de selección de pararrayos. Elementos del sistema. Conductores de Descarga. Radios de curvatura. Inductancia en los conductores de descarga. Dimensionamiento mínimo. Caída de tensión en suelo cercano. Espaciamiento según el nivel de protección. Seguridad de las Instalaciones

**Método de la Esfera Rodante NFPA 780.** Radio de la esfera según el Nivel de Protección. Conceptos de la profundidad de penetración. Captadores laterales para edificaciones altas. Replanteo con ayuda del AUTOCAD. Método del ángulo de protección Determinación del lugar geométrico protegido.

**Instalación**

### **Módulo IV – Sistemas de Protección Interna y Calidad de la Energía**

**Consideraciones Generales.** Transitorios electromagnéticos. Transitorios de baja frecuencia, de alta frecuencia. Fuentes Generadoras. Formas de propagación de los Transitorios eléctricos. Efectos nocivos. Sensibilidad a las emisiones de los equipos Normas relacionadas.

**El Entorno Electromagnético.** Fuentes de perturbaciones electromagnéticas. Interferencia por Radio Frecuencia. Equipos de comunicación en Alta Frecuencia. Evaluación del entorno electromagnético.

Concepto de Equipotencialidad. Concepto de la Tierra Única.

**Normas internacionales.**

**Niveles de Protección.** Consideraciones de compatibilidad. Nuevo Criterio sobre las redes de Tierra. ¿Qué es una Red de Masa? Niveles de Voltaje Up soportados. Formas de Onda 10/350, 8/20 y 1.5 /50 Mseg Supresores clase B de corriente de rayo Supresores clase C y D de sobretensiones.

## Elementos del sistema.

**Diseño.** Filosofías actuales de protección. Zona de Protección. Categoría de Localización. Concepto del nivel de protección Ubicación de SPD según ANSI/IEEE C62.41. Esquemas orientativos de aplicación. Clasificación y estudio de los sistemas a proteger.

**Dispositivos de Protección Transitorios SPD o TVSS.** Tipos y ventajas/desventajas. Parámetros fundamentales de un supresor. SVR Voltaje máximo a régimen permanente. Corriente máxima de descarga ( $I_{max}$ ). Voltaje Residual ( $U_{res}$ ) etc. Modos de protección. Forma de Instalación de las protecciones.

**Coordinación de los TVSS Supresores de transientes de voltaje.** Coordinación energética. Concepto de Zonas de Protección Protección de redes de datos. Coordinación KK. Protección de redes de comunicación. Supresores de cabecera en redes de potencia. Supresores múltiples con Niveles I y II de protección integrados. Supresores en escalón. Concepto de acoplamiento de los descargadores.

**Instalación.** Equipos TVSS. Conexiones. Reglas de oro del cableado industrial. Mejoras a instalaciones existentes. Instalaciones nuevas en fase de proyecto.

## Mediciones y Verificación

## Normas internacionales.

# Módulo V – Sistemas de Alta Definición FARAGAUSS

## Conferencia invitada sobre los Sistemas de Alta Definición FARAGAUSS, por el Ing. Marco A. Chen (Panamá)

**Necesidad de la Protección Integral.** Problemas originados por la tecnología actual. Consecuencias. Soluciones requeridas.

**Puesta a Tierra Magnetoactiva.** Electrodo magnetoactivo. Polarización catódica. Sincronizador de Admitancias. Impedancia a tierra. Unidireccionalidad. Cálculos de capacidad del electrodo.

**Ventajas de la plataforma magnetoactiva** de puesta a tierra. Calidad de la energía. Reducción de pérdidas. Ahorro energético. Eliminación de campos electromagnéticos.

**Sistema de Protección contra Rayos.** Selección de punta pararrayos. Cálculo del cono de protección. Dimensionamiento del cableado y bajantes. Interconexión de electrodos de puesta a tierra.

## Ing. Mgstr. Walterio Ruíz Quesada

Profesor Titular Adjunto, Universidad de Holguín



Ha impartido conferencias en multitud de temas, entre ellos: “Sistemas de Tierra y Pararrayos”, “Sistema a Tierra con el uso del UFER”, “Optimización del uso de los Equipos de Soldar”, “Uso de los Cimientos de Hormigón como Electrodo de aterramiento”, “Protección Integral de Instalaciones e Industrias”.

Ha impartido los siguientes cursos de Postgrado “Uso de los cimientos de hormigón como electrodos de aterramiento” en Costa Rica y Cuba, “Optimización en el uso de los equipos de Soldar en la Construcción” en Cuba, “Protección Integral de Instalaciones e Industrias” en Costa Rica, “Uso de los Cimientos de Hormigón en el sistema Constructivo Girón y Naves Metálicas”, Cuba.

Impartió el curso “Protección Integral de Edificios e Instalaciones Industriales en General” en la I Gira de Conferencista Distinguido, en el Colegio de Ingenieros Mecánicos, Electricistas y Químicos

de Honduras, en Tegucigalpa y en San Pedro Sula, en la Universidad Nacional de Ingeniería en Managua, Nicaragua, y en el Colegio de Ingenieros de Guatemala, en Ciudad de Guatemala, y en el Colegio de Ingenieros Electricistas, Mecánicos y de la Industria, en Ciudad de Panamá. Ha impartido otros cursos especializados en Perú, Costa Rica y Guatemala.

## PREPARACIÓN ACADÉMICA

Ingeniero Electricista con especialidad en Energía.

Universidad Central de Las Villas “Marta Abreus” de Santa Clara, Cuba, 1974.

Maestría en Ingeniería Eléctrica. Universidad de Santiago de Cuba, 2004.

Entrenamiento en Hidroacumuladoras para centrales Nucleares en la Ex Checoslovaquia, 2004.

## EXPERIENCIA LABORAL

1974- 1989. Jefe Técnico y Especialista Eléctrico, Dirección de Electromecánica de la ECOI No 9.

1989- 1999. Jefe del Departamento Técnico y Vice Director Técnico. Dirección ECOIND No 9.

2000- 2010. Especialista en Proyectos Eléctricos. Empresa VERTICE, Holguín, Cuba.

## **EXPERIENCIA PROFESIONAL**

### **Como Ingeniero de Proyecto en ECOI No. 9 de Holguín:**

- Montaje y puesta en marcha de 12 Estaciones de Bombeo de gran caudal para Planes Cítricos, Pastos, Caña, Abasto de Agua de las Ciudades de Santa Clara y Cienfuegos etc. Mediano nivel de automatización, alto voltaje y potencias superiores a los 250 kW por bomba - - Montaje y puesta en marcha, electrificación y automatización de las Tomas de Agua y Aliviaderos de las Presas Zaza, Alacranes, Paso Bonito, Abreus y Aliviadero Sur del Gíbaro - - Montaje y puesta en marcha de varias Plantas de Asfalto como Ranchuelo y Cartagena para la Autopista Nacional, Remolador de Piedras de Ranchuelos, Planta de Asfalto EL Yiguiri en Yaguajay. - Montaje y puesta en marcha de múltiples plantas de Hormigón, Talleres de Maquinado, Pailería, etc. para Servicios de obras de la ECOI No 9 de Santa Clara - - Varios Proyectos de Acomodo de Carga para centros mayores de 50 KW.

### **Como Jefe Técnico de ECOIND. No 9 de Holguín:** control, asesoría, preparación de obras y ejecución de proyectos, entre otros:

- Planta de Zeolita de San Andrés; Fábrica de Cigarros de Holguín; Fábrica de Cuchillas y Discos del SIME; Fábrica de Cervezas Mayabe; Planta de Níquel de Moa; Fábrica de Motores de Cacocum; Ampliación de muebles Sanitarios y Azulejos (Cerámica Blanca)

Como **Especialista en Proyectos Eléctricos en la Empresa VÉRTICE de Ingeniería y diseño**, participé en el desarrollo de los siguientes proyectos: - Sistema de Tierra y Pararrayos del Hotel Yuraguanal; - Soluciones principales Eléctricas Habitaciones y Bloques Habitacionales del Hotel Albatros - Villa Turística ASEC en Playa Blanca - Remodelación Eléctrica del Sistema de Aire acondicionado y pizarras de los Bloques Habitacionales del Hotel Yuraguanal - Tienda TRD Guardalavaca - Campismo Puerto Rico Libre - Joven Clubes de Computación de la Provincia - Manzana poblacional D de Melilla - Estudio de falla por falta de protección Integral ocurrida en el Hotel Atlántico que provocó la destrucción de gran parte de la Red de Computación del Hotel - Remodelación de las Redes Eléctricas del Hotel Yuraguanal - Remodelación I y II Etapa de Residencia - Estudiantil de Ciencias Médicas - Iluminación exterior de la Escuela de Trabajadores Sociales - - Remodelación II Etapa Esc. Instructores de Arte - - Lavandería Industrial AT Comercial - Capital de EIDE.Holguín

### **TRABAJOS DE PROYECTOS POR LA UNAICC:**

Taller de Hojalatería ECOIND No 9 - Nave de desarme de las Combinadas KTP - Varios Baching Plantas - Sala Ateneo Deportivo - Remodelación Eléctrica General de La Planta de Acetileno de Holguín - Proyecto Combinado Cárnico - Proyecto Base de Combustible de la Industria de materiales.

### **RACIONALIZACIONES E INNOVACIONES**

Diseño y Construcción de torres intercambiables como método para las iluminaciones provisionales - Sistema a tierra y Pararrayos usando los cimientos de hormigón como electrodos de aterramiento y las estructuras como bajantes en el sistema - Constructivo Industrial, Girón y Naves Metálicas; Protección contra falta de fase - Banco de prueba de uso Múltiple - Pirógrafo Sombreador Carro Volteador, cargador con accionamiento Hidráulico y movimiento Electromecánico - Metodología para el correcto uso y explotación de los equipos de Soldar - Proyecto racionalizado de un Baching Plant. C-780 - Diseño y Construcción de un Baching. Plant Portátil.

### **PREMIOS Y DISTINCIONES RECIBIDAS.**

Premio Nacional de Vida y Obra 2003. Premio Relevante Nacional en el VI Forum de Ciencias y Técnicas. 3 Premios Relevantes Provinciales en los VII, X y XI FORUM. Primer Premio en la II Jornada Nacional de Protección e Higiene del Trabajo. Reconocimiento de la Academia de Ciencias De Cuba por resultado más destacado en las investigaciones en 1990, Técnico Muy Destacado del MICONS en 11 ocasiones, Vanguardia Nacional de la ANIR ( Asociación Nacional de Innovadores y Racionalizadores en 5 ocasiones. Mejor Cuadro del la UNAICC en el último Mandato, Vanguardia Nacional del Trabajo.