

MODELADO Y ANALISIS DE SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA EN ESTADO ESTACIONARIO

Clave:	MCIEA -0106
Línea de investigación:	Sistemas eléctricos de potencia y transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica
Tipo:	Asignatura básica
Horas teoría:	48
Horas prácticas:	0
Horas trabajo adicional:	120
Horas totales:	168
Créditos:	6
Pre-requisitos:	No tiene
Correquisitos:	

OBJETIVO

Proporcionar los conceptos fundamentales para la operación de sistemas eléctricos de potencia, incluyendo técnicas de análisis y de resolución de problemas relacionados con las funciones de economía, seguridad, supervisión y control del sistema en el corto plazo y en tiempo real.

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 la operación, supervisión y control de sistemas eléctricos de potencia en el corto plazo y tiempo real. Particularmente, el curso coadyuva a:

- Plantear el problema relacionado con el despacho de generación, tanto de plantas térmicas como hidroeléctricas.
- Estudiar la aplicación de técnicas de optimización en problemas de despacho de generación de potencia activa.
- Analizar y comprender la problemática de la supervisión y el control en tiempo real de sistemas eléctricos de potencia.
- Analizar y comprender los efectos de contingencias en estado estacionario, a fin de garantizar la continuidad del suministro de energía eléctrica.
- Comprender y analizar el proceso de garantizar la calidad en el suministro de la energía eléctrica en sistemas de potencia, observando especialmente lo referente al control de frecuencia.

CONTENIDO TEMÁTICO POR TEMAS Y SUBTEMAS

UNIDAD	TEMAS	SUBTEMAS
1	Modelado de líneas de transmisión y cables	1.1 Introducción. 1.2 Impedancia serie de líneas de transmisión. 1.2.1 Resistencia de la línea. 1.1 Resistencia de corriente directa. 1.2.1.2 Efecto de la temperatura sobre la resistencia. 1.2.1.3 Efecto piel. 1.2.1.4 Efecto corona. 1.2.1.5 Inductancia de dos conductores paralelos. 1.2.2 Impedancia serie de líneas de transmisión monofásicas. 1.2.3 Ecuaciones de Carson. 1.2.4 Impedancia serie de una línea trifásica. 1.2.4.1 Impedancia serie de una línea trifásica con hilos de guarda. 1.2.4.2 Impedancia serie de líneas trifásicas con conductores agrupados por fase. 1.2.5 Filosofía general del cálculo de parámetros de líneas de transmisión. 1.2.6 Aspectos computacionales. 1.2.6.1 Lectura de datos. 1.2.6.2 Formación de la matriz de distancias entre conductores. 1.2.6.3 Cálculo de la matriz general de impedancias serie. 1.2.6.4 Reducción de hilos de guarda y conductores agrupados en las fases. 1.3 Admitancia en paralelo de líneas de transmisión. 1.3.1 Conductancia de líneas de transmisión. 1.3.2 Capacitancia monofásica. 1.3.3 Capacitancia para líneas de transmisión. 1.3.4 Aspectos computacionales. 1.3.4.1 Lectura de datos. 1.3.4.2 Formación de la matriz de distancias. 1.3.4.3 Construcción de la matriz de coeficientes de potencial. 1.3.4.4 Reducción de hilos de guarda y conductores agrupados. 1.3.4.5 Cálculo de la matriz $[Yabc]$. 1.4 Transposición de conductores en líneas. 1.4.1 Método general de transposiciones. 1.4.2 Línea no transpuesta. 1.4.3 Línea con transposiciones parciales.

UNIDAD	TEMAS	SUBTEMAS
		1.5 Línea de transmisión con circuitos múltiples. 1.6. Transformación lineal de componentes simétricas. 1.6.1 Cambio del marco de referencia de fases al de referencia de secuencias. 1.6.2 Obtención de la matriz de componentes simétricas. 1.6.3 Transformación de un sistema trifásico de circuitos múltiples. 1.7 Modelado monofásico de líneas de transmisión. 1.8 Cálculo de parámetros de cables de alta tensión 1.8.1 Impedancia serie. 1.8.2 Impedancia de retorno por tierra. 1.8.3 Admitancia en paralelo. 1.8.4 Matrices de impedancia serie y admitancia en derivación. 1.8.5 Ejemplo de aplicación.
2	Modelado de transformadores monofasicos	2.1 Introducción. 2.2 Transformador monofásico con relación de transformación nominal. 2.3 Transformador monofásico con cambiador de derivación no nominal. 2.4 Modelo del transformador con cambiador de derivación no nominal en cada devanado. 2.5 Transformadores desfasadores
3	Formulación nodal para modelar sistemas eléctricos	3.1 Introducción. 3.2 Técnicas de transformación lineal. 3.3 Método por inspección. 3.4 Concepto de admitancias compuestas. 3.5 Líneas de transmisión sobre el mismo derecho de vía. 3.6 Línea de transmisión con dos circuitos paralelo
4	Modelado de transformadores trifasicos	4.1 Introducción. 4.2 Matriz de admitancias primitivas del transformador trifásico 4.3 Transformadores con conexiones comunes. 4.3.1 Transformadores estrella-aterrizada/estrella-aterrizada. 4.3.2 Transformador trifásico estrella-aterrizada/delta. 4.4 Bancos de transformación de tres devanados
5	Modelado de la maquina síncrona	5.1 Ecuaciones en el marco de referencia de fases.

UNIDAD	TEMAS	SUBTEMAS
		5.2 Modelos de secuencia de la máquina síncrona
6	Modelado de cargas	6.1 Introducción. 6.2 Cargas en componentes de fase y secuencia. 6.2.1 Carga conectada en estrella. 6.2.2 Carga conectada en delta. 6.3 Modelos típicos de cargas
7	Modelado de compensación en derivación y serie	7.1 Introducción. 7.2 Compensadores en derivación. 7.3 Compensadores serie
8	Sistema por unidad	8.1 Introducción 8.2 Definiciones por unidad y por ciento. 8.3 Ventajas de usar valores en por unidad o por ciento. 8.4 Relaciones generales entre cantidades del sistema. 8.5 Cantidades base. 8.6 Cantidades en por unidad 8.7 Impedancia en por unidad de transformadores. 8.8 Cambio de base
9	Metodología general para el análisis de fallas	9.1 Introducción 9.2 Simulación de fallas en derivación. 9.2.1 Falla de línea a tierra. 9.2.2 Falla de doble línea a tierra. 9.2.3 Falla entre líneas. 9.2.4 Falla trifásica sin aterrizar 9.2.5 Falla trifásica aterrizada 9.3 Cálculo de corrientes y voltajes de falla 9.4 Simulación de fallas serie. 9.4.1 Una fase abierta. 9.4.2 dos fases abiertas. 9.5 Ejemplo de aplicación
10	Problema de flujos de potencia: Formulación y métodos de solución	10.1 Introducción 10.2 Formulación nodal de ecuaciones de voltaje y corriente. 10.3 Definición convencional del problema. 10.4 Formulación del problema 10.5 Cálculo de flujos de potencia 10.6 Formulación de estudios de flujos de potencia en coordenadas polares. 10.7 Cálculo de flujos de potencia en coordenadas polares 10.8 Formulación de estudios de flujos de potencia en coordenadas rectangulares 10.9 Cálculo de flujos de potencia en coordenadas rectangulares.

UNIDAD	TEMAS	SUBTEMAS
		10.10 Solución por el método de Gauss-Seidel. 10.11 Expansión en series de Taylor 10.12 Método de Newton en coordenadas polares 10.13 Método de Newton deshonesto 10.14 Método de Newton polar desacoplado. 10.15 Método desacoplado rápido 10.16 Método de Newton en coordenadas rectangulares. 10.17 Límites de potencia reactiva en generadores. 10.17.1 Límites de potencia reactiva generada en el método de Newton polar 10.17.2 Límites de potencia reactiva generada en el método Newton rectangular 10.18 Existencia y unicidad de solución 10.19 Efecto de la tolerancia de convergencia
11	Análisis de sensibilidades	11.1 Introducción. 11.2 Formulación del problema. 11.2.1 Notación. 11.2.2 Ecuaciones y variables para estado estacionario. 11.2.3 Modelo lineal. 11.2.4 Sensibilidades relativas con respecto a un cambio único de parámetro 11.3 Sensibilidades con respecto a inyecciones de potencia. 11.4 Sensibilidades con respecto a cambiadores de derivación en transformadores 11.5 Sensibilidades con respecto a voltaje en terminales de generadores 11.6 Sensibilidades con respecto a compensación en derivación

BIBLIOGRAFÍA Y SOFTWARE DE APOYO

- [1] John J. Grainger, William D. Stevenson Jr., *Análisis de Sistemas de Potencia*, McGraw-Hill, 1996.
- [2] P.M. Anderson, *Analysis of Faulted Power Systems*, University of Iowa Press, 1982.
- [3] Mo-Shing Chen, William E. Dillon, "Power System Modeling," *Proceedings of the IEEE*, Vol. 62, No.7, July 1974, pp. 901-915.
- [4] A. Ametani, "A General Formulation of Impedance and Admittance of Cables," *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*, Vol. PAS-99, No. 3, May/June 1980.
- [5] L.M. Wedephol and D.J. Wilcox, "Transient Analysis of Underground Power-Transmission Systems: System Model and Wave-Propagation Characteristics", *Proc. IEE*, Vol. 120, No. 2, February 1973.
- [6]
- [7]

- [8] O. Breien and I. Johansen, "Attenuation of Travelling Waves in Single-Phase High-Voltage Cables", Proc IEE, Vol. 118, No. 6, June 1979.
- [9] J. Silva, *Modelado de Cables para Transitorios Electromagnéticos*, Tesis de Maestría, ESIME-IPN, 1988.
- [10] ATP (Alternative Transient Program), *Theory Book*, 1999.
- [11] J.P. Bickford, N. Mullinex and J.R. Reed, *Computation of Power System Transients*, Peregrinus, IEEE Monograph Series 18, pp.4-26 and pp. 46-57.