

Programa

Última modificación: 30/04/2008 17:36

Autores: Ismael Prieto Fernández, Manuela Alonso Hidalgo

1. Situación de las centrales térmicas en el entorno energético mundial y español

- El petróleo en el mundo
 - Reservas y su distribución geográfica.
 - Posibles consecuencias.
 - Relación reservas/producción anual.
 - Evolución del precio del petróleo
- El gas natural en el mundo
 - Reservas y su distribución geográfica.
 - Posibles consecuencias.
 - Relación reservas/producción anual.
- El carbón en el mundo
 - Reservas y su distribución geográfica.
 - Posibles consecuencias.
 - Relación reservas/producción anual.
- Evolución de la energía nuclear y su distribución geográfica.
- Evolución de la energía hidráulica y su distribución geográfica.
 - Evolución del consumo de energía primaria en el mundo y su distribución geográfica.
- Evolución y composición de la potencia eléctrica instalada en España.
- Evolución y composición de la producción eléctrica en España.
- Composición y utilización de la potencia eléctrica instalada en España.

2. Constitución de una central térmica utilizando como base el ciclo agua-vapor clásico

- Requerimientos para la implantación del generador de vapor.
 - Circuito de combustibles.
 - Circuito de aire-humos.
 - Circuito de agua-vapor.
 - Circuito de escorias y cenizas.
 - Sistema de control del generador de vapor.
- Requerimientos para la implantación del sistema de generación de energía eléctrica.
 - Turbina.
 - Condensador.
 - Sistema de refrigeración del condensador.
 - Torres de refrigeración.
 - Sistemas de refrigeración del alternador..
 - Sistema de control del turbogenerador.
- Requerimientos para la implantación del retorno de agua desde el condensador al generador de vapor
 - Bombas de condensado
 - Calentadores de baja presión
 - Desgasificador
 - Bombas de alimentación

- Calentadores de alta presión.
- Requerimientos de otros sistemas auxiliares para el funcionamiento de la central.
 - Sistemas de producción y tratamiento de agua.
 - Sistemas de limpieza de humos de contaminantes.
- Otras tecnologías con las que se puede contar en el ciclo agua-vapor.
 - Calderas de combustión en lecho fluido.
 - Ciclos combinados
 - Sistemas de gasificación integrada en ciclo combinado.

3. Combustibles utilizados en centrales térmicas

- Introducción.
- Formación del carbón.
- Clasificación de los carbones.
 - Turba.
 - Lignito.
 - Subbituminoso.
 - Bituminoso.
 - Antracita.
- Otros sistemas de clasificación.
- Caracterización del carbón.
 - Determinación de la humedad.
 - Materias volátiles.
 - Cenizas.
 - Carbono fijo.
 - Análisis inmediato.
 - Análisis elemental.
 - Poder calorífico.
 - Cohesión, fragilidad y friabilidad.
 - Triturabilidad o grindabilidad.
 - Formas del azufre en el carbón.
 - Índice de hinchamiento al crisol.
 - Temperatura de fusión de las cenizas.
 - Composición de las cenizas.
 - Perfiles de combustión.
 - Índice de abrasividad.
 - Índice de erosividad.
 - Viscosidad de las escorias.
- Combustibles derivados del carbón.
 - Coque.
 - Chars y líquidos.
 - Combustibles gaseosos derivados del carbón.
 - Gas de horno de coque.
 - Gas de horno alto.
 - Gas de agua.
 - Gas pobre.
 - Subproductos gaseosos de la gasificación..
- Combustibles líquidos.
 - Caracterización de los combustibles líquidos.
 - Análisis de los combustibles líquidos.

- Propiedades de los combustibles líquidos.
- Gas natural.
- Otros combustibles.
 - Coque de petróleo.
 - Emulsiones de aceite.
 - Residuos de madera.
 - Bagazo.
 - Otros residuos vegetales.
 - Residuos sólidos urbanos.

4. La combustión en las centrales térmicas

- Introducción.
- Conceptos fundamentales.
 - Concepto de mol.
 - Leyes fundamentales.
- Aplicación de las leyes fundamentales.
 - La combustión completa.
 - La combustión incompleta.
- El mol en los cálculos de combustión.
- Calor de combustión.
 - Medida del calor de combustión.
 - Poderes caloríficos superior e inferior.
- Temperaturas de ignición.
- Cálculo de aire y gases de combustión.
- Las pérdidas de la combustión.
- El exceso de aire más económico.
- La temperatura teórica máxima.
- La combustión de los combustibles sólidos.
 - Influencia de la granulometría en el tiempo de combustión.
 - Influencia de la granulometría en la potencia del hogar.
 - Influencia de la granulometría en la potencia específica.
 - La combustión del carbón pulverizado.
 - Las fases de la combustión del carbón pulverizado.
 - Duración de la combustión del carbón pulverizado.
 - Estabilidad de la llama en la combustión del carbón pulverizado.
- La combustión de los combustibles líquidos.
 - La combustión del fuel-oil.
 - La combustión del gasóleo.
- La combustión de los combustibles gaseosos.
 - Propiedades fundamentales.
- El control de la combustión.
- La formación de óxidos de nitrógeno durante la combustión.

5. Circuitos de combustibles

- Circuitos de combustibles más comunes en una central térmica.
- Los circuitos de combustibles sólidos.
- Selección de los equipos de preparación y combustión para combustibles sólidos.
- El sistema de combustión indirecta.
- El sistema de combustión directa.

- Alimentadores.
 - Alimentador de regletas.
 - Alimentador de cinta sin fin.
- Pulverizadores o molinos.
 - Molino tubular de bolas.
 - Molinos de rodadura de pista y rodillos.
 - Molinos de rodadura de pistas y bolas.
 - Molino de rodadura de plato y rodillos cónicos.
 - Molinos de martillos o impacto.
- Factores que afectan a la capacidad de pulverización de un molino.
- Transporte del carbón pulverizado.
- Quemadores.
 - Quemadores horizontales.
 - Quemadores tangenciales.
 - Quemadores verticales.
- Componentes de los circuitos de combustibles líquidos.
 - Depósitos de almacenamiento.
 - Bombas.
 - Calentadores.
 - Quemadores.
- Componentes del circuito de combustibles gaseosos.
 - Sistema de canalización.
 - Quemadores para gas natural.
 - Quemadores para gas de horno alto.
 - Quemadores para gas de batería de coque y de refinería.

6. Circuitos de aire-humos

- Función y disposición del circuito y sus componentes
- Chimeneas y tiro.
 - Efecto de la chimenea.
 - Ejemplo de cálculo del efecto de la chimenea.
 - La chimenea.
 - Caída de presión.
 - Ejemplo de cálculo de las dimensiones de la chimenea.
 - Factores externos que afectan a la altura de la chimenea.
 - Diseño de la chimenea.
 - Funcionamiento y mantenimiento de la chimenea.
- Ventiladores.
 - Potencia de los ventiladores.
 - Funcionamiento de los ventiladores.
 - Características aerodinámicas.
 - Ensayo de ventiladores.
 - Control de un ventilador centrífugo.
 - Accionamientos de los ventiladores.
 - Márgenes de capacidad de los ventiladores.
 - Ventiladores de tiro forzado.
 - Ventiladores de tiro inducido.
 - Ventiladores de recirculación de humos.
 - Ventiladores de aire primario.
 - Funcionamiento de los ventiladores.

- Ventiladores de flujo axial.
- Funcionamiento y características de control.
- Funcionamiento en paralelo.
- Características de desprendimiento.
- Prevención del desprendimiento.
- Disposición de los ventiladores.
- Desgaste de las paletas de los ventiladores de tiro inducido.
- Calentadores de aire.
 - Tipos de calentadores de aire.
 - Calentadores de aire recuperativos tubulares.
 - Calentadores de aire recuperativos de placas.
 - Calentadores de aire regenerativos tipo Ljungstrom.
 - Calentadores de aire regenerativos tipo Rothemuhle.
 - Calentadores de aire mediante vapor o precalentadores.

7. Circuito agua-vapor

- Transmisión de calor en ebullición. flujo bifásico. circulación.
- Introducción.
- El proceso de ebullición y sus fundamentos.
 - Punto de ebullición y propiedades termofísicas.
 - Curva de ebullición.
 - La ebullición en corrientes o ebullición forzada convectiva.
- Evaluación de la transmisión de calor en ebullición.
 - Coeficientes de transmisión de calor.
 - Fenómeno del flujo calorífico crítico.
 - Transmisión de calor en condiciones supercríticas.
- Flujo bifásico.
 - Estructuras de flujo.
 - Caídas de presión.
 - Inestabilidades.
- Separación del agua y el vapor.
 - Factores que afectan a la separación del vapor.
 - Separación natural por gravedad.
 - Separación primaria mediante la utilización de baffles.
 - Separación primaria mecánica.
 - Funcionamiento de la separación mecánica.
- La circulación.
 - La circulación natural.
 - La circulación forzada.
 - Diseño y evaluación de la circulación.
 - Flujo crítico.
- Regulación de la temperatura del vapor
 - Introducción
 - Variación del caudal de recirculación de humos.
 - Variación de la inclinación de quemadores.
 - Reparto del caudal de humos cuando el conducto de salida se parte en dos.
 - Atemperación.
 - Variación del exceso de aire.
 - Variación de la temperatura del agua de alimentación

- Efectos del soplado sobre la temperatura del vapor.

8. Precipitador electrostático

- Historia de la precipitación electrostática.
- Principios de funcionamiento.
 - Generación del campo eléctrico.
 - Generación de iones.
 - Carga eléctrica de las partículas de polvo.
 - Carga por difusión.
 - Carga por efecto campo.
 - Combinación de ambos efectos.
 - Carga espacial.
 - Movimiento de las partículas hacia el electrodo colector.
 - Deducción de la fórmula del precipitador electrostático.
 - Precipitación.
 - Reentrada.
 - Dimensionado del precipitador electrostático.
 - Evaluación de w y f .
 - Ecuación modificada.
- Polvo difícil.
- Adhesión de las partículas cargadas al electrodo colector.
- Efecto back-corona.
- Descargas eléctricas.
- Distribución de la densidad de corriente.
- Presión electrostática.
- Influencia de la temperatura.
 - Influencia de la temperatura de los humos sobre la resistividad de las cenizas.
- Alimentación eléctrica y regulación automática de la tensión.
- Alimentación eléctrica a impulsos.
 - Impulsos largos.
 - Impulsos cortos.
- Detección del efecto back corona.
- Ejemplos de sistemas de alimentación mejorados.
- Componentes principales del equipo.
 - La carcasa.
 - Electrodo colectores.
- Separación de la película de polvo de los electrodos.

9. Sistemas de escorias y cenizas.

- Introducción.
- Cenicero.
 - Sistemas de agua de escoria y de agua del cenicero.
 - Silos o decantadores de escorias.
- Sistemas de extracción de cenizas.
 - Sistemas presurizados.
 - Sistema de vacío.
 - Sistema de aerodeslizadores.
 - Silo de polvo.

10. Condensador. Sistema de refrigeración.

- Condensador.
- Sistema de refrigeración.
- Torres de enfriamiento.
 - Introducción.
 - Principios de operación.
 - Tipos de torres de enfriamiento.
 - Tipos de torres de enfriamiento de contacto directo.
 - Torres de tiro no mecánico.
 - Torres de chimenea (hiperbólicas).
 - Torres de tiro mecánico.
 - Otros métodos directos de disipación de calor.
 - Tipos de torres de enfriamiento de contacto indirecto.
 - Torres de circuito cerrado (tiro mecánico).
 - Torres de serpentín inferior (tiro mecánico).
 - Materiales de construcción.
 - Consideraciones para la selección.
 - Aplicación.
 - Ubicación.
 - Tuberías.
 - Control de capacidad.
 - Refrigeración libre (Funcionamiento con el equipo de refrigeración parado).
 - Refrigeración libre indirecta.
 - Refrigeración libre directa.
 - Operación en Invierno.
 - Circuito de agua abierto.
 - Circuito de agua cerrado.
 - Estanque de la torre.
 - Ruido.
 - Arrastres.
 - Niebla (Pluma de la torre de enfriamiento).
 - Mantenimiento.
 - Inspecciones.
 - . Funcionamiento.
 - Componentes mecánicos más importantes.
 - Estructura de la torre.
 - . Distribución y calidad del agua.
 - Limpieza.
 - Operación a temperaturas por debajo del punto de congelación.
 - Ayuda de los fabricantes.
 - Tratamiento de agua.
 - Curvas de funcionamiento.
 - Funcionamiento térmico de las torres de enfriamiento.
 - Certificación.
 - Aceptación de las pruebas in situ.
 - Fianza de funcionamiento.
 - Teoría de las torres de enfriamiento.

- Integración en el caso de flujo en contracorriente.
- Integración en el caso de flujo cruzado.
- Coeficientes de las torres.
 - Coeficientes de dificultad.
 - Coeficientes de disponibilidad.
- Establecimiento de las características de la torre.

11. Sistemas de condensado y agua de alimentación

- Introducción.
- Calentamiento del agua de alimentación.
- Principales ventajas obtenidas del calentamiento del agua de alimentación.
- Disposición de los calentadores y diagrama $t-s$ del ciclo.
- Calentadores de mezcla. Desgasificador.
- Calentadores de superficie.
- Sistema de condensado.
- Sistema de agua de alimentación.

12. Principios básicos de control de las centrales térmicas

- Introducción
- Sistemas de control de las calderas de recirculación (calderas con calderón)
 - Control de combustión.
 - Formación de la demanda de caldera.
 - Sistemas de control de combustión.
 - Limitación del combustible por el aire.
 - Control de combustible.
 - Control del aire de combustión.
 - Control de la cantidad de exceso de aire.
 - Control de la presión del hogar.
 - Control de la presión del hogar con protección contra implosiones.
 - Control del caudal de agua de alimentación.
 - Control del caudal de agua de alimentación de un elemento.
 - Control del caudal de agua de alimentación de dos elementos.
 - Control del caudal de agua de alimentación de tres elementos.
 - Control de la temperatura del vapoR.
- Sistemas de control de las calderas de paso único (calderas sin calderón).
 - Control del caudal de agua de alimentación en calderas sin calderón.
 - Control de la recirculación de agua en la caldera durante los periodos de arranque y cargas bajas.
- Sistemas de control de las turbinas de vapor utilizadas en centrales térmicas
 - Sistema de control de la turbina.
 - Reguladores de fuerza centrífuga.
 - Regulador mecánico de fuerza centrífuga, de transmisión mecánica.
 - Regulador mecánico de fuerza centrífuga de transmisión mecánica-hidráulica. Corredora de distribución.
 - Regulación secundaria. Dispositivo de ajuste de velocidad.
 - Regulador hidráulico.
 - Reguladores eléctricos.
 - Características del regulador.
 - Reparto de la variación de potencia de un sistema eléctrico entre los turbogeneradores que trabajan sobre él.

- Utilización de la recta de estatismo en la regulación electrónica de la turbina.
- Protecciones de una central térmica.
 - Protecciones del generador de vapor (caldera).
 - Protecciones de turbina: dispositivos de descarga y disparo.
- Los sistemas centralizados de control.
- Sistemas de control digital directo (ddc).
- Sistemas de control distribuido (dcs) y control autómeta lógico programable (plc).

13. Calderas de combustión en lecho fluido (FB o LF)

- Introducción. planteamiento medioambiental.
- Calderas de lecho fluido.
- Fundamentos de fluidización.
 - Proceso de fluidización.
 - Curvas de fluidización.
- El proceso de combustión en lecho fluido.
- Desulfuración.
- Formación de óxidos de nitrógeno.
- Temperatura del lecho.
- Composición y profundidad del lecho
- Eficiencia de la combustión.
- Tipos de combustión en lecho fluido.
 - Clasificación según la velocidad de fluidización.
 - Clasificación según la presión.
- Ventajas del lecho fluido.
- Nomenclaturas utilizadas.
- Calderas de lecho fluido burbujeante.
 - Descripción del proceso.
 - Características principales y diseño.
- Calderas de lecho fluido circulante.
 - Combustión en lecho fluido circulante.
 - Ventajas y descripción.
 - Hogar.
 - Ciclón.
 - Válvula “j”.
 - Separadores-enfriadores de lecho fluido.
 - Otras características destacables de la caldera de lecho fluido circulante.
 - Zona de recuperación de calor (zrc).
 - Intrex (sobrecalentador).
- Sistemas de lecho fluido a presión.
 - El proceso.
 - Lecho fluido presurizado de segunda generación.

14. Centrales de ciclo combinado (CC)

- Introducción.
- Ciclos combinados y cogeneración.
 - Sistema simple de ciclo combinado.
 - Sistemas comerciales de ciclo combinado.
 - Cogeneración.
 - Generador de vapor recuperador de calo.

- Consideraciones técnicas.

15. Centrales de gasificación integrada en ciclo combinado (GICC)

- Introducción.
 - Los ciclos combinados.
 - La Gasificación de combustibles sólidos.
 - Química de la gasificación.
 - La unidad de fraccionamiento de aire.
- Algunos valores de caracterización de la tecnología GICC
- El carbón como combustible para ciclos combinados.
 - Gasificación en lecho arrastrado a presión con alimentación seca.
 - Gasificación en lecho arrastrado a presión, alimentación húmeda - *Tecnología TEXACO*.
 - *Tecnología E-GASTM*.
 - Otros procesos de gasificación.
 - *Gasificación en lecho arrastrado con aire enriquecido, tecnología Mitsubishi.*
 - *Gasificación en lecho fluido a presión, tecnología HTW.*
- Costes.
- Descripción de la central gicc de puertollano.
 - Isla de Gasificación.
 - Parque de carbones y Sistemas de preparación de combustible.
 - Sistemas de alimentación de combustible y cámara de reacción.
 - Sistemas de extracción de escorias.
 - Sistemas de enfriamiento y recuperación de calor.
 - Sistemas de limpieza del gas.
 - Sistemas de preparación del gas limpio.
 - Ciclo Combinado.
 - Turbina de gas.
 - Caldera de recuperación de calor.
 - Turbina de vapor.
 - Condensador.
 - Unidad de Fraccionamiento de Aire.
 - Enfriamiento y purificación.
 - Destilación.
 - Almacenamiento y Suministro de productos.
 - Sistemas auxiliares.
- Integración.

16. Eliminación de óxidos de azufre (SO₂)

- Formación de óxidos de azufre en la combustión de combustibles fósiles.
 - Azufre en el carbón.
 - Azufre en fuel-oil y gas natural.
 - Formación de óxidos de azufre.
- Técnicas para la reducción de emisiones de óxidos de azufre.
 - Lavadores húmedos.
 - Absorbentes de base calcio.
 - Absorbentes de base magnesio, sodio y potasio.
 - Procesos de base amoníaco.
 - Lavadores con agua de mar.
 - Lavadores semisecos.

- Sistemas de inyección de absorbente.
 - Inyección de absorbente en la caldera.
 - Inyección de absorbente en el economizador.
 - Inyección de absorbente en los conductos.
 - Inyección de absorbente híbrida.
- Lavadores en lecho fluido móvil y circulante.
 - Lavadores secos de lecho fluido circulante, CFB.
 - Lavadores de lecho fluido móvil.
- Procesos regenerables.106
 - Proceso Wellman-Lord.
 - Proceso con óxido de magnesio.
 - Sistema de absorción por membrana de gas TNO.
 - Sistema Membrane Contactar ElectroDialysis (MCED).
- BIO-Eliminación de óxidos de azufre.

17. Reducción de la formación de óxidos de nitrógeno (NO_x)

- Formación de óxidos de nitrógeno en la combustión de combustibles fósiles.
 - Formación de NO_x térmico.
 - Formación de NO_x del combustible.
 - Formación de NO_x súbito.
 - Formación de NO₂.
 - Formación de N₂O.
- Tecnologías para la reducción de emisiones de óxidos de nitrógeno.
 - Medidas primarias para la reducción de emisiones de NO_x.
 - Combustión con bajo exceso de aire.
 - Reducción del precalentamiento del aire.
 - Inyección en etapas de aire en la caldera.
 - Recirculación de gases de combustión.
 - Combustión escalonada.
 - Inyección de agua o vapor.
 - Quemadores de bajo NO_x.
 - Medidas secundarias para la reducción de emisiones de NO_x.
 - Reducción catalítica selectiva (SCR).
 - Reducción selectiva no catalítica (SNCR)

18. Captura y almacenamiento de CO₂

- Introducción.
- Tecnologías existentes.
 - Sistemas de postcombustión.
 - Introducción.
 - Tecnologías existentes: procesos de absorción.
 - Descripción general.
 - Pretratamiento necesario de los humos.
 - Penalización en la eficiencia de la generación de energía con captura de CO₂.
 - Efluentes.
 - Tecnologías emergentes.
 - Status y perspectivas.
 - Sistemas de oxicomcombustión.
 - Ciclo de vapor-oxicombustión por calentamiento indirecto.

- Pruebas de oxidación en plantas piloto.
- Evaluación de centrales convertidas a oxidación.
- Central avanzada con cero emisiones (AZEP, Advanced Zero Emisión Power plant).
- Turbina de gas-oxidación por calentamiento directo.
- Ciclo de vapor-oxidación por calentamiento directo.
- Técnicas y mejoras en la producción de oxígeno.
- Status y perspectivas.
- Sistemas de preoxidación.
 - Introducción.
 - Tecnologías existentes.
 - Reformado con vapor de gas e hidrocarburos ligeros.
 - Oxidación parcial de gas e hidrocarburos ligeros.
 - Auto-thermal reforming de gas e hidrocarburos ligeros.
 - Reformado con calentamiento con el gas.
 - Gasificación de carbón, derivados del petróleo o biomasa.
 - Gasificación Integrada en Ciclo Combinado.
 - Obtención de hidrógeno a partir de carbón con captura de CO₂.
 - Obtención de combustibles líquidos y productos múltiples partiendo de carbón.
 - Adsorción basada en la oscilación de la presión.
 - Procesos con solventes químicos.
 - Procesos con solventes físicos.
 - Efectos de otras sustancias contaminantes.
 - Tecnologías emergentes.
 - Reacción de sorción mejorada.
 - Reactores de membrana para la producción de hidrógeno con captura de CO₂.
 - Reformador de microcanales.
 - Conversión en hidrógeno y carbono.
 - Tecnologías basadas en el óxido de calcio.
 - Tecnologías "llave".
- Estatus y perspectivas.
- Impactos de los sistemas de captura de CO₂ en las emisiones y en la utilización de recursos.
 - Visión general de las emisiones de los sistemas de captura.
 - Marco para la evaluación del impacto de los sistemas de captura.
- Costes de la captura de CO₂.
- Factores que afectan al coste de captura de CO₂.
 - Resumen de las estimaciones de costes de captura de CO₂.

19. Producción y tratamiento de agua

- Introducción.
- Naturaleza de las fuentes de impurezas.
- Transporte de las impurezas hacia las turbinas de vapor. su componentes.
- Corrosión. aspectos generales.
 - Corrosión.
 - Corrosión galvánica.
 - Corrosión generalizada.
 - Picaduras (pitting).

- Corrosión por aireación diferencial.
- Corrosión intergranular.
- Corrosión selectiva.
- Erosión-corrosión.
- Corrosión bajo tensión.
- Corrosión fatiga.
- Agrietamiento por hidrógeno.
- Tratamiento y purificación del agua de aporte.
 - Pretratamiento.
 - Clarificación.
 - Desmineralización.
 - Planta de desmineralización.
 - Control de la instalación de desmineralización.
 - Otros tratamientos.
 - Contaminación de los cambiadores de iones.
 - Ensuciamiento por hierro.
 - Osmosis inversa.
- Tratamientos del ciclo agua-vapor.
 - Tratamiento con fosfatos.
 - Secuestro/retorno de fosfatos. Formación de depósitos.
 - Tratamiento con compuestos volátiles.
 - Desgasificación del agua de alimentación.
 - Purificación de condensado.
- Tratamiento químico de los circuitos de refrigeración.
 - Circuitos abiertos.
 - Agua de mar.
 - Corrosión en circuitos abiertos de agua de mar.
 - Ensuciamiento de los circuitos de refrigeración con agua de mar.
 - Prevención del ensuciamiento y corrosión en los circuitos abiertos de agua de mar.
 - Agua dulce.
 - Circuitos semiabiertos con recirculación.
 - Prevención de la incrustación y corrosión en circuitos con recirculación.
 - Purgas de desconcentración de circuitos con recirculación.
 - Circuitos cerrados.
 - Controles de los circuitos de refrigeración.
- Control químico de la central.
 - Parámetros de control y diagnóstico.
 - Evaluación de los datos.
 - Interpretación y valoración de los datos.
 - Muestreo.
 - Selección de los puntos de toma de muestras.