



Planificaciones

6515 - Sistemas Eléctricos de Potencia

Docente responsable: GILL ESTEVEZ PABLO DANIEL

OBJETIVOS

Lograr que los alumnos de Ingeniería Electricista comprendan y apliquen los conceptos relacionados con los Sistemas Eléctricos de Potencia: Parámetros de máquinas y líneas, flujos de carga, regulación de tensión, fallas y estabilidad, tanto en CA, como en CC. Logrando que al finalizar el curso el alumno haya aprendido los fundamentos teóricos básicos de diseño y operación de sistemas de potencia.

CONTENIDOS MÍNIMOS

Para los principales temas tratados en la asignatura que son:

REPRESENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE POTENCIA, SISTEMAS DE CORRIENTE ALTERNA EN RÉGIMEN BALANCEADO Y ESTACIONARIO, REGULACIÓN DE TENSIÓN Y COMPENSACIÓN EN SISTEMAS DE TRANSMISIÓN, FALLAS ASIMÉTRICAS EN REDES TRIFÁSICAS, SOBRETENSIONES Y COORDINACIÓN DE LA AISLACIÓN, OPERACIÓN ECONÓMICA DE SISTEMAS, ESTABILIDAD DE SISTEMAS DE POTENCIA Y SISTEMAS DE CORRIENTE ALTERNA EN RÉGIMEN BALANCEADO Y ESTACIONARIO.

Durante el desarrollo de la asignatura las clases de seminario (teóricas) son interactivas entre los docentes con el alumnado. Los docentes distribuyen y recomiendan previamente a la clase material bibliográfico e ilustrativo de revistas y otros, para lograr la mejor comprensión del tema. Existen apuntes en internet, algunos preparados por el Profesor y otros, por otros colegas así como los apuntes de otras universidades de reconocido prestigio y nivel a escala mundial. Durante el desarrollo del curso y en los trabajos prácticos de la materia se organizan visitas a modo de complementario en ciertas oportunidades coordinadas con los profesores de otras asignaturas. Los Trabajos Prácticos se organizan en grupos de 3 ó 4 alumnos. Los Trabajos Prácticos son efectuados en forma grupal no escolarizada y sobre casos concretos de la actividad profesional. Algunos alumnos desarrollan monografías complementarias del tema que se distribuyen entre los compañeros del curso. Se dispone de una vinculación vía e-mail entre los docentes y alumnos de la asignatura además de la cartelera y la página que provee la Facultad.

PROGRAMA SINTÉTICO

1- REPRESENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE POTENCIA: Diagrama unifilar de un sistema de potencia. Diagrama de impedancias. Magnitudes en valor absoluto y relativo. Aplicación del método de representación en por unidad a la formulación de sistemas de potencia. Impedancia de secuencia en sistemas estáticos y dinámicos. Representación de las cargas.

2- SISTEMAS DE CORRIENTE ALTERNA EN RÉGIMEN BALANCEADO Y ESTACIONARIO: Flujo de carga. Definiciones del comportamiento de CA en régimen balanceado y estacionario. Tipos de barras. Aplicación de distintas soluciones. Problema de convergencia. Matrices características de la red. Ecuaciones del sistema según el método de los nodos. Métodos de Gauss-Seidel y Newton-Raphson. Resolución por medio de computadoras. Otros métodos.

3- REGULACIÓN DE TENSIÓN Y COMPENSACIÓN EN SISTEMAS DE TRANSMISIÓN: Modelo de elementos del sistema para estudios de estabilidad de tensión de sistemas de potencia. Colapso de Tensión. Margenes de Estabilidad: curvas QV y curvas PV. Introducción a las bifurcaciones en sistemas de potencia. Compensación en sistemas de potencia. FACTS.

4- FALLAS ASIMÉTRICAS EN REDES TRIFÁSICAS: Respuesta del sistema al cortocircuito. Métodos de las componentes simétricas. Conductores virtuales. Circuitos equivalentes a las distintas secuencias. Fallas típicas. Cortocircuito trifásico, monofásico, bifásico con o sin neutro. Corriente de la falla y tensión en fases. Apertura de una fase y de dos fases. Fallas simultáneas. Método matricial general de análisis de fallas. Análisis de fallas por computadoras.

5- SOBRETENSIONES Y COORDINACIÓN DE LA AISLACIÓN: Distintos tipos. Características y ensayos de simulación de los mismos. Puesta a tierra del sistema de potencia. Análisis fasorial y de operación de sistemas efectiva y no efectivamente puesta a tierra. Ventajas y desventajas Sobretensiones. Sobretensiones de maniobras. Operación de interruptores. Ondas viajeras. Ondas reflejadas y refractadas. Sobretensiones atmosféricas. Selección de descargadores. Distancia de protección. Métodos clásicos y estadísticos de coordinación de la aislación en sistemas de extra alta tensión. Aplicaciones de la norma IEC 71.

6- OPERACIÓN ECONÓMICA DE SISTEMAS: Definiciones. Modelo para costo de combustible. Costo incremental y total. Despacho de carga. Térmico e hidrotérmico. Optimización. Reservas.

7- ESTABILIDAD DE SISTEMAS DE POTENCIA: Límite de estabilidad permanente y transitoria. Cálculo de estabilidad estática (o estabilidad de pequeña señal) Representación de máquina sincrónica en régimen transitorio. Ecuación de oscilación. Reactancia de transferencia. Medios para mejorar la estabilidad transitoria.

Introducción a la estabilidad transitoria. Método de las áreas.

8- TRANSMISIÓN POR CORRIENTE CONTÍNUA: Estudio técnico-económico del sistema. Características de operación y modelos. Regulación y control. Armónicas y filtros. Comparación con los sistemas de CA. Posibilidades futuras.

PROGRAMA ANALÍTICO

1- Representación de los Sistemas de Potencia: Diagrama unifilar de un sistema de potencia. Diagrama de impedancias. Magnitudes en valor absoluto y relativo. Aplicación del método de representación en por unidad a la formulación de sistemas de potencia. Impedancia de secuencia en sistemas estáticos y dinámicos. Análisis del signo de la potencia reactiva. Representación de las cargas.

2- Sistemas de corriente alterna en régimen balanceado y estacionario: Flujo de carga. Definiciones del comportamiento de CA en régimen balanceado y estacionario. Tipos de barras. Aplicación de distintas soluciones. Problema de convergencia. Matrices características de la red. Ecuaciones del sistema según el método de los nodos. Métodos de Gauss-Seidel y Newton-Raphson. Resolución por medio de computadoras. Otros métodos.

3- Regulación de tensión y compensación en sistemas de transmisión: Caídas de tensión y componentes longitudinal y transversal. Métodos gráficos. Métodos analíticos mediante el empleo de cuadripolos. Compensación del efecto Ferranti, compensación total. Métodos mediante el empleo de computadoras asociados al flujo de cargas. Compensador rotativo y estático a tiristores.

4- Fallas asimétricas en redes trifásicas: Respuesta del sistema al cortocircuito. Método de las componentes simétricas. Conductores virtuales. Circuitos equivalentes a las distintas secuencias. Fallas típicas. Cortocircuito trifásico, monofásico, bifásico con o sin neutro. Corriente de la falla y tensión en fases. Apertura de una fase y de dos fases. Fallas simultáneas. Método de resolución matricial. Análisis de fallas por computadoras.

5- Sobretensiones y Coordinación de la aislación: Distintos tipos. Características y ensayos de simulación de los mismos. Puesta a tierra del sistema de potencia. Análisis fasorial y de operación de sistemas efectiva y no efectivamente puesta a tierra. Ventajas y desventajas Sobretensiones. Sobretensiones de maniobras. Operación de interruptores. Ondas viajeras. Ondas reflejadas y refractadas. Sobretensiones atmosféricas. Selección de descargadores. Distancia de protección. Métodos clásicos y estadísticos de coordinación de la aislación en sistemas de extra alta tensión. Aplicaciones de la norma IEC 71.

6- Operación Económica de Sistemas: Definiciones. Modelo para costo de combustible. Costo incremental y total. Despacho de carga. Térmico e Hidrotérmico. Optimización. Reservas.

7- Estabilidad de sistemas de potencia: Límite de estabilidad permanente y transitoria. Cálculo de estabilidad estática. Curvas de capacidad de máquinas sincrónicas. Representación de una máquina sincrónica en régimen transitorio. Ecuación de oscilación. Reactancia de transferencia. Medios para mejorar la estabilidad transitoria. Introducción a la estabilidad dinámica, ecuaciones de estado, sistema PF y QV.

8- Transmisión por corriente continua: Estudio técnico-económico del sistema. Características de operación y modelos. Regulación y control. Armónicas y filtros. Comparación con los sistemas de CA. Posibilidades futuras.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFIA BASICA:

- J. Grainger, Jr. W. Stevenson. Power System Analysis.
- H. Saadat. Power System Analysis. 2002
- J. D. Glover, M. S. Sarma, T. J. Overbye. Power System Analysis and Design. 2012
- P. Kundur. Power System Stability and Control. 1994.
- K. R. Padiyar. Power System Dynamics. 2nd edition. 2008.
- P. W. Sauer, M. A. Pai. Power System Dynamics and Stability. 1998.
- A. Greenwood. Electrical transients in power systems. 2nd edition. 1991.
- Mathur RM, Varma RK. Thyristor Based FACTS Controllers for Electrical Transmission Systems. IEEE Computer Society Press. 2002
- J. Arrillaga. Power System Armonics. 2003
- C. Taylor. Power System Voltage Stability. 1994
- A. J. Wood. Power Generation, Operation and Control. 1996

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA:

D. GROSS, Sistemas Electricos de Potencia
A.Bergen, V. Vittal. Power System Analysis
B.M.WEEDY, Sistemas Electricos de Gran Potencia
O.I.ELEGERD, Electric Energy Systems Theory
WAGNER & EVANS, Symetrical Componenets
E.CLARKE, Circuit Analysis of AC Power Systems
E.W.KIMBARK, Power System Stabiliy

RÉGIMEN DE CURSADA

Metodología de enseñanza

- Estudio individual del tema del día con apuntes/libros/power points impresos, preparados/recomendados por la Cátedra.Se suministra la bibliografía con antelación suficiente.
- Clase teórica (2 hs) dedicada a la fundamentación analítico-conceptual. De conjunto. Obligatoria.
- Clase teórico-práctica (2 hs) destinada a complementar la aplicación y cuantificación. Obligatoria.
- Clase práctica (2 hs) para la realización de problemas de aplicación. Grupal. Obligatoria.
- Desarrollo por grupos de trabajos especiales, con presentación de informe obligatorio.

Modalidad de Evaluación Parcial

Evaluacion parcial: Contiene los temas hasta la semana 8. Los tres primeros TPs deben estar aprobados.

Evaluación integradora: Contiene todos los temas. Se deben tener aprobados los 6 TP.

CALENDARIO DE CLASES

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 09/03 al 14/03	Introducción a Sistemas Eléctricos de Potencia. Descripción del sistema Argentino				Muestra de DigSILENT, PSS/E Y Programas de Cálculo	Stevenson, Saadat, Glover
<2> 16/03 al 21/03	Método PU. Funcionamiento en régimen estacionario del sistema de potencia. (Flujo de potencia I).	Método por Unidad Resolución de Flujo de carga			TP 1 PU, Flujo. Desarrollo semana 2 y 3, entrega semana 4	Stevenson, Saadat, Glover
<3> 23/03 al 28/03	Flujo de Potencia II. Implementación numérica de resolución por Newton Rhapsod y Gauss-Seidel	Flujo de carga Gauss Seidel	DigSILENT, PSS/E Matlab		TP 1 PU, Flujo. Desarrollo semana 2 y 3, entrega semana 4	Stevenson, Saadat, Glover
<4> 30/03 al 04/04	Introducción a Estabilidad de Tensión. Curva QV y PV. Equipos de Compensación SVC, capacitor serie, capacitor y reactor shunt. FACTS	Estabilidad de tensión, mediante métodos estáticos. Margenes de estabilidad Curvas QV y PV	DigSILENT, PSS/E Matlab		TP 2 Control Tensión y Compensación, desarrollo semana 4 y 5, entrega semana 6	Taylor
<5> 06/04 al 11/04	Control de Frecuencia. Regulación primaria de frecuencia y secundaria.	Control de tensión y frecuencia			TP 2 Control Tensión y Compensación, desarrollo semana 4 y 5, entrega semana 6	Kundur
<6> 13/04 al 18/04	Modelos de Componentes Simétricas. Cálculo de parámetros de secuencia de elementos. Fallas.	Fallas Asimétricas	DigSILENT, PSS/E Matlab		TP 3 Fallas, PAT, desarrollo semana 6 y 7, entrega semana 8	Stevenson, Saadat, Glover
<7> 20/04 al 25/04	Fallas asimétricas. Puesta a tierra de sistemas de potencia.	Fallas Asimétricas, Puesta a Tierra	DigSILENT, PSS/E		TP 3 Fallas, PAT, desarrollo semana 6 y 7, entrega semana 8	Stevenson, Saadat, Glover
<8> 27/04 al 02/05	Despacho óptimo. Máq térmica. Con pérdidas. Factores nodo.	Resolución de ejercicios tipo parcial	MatLab		Cierre de entrega de TPs. Resolución de ejercicios tipo parcial	Wood, Stevenson
<9> 04/05 al 09/05	Evaluación Parcial					
<10> 11/05 al 16/05	Transmisión Corriente Continua (CC)	CC	DigSILENT, PSS/E Matlab.		TP N°4 Corriente Continua y Armonicos, desarrollo semana	Kundur, Mathur

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
					10 y 11, entrega semana 12	
<11> 18/05 al 23/05	Armonicas en Sistemas de potencia.	Armonicas en Sistemas de potencia.			TP N°4 Corriente Continua y Armonicos, desarrollo semana 10 y 11, entrega semana 12	Arrillaga
<12> 25/05 al 30/05	Estabilidad Estática. Introducción al análisis de estabilidad de pequeña señal en grandes sistemas de potencia. Estabilizadores de sistema de potencia.	Estabilidad Estática. Introducción al análisis de estabilidad de pequeña señal en grandes sistemas de potencia. Estabilizadores de sistema de potencia.	DIGSILENT, PSS/E Matlab		TP N°5 Estabilidad oscilatoria y Estabilidad Transitoria, desarrollo sem 12 y 13, entrega sem 14	Kundur, Padiyar
<13> 01/06 al 06/06	Estabilidad Transitoria. Método de las áreas y simulaciones en dominio del tiempo. Métodos para mejorar la estabilidad.	Estabilidad transitoria.	DIGSILENT, PSS/E Matlab		TP N°5 Estabilidad oscilatoria y Estabilidad Transitoria, desarrollo sem 12 y 13, entrega sem 14	Kundur, Padiyar
<14> 08/06 al 13/06	Evaluación Parcial - 1ra. Recuperación					
<15> 15/06 al 20/06	Sobretensiones		ATP o simulink		TP N°6 Sobretensiones. Desarrollo semana 15 y 16, entrega antes de primera fecha de final.	Greenwood
<16> 22/06 al 27/06	Introducción a Transitorios electromagnéticos		ATP o simulink		TP N°6 Sobretensiones. Desarrollo semana 15 y 16, entrega y aprobación antes de primera fecha de final.	Greenwood, Grisby

CALENDARIO DE EVALUACIONES

Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º	9	02/06	18:00	S27
2º	14	09/06	18:00	S27
3º	16	16/06	18:00	S27
4º		23/06	19:00	S27
Observaciones sobre el Temario de la Evaluación Parcial				
El parcial incluye los temas vistos hasta la semana 8 y se debe tener todos los TP aprobados. El coloquio incluye todos los temas de la materia.				
Otras observaciones				
Los alumnos que preparan algún punto particular como monografía tienen aprobado ese punto de la evaluación				