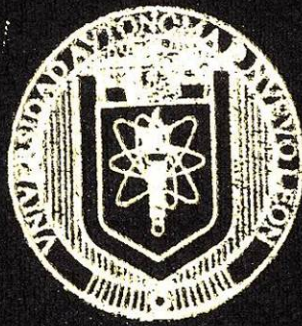


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Y ELECTRICA



CENTRALES TERMOELECTRICAS

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ADMINISTRADOR

PRESENTA

LIDIA NANCY GARCIA LOPEZ

MONTERREY, N. L.

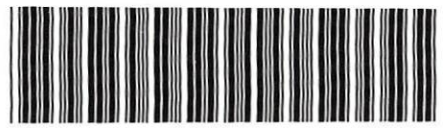
JUNIO DE 1995

T

TK1360

G3

c.1



1080086841

14513

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA



CENTRALES TERMOELECTRICAS

TESINA
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ADMINISTRADOR

PRESENTA
LIDIA NANCY GARCIA LOPEZ

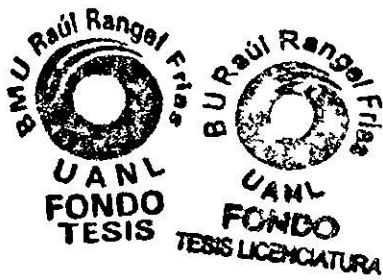
MONTERREY, N. L.

JUNIO DE 1995



(9042)
B
#T

T
TK 1360
C73



**Practica la no acción
obra sin hacer.
Gusta lo ingustable
Enaltece lo pequeño, aumenta lo poco
Retribuye el rencor con el aprecio.**

**Mira la simplicidad, en lo complicado
Logra grandeza en cosas pequeñas.**

**En el universo las cosas difíciles
son hechas como si ellas fueran fáciles.
En el universo, los grandes actos
son realizados por pequeñas acciones.**

**El sabio no intenta nada muy grande
y así logra grandeza.
Tomar las cosas ligeramente
termina en dificultad.
Porque el sabio siempre enfrenta dificultades;
El jamás las experimenta.**

Lao Tse

INDICE

I) Obtención de Elementos Primordiales:

Descripción general de la planta	2
Suministro de agua de alimentación	3
- sistema de agua cruda	3
- sistemas de circulación y enfriamiento	4

II) Sistema de Suministro de Combustibles:

Combustible diesel	5
Combustóleo	5
Gas natural	6

III) Ciclo agua-vapor :

Sistema de condensado	7
Sistema de agua de alimentación	7
Sistema de aire comprimido	8

IV) Generador de Vapor :

Generalidades	10
Componentes básicos	10
Principio de una caldera de tubos de agua	11
Equipos auxiliares	11
Controles e instrumentos de medición	12
Tratamiento del agua para calderas	13

V) Turbinas :

Generalidades	15
Partes principales de una turbina	16
Control de vapor	17
Sistemas de lubricación	18
Sellos de vapor	18
Condensador principal	18
Condensado y Sistema de vacío	18
Sistema de extracciones	19

VI) Generador de C.A.	
Descripción	20
Sistema de enfriamiento	20
Sistema de excitación	21
Partes principales de un generador	22

INTRODUCCION

La Ingeniería de la Centrales Térmicas es una materia que cubre una gran cantidad de detalles.

Tanto en las épocas históricas, como en la civilización actual, ha estado vinculada con la energía , y existen pocas razones para dudar que en el futuro no dependa todavía más de esa cosa llamada energía.

La energía fue probablemente la materia prima de la creación. Tal como se nos presenta en la actualidad, la energía toma varias formas, pero todas tienen una cosa en común; la capacidad de producir efectos dinámicos, vitales.

Debido a la necesidad de energía eléctrica que existe en todo México; la Comisión Federal de Electricidad en su afán de cubrir dichas necesidades ha creado en diferentes partes de la República, Plantas Generadoras de Energía Eléctrica; como son Termoeléctricas , Hidroeléctricas, Carboeléctricas y la primer Planta Nuclear que generará 1,200 MW utilizando como materia principal el Uranio.

Una planta de fuerza es una unidad que se construye para la producción y distribución de una corriente de energía mecánica y eléctrica.

Una Central Termoeléctrica es un conjunto de equipos localizados permanentemente en un lugar elegido que recibe energía en la forma de calor, que una sustancia llamada combustible produce al quemarse que se puede tratar de tal forma que se transforme en energía eléctrica la cual servirá para distribuirse de la Central.

Las Plantas termoeléctricas trabajan aplicando el principio de la 1era. Ley de la Termodinámica en la cual la energía se va transformando de una forma a otra, hasta obtener la energía eléctrica.

A continuación se verá detalladamente lo que es una Central Termoeléctrica, así como los equipos de que está constituida.

OBTENCION DE ELEMENTOS PRIMORDIALES

Descripción General de la Planta

El objetivo de una Central Termoeléctrica es el de producir energía eléctrica, partiendo de un combustible, sus componentes principales son: Un generador de vapor, una turbina, un generador de C.A., un excitador, una subestación eléctrica, así como también equipos auxiliares como son: interruptores, válvulas, intercambiadores de calor, bombas, compresores, transformadores etc.

El funcionamiento de la planta inicia con el suministro de el combustible, el cual es una sustancia que tiene suficiente carbón ó hidrógeno, para producir con su oxidación química, exotérmica, cantidades importantes de calor, éste se hace llegar hasta el hogar de la caldera, donde se provoca la combustión, suministrando aire por un ventilador denominado tiro forzado, y un transformador de ignición que alimenta de C.D. al electrodo de una bujía provocando una chispa efectuándose la combustión.

La combustión servirá para calentar el agua de el Generador de Vapor, previamente llenado con agua de buena calidad químicamente, ésta al ser calentada se convierte en vapor de agua, éste ultimo es almacenado en un colector de vapor llamado domo que es un recipiente cilíndrico horizontal.

Una vez que el vapor incrementó su temperatura y su presión, se transporta a través de una línea principal hasta la turbina de vapor en energía cinética, ésta hace que la turbina gire, asimismo gira el generador de C.A., convirtiéndose la energía mecánica, en energía eléctrica.

La energía eléctrica se envía hasta las Subestaciones eléctricas a través de un interruptor que se le denomina interruptor principal y un transformador de voltaje. De la Subestación se divide la energía hacia los Centros de consumo por las líneas de transmisión.

Posteriormente que el vapor generado en la caldera trabajó en la turbina pierde temperatura y presión se condensa en un intercambiador de calor de superficie utilizando agua procedente de la Torre de enfriamiento. Ya que se condensa se succiona con una bomba la cual se encarga de incrementar la presión, pasa a través de unos calentadores de agua de alimentación, hasta otro intercambiador de calor, llamado deareador, éste cumple con las funciones de calentar el agua y la de desalojar los gases indeseables, gases no

condensables, los desgasifica ya que no se condensan, como el nitrógeno, el oxígeno, ya que éstos pueden producir corrosión en las tuberías y en el generador de vapor.

El agua de repuesto al ciclo, es el agua que se suministra a el generador de vapor, es enviada por medio de una bomba de agua de repuesto para mantener el nivel correcto de operación y seguir produciendo el vapor y cerrar el ciclo.

Suministro de Agua de Alimentación

El agua es uno de los elementos más importantes para la producción de vapor y electricidad por ésta razón debe tenerse cuidado en el diseño de la central, su construcción y su operación. Entre los usos más destacados del agua en una planta son : enfriamiento al condensador, repuesto al generador de vapor, enfriamiento a chumaceras, sistema contra incendio, enfriamiento de aceite, hidrógeno o aire al generador, etc.

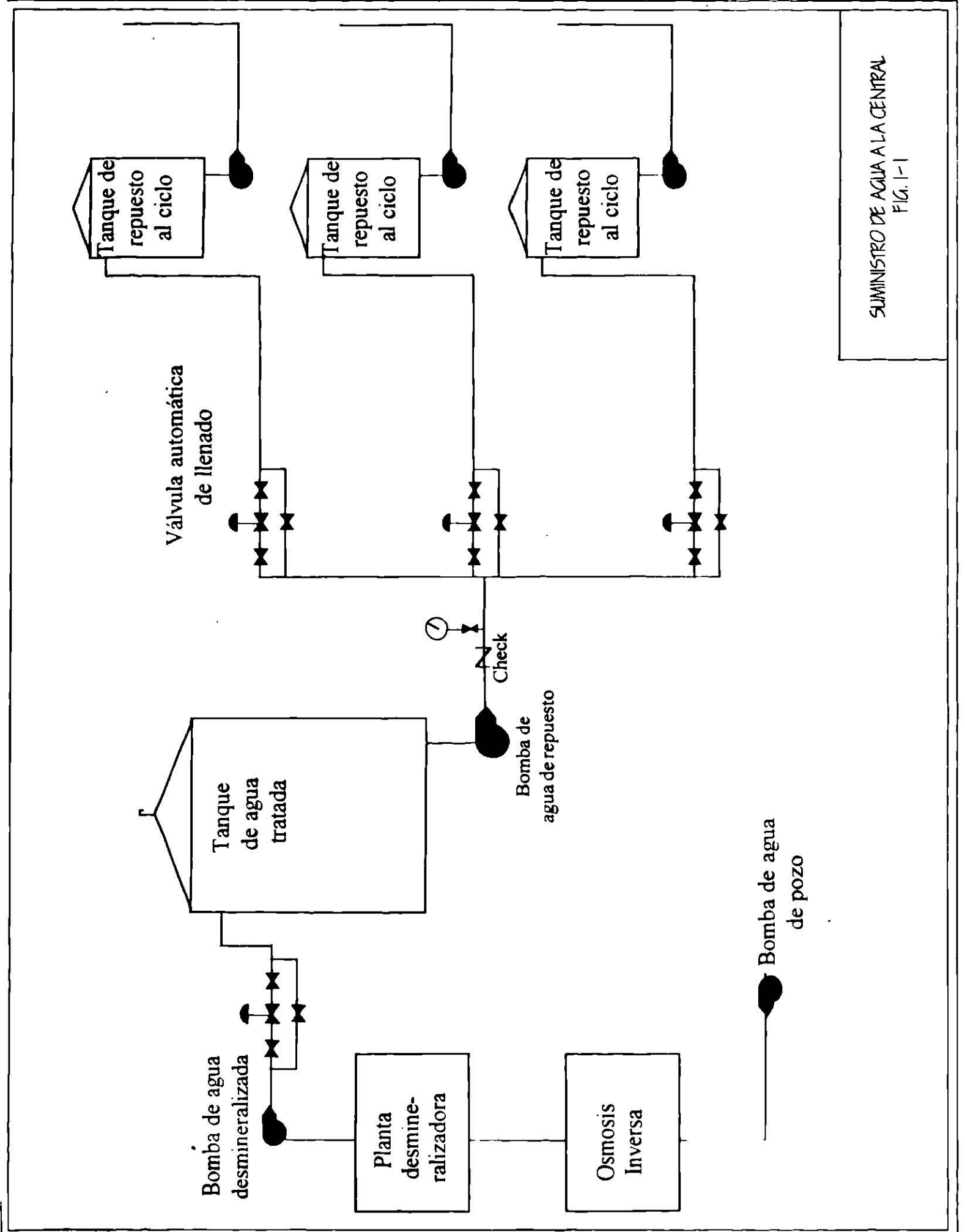
Dependiendo de la localización de la planta y los suministros disponibles el agua procede de pozos profundos, agua de ríos, lagos o del mar. Por lo general el agua que se suministra a las calderas procede de pozos profundos y en las grandes ciudades se utilizan para el enfriamiento de los equipos las aguas negras tratadas procedentes de la descarga de industrias, talleres, hogares etc. diagrama I-1

Sistema de agua cruda

Este sistema comprende desde que es succionada el agua por las bombas de Obra de toma, hasta llegar a los tanques de almacenamiento, que pueden ser de agua cruda y otro de agua clarificada.

El tanque de agua clarificada es el que resulta del agua que llega de ríos ó lagunas que han pasado a través de un proceso químico, (clarificador para eliminar primordialmente los sólidos en suspensión. De ahí el agua es mandada a una planta desmineralizadora, en donde a base de sustancias químicas dejan el agua completamente desmineralizada y de ahí la envían a los tanques de repuesto de condensado, siendo ésta agua la que llena las características de la planta.

Las Torres de enfriamiento; son alimentadas directamente en operación normal, contando a su llegada con una válvula de control para mantener el nivel de la pileta, en caso que no funcionen las bombas de obra de toma se alimentará por el tanque de agua cruda.



SUMINISTRO DE AGUA A LA CENTRAL
FIG. 1-1

Sistemas de Circulación y Enfriamiento

El sistema de agua de circulación puede dividirse en:

- a) Agua de Circulación
- b) Agua de Enfriamiento

➤ Agua de circulación : llámese exclusivamente al sistema que sirve para condensar el vapor de escape de la turbina.

➤ Agua de enfriamiento: sirve para el enfriamiento de los diferentes equipos que integran la planta.

Hay dos clases de Sistema de Agua de Circulación:

- a) Sistema cerrado
- b) Sistema abierto

➤ El sistema cerrado se caracteriza por el empleo de torres de enfriamiento para enfriar el Agua de Circulación que ya efectuó su trabajo en el condensador, formando un ciclo cerrado.

➤ El sistema abierto no tiene torre de enfriamiento directamente de una fuente natural. entra a el condensador y se descarga a su lugar de origen, éste se emplea en plantas que disponen de agua en abundancia.

Los elementos que integran un Sistema Cerrado son:

- Torre de enfriamiento
- Condensador
- Bomba agua de circulación
- Bomba agua de enfriamiento

SISTEMA DE COMBUSTIBLES

Los tipos de combustibles utilizados son el diesel, el combustóleo ó aceite pesado y como menos utilizado el gas natural, debido al elevado costo

Combustible Diesel

Este es usado en los pilotos y quemadores de arranque de la caldera en el Generador eléctrico de emergencia en el motor de la bomba contra incendios y en el generador de vapor auxiliar.

Descripción del Diagrama II-1

El diesel es suministrado por medio de pipas, las cuales son descargadas por la bomba de transferencia, que pasan el combustible al tanque de almacenamiento; de éste tanque el diesel pasa por un filtro y de aquí se alimenta a los pilotos y quemadores de arranque de las calderas y las otras al cabezal, de el tanque de el motor de la Bomba contra incendio, al generador de vapor auxiliar y al tanque del generador eléctrico de emergencia.

Combustóleo

Se usa en quemadores de calderas y quemadores del generador de vapor auxiliar, se trabaja en estado líquido, es el combustible más económico; pero también es el que requiere más atención porque es el único que necesita primero ser precalentado a una temperatura entre 115 a 120 °C para poder quemarse.

Descripción de el diagrama II-2

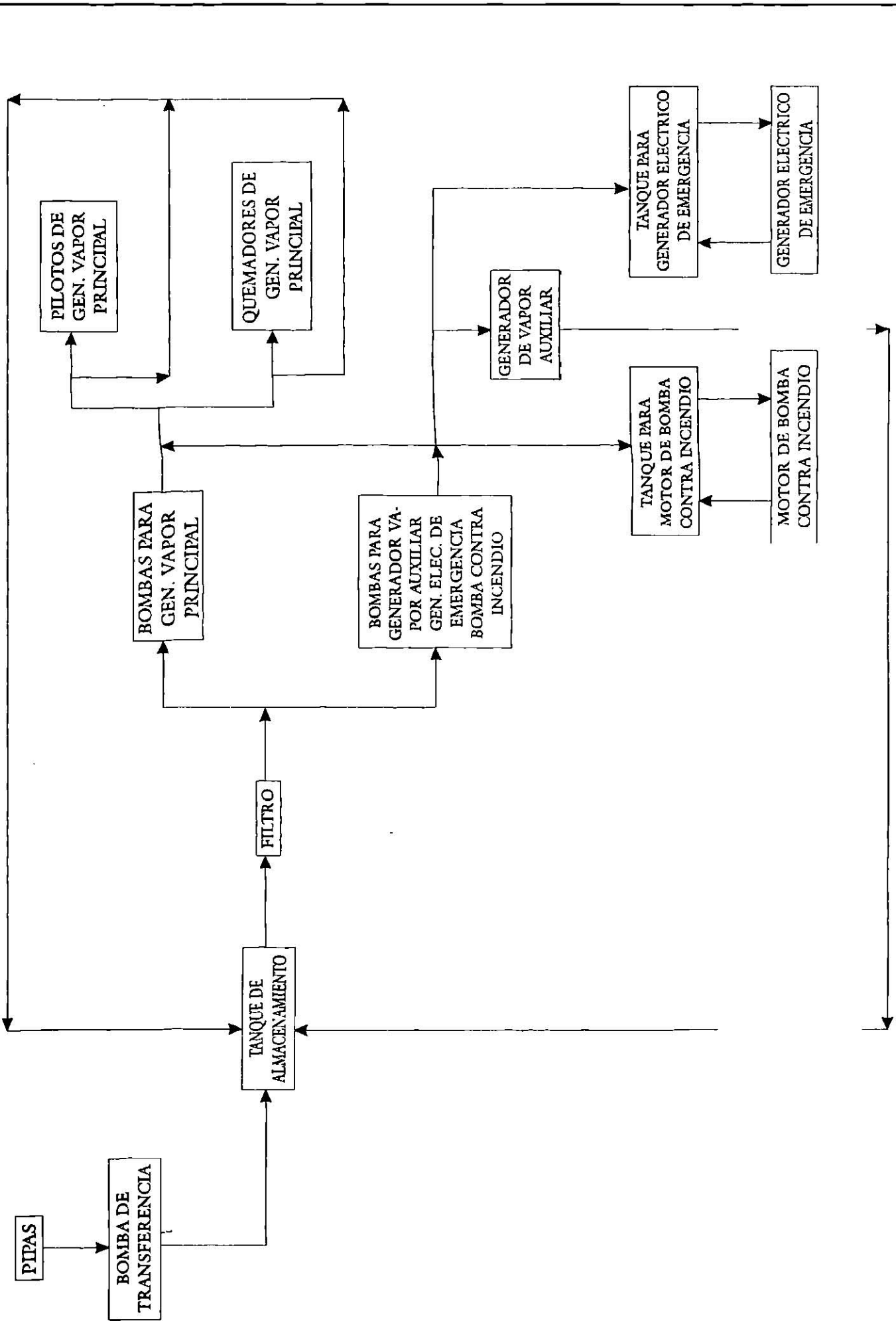
El combustóleo es cargado de los tanques de almacenamiento, cuando éstos están llenos, puede llevarlos directamente a los tanques de uso diario. Se transporta por medio de oleoductos, ya que pasa por un sistema de calentamiento de las mismas calderas utilizando el vapor generado se hace pasar por los tubos de cobre que transportan el combustible a 45°C aislándolo térmicamente y llevándolo hasta el tanque de almacén, en éste

tanque hay un serpentín que es un intercambiador de calor de superficie para incrementar su temperatura hasta 50°C , para ser succionado por la bomba de transferencia hasta los tanques de diario, pasando a través de válvulas de llenado y manteniéndose aproximadamente a 80°C en los tanques porque cuentan con otro calentador de superficie, y pasando hasta los quemadores y pilotos de la caldera.

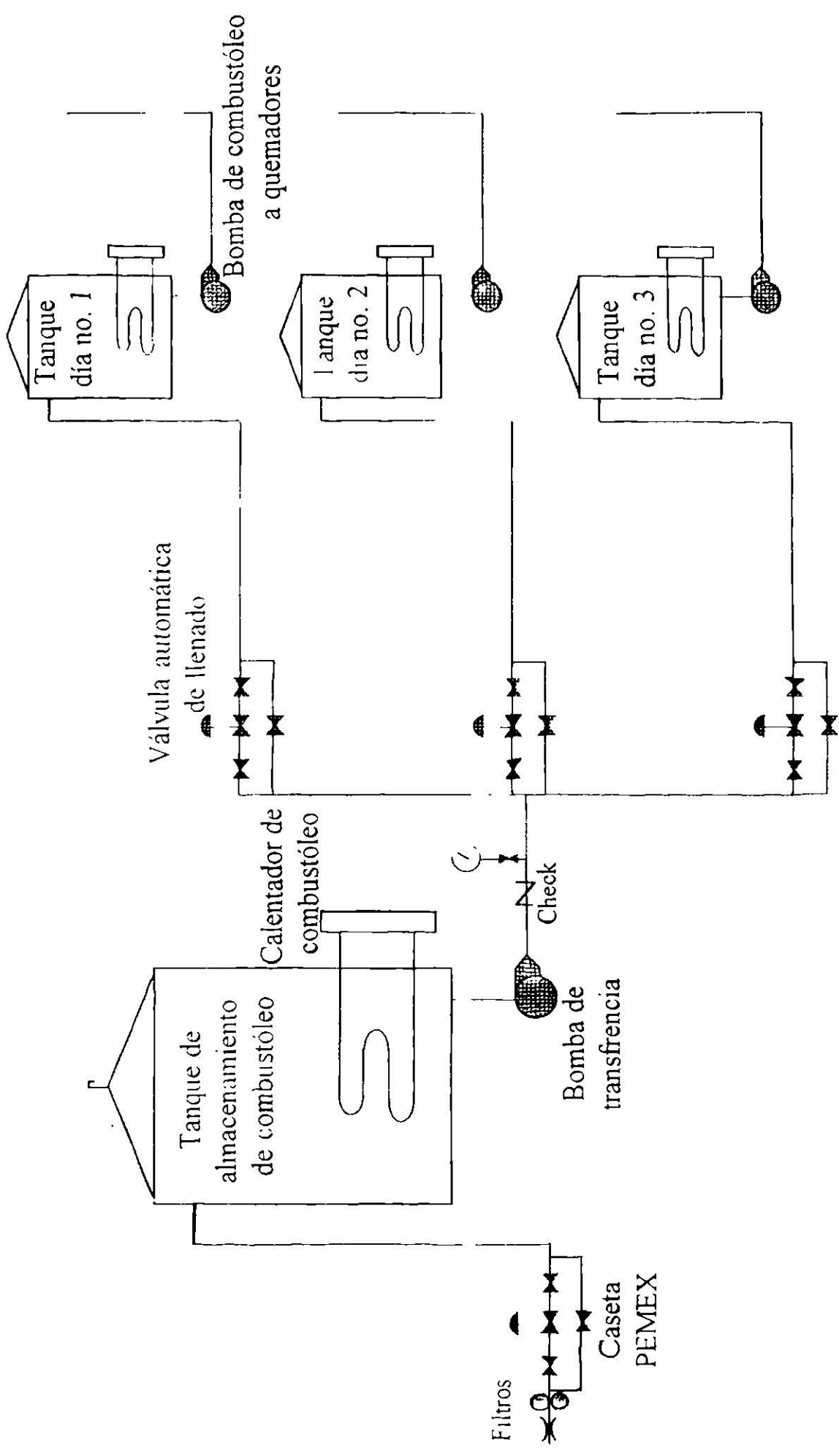
Gas Natural

Descripción del diagrama II-3

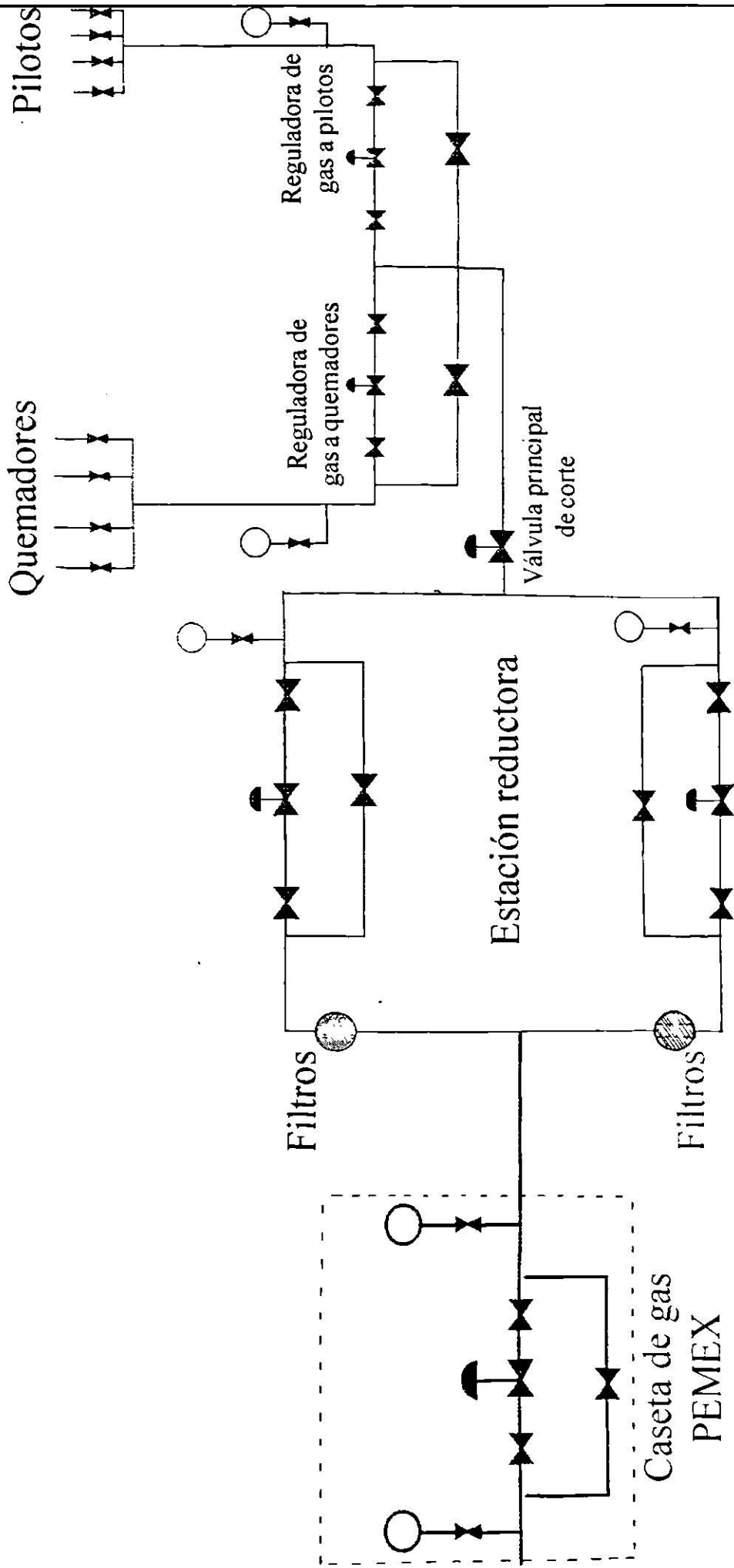
Este es uno de los combustibles mas sencillos de manejar y de los más limpios y su costo es el doble que el combustóleo tomando en cuenta la misma capacidad comparativa. Se suministra a través de la red de gas de PEMEX es alimentada por un gasoducto llegando a la caseta de consumo instalada en la central; cuando entra el gas a una presión aprox. de 24 kg/cm^2 , después tenemos unas válvulas reductoras de presión y unos filtros, los cuales sirven para entrapar las impurezas, posteriormente llega a la estación reductora de presión, la cual está en desnivel; para que el gas llegue libre de humedad, en éstas válvulas la presión se reduce hasta 4 kg/cm^2 para llegar a la válvula principal de corte de donde se surtirá el gas a los quemadores y pilotos.



SISTEMA COMBUSTIBLE DIESEL
FIG. II-1



SISTEMA DE SUMINISTRO DE COMBUSTOLEO
FIG. II-2



SISTEMA DE SUMINISTRO DE GAS NATURAL
 FIG. 11-3

CICLO AGUA-VAPOR

El vapor es el agua en estado gaseoso, es una energía calorífica y potencial al mismo tiempo por su propiedad expansiva, y es la energía más económica que puede obtenerse diag. III-1.

Los elementos para producir vapor dentro de una caldera son tres : agua, flama y electricidad, el agua tiene dos funciones; la de convertirse en vapor y como refrigerante del metal y para ésto se emplean sistemas especiales para el uso del agua.

Sistema de condensado

Es la parte del ciclo “Agua-Vapor”; queda comprendido entre el condensador y el deareador.

El fenómeno físico de la transformación del vapor en agua, es conocido como condensación y el agua así formada como condensado. Este fenómeno se realiza en el condensador por eliminación de calor latente al vapor que escapa de la turbina de baja presión, el medio que se usa como refrigerante es el agua que proviene de la torre de enfriamiento.

El vapor condensado es descargado por las bombas del condensado en el Deareador

Sistema de agua de alimentación

Se entiende como agua de alimentación el agua utilizada para el abastecimiento de las calderas, ésta agua viene de el deareador y llega hasta el domo superior de la caldera , ver diag. III-2.

El agua es succionada del deareador por la bomba de agua de alimentación, y como necesita seguirse calentando antes de introducirse al economizador de la caldera para mejorar el rendimiento, es introducida a los calentadores de alta presión.

Equipo integrante del sistema:

- a) Deareador
- b) Bombas de agua de alimentación
- c) Calentadores de alta presión

Deareador: Es un intercambiador de calor de C.D., cede calor un fluido a otro, sus funciones son las de desgasificar los gases no condensables, sirve como calentador de agua de alimentación; está en la parte mas alta a unos 60 ú 80 mt..

Bombas: Se debe trabajar al menos con 3 bombas, teniendo al menos una de reserva para entrar en operación en caso de alguna falla. Este sistema requiere de una alta presión para poder inyectar el agua a la caldera.

Calentadores de alta presión: Son del tipo de superficie ya que el agua pasa por el interior de los tubos y el vapor por el exterior.

Sistema de Aire Comprimido

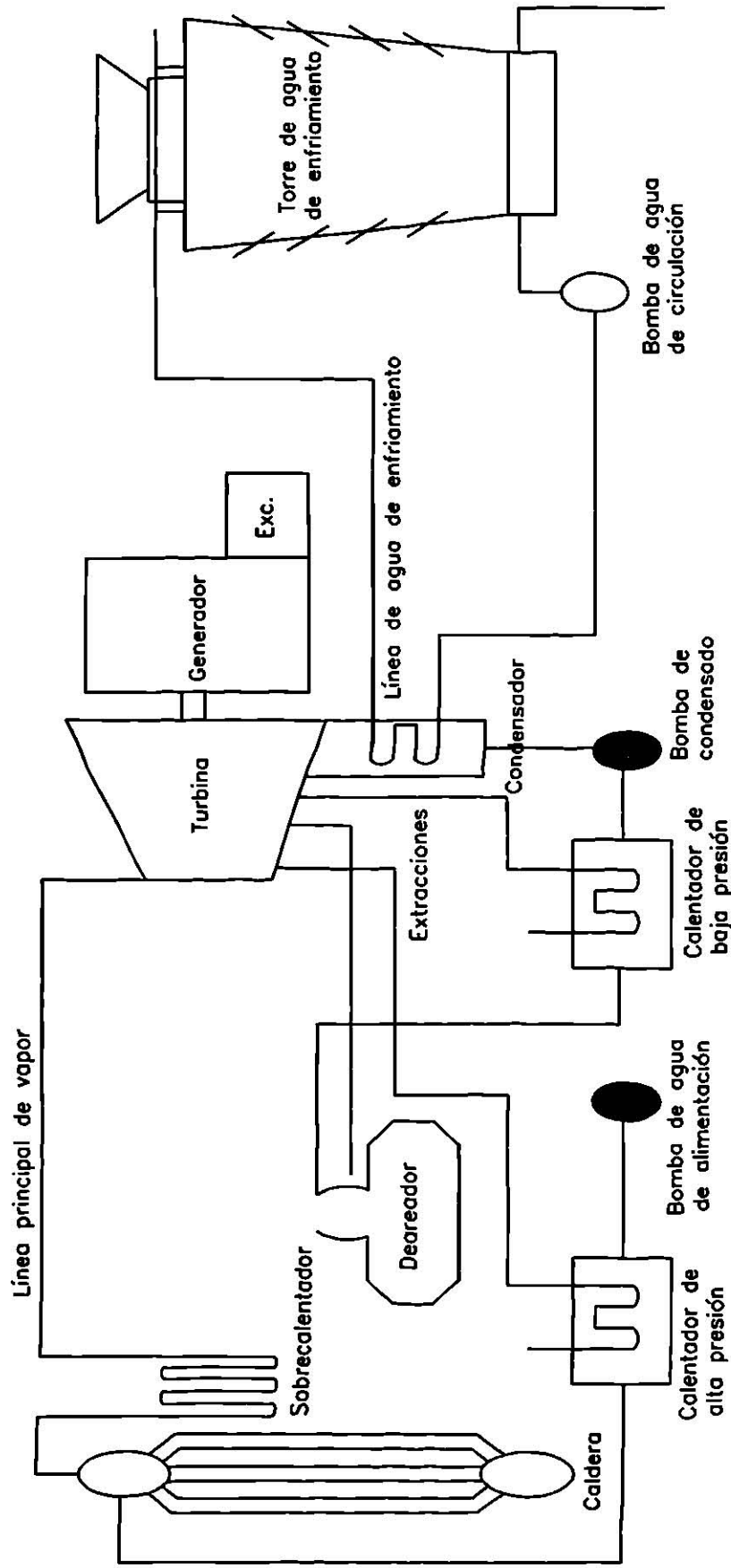
El sistema de aire comprimido, es indispensable en cualquier tipo de planta generadora de energía eléctrica, por las múltiples aplicaciones que encuentra.

En una planta Termoeléctrica el sistema de aire comprimido se divide en:

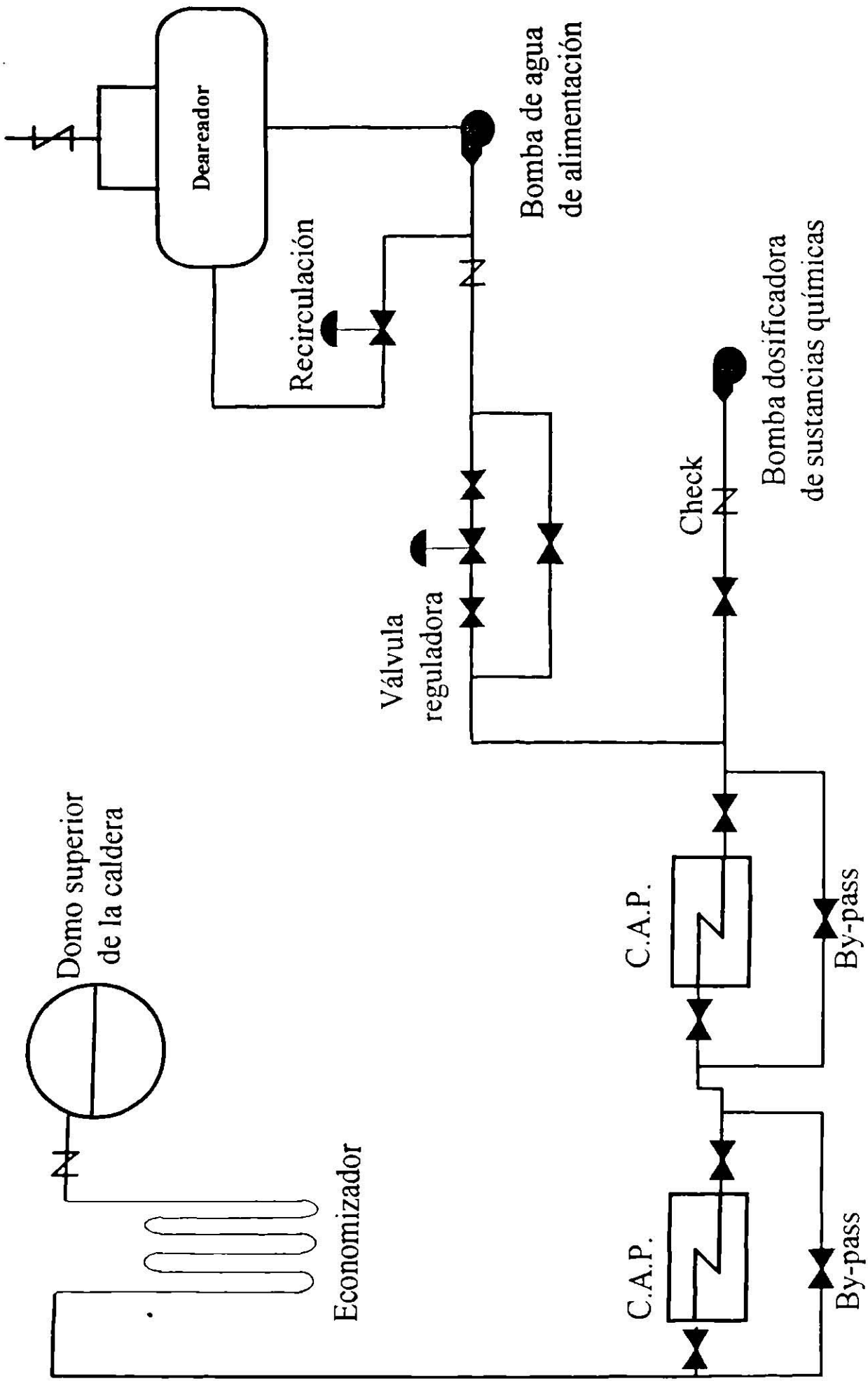
- a) Aire de Instrumentos
- b) Aire de Servicios

El aire de instrumentos se emplea en la operación de instrumentos y controles. por éste tipo de trabajo a que se le destina, requiere un procesamiento especial para eliminar impurezas propias del aire (humedad, partículas de polvo), los cuales pueda producirnos fallas en los instrumentos o en el último de los casos dañarlos completamente.

El aire de servicios, no requiere el grado de procesamiento que lleva el aire de instrumentos. Los usos de éste aire entre otros son: limpieza en general, movimiento de herramienta, atomización de combustible.



CICLO AGUA-VAPOR DE UNA CENTRAL TERMOELECTRICA
FIG. III-1



SISTEMA DE AGUA DE ALIMENTACION
FIG. III-2

GENERADOR DE VAPOR

Es un conjunto integrado por varios componentes esenciales, ver diag. IV-1 Su función es convertir el agua en vapor a presión y temperatura predeterminadas, lo que constituye un cambio de estado físico, producido por la transmisión de calor de la combustión de una sustancia al agua. Comúnmente es un proceso a presión constante.

Las principales funciones de un Generador de Vapor son la transmisión de calor y la producción de presión en un fluido.

Las partes que trabajan a presión son: 1) la superficie de calefacción de la caldera y los tanques de almacenamiento para el agua y el vapor y 2) la superficie de recalentamiento que constituye una superficie adicional por la que debe pasar el vapor antes de salir de la caldera.

El cuerpo de la caldera consiste en un cilindro con extremos esféricos contruidos de placas de acero soldadas, a excepción de los proyectos que se hacen para muy altas presiones en los que se hacen forjadas

Las partes que trabajan a presión están conectadas de manera que se produzca en ellas un flujo de agua de forma determinada y estar provistas de las entradas, salidas y guarniciones necesarias, su peso deberá soportarlo una estructura adecuada, de acero.

Son también componentes esenciales, el hogar para quemar el combustible y los quemadores o alimentadores de combustible.

Toda la unidad está rodeada o encerrada en una montura. Esta consiste en una pared o cubierta de forma adecuada, para encerrar y dirigir el flujo de los gases de la combustión, para soportar otros componentes para aislar el flujo de calor del interior a la atmósfera del cuarto de calderas. A todo el conjunto se le llama a menudo "caldera", en la actualidad solo debe usarse este nombre para designar las partes sometidas a presión, en la que se produce la vaporización.

Generalidades de las Calderas

La clasificación mas importante en que se dividen las calderas son:

- a) De Tubos de humo (Igneotubulares)
- b) De Tubos de agua (Acuotubulares)

En las primeras, como su nombre lo indica, el humo y gases calientes circulan por el interior de los tubos y el agua se encuentra en el exterior. Las ventajas son que tienen muy grande la cámara de vapor son compactas fáciles de transportar y ocupan poco espacio y su instalación es sencilla .

En lo que se refiere a su aplicación, cuando la demanda de vapor en una planta tiene altas y bajas (picos de demanda), lo más recomendable es una caldera de tubos de humo a causa de su gran cámara de vapor que le permite absorber esas demandas rápidas.

Componentes básicos de una caldera de tubos de humo

El cuerpo: Es propiamente el cilindro que técnicamente se llama envolvente. Los fabricantes utilizan placa de acero calidad: SA-515 grado 70 (resiste 1,230 kg/cm²). Su función es la de almacenar toda el agua que se va a evaporar y resistir la presión a la cual va a estar sujeta.

El hogar: es una cámara para la combustión. Además de apoyo y abrigo al equipo de combustión quemadores o alimentadores. Envuelve la región donde tiene lugar las reacciones de la combustión, confinándola y aislándola con lo que permanece controlada, a pesar de su alta actividad dinámica. Se fabrican en placa de acero calidad SA-285 resiste 970 kg/cm², sin embargo hay fabricantes que para dar mayor seguridad utilizan placa SA-515 grado 70, sin importar su costo.

Espejos: Son las tapas que lleva el cilindro llamado envolvente en cada uno de sus extremos, y lleva muchas perforaciones donde van colocados los tubos y el hogar. Se fabrican en placa código SA-285-C, pero también para más seguridad utilizan SA-515-70.

Fluxes: Son los tubos que conducen los gases calientes a través de la caldera cediendo el calor al agua hasta que ésta hierva y se convierta en vapor. La presión del agua actúa por la parte externa de los fluxes tendiendo a aplastarlos. El material debe resistir tolerancias precisas para que no tengan holgura en los agujeros de los “espejos”.

Chimenea: Es el conducto por el cual salen a la atmósfera los productos de la combustión y el calor no aprovechado

De acuerdo al avance tecnológico en materia de las calderas de tubos de humo, se ha encontrado que el número ideal de recorrido de los gases dentro de ellas es de cuatro, porque mientras más tiempo permanezcan estos gases calientes en el interior de la caldera, transmitiendo calor al agua, mayor será el aprovechamiento del combustible y por supuesto menor el consumo de éste.

Principio de una caldera de Tubos de Agua

En este tipo de caldera, el agua se encuentra en el interior de los fluxes y el fuego por el exterior.

El domo viene a substituir a la envolvente de las calderas de tubos de humo con la característica de que los domos son de mucho menor diámetro.

Los fluxes o tubos en las caldera de tubos de agua se encuentran llenos de agua y por lo tanto sujetos a la presión del vapor misma que tendera a reventarlos. Por ésta razón las calderas de tubos de agua requieren de un control de agua muy estricto porque la incrustación del agua se deposita no solamente en los domos sino también dentro de las paredes interiores de los tubos.

Las calderas de tubos de agua debido a los diámetros pequeños de sus domos se fabrican para desarrollar presiones muy altas del orden de 200 kg/cm², y en capacidades también muy grandes que puedan llegar hasta 190,000 c.c.

Equipos auxiliares

Economizador: Es un aparato que tiene por objeto aprovechar el calor que llevan los gases al salir de la caldera para precalentar el agua de alimentación de la caldera después de haber pasado por la bomba de agua. Por cada 5 ó 6 °C de aumento de temperatura del agua de alimentación en el economizador la eficiencia aumenta 1%. En la práctica el economizador se aplica en calderas de 1000 c.c. en adelante por su costo.

Precalentador de Aire: Este es un aparato que aprovecha los gases calientes residuales de la caldera para precalentar el aire, lo cual ayuda a lograr una combustión más completa. Con éste aparato se logra calentar el aire hasta 150°C. Se utiliza solamente en calderas de tubos de agua de altas capacidades.

Sobre-calentador de Vapor: Este aparato que sirve para elevar la temperatura del vapor de arriba del punto de saturación que le corresponde a su presión interna logrando lo que se llama vapor sobre-calentado. También se aplica en caldera de tubos de agua de grandes capacidades.

Controles ó Instrumentos de Medición

Se le llama control a todo aquel aparato que desarrolla una función por sí mismo es decir, sin que se requiera la mano del hombre.

Válvulas de seguridad: Este accesorio es el más importante de una caldera, ya que si se encuentra en buenas condiciones asegura una operación sin riesgo, éste se abrirá cuando la caldera aumente en exceso su presión, y permitirá liberar rápidamente todo el exceso de vapor. La presión de descarga de las válvulas de seguridad puede corresponder a la misma presión de diseño de la caldera o como límite 6% arriba de ésta.

Control de Nivel de Agua: Este es indispensable para toda caldera de operación automática pues mediante un flotador detecta cuando le falta agua a la caldera y manda una señal a la bobina del arrancador del motor de la bomba para que restablezcan el nivel.

Cuando el nivel baja demasiado ya no ordena a la bomba inyectar más agua, sino que apaga al quemador para evitar una de las causas que ha originado mayores explosiones: cuando la caldera se queda sin agua y el trabajador hace trabajar indebidamente a la bomba lo que ocasiona una evaporación súbita o explosión. Por eso es importante mantener en buen estado este aparato efectuándole inspecciones periódicas.

Este control además tiene incluido un cristal de nivel para que se pueda visualizar las variaciones del nivel del agua en la caldera y unos grifos de prueba que se utilizan si llegara a romperse el cristal mientras se repone.

Control de Límite de Presión: En este aparato se ajusta a voluntad la presión de operación deseada. Su operación es similar al control de los compresores de aire, o sea que arranca cuando la presión baja a un determinado límite, y para cuando rebasa un valor adicional.

Válvula dosificadora de combustible: Esta válvula se acciona por el motor modulador regula al paso del combustible líquido de un mínimo a un máximo.

Control de Flama: Este aparato es el cerebro de la caldera que se encarga de efectuar la secuencia adecuada del encendido y apagado de la caldera. Tiene componentes electrónicos y los hay muy simples hasta muy complicados. Tiene consigo las conexiones para intercalar una celda Fotoeléctrica que se encarga de “ver” constantemente el interior del hogar y cuando falla la flama apaga la caldera y cierra una válvula solenoide de combustible.

Tratamiento del Agua para las calderas

El agua que se alimenta a una caldera debe ser previamente tratada para su uso al ser transformada en vapor.

Los principales problemas que produce el agua en el interior de una caldera, líneas de conducción y aparatos auxiliares son:

- a) Incrustación
- b) Corrosión
- c) Fragilización
- d) Arrastre de sólidos

Incrustación: Las incrustaciones se deben a la precipitación de ciertas sales insolubles que contiene el agua sobre las superficies metálicas de la caldera, lo cual da como resultado un sobrecalentamiento en sus componentes metálicos como tubos, hogares, espejos, provocando ablandamientos y debilitamiento, trayendo como consecuencias fallas de ruptura abajo de los límites de diseño. Otra consecuencia es la pérdida de eficiencia térmica de transmisión de calor debido a las capas que forman estos precipitados que actúan como verdaderos aislante térmicos.

Corrosión: La corrosión en el interior de una caldera y en el sistema de retorno de condensados, se debe principalmente a lo siguiente:

- Presencia de gases disueltos en el agua, principalmente oxígeno y bióxido de carbono
- A bajo PH del agua de la caldera que produce ciertas reacciones como la del cloruro de magnesio.

Fragilización: Esta puede ser de dos tipos: por sílice y la cáustica; ésta se provoca cuando en el interior de la caldera existe un PH muy alto arriba de 12, lo que nos origina un excedente de hidróxidos de sodio (Sosa cáustica), ésta nos atacará principalmente las uniones de los tubos con el espejo, lo que provoca fugas en los rolados y cuarteaduras en el metal. Este problema se evita purgando adecuadamente la caldera para no permitir un alto PH en el interior de la misma.

Arrastre de Sólidos: Este consiste principalmente en que el agua esté contaminada con grasa o aceites lo que nos origina espuma, lo que nos provoca paros y arranques constantes en la bomba de alimentación, así como una mala operación en los niveles de agua en el interior de la caldera, en el cual no se da espacio suficiente para la evaporación del agua.

TURBINAS DE VAPOR

Descripción

Una turbina es un mecanismo diseñado con la finalidad de convertir la energía calorífica del vapor de agua, en energía cinética y posteriormente en energía mecánica la cual hace girar al generador eléctrico en una central termoeléctrica convirtiéndose así en energía eléctrica. La turbina de vapor trabaja bajo el principio de una tobera.

Partes principales de la turbina del diagrama V-1:

- 1) Tobera plana (primer estado)
 - 2) Intermedia (primer estado)
 - 3) Rueda de álabes (primer estado)
 - 4) Carcasa de alta presión
 - 5) Carcasa de desfogue
 - 6) Tobera de diafragma (14avo. estado)
 - 7) Rueda de álabes (14avo. estado)
-
- a) bomba de aceite y gobernador
 - b) gobernador de empuje
 - c) chumacera de velocidad
 - e) dispositivo de paro de emergencia
 - f) dispositivo de sincronización
 - g) relevador primario
 - h) mecanismo controlador de válvulas
 - j) anillo de balanceo
 - k) cubierta del eje
 - l) chumacera de apoyo

La clasificación general de las turbinas de vapor es :

- › turbina de acción o impulso
- › turbina de reacción.

Una turbina de acción es aquella donde el vapor sufre una expansión en las toberas fijas o álabes aumentando la velocidad del flujo de vapor, golpeando e impulsando éstos a los álabes móviles.

Una turbina de reacción es aquella donde el vapor se expande en los álabes móviles al pasar por las toberas produciéndose una fuerza de reacción igual y en sentido contrario a la acción del vapor.

En las centrales termoeléctricas se utilizan turbinas de acción y reacción compuestas por condensador con etapas de velocidad y presión.

La turbina, principalmente por lo que se refiere a sus modalidades en el flujo de vapor en el que la energía térmica se transforma en energía cinética en las toberas, transmitiendo subsecuentemente el par motriz a la flecha por medio de las paletas de la turbina.

Las turbinas de gran capacidad diag. V-2, están compuestas por una turbina de alta presión donde el vapor sufre una expansión retornando por una tubería al recalentador de la caldera, donde aumenta su temperatura aprovechando los gases de la combustión y regresando a la turbina de presión intermedia donde nuevamente sufre una expansión bajando la presión y temperatura, posteriormente a través de un "cross-over", el vapor es introducido a la turbina de baja presión sufriendo ahí su última expansión descargando el vapor hacia el condensador.

Partes principales de una turbina de vapor

Rotor: Este es el principal elemento en movimiento de una turbina. En las turbinas de impulso consiste en un eje en el que se montan ruedas que llevan las paletas. El rotor de una turbina de reacción es un tambor, éste será escalonado ó cónico para aumentar de diámetro hacia el extremo de baja presión.

Cubierta: Esta es el principal elemento estacionario, llamada a menudo el cilindro. Rodea al rotor y contiene en el interior, las toberas, paletas y diafragmas que puedan ser necesarias para controlar la trayectoria y estado físico del vapor en expansión.

Cojinetes: Los cojinetes principales de una turbina de un solo cilindro son en número de dos, colocados por el lado de afuera del prensa-estopas.

Empaques de la flecha: En los lugares en que la flecha sale de la cubierta se necesita poner un dispositivo que impida la salida del vapor a alta presión y la entrada del aire en el extremo que está vacío.

Control de vapor: La cantidad del vapor que entra a una turbina estacionaria se regula generalmente de manera de que produzca una velocidad giratoria constante en presencia de una demanda de potencia variable. Esto es lo que siempre sucede en el caso de que la potencia se use para la generación eléctrica. El control se hace variando la cantidad y presión del vapor que circula por la turbina.

También se cuenta con una chumacera de empuje instalada en un extremo de la turbina que sirve para contrarrestar el desplazamiento axial de la misma, evitando así que los álabes fijos y móviles rocen.

La turbina tiene un sistema de lubricación de aceite compuesto por unas bombas que permiten mantener siempre lubricadas las chumaceras. Además se tiene un sistema de gobierno que controla la velocidad por lo general a 3600 r.p.m..

La turbina de vapor que tiene condensador, es decir, el vapor descarga a una presión negativa, por lo cual están provistas de unos sellos de vapor en sus extremos. Estos con la finalidad de evitar entradas de aire en el lado de baja de presión y fugas de vapor por el lado de alta presión.

Control de Vapor

El sistema de control de velocidad de una turbina de vapor de una central termoeléctrica, su operación consiste en mantener la velocidad (en 3600 r.p.m.), para mantener la frecuencia y voltaje de salida del alternador, por tal motivo se requiere de un sistema que controla el flujo de vapor hacia la turbina procedente de la caldera.

Se cuenta también con un sistema de gobierno o gobernador que consiste en un sistema hidráulico operado con aceite procedente del sistema de lubricación, nada más que a alta presión el cual permite el accionamiento de una válvula de admisión que permiten la entrada de vapor en una cantidad necesaria para mantener la velocidad de 3600 r.p.m.

Sistema de lubricación

El sistema de lubricación está compuesto por una bomba auxiliar de C.A. y sirve para lubricar el turbogenerador en el arranque o paro del mismo. Cuenta con una bomba principal de aceite accionada por la flecha de la turbina y es esta bomba la que se mantiene en servicio hasta que se dispara la turbina.

Sellos de Vapor

Las turbinas provistas de condensador, es decir que el vapor ya trabajado en la misma es descargado a presión negativa y por lo tanto requiere de unos sellos que no permitan entrada de aire evitando se pierda la presión por medio de una válvula reguladora; en el extremo de alta presión de la turbina también es sellado para evitar fugas de vapor y logrando con esto hacer más eficiente la turbina.

Condensador principal

El condensador principal es un intercambiador de calor de superficie que va instalado en la parte inferior de la turbina de baja presión y sirve para cambiar de estado el vapor que trabajó en la turbina convirtiéndose en agua, para que nuevamente sea suministrado a la caldera y continúe con el ciclo agua-vapor. Para cumplir con dicho funcionamiento es necesario hacer pasar un fluido, en este caso agua procedente de una torre de enfriamiento por dentro de los tubos del condensador y por fuera descarga el vapor que viene de la turbina, este vapor se condensa y se almacena en la parte inferior del condensador denominada pozo caliente de donde una bomba se encarga de succionar el fluido y descargarlo para continuar con el ciclo.

Condensado y sistema de vacío

Se requiere mantener un vacío en el condensador, este vacío se inicia cuando el vapor cambia de fase ya que el agua en estado líquido ocupa menor volumen que el vapor por lo tanto se crea un vacío, sin embargo como se maneja una gran cantidad de vapor es necesario un mecanismo que mantenga el vacío anteriormente mencionado.

Para lograr el vacío se tienen unos eyectores de servicio y de arranque que vienen siendo unas toberas por donde se hace pasar vapor suministrado por una línea derivadora de la línea principal al pasar por la tobera del eyector adquiere una gran

velocidad arrastrando los gases no condensables o aire del interior del condensador provocando la presión negativa ó vacío.

Al comenzar la operación del turbogenerador el vacío se efectúa con un eyector de arranque expulsando los gases no condensables y el vapor utilizado hacia la atmósfera y una vez obtenido el vacío requerido se utiliza un eyector de servicio, donde los gases no condensables y el vapor utilizado se hacen pasar por un condensador de eyectores donde se recupera el vapor en forma de agua y retornando al condensador principal.

Sistema de Extracciones

A las turbinas se les practican unos orificios en diferentes etapas de las mismas con la finalidad de desviar vapor que ya trabajó en algunas ruedas de álabes con el fin de calentar el agua de alimentación que regresa a la caldera, éstas desviaciones se le llaman extracciones de vapor y van directamente a unos intercambiadores de calor donde pasa el agua hacia la caldera, de las extracciones se condensa retornando dicho condensado al sistema ya sea al condensador principal o al deareador.

Las extracciones de vapor tiene a la salida de la turbina unas válvulas no retorno que evitan el regreso de vapor o agua a la misma pudiendo dañarlas.

GENERADOR DE C. A. (ALTERNADOR)

Descripción

Un alternador es un mecanismo diseñado para generar un flujo de electrones a un voltaje nominal .

El generador se compone principalmente por un rotor y un estator, su funcionamiento es bajo el principio de electromagnetismo, el rotor el alimentado de C.D. a través de unos anillos colectores formando un electroimán que a su vez crea un campo magnético que atraviesa las bobinas del estator creando una fuerza electromotriz.

Comúnmente las centrales termoeléctricas generan 13800 a 2000 volts, posteriormente éste voltaje es elevado por medio de un transformador de potencia para llevarla a los centros de consumo de donde ese voltaje es disminuido mediante otro transformador.

Mediante un mecanismo motriz llamado excitatriz se proporciona al generador la C.D., ésta va acoplada directamente a la flecha del turbogenerador ó bien por una excitatriz estática que consiste en un grupo de rectificadores alimentados por un transformador de excitación de corriente alterna.

El estator de los generadores de corriente alterna sufre un calentamiento al paso de electrones, por tal motivo es necesario remover dicho calor, los primeros generadores se enfriaban con aire y últimamente se enfrían con hidrógeno por ser éste siete veces más conductor térmico que el aire, el problema que se tiene es el manejo del hidrógeno. debido a su alta explosividad, para esto se tienen sistemas de sellado en donde se trabajará con éste gas que sería en el generador.

Sistema de enfriamiento

El hidrógeno es el elemento que se utiliza en el enfriamiento de el generador. Este se suministra a la planta por medio de cilindros con una presión aproximadamente de 120 kg/cm² dicho cilindro es conectado por medio de un cabezal y de una estación reductora que nos da la presión requerida (de 2 a 3 kg/cm²) en el interior del generador.

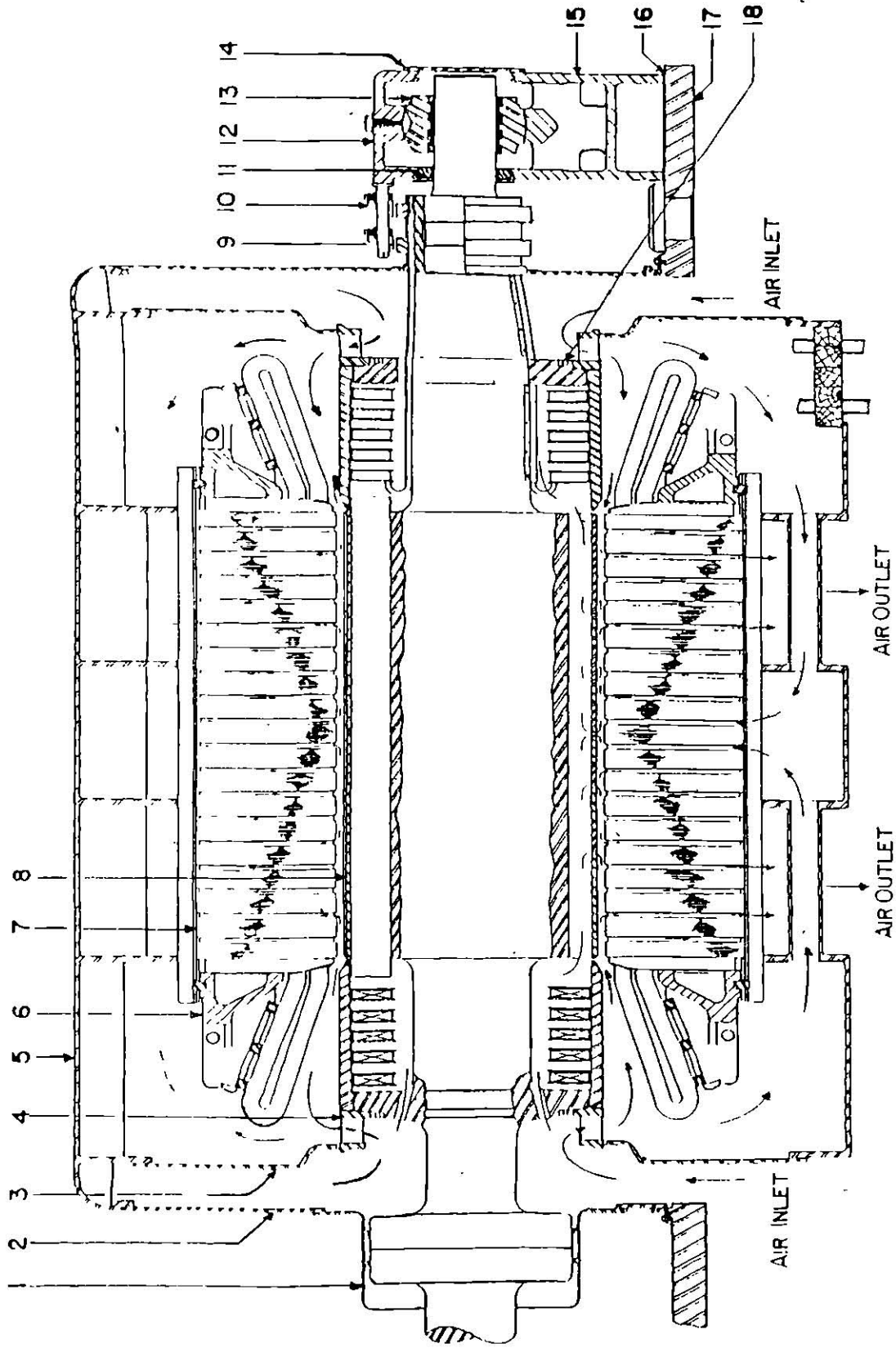
En un inicio, cuando se va a poner en servicio un generados, el interior del mismo está con un volumen determinado de aire, por lo que es necesario barrerlo con bióxido de carbono y posteriormente suministrarle el hidrógeno para evitar que se mezcle

con aire, ya que una mezcla de un 25% de aire con 75% de hidrógeno se vuelve explosiva, para tal efecto se cuenta con un equipo de medición de pureza de hidrógeno, como éste se calienta es necesario enfriarlo utilizando unos intercambiadores de calor por donde se hace pasar agua procedente de una torre de enfriamiento.

Sistema de excitación

Este sistema se encarga de suministrarle corriente directa al generador para generar el campo magnético que se requiere para el movimiento del rotor.

Algunos turbogeneradores llevan en su extremo acoplado un generador de corriente directa llamada excitatriz que trabaja bajo el principio de imán permanente que al estar girando el rotor produce un flujo de corriente directa el cual llega a los anillos colectores del alternador.



COMPONENTES DEL GENERADOR DE C. A.
 FIG. VI-1

COMPONENTES DEL GENERADOR
diagrama VI-1

- 1) Guarda de acoplamiento
- 2) Carcasa exterior de aire de enfriamiento
- 3) Carcasa interior de aire de enfriamiento
- 4) Ventilador
- 5) Cubierta del estator
- 6) Borde del estator
- 7) Laminaciones del estator
- 8) Montaje del rotor
- 9) Anillos colectores de corriente
- 10) Anillo de escobillas o porta carbonos
- 11) Guía de aceite
- 12) Chumacera de apoyo
- 13) Revestimiento de metal babbit
- 14) Cubierta
- 15) Base o pedestal
- 16) Aislamiento
- 17) Asiento de placa de acero
- 18) Anillo de balanceo

