

Tabla de Contenidos

1	Resumen	7
2	Introducción	8
2.1	Objetivos	8
2.2	Caso de Estudio	8
2.3	Sistema Eléctrico del Reactor de Referencia	9
2.4	Estudios Probabilistas del Sistema Eléctrico Clase III	10
2.5	Abreviaturas y Definiciones	10
2.5.1	Abreviaturas	10
2.5.2	Definiciones	10
3	Herramientas probabilistas para el soporte al diseño y licenciamiento del reactor	14
3.1	Seguridad Nuclear	14
3.2	Desarrollo de estudios Probabilistas	15
3.3	Análisis FMEA	15
3.3.1	Descripción general de la técnica FMEA	15
3.3.2	Extensión de la técnica FMEA: Análisis FMECA	16
3.4	Árbol de Fallas	16
3.4.1	Procedimiento de desarrollo de un Árbol de Fallas	16
3.4.2	Análisis de Dependencias	17
3.4.3	Fallas de Causa Común	18
3.4.4	Análisis Cuantitativo	18
3.4.4.1	Componente en demanda / Indisponibilidad constante	18
3.4.4.2	Componentes no reparables	19
3.4.4.3	Datos de parámetros	19
3.4.4.4	Conjuntos Mínimos de Corte	19
3.4.4.5	Índice Fussell-Vesely	19
3.4.5	Código de Cálculo	19
4	Criterios de Diseño de Sistemas Eléctricos	21
4.1	Criterio de diseño para la confiabilidad del Sistema Eléctrico Clase III	21
4.1.1	Independencia	21
4.1.1.1	Aislación eléctrica	21
4.1.2	Separación física	22
4.1.3	Redundancia	22
4.1.4	Diversidad	22
4.2	Criterios de diseño particulares de un Sistema Eléctrico	22
4.2.1	Bases de diseño	22

4.2.2	La Red.....	22
4.2.3	Sistema Interno de Potencia.....	22
4.2.4	Capacidad de operar con carga interna.....	23
4.2.5	Despeje de fallas.....	23
4.2.6	Capacidad de transferir potencia.....	23
4.2.7	Suministro de potencia de CA en espera.....	23
4.2.8	Sistemas de Potencia de Seguridad.....	23
4.2.9	Coordinación de Protecciones.....	23
5	<i>Descripción del Sistema Eléctrico Clase III.....</i>	25
5.1	Límites y descripción del Sistema Eléctrico Clase III.....	25
5.1.1	Alternativa 1.....	25
5.1.2	Alternativa 2.....	27
5.2	Conexión de barras Clase III a la Línea Preferida Alterna.....	29
5.3	Secuencia de Transferencia.....	29
5.4	Componentes.....	29
5.4.1	Interruptores Automáticos de Baja Tensión.....	29
5.4.2	Protecciones de los grupos generadores diesel.....	30
5.4.3	Grupos Generadores Diesel.....	30
5.4.4	Barras de Baja Tensión.....	30
5.4.5	Interruptores de Media Tensión.....	30
5.4.6	Transformadores de Reserva.....	30
5.5	Sistemas Soporte y Auxiliares.....	30
5.5.1	Sistema de Control y Monitoreo.....	30
5.5.1.1	Funciones del módulo del Sistema de Control y Monitoreo asociado al Sistema Eléctrico Clase III.....	30
5.5.1.2	Desacople de Cargas.....	31
5.5.2	Otros Sistemas.....	32
6	<i>Desarrollo de Estudios Probabilistas.....</i>	33
6.1	FMEAs de alternativas de diseño del Sistema Eléctrico Clase III.....	33
6.1.1	Criterio de Éxito.....	33
6.1.2	Hipótesis de modelado.....	33
6.1.2.1	Hipótesis generales de modelado.....	33
6.1.2.2	Hipótesis relativas a componentes.....	34
6.1.3	Desarrollo del FMEA.....	35
6.2	FMECA de alternativas de diseño del Sistema Eléctrico Clase III.....	35
6.2.1	Índice RPN.....	35
6.2.1.1	Severidad.....	35
6.2.1.2	Ocurrencia.....	36
6.2.1.3	Detección.....	36
6.2.2	Resultados.....	37
6.3	Árboles de Falla.....	40
6.3.1	Abreviaturas.....	40
6.3.1.1	Codificación.....	40
6.3.2	Modos de Falla.....	40

6.3.2.1	A la Demanda	40
6.3.2.2	De Operación.....	40
6.3.2.3	De Comando	41
6.3.2.4	Otros.....	41
6.3.3	Criterios de Éxito.....	41
6.3.3.1	Modelo para comparación de alternativas de diseño del Sistema Eléctrico Clase III 41	
6.3.3.2	Modelado del Sistema Eléctrico Clase III como soporte a un Sistema de Estado Seguro Final	41
6.3.4	Hipótesis de Modelado.....	41
6.3.4.1	Modelo para comparación de alternativas de diseño de Sistema eléctrico Clase III 41	
6.3.4.2	Modelado del Sistema Eléctrico Clase III como soporte a un Sistema de Estado Seguro Final	42
6.3.5	Conexiones Lógicas	42
6.3.5.1	Modelo para comparación de alternativas de diseño del Sistema Eléctrico Clase III: Alternativa 1	42
6.3.5.2	Modelo para comparación de alternativas de diseño del Sistema Eléctrico Clase III: Alternativa 2	44
6.3.5.3	Modelado del Sistema Eléctrico Clase III como soporte a un Sistema de Estado Seguro Final: SESF.....	45
6.3.6	Datos de Disponibilidad	47
6.3.7	Cálculo de indisponibilidades según modelos de Árboles de Fallas	48
6.3.8	Análisis de Resultados.....	48
6.3.8.1	Modelo para comparación de alternativas de diseño de Sistema eléctrico Clase III: Alternativa 1	49
6.3.8.2	Modelo para comparación de alternativas de diseño de Sistema eléctrico Clase III: Alternativa 2	50
6.3.8.3	Modelado del Sistema eléctrico Clase III como soporte a un Sistema de Estado Seguro Final: Alternativa 1	51
6.3.8.4	Modelado del Sistema eléctrico Clase III como soporte a un Sistema de Estado Seguro Final: Alternativa 2	52
6.3.9	Comparación entre Alternativas.....	53
7	Conclusiones	55
7.1	Conclusiones Generales	55
7.2	Comparación de Alternativas.....	55
7.2.1	Modelos para comparación de alternativas de diseño de Sistema Eléctrico Clase III (Sistema aislado).....	55
7.2.2	Modelado del Sistema Eléctrico Clase III como soporte a un Sistema de Estado Seguro Final	56
7.2.3	Estudios futuros	57
8	Referencias	58
9	Anexos.....	59
9.1	Matrices FMEA	60
9.1.1	Alternativa 1	61
9.1.2	Alternativa 2	67

9.2	Árboles de Falla	72
9.2.1	Alternativa 1	73
9.2.2	Alternativa 2	81
9.2.3	Soporte a un SESF	84
9.2.3.1	Alternativa 1	85
9.2.3.2	Alternativa 2	89