

INGENIERIA ELECTRICA  
SISTEMAS DE POTENCIA

PROGRAMA ANALÍTICO

TEMA 1

PARAMETROS CARACTERISTICOS DE LINEAS

LONGITUDINALES, IMPEDANCIA PROPIA Y MUTUA

Introducción y fundamentos. Parámetros longitudinales de líneas. Obtención de los elementos de la matriz impedancia. Fórmulas de Carson. Reducción de parámetros longitudinales de un sistema trifásico físico real a su equivalente trifásico simple. Cálculo del flujo total concatenado (FTC) para conductores de sección arbitraria. Cálculo de FTC para conductores cableados homogéneos y heterogéneos. Cálculo de reactancias por aplicación de DMG. Circuitos acoplados y no acoplados. Desacoplamiento matemático de circuitos, ecuación característica, auto-vectores y autovalores, aplicación de transformación semejante a componentes simétricas. Aplicación circuital de las componentes simétricas.

TEMA 2

PARAMETROS CARACTERISTICOS DE LINEAS

TRANSVERSALES, CAPACITANCIA Y COEFICIENTE DE POTENCIAL

Introducción. Parámetros transversales. Reducción de coeficientes de potencial de un sistema trifásico físico real a su equivalente trifásico simple. Matriz de capacitancia. Simetrización de los parámetros transversales de una línea trifásica. Relación entre los potenciales de fase y la corriente de carga de la línea. Desacoplamiento matemático de circuitos, transformación de líneas trifásicas SFR a su equivalente por fase y a componentes simétricas. Representación circuital por fase de la capacitancia de líneas.

TEMA 3

MODELADO DE LINEAS DE TRANSMISION DE CC Y CA

Introducción. Líneas largas en régimen estacionario. Líneas largas de corriente continua, resistencia característica y coeficiente de atenuación. Líneas largas de corriente alterna, impedancia característica, coeficiente de propagación, potencia natural y velocidad de propagación. Modelo circuital de parámetros concentrados, equivalentes "pi" y "te" exactos y aproximados. Equivalentes de secuencia en líneas de transmisión.

TEMA 4

ZONA DE OPERACIÓN Y COMPENSACION REACTIVA DE LINEAS DE TRANSMISION

Introducción. Necesidad de potencia reactiva. Diagrama circular de potencia para el extremo receptor. Diagrama circular de potencia para el extremo emisor. Diagrama circular compuesto de extremo emisor y receptor. Compensación reactiva paralelo (o shunt) y serie para líneas de CA. Control de flujo de potencia y optimización de circuitos de transmisión. Dispositivos FACTS. Reactores de compensación y de neutro. Extinción de arco secundario.

TEMA 5

METODO DE RESOLUCION DE CIRCUITOS, EN POR UNIDAD

Introducción. Método de representación en por unidad. Valores de referencia o bases del sistema. Representación en componentes de secuencia y por unidad de circuitos trifásicos. Representación en componentes de secuencia y por unidad de componentes pasivos simples: bancos de reactores, capacitores, demanda, etc. Naturaleza monofásica de las bases y su equivalencia con valores trifásicos.

## TEMA 6

### MODELADO DE TRANSFORMADORES TRIFASICOS REPRESENTACION POR FASE Y POR UNIDAD

Introducción. Modelo del transformador monofásico de dos arrollamientos. Inserción del equivalente en un sistema de potencia, modelo “pi” y “te” del transformador. Transformador con cambiador de tomas. Modelo del transformador trifásico de dos arrollamientos y su representación por redes de secuencia. Representación de los equivalentes de secuencia en por unidad. Consideraciones adicionales para el transformador tipo núcleo de tres columnas. Modelo de transformador monofásico de tres arrollamientos. Modelado de transformadores trifásicos de tres arrollamientos. Representación en redes de secuencia y en por unidad de otros transformadores de interés: autotransformador y transformadores de puesta a tierra, reactor zigzag y estrella-delta.

## TEMA 7

### MODELADO DEL GENERADOR SINCRONICO REPRESENTACION POR FASE Y POR UNIDAD

Introducción. Generador sincrónico en vacío. Generador sincrónico en cortocircuito. Generador sincrónico en régimen permanente, carga normal y su modelo de representación por fase y en redes de secuencia. Comentarios sobre regulación de tensión y velocidad. Límites operativos del GS, diagrama circular, ángulo de potencia y estabilidad estática.

## TEMA 8

### SISTEMAS DE CA EN REGIMEN BALANCEADO ESTACIONARIO. TOPOLOGIA DE CIRCUITOS

Introducción. Circuito. Elementos de circuito. Nodo. Rama. Grafo o gráfica de un circuito. Árbol de un circuito. Rama de árbol. Rama de enlace. Variables básicas de ramas. Trayectoria. Rama y malla orientada. Circuito primitivo. Sistema de ecuaciones del circuito genérico primitivo. Sistema de ecuaciones de mallas, nodos y equivalencias. Matriz de interconexión para transformar al método de ecuaciones de mallas. Matriz de interconexión para transformar al método de ecuaciones de nodos.

## TEMA 9

### FLUJO DE POTENCIA

Introducción, aspectos básicos del problema, parte lineal y no lineal del modelo circuital, barras de generación y de carga. Modelado de generación, carga y resto de componentes lineales. Representación por fase de secuencia directa de la red en estudio. Sistemas de ecuaciones no lineales del sistema. Clasificación de barras. Métodos numéricos iterativos, Gauss-Seidel, Newton-Raphson y Desacoplado Rápido. Finalización forzada del proceso de cálculo. Análisis de resultados de los flujos de potencia y su efecto sobre módulo y ángulo de las tensiones de barras. Dispositivos de regulación y control de tensión.

## TEMA 10

### ESTUDIO DE FALLAS EN SISTEMAS DE POTENCIA DESCRIPCION Y ANALISIS DE LA CORRIENTE DE FALLA

Descripción y análisis de los tipos de falla. Análisis del cortocircuito de un generador sincrónico. Forma funcional de la onda de corriente de cortocircuito en terminales de un GS. Análisis de las componentes de la corriente de falla: componente de alterna (simétrica) y de continua (unidireccional). Interpretación física de la componente de alterna “ica”. Interpretación física de la componente unidireccional y de frecuencia doble. Justificación para la no consideración de la componente frecuencia doble. Tratamiento fasorial de la componente simétrica o de alterna

“ica”. Valor de fem interna a considerar según la etapa de “ica” tratada. Efecto de la resistencia en la amplitud de “ica”. Valores típicos de corriente de falla a ser considerados. Efecto de la impedancia externa entre el generador y la falla.

#### TEMA 11

ESTUDIO DE FALLAS EN SISTEMAS DE POTENCIA.

FALLAS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES, SIMETRICA Y ASIMETRICAS

Introducción. Contribución a la corriente de falla de otras máquinas rotantes. Contribución del sistema externo. Tratamiento de la carga durante la falla. Cálculo de la falla trifásica balanceada. Adecuación de la red usada en el flujo y su adaptación al cálculo de fallas. Modelo completo y modelo simplificado para el cálculo de falla. Aplicación de componentes simétricas al estudio de cortocircuitos. Estudio de fallas asimétricas transversales: falla FT, falla FF, falla FFT. Estudio de fallas asimétricas longitudinales: una fase abierta y dos fases abiertas.

#### TEMA 12

ESTABILIDAD EN SISTEMAS DE POTENCIA.

FALLAS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES, SIMETRICA Y ASIMETRICAS

Introducción. Estabilidad transitoria, definiciones. Aspectos mecánicos. Aspectos electromagnéticos. Unidades y constantes de inercia. Ecuación de oscilación. Forma en que se dan los parámetros de las máquinas. Procedimientos de resolución paso a paso de la ecuación de oscilación. Conversión del circuito correspondiente del flujo previo (condición inicial del estudio), para aplicar con el método paso a paso (ordenamiento y factorización de la matriz del circuito convertido). Planteo del sistema matricial de potencias para el cálculo de los ángulos de potencia de las máquinas del sistema. Criterio de igualdad de áreas.