

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SAN ANDRÉS TUXTLA				PRODUCTO: RUBRICA INVESTIGACIÓN		
ASIGNATURA: MÁQUINAS Y EQUIPOS TÉRMICOS I				PERIODO: FEBRERO – JULIO 2023		GRUPO: 502-U
CARRERA: INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA				FECHA:16/03/2023		UNIDAD:1
NOMBRE DEL DOCENTE: IEM. CARLOS MARTÍNEZ VÁZQUEZ						
NOMBRE DE ALUMNO / NUMERO DE CONTROL: MIGUEL ANGEL DOMINGUEZ ALVARADO-191U0113						
FRANCISCO ARTURO HERNANDES DOMINGUEZ-191U0121						
NOMBRE DE LA UNIDAD:COMBUSTIBLES Y COMBUSTION				SUBTEMA INVESTIGADO:1.1 AL 1.11		
RUBRICA DE TRABAJO DE INVESTIGACION						
CRITERIO/ CALIDAD	Excelente	Notable	Bueno	Suficiente	Insuficiente	Puntos
Hoja de presentación 3 %	Tiene completo nombre de la escuela (logotipo de la carrera y escuela), Carrera, Asignatura, Profesor, Alumnos, Matricula, Grupo, Lugar y fecha de entrega.	Casi completo nombre de la escuela (logotipo de la carrera y escuela), Carrera, Asignatura, Profesor, Alumnos, Matricula, Grupo, Lugar y fecha de entrega.	Unos pocos errores de nombre de la escuela (logotipo de la carrera y escuela), Carrera, Asignatura, Profesor, Alumnos, Matricula, Grupo, Lugar y fecha de entrega.	Varios errores de nombre de la escuela (logotipo de la carrera y escuela), Carrera, Asignatura, Profesor, Alumnos, Matricula, Grupo, Lugar y fecha de entrega.	Muchísimos errores de nombre de la escuela (logotipo de la carrera y escuela), Carrera, Asignatura, Profesor, Alumnos, Matricula, Grupo, Lugar y fecha de entrega.	
Introducción 3 %	Tiene una amplia introducción, dan una idea clara del contenido del trabajo, motivando al lector a continuar con su lectura y revisión.	Tiene una mediana introducción, siguen dando una idea clara del contenido del trabajo, motivando al lector a continuar con su lectura y revisión.	Tiene una poca introducción, sin embargo, dan una idea sintetizada del contenido del trabajo, motivando al lector a continuar con su lectura y revisión.	Tiene mínima introducción dan una idea muy poco clara del contenido del trabajo, no motivan al lector a continuar con su lectura y revisión.	No tiene introducción, por lo tanto, no tiene una idea clara del contenido del trabajo, tampoco motivan al lector a continuar con su lectura y revisión.	
Desarrollo del tema 7 %	La información está muy bien organizada con párrafos bien redactados y justificados, se distinguen bien los subtítulos y títulos.	La información está organizada con párrafos bien redactados, sin estar justificado el contenido.	La información está organizada, pero los párrafos no están bien redactados ni tampoco está justificado el contenido.	La información proporcionada no parece estar organizada, los párrafos no están bien redactados ni tampoco está justificado el contenido.	La información proporcionada no está organizada, los párrafos no están bien redactados ni tampoco está justificado el contenido.	
Ortografía 3 %	No hay errores de gramática, ortografía o puntuación.	Casi no hay errores de gramática, ortografía o puntuación.	Unos pocos errores de gramática, ortografía o puntuación.	Pocos errores de gramática, ortografía o puntuación.	Muchos errores de gramática, ortografía o puntuación.	
Justificación 3 %	Excelente justificación del texto y márgenes de 2.5 cm de todos lados.	Muy buena justificación del texto y márgenes de 2.5 cm de todos lados.	Buena justificación del texto y márgenes de 2.5 cm de todos lados.	Trata de justificación del texto y márgenes de 2.5 cm de todos lados.	No justificación del texto y márgenes de 2.5 cm de todos lados.	
Formato del contenido 8 %	Cumple con el siguiente formato completo: letra tipo: Times New Roman. a) TITULOS en negritas , MAYUSCULAS y CENTRADOS , No. 14. b) SUBTITULOS en negritas , MAYUSCULAS y ALINIADO A LA IZQUIERDA , No. 12. c) CONTENIDO JUSTIFICADO, No. 12.	Casi cumple con el siguiente formato completo: letra tipo: Times New Roman. d) TITULOS en negritas , MAYUSCULAS y CENTRADOS , No. 14. e) SUBTITULOS en negritas , MAYUSCULAS y ALINIADO A LA IZQUIERDA , No. 12. a) CONTENIDO JUSTIFICADO, No. 12.	Cumple una parte con el siguiente formato completo: letra tipo: Times New Roman. f) TITULOS en negritas , MAYUSCULAS y CENTRADOS , No. 14. g) SUBTITULOS en negritas , MAYUSCULAS y ALINIADO A LA IZQUIERDA , No. 12. a) CONTENIDO JUSTIFICADO, No. 12.	Casi no cumple con el siguiente formato completo: letra tipo: Times New Roman. h) TITULOS en negritas , MAYUSCULAS y CENTRADOS , No. 14. i) SUBTITULOS en negritas , MAYUSCULAS y ALINIADO A LA IZQUIERDA , No. 12. a) CONTENIDO JUSTIFICADO, No. 12.	No cumple con el siguiente formato completo: letra tipo: Times New Roman. j) TITULOS en negritas , MAYUSCULAS y CENTRADOS , No. 14. k) SUBTITULOS en negritas , MAYUSCULAS y ALINIADO A LA IZQUIERDA , No. 12. a) CONTENIDO JUSTIFICADO, No. 12.	
Conclusión 2 %	Las conclusiones son claras y acordes con el objetivo esperado.	Tiene pocas conclusiones y acordes con el objetivo esperado.	Casi no tiene conclusiones acordes con el objetivo esperado.	Las conclusiones no son claras y no acordes con el objetivo esperado.	No tiene las conclusiones	
Fuentes bibliográficas 1 %	Las fuentes de información y las gráficas están documentadas y en el formato deseado.	Las fuentes de información y las gráficas están documentadas, pero unas no están en el formato deseado.	Las fuentes de información y gráficas están documentadas, pero muchas no están en el formato deseado.	Algunas fuentes de información y gráficas no están documentadas.	Ninguna fuente de información y gráficas no están documentadas.	
30 %			Total de puntos	Porcentaje	Total de puntos	
CALIFICACIÓN DE RUBRICA DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN						



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE
SAN ANDRÉS TUXTLA



INGENIERIA ELECTROMECHANICA

ACTIVIDAD 4 U3

INVESTIGACION DOCUMENTAL

MAQUINAS Y EQUIPOS TERMICOS 1

CARLOS MARTINEZ VAZQUEZ

602 A

MIGUEL ANGEL DOMINGUEZ ALVARADO

191U0113

SAN ANDRE TUXTLA VER
20/04/2023

INTRODUCCION

La turbina de vapor es una máquina térmica que movida por vapor produce energía mecánica. El vapor entra a alta presión y temperatura, y se expande en la turbina, transformando una parte de su entalpía en energía mecánica. A la salida de la turbina, el vapor ha perdido presión y temperatura. [3] Las centrales termoeléctricas de alta capacidad utilizan diferentes etapas de las turbinas, la turbina de alta, intermedia y baja presión, todas acopladas a un mismo rotor, la temperatura del vapor disminuye conforme pasa cada etapa, es por esa razón que después de la turbina de alta presión se regresa al recalentado y posteriormente regresa a la turbina de intermedia presión, así hasta que se repita el ciclo. II. Principio de funcionamiento Las turbinas de vapor transforman la energía cinética de un flujo de vapor de agua en energía mecánica a través de un intercambio de cantidad de movimiento entre el fluido de trabajo y el rotor, órgano principal de la turbina, que está compuesto de álabes con una forma particular para permitir el intercambio energético.

TURBINAS DE VAPOR

3.1 CLASIFICACION

La clasificación de las turbinas, también se puede realizar en función de las condiciones del escape; según esto, se diferencian en:

- Φ Turbinas de condensación.
- Φ Turbinas de contrapresión.
- Φ Turbinas mixtas (derivación y condensación).

Todos estos equipos disponen de un regulador de velocidad, cuyas características dependen del tamaño de la turbina, esta regulación puede llevarse a cabo por:

- Φ Parcialización; cerrando válvulas de paso de vapor a un cierto n° de toberas o escalones.
- Φ Estrangulación; cerrando más o menos la válvula de admisión de vapor.

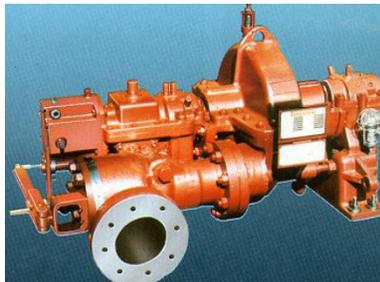
La variación del caudal de vapor en la admisión de una turbina origina una variación del par, es decir, de la velocidad de giro y consecuentemente de la potencia.

Para evitar una pérdida de carga por laminado, las toberas de la primera etapa de las turbinas multietapas, se distribuyen en varios grupos, cada uno servido por una válvula, que asegura una regulación simplificada. Estas válvulas se abren según la carga sobre el eje. La regulación automática se realiza según uno de los principios siguientes:

- Φ Regulación centrífuga; según la velocidad del eje principal o de otro anexo, los contrapesos se alejan o se acercan del eje y, mediante un movimiento articulado, hacen deslizar las bielas que actúan sobre la válvula de admisión de vapor. Este dispositivo se utiliza principalmente en las turbinas pequeñas.
- Φ Regulación hidráulica; una bomba de aceite accionada por la turbina transforma las variaciones de velocidad en variaciones de presión, que se utilizan para actuar sobre las válvulas de admisión.
- Φ Regulación indirecta; en las Instalaciones industriales, donde la turbina mueve una bomba o compresor, es más interesante comprobar la presión de impulsión de estos aparatos, que la velocidad del eje de la turbina. Se utiliza directamente el control de presión en la válvula de admisión de vapor.

Además del regulador ya citado, todas las turbinas disponen de un regulador de velocidad, que detiene la turbina, en el caso de que su velocidad supere el 15 o 20% de su valor nominal.

Con el fin de aumentar su campo de potencia, ciertas turbinas pueden ser equipadas con toberas manuales de sobrecarga, que se mantienen cerradas en servicio normal



3.2 ELEMENTOS DE UNA TURBINA DE VAPOR

La turbina se compone de tres partes principales:

- Φ El cuerpo del rotor, que contiene las coronas giratorias de alabes.
- Φ La carcasa, conteniendo las coronas fijas de toberas.
- Φ Alabes.

Además, tiene una serie de elementos estructurales, mecánicos y auxiliares, como son cojinetes, válvulas de regulación, sistema de lubricación, sistema de refrigeración, virador, sistema de control, sistema de extracción de vahos, de aceite de control y sistema de sellado del vapor.

EL ROTOR:

El rotor de una turbina de acción es de acero fundido con ciertas cantidades de Níquel o cromo para darle tenacidad al rotor, y es de diámetro aproximadamente uniforme. Normalmente las ruedas donde se colocan los alabes se acoplan en caliente al rotor. También se pueden fabricar haciendo de una sola pieza forjada al rotor, maquinando las ranuras necesarias para colocar los alabes.

Los alabes se realizan de aceros inoxidable, aleaciones de cromo-hierro, con las curvaturas de diseño según los ángulos de salida de vapor y las velocidades necesarias. Son críticas las últimas etapas por la posibilidad de existencia de partículas de agua que erosionarían a los alabes. Por ello se fija una cinta de metal satélite soldado con soldadura de plata en el borde de ataque de cada alabe para retardar la erosión.

LA CARCASA:

La carcasa se divide en dos partes: la parte inferior, unida a la bancada y la parte superior, desmontable para el acceso al rotor. Ambas contienen las coronas fijas de toberas o alabes fijos. Las carcasas se realizan de hierro, acero o de aleaciones de este, dependiendo de la temperatura de trabajo, obviamente las partes de la carcasa de la parte de alta presión son de materiales más resistentes que en la parte del escape. La humedad máxima debe ser de un 10% para las últimas etapas.

Normalmente se encuentra recubierta por una manta aislante que disminuye la radiación de calor al exterior, evitando que el vapor se enfríe y pierda energía disminuyendo el rendimiento de la turbina. Esta manta aislante suele estar recubierta de una tela impermeable que evita su degradación y permite desmontarla con mayor facilidad.

ALABES:

Los alabes fijos y móviles se colocan en ranuras alrededor del rotor y carcasa. Los alabes se pueden asegurar solos o en grupos, fijándolos a su posición por medio de un pequeño seguro, en forma perno, o mediante remaches. Los extremos de los alabes se fijan en un anillo donde se

remachan, y los mas largos a menudo se amarran entre si con alambres o barras en uno o dos lugares intermedios, para darles rigidez.

VÁLVULA DE REGULACIÓN:

Regula el caudal de entrada a la turbina, siendo de los elementos mas importantes de la turbina de vapor. Es accionada hidráulicamente con la ayuda de un grupo de presión de aceite (aceite de control) o neumáticamente. Forma parte de dos lazos de control: el lazo que controla la velocidad de la turbina y el lazo que controla la carga o potencia de la turbina.

COJINETES DE APOYO, DE BANCADA O RADIALES:

Sobre ellos gira el rotor. Suelen ser de un material blando, y recubiertos de una capa lubricante que disminuya la fricción. Son elementos de desgaste, que deben ser sustituidos periódicamente, bien con una frecuencia establecida si su coste es bajo respecto de su producción, o bien por observación de su superficie y cambio cuando se encuentren en un estado deficiente.

COJINETE DE EMPUJE O AXIAL:

El cojinete axial, o de empuje impide el desplazamiento del rotor en la dirección del eje, Evitando el empuje axial que sufre el eje por el efecto del vapor repercute en el reductor, dañándolo seriamente. No se encuentra en contacto con el eje si no que hace tope con un disco que forma parte solidaria con el eje.

El cojinete esta construido en un material blando y recubierto por una capa de material que disminuya la fricción entre el disco y el cojinete. Además, debe encontrarse convenientemente lubricado.

Para comprobar el estado de ese cojinete, ademas de la medida de la temperatura y de las vibraciones del eje, se mide de forma constante el desplazamiento axial. Si se excede el limite permitido, el sistema de control provoca la parada de la turbina o impide que esta complete su puesta en marcha.

SISTEMA DE LUBRICACIÓN:

Proporciona el fluido lubricante, generalmente aceite. Para asegurar la circulacion del aceite en todo momento el sistema suele estar equipado con tres bombas:

- Φ Bomba mecánica principal: Esta acoplada al eje de la turbina, de forma que siempre que este girando la turbina esta girando la bomba, asegurándose así la presión de bombeo mejor que con una bomba eléctrica. No obstante, en los arranques esta bomba no da presión suficiente, por lo que es necesario que el equipo tenga al menos una bomba adicional

- Φ Bomba auxiliar: Se utiliza exclusivamente en los arranques, y sirve para asegurar la correcta presión de aceite hasta que la bomba mecánica puede realizar este servicio. Se conecta antes del arranque de la turbina y se desconecta a unas revoluciones determinadas durante el arranque, cambiándose automáticamente de la bomba auxiliar a la bomba principal. También se conecta durante las paradas de la turbina.
- Φ Bomba de emergencia: Si se produce un problema de suministro eléctrico en la planta, esta queda sin tensión, durante la parada habría un momento en que las turbina se quedaría sin lubricación, ya que la bomba auxiliar no tendría tensión. Para evitar este problema, las turbinas suelen ir equipadas con una bomba de emergencia que funciona con corriente continua proveniente de un sistema de baterías.

SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE VAHOS:

El depósito de aceite suele estar a presión inferior a la atmosférica para facilitar la extracción de vapores de aceite y dificultar una posible fuga de aceite al exterior. Para conseguir este vacío, el sistema de lubricación suele ir equipado con un extractor.

SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE ACEITE:

El aceite en su recorrido de lubricación se calienta modificando su viscosidad, y por tanto, sus características lubricantes, llegando a degradarse si el calor es excesivo. Para evitarlo, el sistema de lubricación dispone de unos intercambiadores que enfrían el aceite, estos intercambiadores pueden ser aire-aceite, de forma que el calor del aceite se evacua a la atmósfera, o agua-aceite, de forma que el calor se transfiere al circuito cerrado de refrigeración con agua de la planta.

SISTEMA DE ACEITE DE CONTROL:

Cuando la válvula de regulación se acciona oleohidráulicamente el conjunto de turbina va equipado con un grupo de presión para el circuito de aceite de control. Este, debe mantener la presión normalmente entre los 50 y los 200 bares de presión hidráulica. El sistema de control gobierna la válvula de salida del grupo, que hace llegar al aceite hasta la válvula de regulación de entrada de vapor con la presión adecuada.

SISTEMA DE SELLADO DE VAPOR:

Las turbinas de vapor están equipadas con sellos de carbón, que se ajustan al eje, y/o con laberintos de vapor. Con esto se consigue evitar que el vapor salga a la atmósfera y disminuyan la eficiencia térmica de la turbina.

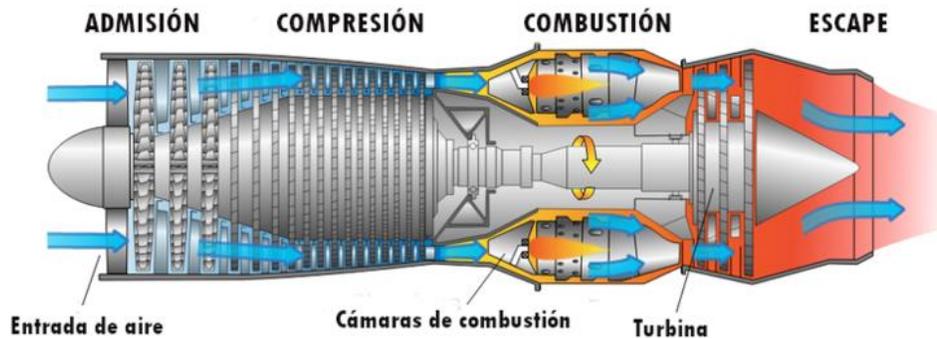
VIRADOR:

El sistema virador consiste en un motor eléctrico o hidráulico (normalmente el segundo) que hace girar lentamente la turbina cuando no esta en funcionamiento. Esto evita que el rotor se curve, debido a su propio peso o por expansión térmica, en parada. La velocidad de este sistema es muy

baja (varios minutos para completar un giro completo de turbina), pero se vuelve esencial para asegurar la correcta rectitud del rotor. Si por alguna razón este sistema se detiene (avería del rotor, avería de la turbina, inspección interna con desmontaje) es necesario asegurar que, antes de arrancar, estará girando varias horas con el sistema virador.

COMPENSADOR:

Es el elemento de unión entre la salida de la turbina y el resto de la instalación (generalmente las tuberías que conducen al condensador o el propio condensador). Ya que la carcasa de la turbina sufre grandes cambios de temperatura, este elemento de unión es imprescindible para controlar y amortiguar el efecto de dilataciones y contracciones.



3.3 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTOS

En una caldera se obtiene el vapor haciendo hervir agua. El combustible para calentar el agua puede ser gas, petróleo, carbón. El vapor de agua producido es un vapor a alta presión y viaja a alta velocidad a través de unos tubos, este vapor producido llega hasta la turbina y golpea los álabes (paletas) y hace girar la turbina y su eje. III. Partes principales de una turbina de vapor Las turbinas están compuestas por dos partes fundamentales: Estator: está formado por álabes unidos a la carcasa de la turbina. Como su nombre indica, representa la parte fija de la turbina. Se encarga de preparar el flujo (aumentar su energía cinética) para que pueda dar trabajo mecánico en el rotor

Carrete o corona: Se le llama así a una fila de álabes, estas coronas pueden ser móviles o fijas. Álabes: son palas curvas fijas y móviles que se colocan en ranuras alrededor del rotor y carcasa. Válvula de regulación: Regula el caudal de entrada a la turbina. Controla la velocidad de la turbina y potencia de la turbina.

Rotor: lo componen ruedas de álabes unidas a un eje y que constituyen la parte móvil de la turbina. Reciben la energía procedente del fluido y la transforman en energía mecánica en forma de movimiento giratorio del eje de la turbina

Sistema de sellado del vapor: Las turbinas de vapor están equipadas con sellos que se ajustan al eje. Con esto se consigue evitar que el vapor salga a la atmósfera y disminuyan la eficiencia térmica de la turbina.

3.4 SISTEMAS DE REGULACION

REGULACIÓN IDEAL CUANTITATIVA O POR TOBERAS

En un caso ideal podemos suponer que por algún mecanismo, en lugar de que el vapor ingrese por toda la corona de toberas en todas las etapas, ingrese solo por cierto número menor de las mismas.

Si despreciamos las pérdidas por ventilación causadas por las toberas y alabes que no reciben flujo de vapor, pero que si están inmersos en el vapor, la eficiencia de un sector de toberas no debería ser inferior a la eficiencia del total, y la línea dewillans sería precisamente la línea de regulación ideal OB' de la figura anterior.

La regulación ideal por toberas en toda turbina no es muy factible, por lo que se recurre a la regulación por toberas en solo algunas etapas. La regulación puede hacerse controlando la potencia en la primera etapa por medio de la segmentación del disco de toberas, la cual puede realizarse dividiendo el conducto distribuidor en sectores circulares y alimentando cada sector con válvulas de cierre y apertura como en la figura

REGULACIÓN CUALITATIVA O POR ESTRANGULACIÓN

En la regulación cualitativa se reduce la presión del vapor que ingresa a la turbina estrangulando la vena fluida por medio de una válvula, proceso que se conoce como laminación. En este proceso no se intercambia ni calor ni trabajo con el exterior por lo que se trata de una transformación a entalpia constante y con aumento de entropía, lo que implica una caída de presión. En la siguiente figura se ilustra el efecto de la laminación sobre la expansión en la turbina

3.5 APLICACIONES, SELECCIÓN Y EVALUACIÓN.

Las turbinas de vapor tienen muchas aplicaciones gracias a su versatilidad. Inicialmente sirvieron como motores de embarcaciones que requerían mucha potencia.

El primer barco con turbina de vapor fue el Turbinia de Parsons, botado en 1895. En la industria, las turbinas de vapor se utilizan sobre todo en compresores y bombas, si bien la aplicación más importante tiene que ver con la generación de energía eléctrica.

Se estima que las turbinas de vapor intervienen en el 75% de la energía eléctrica producida en el mundo.

Se usan tanto en las centrales térmicas (carbón, gas, biomasa, etc.) como en las centrales nucleares.

Actualmente, en algunas aplicaciones industriales se utilizan turbinas de gas, de combustión interna como los motores de los coches, y que utilizan el gas producido al quemar el combustible directamente sobre los álabes para producir la rotación.

Estas turbinas trabajan a temperaturas más elevadas con gases a 1.000°C o incluso a 1.300°C para las turbinas de uso aeronáutico en los aviones.

3.6 PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Una turbina de vapor es un equipo especialmente agradecido con el mantenimiento preventivo. Al ser un equipo en general bien conocido (es la máquina térmica más antigua), los fabricantes suelen haber resuelto ya la mayor parte de sus problemas de diseño. Por tanto, una operación cuidadosa y un adecuado plan de mantenimiento programado se traducen necesariamente en una alta disponibilidad.



Rotor de turbina durante una revisión

Mantenimiento Operativo Diario

- Φ Comprobación de alarmas y avisos
- Φ Vigilancia de parámetros (niveles de vibración, revoluciones, temperaturas de entrada y salida del vapor, presiones de entrada y salida, presión, temperatura y caudal de aceite de lubricación, presión de vacío del depósito de aceite de lubricación, comprobación de nivel de aceite, presión diferencial de filtros, entre otros)
- Φ Inspección visual de la turbina y sus auxiliares (fugas de aceite, fugas de vapor, fugas de agua de refrigeración, ruidos y vibraciones anormales, registro de indicadores visuales)

Mantenimiento Quincenal

- Φ Inspección visual de la turbina
- Φ Inspección de fugas de aceite
- Φ Limpieza de aceite (si procede)

- Φ Comprobación del nivel de aceite
- Φ Inspección de fugas de vapor
- Φ Inspección de fugas de agua de refrigeración
- Φ Lectura de vibraciones (amplitud)
- Φ Inspección visual de la bancada
- Φ Purga de agua del aceite de lubricación
- Φ Inspección visual del grupo hidráulico de aceite de control
- Φ Inspección visual del sistema de eliminación de vahos

Tareas de mantenimiento de carácter mensual

- Φ Muestra de aceite para análisis
- Φ Purga de agua del aceite
- Φ Comprobación de lubricación de reductor y de alternador
- Φ Análisis del espectro de vibración en turbina, reductor y alternador, a velocidad nominal
- Φ Revisión anual

Si se realizan todas las actividades que se detallan en esta lista, en realidad se están eliminando todas las causas que provocan las averías más frecuentes. Si se compara esta lista de tareas con la lista de averías más frecuentes se puede comprobar que esta revisión esta orientada a evitar todos los problemas habituales de las turbinas. La razón de la alta disponibilidad de estos equipos cuando se realiza el mantenimiento de forma rigurosa es que realmente se está actuando sobre las causas que provocan las principales averías.

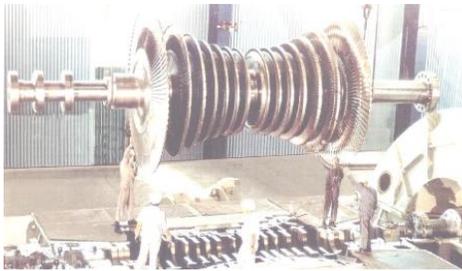


Analizador de vibraciones

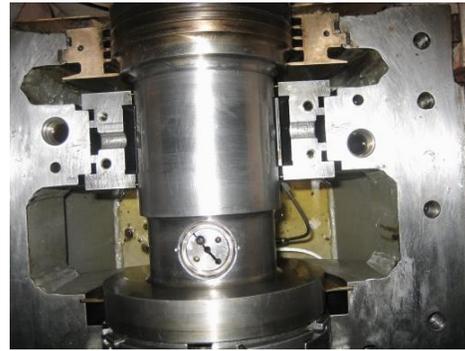
- Φ Análisis del espectro de vibración de turbina, reductor y alternador, a distintas velocidades y en aceleración. Se verifica así la posible ausencia de problemas en cojinetes, el estado de la alineación y el equilibrado de los tres equipos. Es importante tener en cuenta que es mucho más adecuado realizar el análisis con los detectores de posición del eje con los van equipados las turbinas, en vez de hacerlo con sensores tipo 'acelerómetro' que se instalan en la carcasa.
- Φ Inspección boroscópica de álabes. Con esta tarea se comprueba el estado de los álabes, las posibles incrustaciones que puedan haber aparecido en la superficie de éstos y defectos en algunos de ellos, por roces o impactos
- Φ Apertura de cojinetes y comprobación del estado. Cambio de cojinetes si procede. La mayor parte de los cojinetes pueden cambiarse o revisarse sin necesidad de abrir la turbina. Esto garantiza un funcionamiento ausente de vibraciones causadas por el mal estado de los cojinetes de apoyo y/o empuje.

- Φ Cambio de aceite, si procede (según análisis). Si es necesario se sustituye el aceite, pero no es habitual cambiar el aceite de forma sistemática sin haber detectado síntomas de que está en mal estado. Esta acción evita trabajar con un aceite en mal estado y garantiza la ausencia de problemas de lubricación
- Φ Cambio de filtros de aceite. Esto garantiza el buen estado del aceite y la filtración de partículas extrañas
- Φ Inspección de la válvula de regulación de turbina. Esto garantiza el buen estado de los elementos internos de la válvula, su correcto funcionamiento, y la comprobación del filtro de vapor de la válvula, lo que hará que la regulación sea la correcta, no haya problemas de sincronización ni de regulación y no pasen elementos extraños a la turbina que puedan haber sido arrastrados por el vapor
- Φ Inspección del grupo hidráulico. Cambio de filtros y de aceite, si procede
- Φ Inspección del sistema de eliminación de vahos. El funcionamiento a vacío del depósito de aceite garantiza que los vapores que se produzcan, especialmente los relacionados con el agua que pueda llevar mezclado el aceite, se eliminan. Eso ayudará a que la calidad del aceite de lubricación sea la adecuada
- Φ Comprobación de pares de apriete de tornillos. El apriete de los tornillos de sujeción a la bancada y los tornillos de la carcasa, entre otros, deben ser revisado. Esto evitará, entre otros, problemas de vibraciones debidos a un deficiente anclaje
- Φ Comprobación de alineación de turbina-reductor y reductor-alternador. Se haya detectado o no en el análisis de vibraciones, es conveniente comprobar la alineación mediante láser al menos una vez al año. Esto evitará problemas de vibraciones
- Φ Comprobación del estado de acoplamiento turbina reductor y reductor-alternador. La comprobación visual de estos acoplamientos elásticos evitará entre otros efectos la aparición de problemas de vibración
- Φ Calibración de la instrumentación. Muchas de las señales incorrectas y medidas falsas que provocarán un mal funcionamiento de la turbina pueden ser evitados con una calibración sistemática de toda la instrumentación
- Φ Inspección visual de los sellos laberínticos, por si se hubieran dañado desde la última inspección
- Φ Comprobación de la presión del vapor de sellos. La presión de sellos debe estar regulada a una presión determinada, ni más ni menos. Una menor presión hará que el vapor escape al exterior, se pierda energía y se puedan provocar algunos daños (en algunos casos la contaminación del aceite, al entrar ese vapor en el cojinete, que suele estar muy cerca; en otros, puede afectar a algún sensor de medida no preparado para recibir el vapor caliente)
- Φ Termografía de la turbina. Esta prueba, a realizar con la turbina en marcha, permitirá saber si se están produciendo pérdidas de rendimiento por un deficiente aislamiento o por fugas de vapor
- Φ Limpieza y mantenimiento del cuadro de control. Curiosamente, muchas averías en sistemas eléctricos y electrónicos están causados por la suciedad. Mantener los cuadros en su correcto estado de limpieza garantiza la ausencia de estos problemas
- Φ Inspección del virador. El virador es un elemento importantísimo durante las paradas. Un mal funcionamiento supondrá una dificultad o imposibilidad de arrancar la turbina. La inspección es sencilla y garantiza el correcto arranque tras una parada
- Φ Prueba de potencia. Al finalizar la inspección será conveniente comprobar las prestaciones de la turbina, especialmente la potencia máxima que es capaz de alcanzar

- Φ Limpieza de alternador. La limpieza interior del alternador especialmente los que se refrigeran por aire, suelen realizarlo empresas especializadas, con productos especiales. Garantiza la ausencia de graves averías, como
- Φ Verificación eléctrica del alternador. Es necesario verificar tanto el alternador como sus protecciones. En el caso de que el personal habitual no tenga los conocimientos oportunos es conveniente realizarlo con empresas especializadas
- Φ Cambio de filtros del alternador. Los filtros de aire del alternador, especialmente en los refrigerados con aire, tienen como misión garantizar que aire en contacto con los bobinados está limpio. La comprobación del estado de estos filtros y su sustitución aprovechando la parada anual suelen garantizar la ausencia de problemas en la filtración del aire.



Rotor de turbina durante una revisión



Cojinete de apoyo o radial



CONCLUSION

La turbina de vapor es el elemento más importante dentro de una central termoeléctrica. Es el elemento capaz de absorber toda la energía proporcionada por una caldera, dicha energía es transformada en energía mecánica y dentro del proceso de transformación, la energía mecánica se transforma en energía eléctrica. Para aprovechar al máximo la energía proporcionada por el flujo de vapor, en las centrales de mayor capacidad se emplean

BIBLIOGRAFIA

<https://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/306-partes-de-una-turbina-de-vapor>

<https://pdfcoffee.com/principio-de-funcionamiento-de-una-turbina-de-vapor-3-pdf-free.html>

<https://www.areatecnologia.com/mecanismos/turbina-de-vapor.html>

<https://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/308-mantenimiento-de-turbinas-de-vapor>