

CONTROL DE VOLTAJE Y POTENCIA REACTIVA

Clave:	MCIEA – 0204
Línea de investigación:	Sistemas eléctricos de potencia
Tipo:	Asignatura optativa
Horas teoría:	48
Horas prácticas:	0
Horas trabajo adicional	120
Horas totales:	168
Créditos:	6
Pre-requisitos:	Modelado de Sistemas Eléctricos en Estado Estacionario

OBJETIVO

Proporcionar los conceptos fundamentales para el análisis de sistemas eléctricos de potencia en estado estacionario, desde un punto de vista de voltaje y potencia reactiva. Para ello, se establece el comportamiento de cada elemento del sistema de potencia ante estos parámetros y se formula la necesidad, desde un punto de vista operativo, de coordinar fuentes y reguladores de voltaje mediante el despacho de potencia reactiva y aplicación de acciones correctivas. Se plantea el problema de colapso de voltaje y algunas técnicas para establecer índices de proximidad al colapso de voltaje. Finalmente, se plantea el problema de control de voltaje y potencia reactiva como parte de los servicios auxiliares en mercados de energía eléctrica y sus implicaciones económicas.

APORTACIÓN AL PERFIL DEL GRADUADO

- La materia contribuye a la conformación de una actitud crítica, responsable y propositiva en el egresado, ante las implicaciones técnicas relacionadas con los conocimientos de vanguardia en el área de control de voltaje y potencia reactiva, específicamente en lo referente a la forma de contextualizar el problema desde un punto de vista local, referente a cargas, así como a nivel sistema eléctrico. Particularmente, el curso coadyuva a:
- Analizar el problema de control de voltaje y potencia reactiva para la operación adecuada de cargas.
- Modelar los distintos elementos que conforman los sistemas eléctricos de potencia, desde un punto de vista de voltaje y potencia reactiva.
- Analizar y comprender los fenómenos relacionados con el voltaje y la potencia reactiva, ante diferentes condiciones operativas de los sistemas eléctricos de potencia, a través de diversas técnicas de análisis.

- Planificar la operación de los sistemas eléctricos de potencia desde un punto de vista de voltaje y potencia reactiva.
- Establecer las bases para que el egresado tenga una idea clara del control de voltaje y potencia reactiva ante la reestructuración de sectores eléctricos.

CONTENIDO TEMÁTICO POR TEMAS Y SUBTEMAS

UNIDAD	TEMAS	SUBTEMAS
1	Introducción Tiempo: 2 hrs.	1.1 Objetivos de la compensación reactiva. 1.2 Concepto de compensador ideal. 1.3 Necesidades de compensación de carga. 1.4 Normas de aceptación de la calidad del suministro. 1.5 Especificaciones de un compensador de carga.
2	Compensación reactiva local Tiempo: 3 hrs.	2.1 Corrección de factor de potencia 2.2 Balanceo de fases 2.3 Regulación de voltaje
3	Compensación de líneas de transmisión Tiempo: 6 hrs.	3.1 Comportamiento de la línea no compensada. 3.2 Técnicas de compensación de líneas de transmisión.
4	Compensación reactiva en derivación Tiempo: 4 hrs.	4.1 Control de voltaje de circuito abierto con reactancias en derivación. 4.2 Reactores en derivación múltiples sobre una línea de transmisión de gran longitud. 4.3 Reactor o capacitor en el punto medio.
5	Compensación Serie Tiempo: 2 hrs.	5.1 Objetivos y limitaciones prácticas. 5.2 Línea simétrica con capacitores serie y reactores en derivación en el punto medio. 5.3 Discusión final sobre compensación en derivación y serie.
6	Modelado de elementos que influyen sobre el voltaje Tiempo: 3 hrs.	6.1 Introducción 6.2 Transformador 6.3 Cargas dependientes del voltaje 6.4 Curvas de capacidad de la máquina síncrona.
7	Principios de compensadores estáticos de potencia reactiva. Tiempo: 6 hrs.	7.1 Introducción. 7.2 Propiedades de los compensadores estáticos de potencia reactiva. 7.3 Principales tipos de compensadores estáticos. 7.4 Capacitor conmutado por tiristores. 7.5 Compensador de reactor saturado.
8	Introducción al problema de inestabilidad de voltaje.	8.1 Introducción. 8.2 El fenómeno de inestabilidad de voltaje.

UNIDAD	TEMAS	SUBTEMAS
	Tiempo: 3 hrs.	8.3 Respuesta ante contingencias severas de voltaje. 8.4 Incidentes de colapso de voltaje. 8.5 Estabilidad de voltaje en estado estacionario. 8.6 Herramientas de análisis para la estabilidad de voltaje. 8.7 Análisis de estabilidad usando las curvas P-V y V-Q
9	Efectos de elementos en la inestabilidad de voltaje. Tiempo: 3 hrs.	9.1 Introducción 9.2 Transformador con cambiador automático de derivación. 9.3 Cargas dependientes del voltaje. 9.4 Curvas de capacidad en máquinas síncronas. 9.5 Compensador estático de VAR. 9.6 Pérdidas en el sistema.
10	Aplicaciones de compensadores estáticos de potencia reactiva Tiempo: 3 hrs.	10.1 Introducción 10.2 Control de fluctuaciones rápidas de voltaje (efecto flicker) 10.3 Control de voltaje/potencia reactiva en sistemas eléctricos.
11	El problema del control de voltaje en sistemas eléctricos de potencia. Tiempo: 3 hrs.	11.1 Requerimientos generales 11.2 Clasificación de jerarquías de control. 11.3 Prácticas actuales y tendencias futuras. 11.4 Conclusiones.
12	Introducción al problema de flujos óptimos y despacho de potencia reactiva. Tiempo: 3 hrs.	12.1 Introducción. 12.2 Formulación del problema 12.3 Formulación de la función lagrangiana. 12.4 Simulaciones
13	Sistema experto para el control de voltaje en sistemas eléctricos de potencia Tiempo: 2 hrs.	13.1 Introducción 13.2 Sistema experto para control de voltaje. 13.3 Selección de nodos críticos. 13.4 Reglas para definir acciones correctivas. 13.5 Proceso de solución del sistema experto. 13.6 Ejemplos de aplicación. 13.7 Validación del sistema experto. 13.8 Conclusiones.
14	Control de voltaje y potencia reactiva en sectores eléctricos reestructurados Tiempo: 5 hrs.	14.1 Introducción. 14.2 Control de voltaje en mercados de electricidad. 14.3 Propuesta para asignar cargos por servicios de regulación de voltaje y reservas de potencia reactiva. 14.4 Aplicación de la metodología propuesta.

METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL CURSO

Se impartirá el material del curso y en cada tema habrá trabajo extra clase del alumno, así como evaluaciones, de acuerdo a la cantidad de material de cada tema.

SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

A través de tareas de simulación e investigación bibliográfica.
Exámenes.

BIBLIOGRAFÍA Y SOFTWARE DE APOYO

- [1] T.J. Miller (Editor), *Reactive Power Control*, John Wiley & Sons, 1982. José Horacio Tovar Hernández, *Notas del curso*, versión 2004.
- [2] José Horacio Tovar Hernández, “Sistema Experto para el Control de Voltaje en Sistemas Eléctricos de Potencia Operando en Estado Estacionario”, Tesis Doctoral, Instituto Politécnico Nacional, México, D.F., junio de 1995.
- [3] Gerardo Manríquez Hurtado, “Solución del Problema de Despacho de Potencia Reactiva en Sistemas Eléctricos de Potencia mediante el Método de Newton”, Tesis de Maestría, Instituto Tecnológico de Morelia, Morelia, Mich., diciembre de 1999.
- [4] Gustavo Tequitalpa Gómez, “Asignación de Cargos por Servicios de Control de Voltaje y Reservas Reactivas en Mercados de Energía”, Instituto Tecnológico de Morelia, agosto de 2002.
- [5] John J. Grainger, William D. Stevenson Jr., *Análisis de Sistemas de Potencia*, McGraw-Hill, 1996.
- [6] Diversas publicaciones acerca del tema en revistas de tiraje internacional.

PRACTICAS DE LABORATORIO

No se tiene contemplada su realización.