



**SENER**  
SECRETARÍA DE ENERGÍA



**INEEL**  
INSTITUTO NACIONAL  
DE ELECTRICIDAD Y  
ENERGÍAS LIMPIAS



**INEEL  
CECSE**  
CENTRO ESPECIALIZADO  
DE CAPACITACIÓN PARA  
EL SECTOR ENERGÍA

INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRICIDAD  
Y ENERGÍAS LIMPIAS

## **Análisis de Estabilidad de Voltaje en Redes Eléctricas**

**24 horas**

### **Objetivo**

Comprender el fenómeno de inestabilidad de voltaje en redes eléctricas, así como, realizar la implementación de acciones remediales que mitiguen sus efectos adversos.

### **Dirigido**

Dirigida a personal técnico con experiencia en el análisis del comportamiento de estado estable de sistemas eléctricos de potencia.

### **Sinopsis del curso**

En este curso se valora la estabilidad de voltaje en redes eléctricas. Se revisa la teoría de flujos de carga y el comportamiento de las máquinas síncronas, líneas de transmisión y cargas del sistema eléctrico. También, se describe el funcionamiento de los compensadores de potencia reactiva y se generan curvas características del comportamiento de voltaje de bus ante

crecimiento de carga y del comportamiento de la potencia reactiva nodal ante variaciones de la magnitud de voltaje. Se revisa el método de análisis modal donde se determinan los eigen valores críticos y los nodos críticos. Para reducir los efectos adversos del colapso de voltaje se utilizan compensadores de potencia reactiva y se describen el esquema conocido como Disparo de Carga por Bajo Voltaje. Finalmente, mediante el análisis dinámico se validan los resultados del estudio obtenidos en condiciones de estado estable. Durante el desarrollo del curso se utilizan varios casos de estudio considerando diversas condiciones de operación de la red eléctrica, con y sin contingencias. Para el análisis de los casos de estudio se utiliza software comercial especializado (PowerWorld y VSAT).

### **Temario**

#### **Día 1: (Teoría y práctica)**

Capítulo 1: Introducción

Capítulo 2: Análisis de Flujos de Potencia

- a. Clasificación de nodos
  - i. Nodos: Slack, PV y PQ
- b. Modelado de elementos
  - i. Generadores
  - ii. Transformadores
  - iii. Líneas eléctricas
  - iv. Cargas
- c. Ejemplos de aplicación

Capítulo 3: Características y comportamiento de Generadores, Sistema de Transmisión y Cargas

Capítulo 4: Dispositivos de  
Compensación de Potencia  
Reactiva

- a. Capacitores Serie
- b. Capacitores en derivación
- c. Reactores en derivación

**Día 2: (Teoría y práctica)**

Capítulo 5: Análisis Convencional

- a. Curvas PV
- b. QV
- c. Análisis de contingencias

Capítulo 6: Análisis modal

- a. Valores propios (eigenvalores)
- b. Factores de participación
  - a. Nodo

**Día 3: (Teoría y práctica)**

Capítulo 7: Prevención de colapso de  
voltaje

- a. Aplicación de Compensadores  
de Potencia Reactiva
  - i. Ubicación
  - ii. Capacidad
- b. Diseño de Esquemas de  
Disparo de Carga por Bajo  
Voltaje
  - i. Nodos críticos
  - ii. Montos de carga
  - iii. Pasos y retardos de  
tiempo

Capítulo 8: Validación de resultados  
mediante análisis dinámico

a. Análisis transitorio

- i. Limitadores de sobre-  
excitación

**Instructor**



**Dr. Rafael Castellanos  
Bustamante**

Doctorado: Ciencias en ingeniería  
eléctrica CINVESTAV – Unidad  
Guadalajara

Maestría: Ciencias en ingeniería eléctrica  
Instituto Politécnico Nacional

Licenciatura: Ingeniería eléctrica  
Universidad Autónoma del Estado de  
Morelos

Actualmente es Investigador en la  
Gerencia de Transmisión y Distribución de  
la División de Sistemas Eléctricos del  
INEEL. Es profesor de la Facultad de  
Ciencia Químicas e Ingeniería de la  
Universidad Autónoma del Estado de  
Morelos. De 1994 a la fecha.

**Participación en Proyectos  
desarrollados en el INEEL en los últimos  
años:**

- Análisis Técnico y Económico de la  
Repotenciación del Enlace La Paz-Los  
Cabos de 115 kV Utilizando  
Conductores de Alta Temperatura  
ACSS. 2014.
- Evaluación de Resonancias  
Armónicas de la red eléctrica del  
Complejo Procesador de Gas de  
Nuevo Pemex. 2014.



**SENER**  
SECRETARÍA DE ENERGÍA



**INEEL**  
INSTITUTO NACIONAL  
DE ELECTRICIDAD Y  
ENERGÍAS LIMPIAS



**INEEL  
CECSE**  
CENTRO ESPECIALIZADO  
DE CAPACITACIÓN PARA  
EL SECTOR ENERGÍA

- Evaluación de los transitorios electromagnéticos del nuevo esquema de la red eléctrica de 13.8 kV del CPG Nuevo PEMEX interconectado con la planta de cogeneración. 2013.
- Estudio de factibilidad de Limitación de Corrientes de Corto Circuito en la Gerencia Regional de Transmisión Noreste de CFE, 2012-2013.
- Visión, Políticas y Mapa de Ruta para el desarrollo de Redes Inteligentes en CFE. 2011-2012.

Cuenta con más de 50 artículos publicados en revistas y congresos nacionales e internacionales.