

## **INDICE GENERAL**

### **Capitulo I**

<b>Roturas pequeñas en un reactor de agua pesada (PWR)</b>	<b>1</b>
<b>I.1. Introducción capitulo I</b>	<b>2</b>
<b>I.2. Refrigeración de emergencia del núcleo y sistemas de extracción de calor residual (RHR)</b>	<b>2</b>
<b>I.2.a. Bombas de inyección de seguridad de alta presión HP</b>	<b>3</b>
<b>I.2.b. Acumuladores</b>	<b>4</b>
<b>I.2.c. Tanques de almacenamiento de agua de borada de ECCS</b>	<b>4</b>
<b>I.2.d. Sistemas de extracción de calor sobre el lado secundario</b>	<b>5</b>
<b>I.3. Espectro de roturas pequeñas y de tamaño medio</b>	<b>5</b>
<b>I.4. Características de roturas pequeñas y de tamaño medio</b>	<b>6</b>
<b>I.5. Secuencia accidental para roturas pequeñas en el sistema primario</b>	<b>6</b>
<b>I.5.a Fases físicas de la secuencia accidental</b>	<b>6</b>
<b>I.5.b. Remoción directa vía el caudal de la pérdida</b>	<b>7</b>
<b>I.5.c. Vía el generador de vapor al sistema secundario</b>	<b>7</b>
<b>I.5.d. Vía la operación de RHR combinada</b>	<b>8</b>
<b>I.6. Diferencias características en la ubicación de las roturas</b>	<b>8</b>
<b>I.7. Fases en la interacción de sistemas de la secuencia accidental</b>	<b>10</b>
<b>I.8. Tiempos para el alcance de los criterios limites por la formación de las señales de enfriamiento de emergencia del núcleo en el sistema de protección del reactor</b>	<b>12</b>

<b>I.9.</b> Roturas muy pequeñas que pueden ser compensadas por los sistemas de equipo de proceso	16
<b>I.10.</b> Roturas pequeñas donde los criterios para activar los sistemas de enfriamiento de emergencia del núcleo son solamente cumplido después de un período largo.	16
<b>I.11.</b> Pequeñas roturas que comprenden la detección temprana de la rotura y la extracción de calor vía el lado secundario.	17
<b>I.12.</b> Pequeñas roturas con incremento en la extracción de calor vía la rotura	20
<b>I.13.</b> Roturas de tamaño medio con extracción de calor ininterrumpido vía la pérdida	22
<b>I.14.</b> Presión de Equilibrio de las bombas de HP	23
<b>I.15.</b> Termo hidráulica de roturas pequeñas	25
<b>I.15.a.</b> Las condiciones termo hidráulicas durante la fase de despresurización	25
<b>I.15.b</b> Fases de la extracción de calor vía el equipo secundario	27
<b>I.15.c.</b> El transporte de energía en dos fases	29
<b>I.15.d.</b> Influencia de gases no-condensables	31
<b>I.16.</b> Fenómenos físicos individuales	33
<b>I.16.a.</b> Separación de fase y formación del nivel de mezcla (swell level)	33
<b>I.16.b.</b> Circulación de caudal másico a través de la rotura	33
<b>I.16.c.</b> Circulación en contracorriente de vapor / agua	33
<b>I.16.d.</b> Comportamiento de enfriamiento del núcleo	33
<b>I.16.e.</b> Transferencia de calor en el generador de vapor	34
<b>I.17.</b> Pruebas PKL de pequeñas roturas	34
<b>I.18.</b> Típicos transitorios que resultan de una rotura seleccionada	41

<b>I.19.</b> Retiro de calor vía el escape de vapor a través de la rotura y el calentamiento del agua fría inyectada.	44
<b>I.20.</b> Retiro de calor residual vía la fuga con el sistema principal lleno.	47
<b>I.21.</b> Capacidad de las bombas de inyección de seguridad para compensar el caudal de la rotura.	53
<b>I.22.</b> Influencia de la presión y la contribución térmica sobre la relación entre el nivel de mezcla y el nivel colapsado	55

## **Capítulo II**

<b>Flujo en dos fases</b>	<b>56</b>
II.1. Patrones de flujo para la circulación en dos fases	56
II.2.a. El modelo de dos fluido	58
II.2.b. Relaciones constitutivas	59
II.3. Intercambio de energía y de masa interfacial	60
II.4. Intercambio de momento interfacial	63
II.5. Interacciones que contienen al medio	63

## **Capítulo III**

<b>Modelos físicos de flujo en dos fases</b>	<b>64</b>
III.1. Definiciones	64
III.2 Patrones de Flujo	65
III.3. Pool Boiling	66
III.4. Flow Boiling	66
III.5. Condensación	67
III.6. Patrones de flujo y transiciones de patrones de flujo	68
III.7. Formulación de múltiple fase y caída de presión	70
III.8. Modelo Homogéneo Del Equilibrio	71

III.9. Modelo de Flujo Separado	72
III.10. Modelo De Dos fluidos	73
III.11. Caída de presión en un conducto cerrado	75
III.12. Velocidad del sonido y flujo critico	77
III.13. Flujo Crítico Monofásico	78
III.14. Modelo homogéneo del equilibrio para el flujo crítico	81
III.15. Modelo congelado homogéneo del flujo para el flujo crítico	84
III.16. Modelo separado del flujo para el flujo crítico	86
III.17. Modelo de Henry Fauske	87
III.18. La base fisica del flujo bifásico estrangulado	91
III.19. Modelo de Moody	92
III.20. Comparación de los modelos existentes sobre la base de los datos experimentales	93

## **Capitulo IV**

### **Modelo de flujo crítico en Relap 5** 100

IV.1. Modelo de circulación básico	101
IV.2. Henry - Fauske de circulación estrangulada	102
IV.3. Modelo de proceso especial Flujo estrangulado (Choked flow)	103
IV.4. Criterio de estrangulamiento para Flujo en equilibrio, en dos fase, no homogéneos	104
IV.5. Criterio de estrangulamiento sub enfriado	108
IV.6. Implementación del modelo de Flujo estrangulado	113

## **Capitulo V**

### **Test de efecto separado** 116

V.1. Test Marviken 24	116
-----------------------	-----

V.2. Test Marviken 22	121
V.3. Descripción de la facilidad de Marviken	123
V.4. Cálculo del test 4 de Marviken	124
V.5. Cálculo de los test Marviken 22 y 24	125
V.6 Aplicación del modelo	127

## **Capítulo VI**

### **Simulación con Relap 5 128**

VI.1. Simulaciones básicas.	129
VI.2. Simulaciones ajustadas.	131
VI.3. Simulación ajustada del modelo de Henry-Fauske.	131
VI.4. Simulación ajustada del modelo de flujo crítico original de Relap 5.	135
VI.5. Simulación ajustada del modelo de equilibrio.	137
VI.6. Simulación ajustada del modelo congelado.	138
VI.7. Simulaciones ajustadas óptimas	140
VI.8 Tipos de uniones	141
VI.9. Simulación del modelo básico de Henry-Fauske con distintas uniones de salida.	144
VI.10. Simulación del modelo original de Relap 5 básico con distintas uniones de salida	147

Anexo I – Tablas capítulo III

Anexo II – Inputs de Relap

Anexo III – Tabla de datos capítulo VI

Bibliografía