



**CURSO DE
ADIESTRAMIENTO EN
ANÁLISIS, DISEÑO Y
OPERACIÓN SISTEMAS DE
DISTRIBUCIÓN
DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

PROPUESTA TÉCNICA

Marzo 23, 2010

DESCRIPCION DEL PROGRAMA

Presentación

El Instituto de Energía de la Universidad Simón Bolívar (INDENE-USB), a través de la Fundación de Investigación y Desarrollo de la Universidad Simón Bolívar, en su interés por participar en la formación, preparación y actualización profesional de los recursos humanos del país, somete a su consideración la presente oferta técnica para la realización de un CURSO DE ADIESTRAMIENTO en *Análisis, Diseño y Operación de Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica*.

Objetivo General

Este Curso ha establecido como objetivo principal, que el participante profundice en los conceptos teórico/prácticos asociados a la Normalización de *Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica*. Para la realización del Curso propuesto, la Universidad Simón Bolívar cuenta con un destacado personal profesional del Departamento de Conversión y Transporte de Energía así como destacados profesionales con reconocido prestigio tanto nacional como internacional.

Participantes

El curso está dirigido a técnicos superiores universitarios e ingenieros interesados en diseño, proyecto, normalización y operación de sistemas eléctricos de distribución de energía eléctrica.

Perfil básico: Tener título universitario. Tener conocimientos sobre las leyes básicas que gobiernan la operación de las redes eléctricas, los conceptos básicos utilizados convencionalmente en estudios y análisis de redes de distribución y los modelos de los componentes de un sistema de distribución de energía eléctrica.

Participantes: Ingenieros electricistas, industriales y técnicos superiores en electricidad, que laboran en las unidades de Normas de Ingeniería de Distribución, Laboratorio de Luminotecnia, Taller de Equipos de Distribución y Taller de medidores de energía y demanda eléctrica.

Estos profesionales tienen como funciones principales en La Electricidad de Caracas, las siguientes:

- Elaboración de especificaciones técnicas de materiales y equipos de distribución.
- Preparación de criterios de diseño para el sistema de distribución.
- Pruebas en fábrica a materiales y equipos de distribución.
- Pruebas en laboratorio a lámparas, luminarias y sus accesorios.
- Reparación y pruebas a equipos de distribución.
- Calibración y pruebas a medidores de energía y demanda eléctrica para facturación del servicio

PLAN ACADÉMICO

El Curso de Adiestramiento está estructurado en catorce (14) módulos que siguen un orden secuencial a fin de garantizar un aprendizaje sostenido y orgánico. En total se proponen Doscientas Veinticuatro (224) horas de adiestramiento a ser impartidas durante seis (6) meses. El curso contará con un máximo de 16 participantes.

La estructura general del Curso se describe a continuación:

- MODULO 1: Análisis Básico de Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica (SDEE) (24h)
- MODULO 2: Confiabilidad de la Red de Distribución (16h)
- MODULO 3: Equipos: Líneas Aéreas y Subterráneas (8h)
- MODULO 4: Equipos: Transformadores (8h)
- MODULO 5: Análisis de Falla en Equipos (INFASINCA) (40h)
- MODULO 6: Equipos: Sistemas de Protección (16h)
- MODULO 7: Equipos: Medidores para facturación del servicio eléctrico (16h)
- MODULO 8: Equipos: Generación Distribuida (16h)
- MODULO 9: Subestaciones de Distribución (16h)
- MODULO 10: Automatización de la red: Scada, (8h)
- MODULO 11: Calidad de Energía y Calidad de suministro (16h)
- MODULO 12: Puesta a Tierra de Sistemas de Distribución (16h)
- MODULO 13: Iluminación (16h)
- MODULO 14: Eficiencia Energetica (8h)

PERFIL DEL DOCENTE

El programa será impartido por profesionales de alto nivel en el área de planificación de sistemas eléctricos. En la medida de las posibilidades se ofrecerán contenidos dictados por personalidades internacionales.

CONTENIDO PROGRAMÁTICO DEL CURSO

Módulo 1:	Análisis de Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica (SDEE)	Duración:
DIA 1	Introducción -Estructura del CURSO, Alcance -Contenidos -Bibliografía y Material de Apoyo Caracterización del Sistema de Distribución -Definiciones: Aspectos técnicos, legales y regulatorios. Caracterización del Consumo	8 horas

	Factores de demanda, carga, diversidad, utilización, pérdida, etc. -Tiempo máximo, tiempo equivalente	
DIA 2	Análisis básico de red: estudios de pérdidas técnicas, regulación de tensión y cortocircuito Análisis básico de red: Compensación reactiva. Análisis básico de red: Volt/Var Control Flujo de Potencia de Distribución - Newton Raphson, Gauss-Seidel - Métodos especiales: Back-Forward Sweep, Ardrinson, Teng. - Problemas de convergencia, ejemplos prácticos.	8 horas
DIA 3	Esquemas de alimentación: primario radial, primario selectivo manual, primario selectivo automático, secundario selectivo, malla concentrada (spot-network).	8 horas
	Sub-Total Modulo	24 horas

Módulo 2:	Estadística, Confiabilidad en Sistemas de Distribución y Transmisión.	Duración:
DIA 1	Estadística Fundamentos básicos de Estadística	8 horas
DIA 2	Teoría de Probabilidades Tiempo de Residencia de Estado y Tasa de Peligro Procesos Markovianos Confiabilidad en Transmisión Confiabilidad en Distribución Definiciones (SAIFI, SAIDI, CAIDI, CTAIDI, etc.)	8 horas
	Sub-Total Modulo	16 horas
Módulo 3:	Equipos: Líneas aéreas y subterráneas	Duración:
DIA 1	Líneas aéreas: métodos constructivos típicos en media y baja tensión, tipos de conductores utilizados, aisladores y herrajes en general, conceptos básicos de cálculo mecánico de líneas en media tensión, flecha, vano, efecto creep. Líneas subterráneas: métodos constructivos típicos en media y baja tensión, tipos de conductores utilizados, referencia básica de normas para el cálculo de la capacidad de corriente en cables instalados en ductos subterráneos con carga cíclica.	8 horas
	Sub-Total Modulo	16 horas

Módulo 4:	Equipos: Transformadores	Duración:
DIA 1	Conceptos básicos, clases de aislamiento, tipos de transformadores de distribución: intemperie, sumergibles, montaje en pedestal, tipo seco. Pruebas de rutina y de diseño en transformadores de distribución. Pérdidas máximas recomendadas en transformadores de distribución, según normas internacionales. Normativa internacional	8 horas
	Sub-Total Modulo	8 horas
Módulo 5:	ANALISIS DE FALLAS EN BARRAS, CONECTORES, CONDUCTORES, CABLES DE POTENCIA Y TRANSFORMADORES CON ACEITE (INFASINCA)	Duración:
	10 SESIONES DE 4h/día Incluye visitas a los laboratorios	40 horas
	Objetivos y Programa en Anexo A	
	Sub-Total Modulo	40 horas
Módulo 6:	Equipos: Sistemas de Protección	Duración:
	Redes aéreas de media tensión: Relés de sobre-corriente, reconectadores, seccionadores, fusibles. Redes subterráneas de media tensión: Relés de sobre-corriente, fusibles. Dispositivos de protección en baja tensión: interruptores en caja moldeada, interruptores tipo abierto, fusibles. VISITA AL TALLER DE TRANSFORMADORES EDC Y PRUEBAS A EQUIPOS	16 horas
	Sub-Total Modulo	16 horas
Módulo 7:	Equipos: Medidores para facturación del servicio eléctrico	Duración:
DIA 1	Conceptos básicos sobre tarifas eléctricas y medidores, tipos de medidores, esquemas de conexión. Transformadores de corriente y de potencial para uso en baja y media tensión.	8 horas
DIA 2	VISITA AL TALLER DE MEDIDORES EDC Y PRUEBAS A EQUIPOS	8 horas
	Sub-Total Modulo	16 horas

Módulo 8:	Equipos: Generación Distribuida	Duración:
DIA 1	Conceptos básicos, tipos de generación distribuida, impacto de la generación distribuida en los sistemas de distribución eléctrica.	8 horas
DIA 2	Integración de la Generación Distribuida 1.- Impacto en Operativo 2.- Impacto en el Corto Plazo Normas de Interconexión	8 horas
	Sub-Total Modulo	16 horas

Módulo 9:	Subestaciones de distribución	Duración:
DIA 1	Subestaciones de distribución Conceptos básicos y arreglos típicos de subestaciones de distribución.	8 horas
DIA 2	VISITA AL MENOS A DOS SUBESTACIONES	8 horas
	Sub-Total Modulo	16 horas

Módulo 10:	Automatización de la red: SCADA, EMS	Duración:
DIA 1	Conceptos básicos, canales de comunicación, protocolos de comunicación. VISITA AL SCADA EDC	8 horas
	Sub-Total Modulo	8 horas

Módulo 11:	Calidad de Energía y Calidad de suministro	Duración:
DIA 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Calidad de Potencia. Introducción 2. Calidad de la onda de tensión 3. Evaluación de la calidad de la onda de tensión 4. Calidad de Potencia. Normativa 5. Organismos de normalización 6. Calidad de la electricidad como producto 7. Requisitos de la tensión 8. Continuidad en el suministro 	8 horas
DIA 2	<ol style="list-style-type: none"> 9. Fluctuaciones de tensión. Flicker 10. Transitorios de tensión y sobretensiones temporales 11. Equipamiento FACTS 12. Armónicos 13. Distorsión armónica 14. Valores de referencia 15. Límites normalizados 16. Causas que originan la distorsión armónica 17. Huecos de tensión e interrupciones 	8 horas
	Sub-Total Modulo	16 horas

Módulo 12:	Puesta a tierra de sistemas de distribución	Duración:
DIA 1	Puesta a tierra de sistemas de distribución (16h) Conceptos básicos, métodos constructivos típicos, aplicación de descargadores de sobretensión en sistemas de distribución. Normas para la auditoria de Sistemas de Puesta a Tierra.	8 horas

DIA 2	Pruebas de Campo. Medición de Resistencia y Resistividad de Suelos	8 horas
	Sub-Total Modulo	16 horas

Módulo 13:	Iluminación	Duración:
DIA 1	Conceptos básicos, métodos constructivos típicos, tecnologías existentes y tendencias.	8 horas
DIA 2	VISITA AL LAB LUMINOTECNIA EDC Y PRUEBAS A EQUIPOS	8 horas
	Sub-Total Modulo	16 horas

Módulo 14:	Eficiencia energética	Duración:
DIA 1	Conceptos básicos y términos utilizados. Consideraciones de eficiencia en el diseño de instalaciones eléctricas, en el diseño de edificaciones y en la selección de materiales y equipos.	8 horas
	Sub-Total Modulo	8 horas

METODOLOGIA

Se ofrece una enseñanza teórico-práctica mediante clases formales acompañadas de resolución de ejercicios prácticos en los temas que lo ameriten.

Las sesiones de trabajo (clases) se desarrollarán a través de exposiciones del instructor y de dinámica de preguntas y respuestas, complementadas con la formulación de ejemplos prácticos. Estos ejemplos ilustrarán situaciones concretas del área de trabajo que permitirán visualizar la importancia que conlleva una adecuada planificación de los sistemas eléctricos de potencia, tanto a largo, mediano como a corto plazo, cuando se llega al punto de operar y mantener esos sistemas. Se presentarán casos típicos para ser analizados por el grupo de acuerdo a metodologías aplicables. Los participantes enriquecerán el Curso de Adiestramiento haciendo hincapié en la extracción de experiencias de sus respectivos aprendizajes profesionales.

RECURSOS REQUERIDOS

El material gráfico requerido por modulo para cada participante serán provistos por la Universidad Simón Bolívar.

CONDICIONES GENERALES

Serán condiciones que rijan el acuerdo que se suscriba entre las partes a los fines de la presente oferta, las siguientes:

- **El Instituto de Energía de la Universidad Simón Bolívar** otorgará un Certificado de Asistencia a cada participante por la asistencia al Curso de Adiestramiento.
- **La Universidad Simón Bolívar** se encargará de la reproducción del material de apoyo y su encuadernación.
- **La Universidad Simón Bolívar** proveerá de acuerdo a esta oferta, el material de apoyo para los participantes.
- El número de participantes será de máximo DIEZ Y SEIS (16). Esta cifra establece el número adecuado de estudiantes para poder garantizar el buen desarrollo de las actividades y el alcance de los objetivos del Curso.

Atentamente,

Prof. Paulo M. De Oliveira-De Jesus

Director (E) del Instituto de Energía de la Universidad Simón Bolívar

CONTACTOS

En caso de manifestar interés en este Curso de Adiestramiento favor contactar al Dr. Paulo de Oliveira, E-mail: pdeoliveira@usb.ve, Telf: 9063959/3913, 0426-5153327 o a la Lic. Malvis Moreno en FUNINDES-USB, Telf: 9063920, E-mail: ofertas-funindes@usb.ve.

ANEXO A

PROGRAMA DEL CURSO

FALLAS EN BARRAS, CONECTORES, CONDUCTORES, CABLES DE POTENCIA Y TRANSFORMADORES CON ACEITE.

CAPÍTULO I: MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO Y ANÁLISIS QUÍMICOS POR EL MÉTODO DE ESPECTROSCOPIA DE DISPERSIÓN DE ENERGÍA DE RAYOS-X, E. D. X.

- Introducción.
- Microscopio electrónico de barrido.
- Apéndice I: Applications of Electron Microscopes in Physical Metallurgy.
- Apéndice II: Introduction to Analytical Electron Microscopy.

CAPÍTULO II: METALOGRAFÍA.

- *Introducción.*
- Metalografía.
- Apéndice: Metallographic Practice Generally Applicable to All Metals.

CAPÍTULO III: ENSAYOS MECÁNICOS.

- Introducción.
- Ensayos para la medición de dureza mecánica.
- Ensayos de tracción.
- Ensayos de fatiga mecánica.
- Apéndice I: Hardness Testing. Brinell Hardness Testing. Micro-Hardness Testing. Miscellaneous Hardness Tests. Hardness Conversion Tables.
- Apéndice II: Mechanical Behavior of Materials Under Tension.
- Apéndice III: Effect of Specimen Preparation, Setup, and Test Procedures on Test Results. Elevated/Low Temperature Tension Testing. Effects of Strain Rate on Flow Properties, Tension Testing Machines and Extensometers.
- Apéndice IV: Introduction. Fatigue Crack Initiation. Fatigue Crack Propagation. Environmental Effects on Fatigue Crack Propagation.

CAPÍTULO IV: FALLAS EN BARRAS TIPO BUS (“BUS BARS”) Y CONECTORES DE COBRE.

- Introducción.
- Materiales usados para barras y conectores.
- Características y propiedades que debe poseer cobre electrolítico a usar en barras tipo bus y conectores.
- “Advertencias” relacionadas con el uso de barras tipo bus y conectores hechos de aleaciones de cobre.
- Defectos en barras tipo bus y conectores hechos con cobre electrolítico que conducen a fallas eléctricas.
- Barras tipo bus y conectores hechos con un material que no tiene la composición química esperada para cobre electrolítico (uso de un cobre sumamente contaminado).
- Barras tipo bus y conectores hechos con un material con alta cantidad de defectos internos de solidificación.
- Barras tipo bus y conectores hechos con un material con una alta cantidad de defectos internos de solidificación.
- Comentario final.
- Inspección de barras tipo bus y de conectores hechos de cobre electrolítico.

CAPÍTULO V: FALLAS EN CONDUCTORES DE COBRE DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN Y DE DISTRIBUCIÓN. FALLAS EN CABLES ELÉCTRICOS USADOS EN INSTALACIONES.

- Introducción.
- “Advertencias” relacionadas con el uso de alambres de cobre electrolítico para conductores eléctricos.
- Defectos en alambres de cobre electrolítico, usados como conductores eléctricos, que conducen a fallas eléctricas.
- Alambres usados como conductores eléctricos que no tienen la composición química esperada para cobre electrolítico (uso de un cobre contaminado).
- Alambres usados como conductores hechos con un cobre con alta cantidad de defectos internos de solidificación.
- Alambres de cobre con defectos del proceso de extrusión o tre-filado.
- Conductores de cobre con defectos del proceso de trenzado.
- Pruebas metalúrgicas de haber ocurrido un sobre-calentamiento excesivo y la falla final (arcos eléctricos) en un conductor como consecuencia de la existencia de defectos en él.
- ¿Cuáles son las conclusiones que se obtienen si el cobre electrolítico de un conductor fallado exhibe una micro-estructura sin señales de cambios por termofluencia y sin modificación alguna de la micro-estructura original?

- Fallas de cables eléctricos como consecuencia de defectos en la chaqueta o recubrimiento plástico del conductor.
- Fallas de cables eléctricos como consecuencia de causas o motivos externos a ellos.
- Inspección de conductores desnudos hechos de cobre electrolítico y de cables eléctricos con conductores de cobre.
- Visita a un laboratorio. Metalografía. Microscopía estereó-óptica. Microscopía electrónica de barrido. Equipo para ensayos de tracción. Equipo para medición de dureza mecánica.

CAPÍTULO VI: FALLAS EN CABLES DE POTENCIA O CABLES DE ALTO VOLTAJE CON CONDUCTORES DE COBRE

- Introducción.
- Lista de fallas en cables de potencia.
- Información sobre cobre electrolítico (“Electrolytic Tough Pitch Copper”).
- “Advertencias” relacionadas con el uso de alambres de cobre electrolítico para conductores eléctricos.
- Defectos en alambres de cobre electrolítico, usados como conductores eléctricos, que conducen a fallas eléctricas.
- Fallas en cables de potencia.
 - 1) Conductor o conductores de cobre.
 - 1-a) Fallas como consecuencia del uso de cobre MUY CON-TAMINADO por oxígeno en el conductor o en los conductores del cable.
 - 1-b) Fallas como consecuencia del uso de cobre MUY CON-TAMINADO por otros elementos químicos en el conductor o conductores del cable.
 - 1-c) Fallas como consecuencia del uso de cobre con MUCHOS DEFECTOS INTERNOS DE SOLIDIFICACIÓN como CAVIDADES, ELEVADA POROSIDAD Y/O GRIETAS en el conductor o conductores del cable.
 - 1-d) Fallas debidas a empalmes defectuosos, mal hechos.
 - 1-f) Conductores con hilos o alambres de cobre deformados mecánicamente.
 - (·) Pruebas metalúrgicas de haber ocurrido un sobre-calentamiento excesivo y la falla final (arcos eléctricos) en un conductor como consecuencia de la existencia de defectos en él.
 - (·) ¿Cuáles son las conclusiones que se obtienen si el cobre electrolítico de un conductor fallado exhibe una micro-estructura sin señales de cambios por termofluencia y sin modificación alguna de la micro-estructura original?
 - 2) Aislamiento.
 - 3) Fallas por corrosión de la protección o cubierta externa del cable de potencia subterráneo.
 - 4) Fallas por la circulación de corrientes de amperajes elevados.
 - 5) Falla por daños debido a fuego.

6) Falla por daños mecánicos al cable.

- Inspección de cables de potencia eléctricos con conductores de cobre.

CAPÍTULO VII: FALLAS EN TRANSFORMADORES.

- Introducción.
- Fallas en transformadores según el tipo de servicio.
- Enfriamiento de transformadores.
- Cambiadores de tensión o “Tap Changers”.
- Transformadores de potencia.
- Transformadores de distribución.
- Inspección de materiales usados o a usar en transformadores de potencia y de distribución.