

<b>TIPO:</b> Curso
<b>NOMBRE:</b> CONFIABILIDAD DE SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA (INGE-03)
<b>UNIDAD ACADEMICA EJECUTORA:</b> Departamento Electricidad y Electrónica – FI-UNRC
<b>DOCENTE RESPONSABLE:</b> Diego Moitre (Se adjunta CV)
<b>DOCENTES QUE PARTICIPAN:</b> Diego Moitre, Claudio Reineri (Se adjunta CV)
<b>PROFESIONALES A LOS QUE ESTA ORIENTADO:</b> Alumnos del Programa de Posgrado en Ciencias de la Ingeniería implementado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Río Cuarto (FI-UNRC). Ingenieros Electricistas, Electricista-Electrónicos, Electromecánicos y Mecánico-Electricistas vinculados a Empresas de Generación, Transmisión, Distribución, Entes Reguladores y Agentes de Comercialización de Energía Eléctrica.
<b>CONDICIONES DE INSCRIPCIÓN:</b> Egresado de Universidad Nacional o Institución equivalente. Es imprescindible que el interesado esté familiarizado con los contenidos de un curso básico de Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia y con los contenidos de un curso básico de Probabilidad.
<b>OBJETIVOS Y JUSTIFICACION:</b> Capacitar al estudiante en los conceptos básicos, en los modelos estocásticos y en la metodología utilizados para evaluar la confiabilidad de Sistemas Eléctricos de Potencia a un nivel que le permita comprender su aplicación a la planificación de la expansión y a la programación de la operación de Sistemas Eléctricos de Potencia, con especial énfasis en el SADI (Sistema Argentino de Interconexión). Presentar el estado del arte en la disciplina.
<b>DURACION Y ORGANIZACION:</b> Sesenta (60) horas (3 créditos). El curso se desarrollará durante el primer cuatrimestre de 2007, totalizando doce (12) semanas de actividad, a razón de cinco (5) horas de clase por semana (tres horas de clases teóricas en aula y dos horas de clases prácticas en gabinete de computación).
<b>METODOLOGIA DE DICTADO:</b> Las clases tendrán carácter de teórico-prácticas, desarrolladas mediante exposición oral complementada con pizarrón o retroproyector.
<b>METODOLOGIA DE EVALUACION Y APROBACION:</b> Asistencia mínima de 80 % a las clases teórico-prácticas. La aprobación del curso requiere de la aprobación de trabajos prácticos (problemas) propuestos durante el curso y un examen escrito de carácter teórico (conceptual).
<b>CANTIDAD MINIMA Y MAXIMA DE ALUMNOS ADMITIDOS:</b> Cinco (5) – Veinte (20)
<b>NECESIDADES DE FINANCIAMIENTO:</b> no requerido
<b>NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA:</b> -Un aula para veinte alumnos -Sala de Informática de la FI-UNRC
<b>PROGRAMA ANALITICO:</b>  <b>TEMA 1: INTRODUCCION A LA CONFIABILIDAD</b>  1.1 El concepto de Confiabilidad. Índices de Confiabilidad. Confiabilidad de Sistemas: Breve Reseña Histórica. Confiabilidad de Sistemas Eléctricos de Potencia: clasificación de fallas. La construcción de modelos. 1.2 Definición de procesos aleatorios (o estocásticos): estructura probabilística; clasificación de los procesos aleatorios. Métodos de descripción: distribución conjunta; descripción analítica por medio de variables aleatorias; valores medios. Ejemplos de procesos aleatorios: Proceso de Renovación, Cadenas de Markov en tiempo discreto y continuo, Proceso de Renovación alternante.  <b>TEMA 2: CONFIABILIDAD DE COMPONENTES</b>  2.1 Componentes no reparables. Modelos de función de riesgo para componentes no reparables. Componentes no reparables con mantenimiento preventivo.

2.2 Componentes reparables. Componentes con reparación ideal y perfecta. Componentes con reparación ideal y mantenimiento preventivo. Componentes con reparación normal. Tiempos de operación y reparación exponenciales. Comportamiento en el largo plazo. Componentes con reparación normal: efecto del mantenimiento preventivo.

### **TEMA 3: CONFIABILIDAD DE SISTEMAS**

3.1 Diagramas Lógicos. Estructuras monótonas. Definiciones. Estructuras serie, paralelo y serie-paralelo. Enlaces y cortes. Confiabilidad de estructuras serie-paralelo. Consideraciones generales. Configuración serie. Configuración paralelo. Configuración serie-paralelo. Configuración "r de n". Método de descomposición. Método de enlaces y cortes mínimos.

3.2 Espacio de estado. Representación del sistema. Conceptos básicos. Probabilidades de estado. Duraciones y frecuencias de estado. Combinaciones de estados. Tiempos de reparación no exponenciales. Análisis de los efectos de falla. Método de enumeración de estados. Aplicación a sistemas con componentes de reserva. Aplicación a sistemas no reparables.

3.3 Modelos de fallas dependientes para componentes no reparables. El enfoque de eventos compuestos. El enfoque de la función de distribución conjunta. Análisis del árbol de fallas. Simulación de Monte Carlo.

### **TEMA 4: EVALUACIÓN DE LA CONFIABILIDAD DE LA CAPACIDAD INSTALADA Y DE LA RESERVA DE GENERACIÓN**

4.1 Evaluación de la reserva de capacidad instalada. El modelo de generación. Probabilidad de déficit de capacidad instalada. Método de pérdida de carga. Método de pérdida de energía. Métodos de duración y frecuencia. Comparación de índices de confiabilidad.

4.2 Planificación de la expansión de la capacidad instalada de generación. Incertidumbre en las tasas de falla de las unidades generadoras y en la predicción de la demanda.

4.3 Evaluación de la reserva operativa. Conceptos básicos e índices de riesgo. Representación de estado de las unidades generadoras. Unidades de reserva rotante. Unidades de sincronización rápida. El enfoque de la función de seguridad.

4.4 Evaluación de la confiabilidad de Sistemas de Potencia interconectados. Demandas independientes. Demandas correlacionadas.

### **TEMA 5: EVALUACIÓN DE LA CONFIABILIDAD COMPUESTA GENERACIÓN - TRANSMISION EN ALTA TENSION**

5.1 Enfoque general. Análisis de flujo de potencia. Efecto de la variación de la demanda. Representación de la demanda.

5.2 Efectos del medio ambiente sobre el sistema de transmisión en alta tensión. Evaluación de la confiabilidad de grandes sistemas.

### **TEMA 6: EVALUACIÓN DE LA CONFIABILIDAD DE ESTACIONES TRANSFORMADORAS**

6.1 Enfoque general. Capacidad de maniobra después de una falla. Representación de componentes por un modelo de tres estados. Modelos de aparatos de maniobra.

6.2 Efectos del mantenimiento preventivo. Análisis de los efectos de falla. Casos de estudio.

### **TEMA 7: EVALUACION DE LA CONFIABILIDAD DE SISTEMAS DE DISTRIBUCION**

7.1 Sistemas de distribución radiales con capacidad de maniobra perfecta. Confiabilidad en puntos de carga. Confiabilidad del sistema de distribución.

- 7.2 Sistemas de distribución radiales con capacidad de maniobra imperfecta. Operaciones falsas de aparatos de maniobra. Modelos e índices.
- 7.3 Sistemas de distribución en anillo. Casos de estudio.

## **TEMA 8: MANTENIMIENTO ELÉCTRICO PREVENTIVO Y EVALUACIÓN DE COSTOS**

- 8.1 Mantenimiento Preventivo: Introducción y definiciones. Prácticas de mantenimiento y falla de equipos. Programas de mantenimiento preventivo. Mantenimiento preventivo de equipos eléctricos.
- 8.2 Confiabilidad y costos de las interrupciones. Tipos de usuarios. Estudios predictivos de Confiabilidad y evaluación de costos.

### **BIBLIOGRAFIA:**

- # Papoulis, A. **Probability, Random Variables, and Stochastic Process**. Third Edition. McGraw-Hill, 1991.
- # Billinton, R. & Allan, R. **Reliability Evaluation of Engineering System: Concepts and Techniques**. Plenum Press. 1983
- # Barlow, R. **Engineering Reliability**. SIAM Publishers, 1998.
- # Leemis, L. **Reliability: Probabilistic Models and Statistical Methods**. Prentice-Hall Publishers, 1995.
- # Anders, G. **Probability Concepts in Electric Power Systems**. Wiley. 1990.
- # Endrenyi, J. **Reliability Modeling in Electric Power System**. Wiley. 1978.
- # Billinton, R. **Power System Reliability Evaluation**. Seventh Printing Gordon and Breach Science Publishers. 1982
- # Billinton, A. ; Allan, R. **Reliability Assessment of Large Electric Power Systems**. Kluwer Academic Publishers, 1988.
- # Billinton, A. ; Li, W. **Reliability Assessment of Electric Power Systems using Monte Carlo Methods**. Plenum Press, 1994.
- # IEEE Recommended Practice for the **Design of Reliable Industrial and Commercial Power Systems**, IEEE Press, 1991.
- # IEEE Tutorial Course- 90EH0311-1-PWR **Reliability Assessment of composite generation and transmission systems**. IEEE Press, 1989.
- # **IEEE Transactions on Reliability, IEEE Transactions on Power Systems, International Journal of Electric Power Systems Research, International Journal of Electrical Power & Energy Systems** (referencias a indicar durante el desarrollo del curso)
- # **CAMMESA Procedimientos para la programación de la operación, el despacho de cargas y el calculo de precios. Versión XXI.**

Firma y Fecha: