

INDICE DE CAPITULOS Y APARTADOS

<u>1. Objeto y alcance del proyecto.</u>	1
1.1. Objeto	
1.2. Alcance	
1.3. Antecedentes	
1.4. Estructura del proyecto	

Parte 1: Análisis teórico de los sistemas CTIAC.

<u>2. Visión general de los sistemas CTIAC.</u>	3
<u>3. Enfriadores evaporativos de medio húmedo.</u>	7

- 3.1. Introducción a los enfriadores evaporativos.
- 3.2. Descripción y funcionamiento.
- 3.3. Circuito de agua.
- 3.4. Parámetros de funcionamiento.
 - 3.4.1. Efectividad o eficiencia-Pérdidas en la admisión
 - 3.4.2. Consumos
- 3.5. Instalación y mantenimiento.
- 3.6. Aspectos económicos.
- 3.7. Consideraciones sobre regulación diaria y estacionalidad.
- 3.8. Resumen de ventajas y desventajas de los sistemas de medio húmedo.

<u>4.Sistemas evaporativos de niebla “FOG”.</u>	21
--	----

- 4.1. Descripción y funcionamiento.
- 4.2. Circuito de agua desionizada.
- 4.3. Características del flujo. Tipo de inyectores.
 - 4.3.1. Inyectores de impacto.
 - 4.3.2. Inyectores ultrasónicos.
- 4.4. Overspray o High-Fog.
- 4.5. Parámetros de funcionamiento.
 - 4.4.1. Efectividad-Pérdida de carga.
 - 4.4.2. Consumos.
- 4.5. Instalación y mantenimiento.

- 4.6. Problemas asociados al uso del fog.
 - 4.6.1. Daños por objetos extraños.
 - 4.6.2. Bombeo en el compresor.
 - 4.6.3. Distorsión de la temperatura de aspiración.
 - 4.6.4. Erosión en el compresor.
 - 4.6.5. Corrosión en el ducto de entrada.
 - 4.6.6. Problemas de “Fouling”.
- 4.7. Control y regulación diaria. Estacionalidad.
- 4.8. Aspectos económicos.
- 4.9. Resumen de ventajas y desventajas de los sistemas de fog.

5.Sistemas de compresión húmeda. 35

- 5.1. Descripción y funcionamiento.
- 5.2. El proceso de “intercooling”.
- 5.3. Problemas asociados a la compresión húmeda.
 - 5.3.1 Distorsión en la carcasa del compresor.
 - 5.3.2. Funcionamiento de las líneas de sangrado de aire del compresor.
 - 5.3.3. Aumento de la presión dinámica en la cámara de combustión.
 - 5.3.4. Estrés térmico.
- 5.4. Integración en el sistema de control.
- 5.5. Parámetros de funcionamiento.
- 5.6. Control y regulación diaria. Estacionalidad.
- 5.7. Aspectos económicos.
- 5.8. Resumen de ventajas y desventajas de los sistemas de compresión húmeda.

6.Aspectos generales de los enfriadores de compresión mecánica y de absorción. 46

- 6.1. Introducción a los chillers.
- 6.2. Selección del tamaño del chiller. Carga de refrigeración.
- 6.3. Equipos comunes en los chillers.

7. Enfriadores de compresión mecánica 51

- 7.1. Tipos de refrigerante utilizados.
- 7.2. Clasificación de los chillers mecánicos según tipo de compresor.

- 7.3. Clasificación de los chillers mecánicos según accionamiento del compresor.
 - 7.3.1. Motores eléctricos.
 - 7.3.2. Motores a gas.
 - 7.3.3. Turbinas de vapor.
- 7.4. Clasificación de los chillers mecánicos según el fluido de enfriamiento.
 - 7.4.1. Enfriamiento directo.
 - 7.4.2. Enfriamiento indirecto.
- 7.5. Parámetros de funcionamiento.
 - 7.5.1. Coeficiente de eficiencia energética.
 - 7.5.2. Los parámetros IPLV y NPLV.
 - 7.5.3. Consumo eléctrico del chiller y elementos auxiliares.
- 7.6. Aspectos económicos.
- 7.7. Consideraciones sobre regulación diaria.

8. Enfriadores de absorción. 76

- 8.1. Introducción a los equipos de absorción.
- 8.2. Principios básicos de los sistemas de absorción de bromuro de litio.
 - 8.2.1. Ciclo de LiBr con efecto simple.
 - 8.2.2. Ciclo de LiBr con doble efecto.
- 8.3. Principios básicos de los sistemas de absorción de amoníaco.
 - 8.3.1. Ciclo básico de absorción agua-amoniaco.
 - 8.3.2. Ciclo de absorción de amoníaco con intercambio de calor entre generador y absorbedor.
- 8.4. Fuentes de entrada de calor al ciclo de absorción.
- 8.5. Instalación y mantenimiento de los equipos de absorción.
- 8.6. Parámetros de funcionamiento.
 - 8.6.1. Coeficiente de eficiencia energética IPLV/NPLV.
 - 8.6.2. Consumo eléctrico del chiller y de elementos auxiliares.
 - 8.6.3. Consumo en la activación del generador.
- 8.7. Aspectos económicos.
- 8.8. Consideraciones sobre regulación diaria y estacionalidad.

9. Sistemas híbridos. 101

- 9.1. Introducción a los sistemas híbridos.
- 9.2. Combinaciones posibles en los sistemas híbridos.
 - 9.2.1. Conjuntos sistemas evaporativos-chillers.
 - 9.2.2. Conjuntos compresión húmeda-otros sistemas
 - 9.2.3. Conjuntos chillers mecánicos-chillers de absorción.

9.3. Estructura de los sistemas híbridos.

9.3.1. Configuración en serie.

9.3.2. configuración en paralelo.

9.4. Aspectos económicos.

10. Sistemas de almacenamiento térmico.

111

10.1. Introducción a los sistemas TES.

10.2. Clasificación de los sistemas TES según su periodo de carga-descarga.

10.3. Clasificación de los sistemas TES según su forma de operación.

10.3.1. Almacenamiento completo.

10.3.2. Almacenamiento parcial con carga uniforme.

10.3.3. Almacenamiento parcial con limitación por demanda.

10.4. Optimización de sistemas TES.

10.4.1. Operación del sistema con periodo on-peak fijo.

10.4.2. Operación del sistema con periodo on-peak no fijado.

10.4.3. Proceso de optimización general para un sistema TES

10.5. Clasificación de los sistemas TES según su forma de almacenamiento.

10.5.1. Sistemas TES de agua enfriada.

10.5.2. Sistemas TES con almacenamiento de hielo.

10.5.3. Comparación entre los sistemas TES de agua enfriada e hielo.

10.5.4. Sistemas TES con sales eutécticas (PCMs).

10.6. Tipos de sistemas TES con almacenamiento de hielo.

10.6.1. Sistemas con hielo sobre tubería (“Ice-on-pipe”)

10.6.2. Sistemas TES de hielo encapsulado.

10.6.3. Sistemas TES con cosechadora de hielo (“Ice harvesters”)

10.6.4. Sistemas TES de pasta helada de glicol.

10.7. Tipos de tanques en sistemas TES. Instalación.

10.8. Parámetros de funcionamiento.

10.8.1. Eficiencia energética del almacenamiento.

10.8.2. Consumos.

10.9. Aspectos económicos.

Parte 2: Aplicación práctica de sistemas CTIAC.

<u>11. Descripción de la planta de cogeneración.</u>	151
11.1. Turbina de gas.	
11.1.1. Descripción general de la turbina de gas.	
11.1.2. Resumen de condiciones de operación de la turbina de gas PG6541B de General Electric.	
11.2. Descripción general de la caldera de recuperación.	
11.2.1. Diverter.	
11.2.2. Cuerpo de la caldera-secciones de intercambio.	
11.2.3. Calderines.	
11.2.4. Conductos y chimeneas.	
11.2.5. Aislamientos.	
11.2.6. Funcionamiento del circuito de aceite térmico.	
<u>12. Obtención del modelo turbina de gas-caldera.</u>	167
12.1. Introducción.	
12.2. Filtrado de datos.	
12.3. Análisis de los datos.	
12.3.1. Validación de la potencia.	
12.3.2. Validación del Heat Rate.	
12.3.3. Validación de temperatura de salida de gases.	
<u>13. Modelado de la turbina .</u>	176
13.1. Análisis de entradas y salidas.	
13.2. Ecuaciones del modelo.	
13.2.1. Potencia.	
13.2.2. Heat Rate.	
13.2.3. Temperatura de salida de gases.	
13.2.4. Gasto de gases de salida.	
13.2.5. Resumen de ecuaciones de modelado de la turbina.	
<u>14. Obtención del modelo de la caldera de recuperación.</u>	184
14.1. Análisis de entradas y salidas.	
14.2. Ecuaciones de modelado.	
14.2.1. Cálculo de los consumos de vapor de alta y media.	
14.2.2. Resumen de ecuaciones del modelo global.	

15. Análisis de viabilidad de los sistemas CTIAC. 195

- 15.1. Introducción a los análisis de viabilidad.
- 15.2. El análisis económico.
- 15.3. Estudio de los sistemas evaporativos de medio húmedo.
- 15.4. Estudio de los sistemas de fog.
- 15.5. Estudio de los chillers mecánicos.
 - 15.5.1. Optimización de chillers eléctricos.
 - 15.5.2. Optimización de chillers a gas.
 - 15.5.3. Optimización de chillers a vapor.
- 15.6. Optimización de chillers de absorción.
 - 15.6.1. Optimización de chiller de LiBr simple efecto accionado por agua caliente.
 - 15.6.2. Optimización de chiller de LiBr doble efecto (direct-fired).
- 15.7. Estudio de los sistemas híbridos.
 - 15.7.1. Optimización de chiller eléctrico con chiller de absorción simple.
 - 15.7.2. Optimización de chiller eléctrico con chiller con motor a gas.
- 15.8. Estudio de los sistemas TES.
 - 15.8.1. Análisis de viabilidad de los sistemas TES.

16. Conclusiones y comentarios adicionales. 237

Anexos.