

**DIPLOMADO EN
PLANIFICACIÓN DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN
DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

PROGRAMA TECNICO

Agosto 2012

A.- INTRODUCCIÓN

El Instituto de Energía de la Universidad Simón Bolívar (INDENE-USB), a través del Decanato de Extensión 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 DIPLOMADO en *Planificación de Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica*.

El Diplomado está dirigido a técnicos superiores universitarios e ingenieros interesados en planificación, proyecto, y operación de sistemas eléctricos de distribución de energía eléctrica. Los Diplomados son programas de formación profesional específico, que corresponden a una modalidad de oferta de extensión académica y en su alcance es un producto académico, dinámico y flexible no conducente a título ni a grado académico universitario para la formación de recursos humanos en la profundización y actualización del conocimiento, constituyendo una respuesta oportuna e inmediata ante la demanda de adiestramiento de instituciones, organizaciones y comunidades. Los Diplomados ofrecidos por la Universidad Simón Bolívar son una figura académica y legal, reconocida por el Artículo 26 de la Normativa General de Extensión para Universidades e Institutos debidamente Autorizados por el Consejo Nacional de Universidades. El presente Diplomado se encuentra certificado por el Decanato de Extensión de la Universidad Simón Bolívar, garantizando que al menos 50% de los contenidos son impartidos por Profesores Ordinarios de la Universidad Simón Bolívar.

El INDENE-USB ha considerado pertinente ofrecer un DIPLOMADO en Planificación de Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica, ante la realidad palpable de desinversión que ha sufrido el sector eléctrico nacional en las últimas décadas. Las demandas horizonte que fueron previstas en los proyectos de planificación realizados en los años setenta ya han sido alcanzados y se impone la necesidad de actualizar el sistema eléctrico nacional a fin de garantizar el servicio

eléctrico en los próximos años. La toma de decisiones racionales y adecuadas a la realidad económica del país requiere la capacitación de profesionales que comprendan las implicaciones de sus decisiones en el corto, mediano y largo plazo en la sustentabilidad y confiabilidad del servicio.

Este Diplomado ha establecido como objetivo principal, que el participante profundice en los conceptos teórico/prácticos asociados a la planificación y operación de sistemas de distribución de energía eléctrica mediante la aplicación de enfoques metodológicos tradicionales y desarrollados en los últimos tiempos como consecuencia de los desarrollos tecnológicos en técnicas de optimización. En particular, se realizará énfasis en dos vectores fundamentales para el desarrollo energético del país: integración de fuentes de origen renovable y gestión de demanda en la búsqueda de eficiencia energética.

Para la realización del Diplomado propuesto, la Universidad Simón Bolívar cuenta con un destacado personal profesional en el Departamento de Conversión y Transporte de Energía así como destacados profesionales con reconocido prestigio tanto nacional como internacional.

B.- OBJETIVOS GENERALES

- Desarrollo de habilidades para el análisis tradicional de sistemas de distribución de energía eléctrica en régimen permanente.
- Introducción en el estudio y análisis avanzado de las redes de distribución
- Comprender los aspectos teóricos y prácticos asociados a la confiabilidad de sistemas de distribución de energía redes de distribución.
- Presentar los conceptos introductorios y avanzados de la Teoría de Planificación de redes de distribución.
- Revisar los principios generales sobre los que se fundamenta la estimación de la demanda en redes eléctricas.
- Comprender los principios básicos y las estrategias y metodologías mas utilizadas en la planificación operativa, corto, mediano y largo plazo de las redes de distribución.
- Comprender como las tecnologías (SCADA, EMS, DMS, GIS) se integran con las técnicas de planificación.
- Comprender la como las tecnologías de generación eléctrica distribuida se integran con las técnicas de planificación de energética de sistemas de distribución de energía.

C.- PLAN ACADÉMICO

El Diplomado está estructurado en OCHO (8) módulos que siguen un orden secuencial a fin de garantizar un aprendizaje sostenido y orgánico. Cada módulo contempla diez y seis (16) horas académicas, distribuidas en dos (2) días consecutivos, excepto el módulo introductorio que contempla veinticuatro (24) horas distribuidas en tres (3) días consecutivos. Los módulos serán dictados cada tres (3) semanas en la medida de lo posible. En total se proponen **ciento treinta y seis (136) horas** de adiestramiento a ser impartidas durante cuatro (4) meses.

Se ofrece una enseñanza teórico-práctica mediante clases formales acompañadas de resolución de ejercicios prácticos en los temas que lo ameriten. El plan académico será dirigido por el Prof. Paulo M. De Oliveira-De Jesús y contará con la participación de los siguientes profesionales:

Prof. Juan Bermudez, Ph. D., USB

Prof. Ramón Villasana, Ph. D., USB

Prof. Gustavo Villarroel, USB

Prof. Paulo M. De Oliveira-De Jesus, Ph.D., USB

Prof. Claudio Monteiro, Ph.D., Oporto University

Dr. Alberto Naranjo, UCV

Ing. Rosa Villalobos, M.Sc.

Prof. Jose Luis Bernal-Agustin, Universidad de Zaragoza

La estructura general del Diplomado se describe a continuación:

MODULO 1: Introducción - Análisis de Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica (24h)

MODULO 2: Confiabilidad de Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica (16h)

MODULO 3: Estimación de Demanda (16h)

MODULO 4: Introducción a la Teoría de Planificación (16h)

MODULO 5: Planificación Corto Plazo (16h)

MODULO 6: Planificación Mediano y Largo Plazo (16h)

MODULO 7: Planificación Largo Plazo – Enfoque Avanzado (16h)

MODULO 8: Integración de la Generación Distribuida al Proceso de Planificación (16h)

D.- CONTENIDO DEL DIPLOMADO

Módulo Introdutorio 1: Análisis de Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica

Duración: 24 horas (Dr. Paulo M. De Oliveira-De Jesus)

DIA 1

- 1.- Introducción al Diplomado de Planificación
 - Estructura del Diplomado, Alcance
 - Contenidos
 - Bibliografía y Material de Apoyo
- 2.- Caracterización del Sistema de Distribución
 - Definiciones: Aspectos legales.
- 3.- Caracterización del Consumo
 - Factores de demanda, carga, diversidad, utilización
 - Tiempo máximo, tiempo equivalente
- 4.- Medición del Consumo.
- 5.- Auditoria energética. Eficiencia energética.

DIA 2

- 1.- Análisis básico de red: estudios de pérdidas técnicas, regulación de tensión y cortocircuito
- 2.- Análisis básico de red: Compensación reactiva.
- 3.- Análisis básico de red: Volt/Var Control
- 4.- Flujo de Potencia de Distribución
 - Newton Raphson, Gauss-Seidel
 - Métodos especiales: Back-Forward Sweep, Ardivinson, Teng.
 - Problemas de convergencia, ejemplos prácticos.

DIA 3

- 1.- Análisis Avanzado: Flujo de Potencia Óptimo
- 2.- Análisis Avanzado: Estimación de Estado
- 3.- GIS y EMS/DMS/SCADA. Procesamiento de datos
- 4.- Impacto de la Generación Distribuida. Condiciones de conexión a la red
 - Operación de Red.
 - Estabilidad de sistema de potencia
 - Despacho de DG

Módulo 2: Confiabilidad de Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica (16h)

Duración: 16 horas (Dr. Ramón Villasana, Dr. Juan Bermúdez)

DIA 1: Estadística

1.- Teoría de probabilidades y estadística

DIA 2: Teoría de Probabilidades

1.- Tiempo de Residencia de Estado y Tasa de Peligro

2.- Procesos Markovianos

3.- Confiabilidad en Transmisión

4.- Confiabilidad en Distribución

5.- Definiciones (SAIFI, SAIDI, CAIDI, CTAIDI, etc.)

6.- Simulación de Montecarlo.

Módulo 3: Estimación de Demanda

Duración: 16 horas (Ing. Rosa Villalobos M.Sc.)

1.- Estadísticos Descriptivos Básicos

2.- Demanda Eléctrica

3.- Componentes de un Sistema de Pronósticos

4.- Técnicas de Pronósticos

5.- Selección de Técnicas de Pronósticos

6.- Combinación de Pronósticos

7.- Eview/SPSS

Módulo 4: Introducción a la Teoría de Planificación

Duración: 24 horas (Prof. Gustavo Villarroel)

1.- Restropectiva histórica de la planificación en Venezuela

2.- Planificación integrada T & D

3.- Gestión de Activos (Asset Management)

4.- Gestión Económica del Sistema de Distribución

-Sostenibilidad

-Calidad de servicio

- Tarifas, señales económicas
- 5.- Gestión Técnica del Sistema de Distribución: Introducción a la Teoría de Planificación de Sistemas Eléctricos
 - Definiciones: Planificación Operativa, Corto, Mediano y Largo Plazo
 - Objetivos de la Planificación
 - Proceso de Planificación
- 6.- Teoría de Planificación
 - Marco conceptual: normas, criterios, bases de datos, estadísticas, etc.
 - Estimación de Demanda
 - Metodologías de Planificación Operativa y Corto Plazo
 - Metodologías de Planificación Mediano Plazo
 - Metodologías de Planificación Largo Plazo

Módulo 5: Planificación de Corto Plazo

Duración: 16 horas (Dr. Alberto Naranjo.)

- 1.- Conceptos básicos y Definiciones.
 - Condición Normal y Emergencia.
 - Sobrecarga, caída de tensión, cortocircuito y armónicos.
 - Normativa. Marco Legal
- 2.- Diagnóstico Preliminar de las Condiciones Operativas y Corto Plazo
 - Identificación de anomalías
 - Análisis técnico-económico del impacto de las anomalías
- 3.- Estrategias de Solución Elementales en el Corto Plazo
 - Estrategias estandarizadas. Prioridades.
 - Evaluación económica de la solución adoptada
 - Recursos de bajo nivel: compensación reactiva, traspaso de carga, seccionamiento, etc.
 - Recursos de alto nivel: inversiones
 - Herramientas de análisis: Software comercial y libre disponible.

Módulo 6: Planificación Largo & Mediano Plazo

Duración: 8 horas

Planificación LP Enfoque Tradicional (Dr. Jose Luis Bernal)

- 1.- Métodos de tendencia histórica: Gompertz, Holt-Winters, etc.
- 2.- Métodos de las áreas vacantes, microareas
- 3.- Métodos de Uso de la Tierra –
- 4.- Localización de Subestaciones

Módulo 7: Planificación Mediano y Largo Plazo– Enfoque Avanzado

Duración: 16 horas

Planificación LP Enfoque Avanzado (Dr. Paulo M. De Oliveira)

- 1.- Nociones de Investigación Operacional, Programación Lineal, Programación No-Lineal, Metaheurísticas
- 2.- Estado del arte de la formulación de optimización (multietapa, monoobjetivo y multiobjetivo).
- 3.- Estado del arte de los métodos de optimización usados en los SED (LP B&B, Metaheurísticas: GA, TS, SA, EPSO, ACS).
- 4.- Modelización de incertidumbre y analice de riesgo.
5. Tipos de software usado en la planificación de los SED

Módulo 8: Integración de la Generación Distribuida al Proceso de Planificación

Duración: 16 horas

Aspectos conceptuales de la planificación de largo plazo para Sistemas Eléctricos de Distribución (SED) basados en una perspectiva geográfica. (Dr. Claudio Monteiro)

1. La importancia de la estructura y componentes de los SED (*líneas, subestaciones, alimentadores*) en la formulación geográfica (uso del GIS) y temporal (horizontes de planificación) del problema de planificación.
2. Abordajes y estrategias de planificación, en cuanto a impactos y encadenamiento de alternativas en los diversos niveles del proceso de planificación.
3. Tipos de restricciones asociadas al problema de planificación de los SED (técnicas, geográficas, financieras).
4. Criterios de optimización de la planificación (económico, calidad de servicio, ambiental).
5. Métodos de análisis financiero para la planificación de Largo Plazo

Planificación de largo plazo usando SIG

1. El uso de los SIG en la planificación de SED.
2. Estimación Espacial de la Demanda
3. Optimización geográfica en el trazado de líneas eléctricas.
4. Optimización en la localización de subestaciones y sus áreas de servicio (tamaño, ubicación, tiempo)
5. Optimización geográfica de sistemas de alimentadores primarios (calibres, rutas)

Nuevos paradigmas de planificación integrando generación distribuida, Gestión

de Demanda y Eficiencia Energética

1. Evaluación de recursos energéticos de generación distribuida (solar, eólico, biomasa)
2. Planificación y estudio de impacto de generación distribuida conectada a la red.
3. Planificación energética para regiones aisladas.
4. Eficiencia Energética
5. Gestión de Demanda (Demand-Side Management)

E.- PLAN DE ACTIVIDADES

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 Diplomado haciendo hincapié en la extracción de experiencias de sus respectivos aprendizajes profesionales.

F.- MATERIAL

Manuales del Diplomado por modulo para cada participante serán provistos por la Universidad Simón Bolívar. La empresa será la responsable del suministro de la sala, pizarra, marcadores, borrador, rotafolio, y video proyector.

G.- REQUISITOS DE ENTRADA DEL PARTICIPANTE

Tener título universitario de Cuarto Nivel. 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.

H.- CUPO Y ACREDITACION DEL DIPLOMADO

A los fines de facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje, las actividades se realizarán con un cupó máximo de veinte (20) participantes. El Diplomado será acreditado por la Universidad Simón Bolívar mediante un Diploma. Para acreditar el Diplomado, el participante deberá cumplir una asistencia mínima del 75% además de cumplir con los requisitos administrativos generales establecidos por el Decanato de Extensión. Las actividades académicas contemplan la asignación de una tarea específica al final de cada modulo a ser evaluada por cada instructor. El resultado de la evaluación de cada modulo será finalmente ponderado a fin de obtener una nota final que serán registradas en el reverso del Diploma

I.- CONDICIONES GENERALES

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

- 1 **La Universidad Simón Bolívar** otorgará un Diploma a cada participante por la asistencia al Diplomado.
- 2 **La Universidad Simón Bolívar** se encargará de la reproducción del material de apoyo y su encuadernación.
- 3 **La Universidad Simón Bolívar** proveerá de acuerdo a esta oferta, el material de apoyo para los participantes.
- 4 El número de participantes será de máximo VEINTE (20). Esta cifra establece el número adecuado de estudiantes para poder garantizar el buen desarrollo de las actividades y el alcance de los objetivos del Diplomado.
- 5 Los instructores mencionados en esta propuesta, según su disponibilidad, podrán ser sustituidos, previa notificación a la Empresa, por instructores de similares credenciales, así como las fechas del cronograma podrán ser modificadas de acuerdo con la disponibilidad de los participantes e instructores.

En caso de manifestar interés en este Diplomado favor contactar al Dr. Paulo de Oliveira, E-mail: pdeoliveira@usb.ve, Telf: 9063959/3913, 0426-5153327 o a la Lic. Mariana Walker, del Decanato de Extensión de la USB edupermanente@usb.ve, Telf: 906-6801