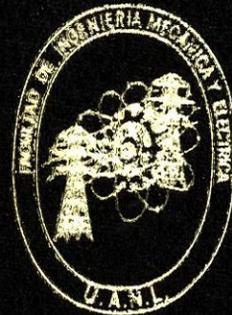


**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**



DESCRIPCION Y OPERACION DE UNA  
CENTRAL TERMOELECTRICA

EXAMEN TIPO "B" MODIFICADO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

**P R E S E N T A**

**JAIME RICARDO RODRIGUEZ GARZA**

CD. UNIVERSITARIA

JUNIO DE 1997

T

TK1360

R62

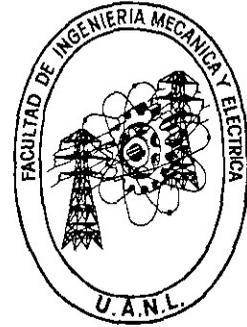
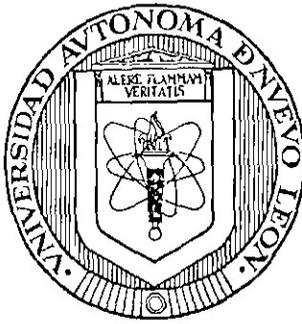
c.1



1080072273

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**



**DESCRIPCION Y OPERACION DE  
UNA CENTRAL TERMoeLECTRICA**

**EXAMEN TIPO "B" MODIFICADO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

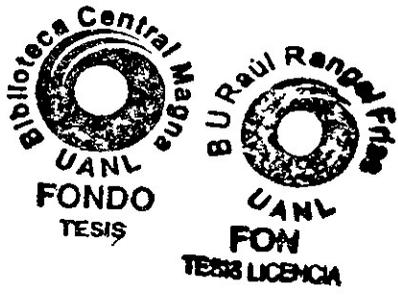
**PRESENTA**

**JAIME RICARDO RODRIGUEZ GARZA**

**MONTERREY, N.L.**

**JUNIO 1997**

T  
TK1360  
R62



## AGRADECIMIENTOS

### Señor:

Te doy gracias por haberme permitido llegar felizmente a este día y te ruego que con tu luz, me guíes y me acompañes a lo largo de mi vida profesional...

Gracias Señor Mío...

### A mis Padres:

Por ayudarme a elegir el mejor camino y tener fe en que no los iba a defraudar...  
Porque nunca escatimaron en esfuerzos para que lograra ser un profesionista, y por los grandes sacrificios que tuvieron que afrontar...  
Porque siempre estuvieron pendientes de mi bienestar cuando no estuve con ustedes...  
Por regocijarse conmigo en mis triunfos y darme ánimos en mis tropiezos...  
Porque con su amor y confianza me hicieron sentir seguro de mi mismo...

Gracias por creer en mi...

### A mis Hermanos:

Porque su presencia en mi vida, ha sido cada momento la luz que dios ha puesto cerca de mi para iluminarme cada día, y a través de su apoyo y comprensión he logrado llegar hasta aquí...

Muchas Gracias...

### A ti Letty:

Por haber caminado junto a mi de principio a fin, por hacerme con tu amor mucho más fácil el camino...  
Por el tiempo que dedicaste a escucharme, por disminuir la desesperación de no estar a tu lado físicamente...  
Porque se que compartes con el mismo afán que yo este momento...

Gracias mi Amor...

## **INDICE**

I.- OBJETIVO.

II.- INTRODUCCION.

III.- DESCRIPCION GENERAL.

IV.- DESCRIPCION DE UNA CENTRAL  
TERMoeLECTRICA.

V.- GENERADORES DE VAPOR.

VI.- TURBINAS DE VAPOR.

VII.- GENERADORES DE C.A.

VIII.-SUMINISTRO DE AGUA A LA CENTRAL.

IX.- SISTEMA DE CONDENSADO.

X.- SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO.

XI.- SUBESTACION ELECTRICA.

XII.- SISTEMA DE LUBRICACION

## **I.- OBJETIVO.**

El objetivo principal de esta tesina es el de conocer los componentes y características de que está compuesta una central termoeléctrica. Así como su operación para generación de energía eléctrica.

## **II.- INTRODUCCION.**

La presente tesina de centrales termoeléctricas ha sido creada con la finalidad de servir a todas aquellas personas interesadas en conocer algo más sobre centrales termoeléctricas.

En su contenido están descritos los principales sistemas componentes, así como un procedimiento general de operación ya que la misma es riesgosa y costosa a la vez, al no efectuarse bien una maniobra.

Las centrales termoeléctricas de mayor capacidad instaladas en la república mexicana son las instaladas por la Comisión Federal de Electricidad sin embargo en la actualidad existen plantas propiedad de la iniciativa privada y además en la etapa de modernización que vive el país. La iniciativa privada esta invirtiendo en centrales termoeléctricas de gran capacidad.

Las centrales termoeléctricas es una aplicación de primera ley de la termodinámica donde la energía se va transformando de una forma a otra hasta obtener la energía eléctrica.

La **ENERGIA CALORIFICA** obtenida por la combustión en el hogar es transportada en forma de vapor hasta la turbina, donde ésta la convierte en **ENERGIA CINETICA** posteriormente se convierte en caballos prepotencia mecánica (**ENERGIA MECANICA**) para finalmente hacer rodar el generador eléctrico y de esta manera se genera la **ENERGIA ELECTRICA**.

### **III.- DESCRIPCION DE UNA CENTRAL TERMoeLECTRICA**

Una central termoeléctrica es un conjunto de equipos cuyo objetivo es la producción de energía eléctrica partiendo de un combustible el cual es suministrado por medio de un mecanismo hasta el hogar u horno del generador de vapor 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.

El generador de vapor previamente es llenado con agua de buena calidad químicamente hablando; agua que al ser calentada se convierte en vapor de agua; este último es almacenado a alta presión y temperatura en un recipiente cilíndrico horizontal llamado domo o colector de vapor.

El vapor de agua a alta presión y temperatura es transportado através de una línea principal hasta la turbina de vapor donde se expansiona convirtiendo su energía calorífica en energía cinética, la cual hace girar la turbina y por consiguiente al generador de C.A. (Alternador), produciendo así la energía eléctrica que es mandada a una subestación eléctrica através de un interruptor principal y un transformador elevador de voltaje de la subestación eléctrica salen las líneas de transmisión que conducirán la energía eléctrica hasta los centros de consumo.

Volviendo con el ciclo agua-vapor que trabajo en la turbina una vez que pierde presión y temperatura es condensado por medio de un intercambiador de calor de superficie utilizando agua procedente de una torre de enfriamiento.

Una vez condensado el vapor es succionada el agua por medio de una bomba que se encarga de incrementar su presión y hacerla pasar por unos calentadores de agua de alimentación hasta otro intercambiador de calor llamado deareador que cumple con dos funciones; primero como calentador de agua y segundo para desalojar los gases indeseables del sistema que pudieran producir corrosión en tuberías y en el generador de vapor después del deareador se tiene una bomba de agua de alimentación que se encarga de suministrar el agua al generador de vapor o caldera para mantener un nivel correcto de operación y seguir produciendo vapor el cual regresara.

A la turbina para cerrar de ciclo termodinámico llamado RANKINE o REGNERATIVO según sea el caso si utiliza o no calentadores de agua de alimentación.

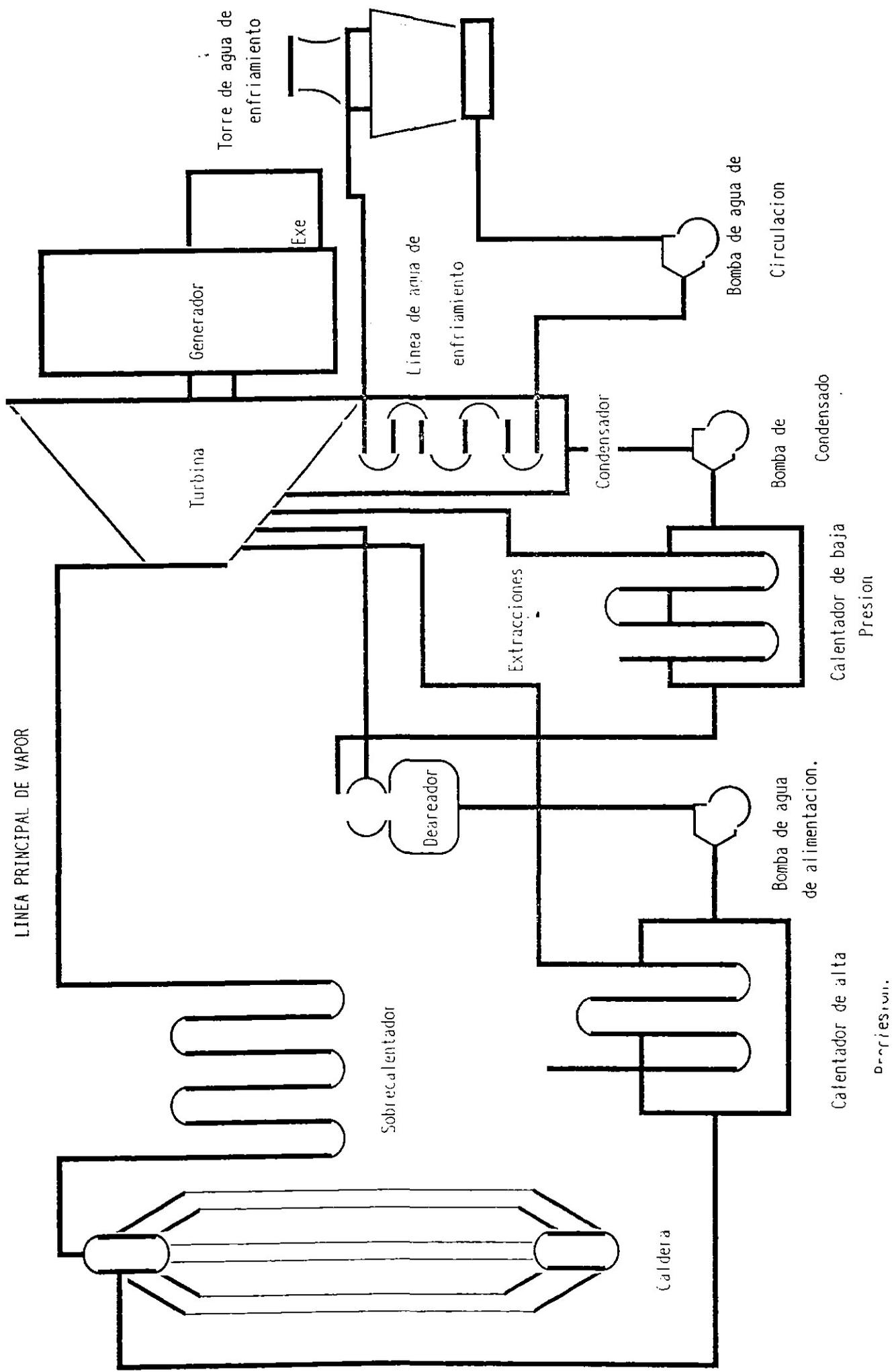
#### **IV.- COMPONENTES DE UNA CENTRAL TERMOELECTRICA.**

Una central termoeléctrica esta compuesta principalmente por un generador de vapor, una turbina y un alternador o generador de corriente alterna.

Es obvio que para el equipo anterior funcione eficientemente se requiere de una gran cantidad de equipos auxiliares como son bombas, compresores, interruptores, transformadores e intercambiadores de calor, etc.

Posteriormente durante el curso se irán mencionando los diferentes equipos que complementan una carga termoeléctrica.

# CICLO AGUA-VAPOR DE UNA CENTRAL TERMOELECTRICA.



## V.- GENERADORES DE VAPOR.

### A).- Descripción General.

Un generador de vapor es en conjunto de elementos que sirven para producir vapor de agua por medio de la combustión.

En las centrales termoelectricas debido a la gran cantidad de calor utilizado para hacer girar la turbina, generalmente son Acuotubulares.

Los generadores de vapor pueden ser: Acuotubulares o Piro tubulares para flujos pequeños (hasta 5,000 LB/HR.).

Los generadores de vapor en cuanto a su presión en el hogar pueden ser de presión positiva donde se utiliza el ventilador de tiro forzado solamente o bien de tiro balanceado donde se utiliza además de un ventilador de tiro inducido provocándose una presión negativa en la cámara de combustión.

El proceso que lleva un generador o caldera para la producción de vapor es el siguiente: El agua de alimentación suministrada por una bomba es almacenada en el domo superior donde es controlado su nivel, a partir de ahí el agua desciende por tubos llamados (DOWN-

COMMERS) hasta los cabezales que alimentan las paredes de agua se encuentran rodeando el hogar o cámara de combustión de tal manera que el agua empieza a ser calentada por medio del calor liberado en la combustión hasta llegar a su punto de ebullición ascendiendo el vapor por otros hasta llegar al domo superior o colector de calor donde mitad es agua y mitad vapor, dicho vapor es saturado y como en la turbina se requiere vapor seco es por ello que el vapor se hace pasar por un sobrecalentador donde se le incrementa su temperatura por medio de los gases de la combustión.

Cabe mencionar que los gases de la combustión son hechos por otros elementos del generador donde entregan calor esto se vera con detalle en el inciso del sistema aire-gases.

### **B).- Partes principales de un generador de vapor:**

*1.- Paredes de agua.-* Recubren el hogar o camara de combustion y sirven

para hervir el agua que va al domo superior.

*2.- Domo superior.-* Conocido tambien como colector de vapor, en su interior se encuentra a cierto nivel el agua y el otro nivel de vapor saturado.

- 3.- *Domo inferior.*- Conocido como colector de lodos, su función es la de sedimentar todas las partículas en suspensión que no se eliminaron en el tratamiento de agua.
- 4.- *Hogar o cámara de la combustión.*- Lugar en el cual se lleva a cabo la combustión y desde donde se transfiere el calor a todo el generador de vapor.
- 5.- *Quemadores y pilotos.*- Su función es la de inyectar combustible al interior del hogar bajo ciertas circunstancias.
- 6.- *Sobrecalentadores.*- Su función es la de llevar la temperatura de vapor a condiciones adecuadas de operación para la turbina, aprovechando el poder calorífico de los gases de la combustión.
- 7.- *Precalentador de aire.*- Se encarga de aumentar la temperatura del aire que se requiere para la combustión, así como disminuirle la temperatura de los gases de la combustión.
- 8.- *Economizadores.*- Su función es la de elevar la temperatura del agua de alimentación a la caldera de manera que se consuma menos combustible.

9.- *Ventilador de tiro inducido.*- Se encarga de sustraer los gases producto de la combustión y expulsarlos a la chimenea.

10.- *Chimenea.*- Es el escape de los gases de la combustión a la atmósfera.

Algunas calderas utilizan recalentadores y otros equipos auxiliares como son válvulas, compuertas, instrumentación, control y protección para un buen funcionamiento de la misma.

Los combustibles utilizados en el generador de vapor son: gas natural, diesel, combustóleo y carbón mineral no coquizable.

Algunas centrales termoeléctricas usan solo gas natural, otras usan el gas natural como escendido de la caldera y posteriormente utilizan combustóleo cabe mencionar que es más barata la producción de vapor con combustóleo que con gas natural, sin embargo es más costoso el mantenimiento de las calderas que queman combustóleo por un alto contenido de azufre.

**C).- Combustibles utilizados en los generadores de vapor.**

Los combustibles utilizados en un generador de vapor son: gas natural, combustóleo y carbon mineral no coquizable. En la actualidad la Comisión Federal de Electricidad tiene instaladas a nivel nacional centrales termoelectricas que utilizan los combustibles anteriores; por ejemplo, planta San Jeronimo ubicada al poniente de Monterrey que utiliza gas natural; la Central Termoelectrica Monterrey ubicada en Apodaca, N.L. que utiliza gas natural para el encendido de la caldera y posteriormente utiliza combustóleo, lo mismo ocurre con Planta Electrica Grupo Industrial ( PEGI ), cabe mencionar que es más costoso el mantenimiento de las calderas que queman combustóleo por su alto contenido de azufre. En la Region Carbonifera de Coahuila, se tienen instaladas dos plantas a base de carbon mineral no coquizable, extraido de una mina localizada a unos 20 Km. De la planta.

**D).- Sistema de agua de alimentacion a caldera.**

El sistema de agua de alimentación es el encargado de mantener el nivel correcto de operación de agua es la caldera para tal efecto la bomba de agua de alimentación succiona el fluido del dereador el cual es un intercambiador de contacto directo donde el agua es calentado por medio de vapor de la caldera o bien vapor de una extracción de la turbina vapor que ya trabajó en la misma.

El dereador cumple con dos funciones sirve como calentador del agua y a la vez expulsa los gases que pueden dañar las turbinas del sistema también recibe los condensados de los calentadores de agua.

Continuando con el sistema la bomba descarga el agua haciéndolo pasar por una reguladora de flujo del agua de alimentación y por unos calentadores que aprovechan el vapor de las extracciones de la turbina el flujo de agua hacia el domo de las calderas puede ser regulado con la válvula anterior o bien algunas bombas tienen integrado un variador de velocidad lo cual permite variar el flujo de agua.

En el domo superior de la caldera se tiene un indicador de nivel y un (LEVEL-CONTROL) controlador de nivel quien manda la señal a la válvula reguladora para que permita el flujo requerido en el generador de vapor por lo general el sistema cuenta con dos bombas una en operación y la otra en automático para que entre en servicio en caso necesario el diagrama #3 muestra el sistema de agua utilizado en la mayoría de las centrales termoeléctricas.

#### **E).- Sistema aire - gases.**

Entre los equipos auxiliares esenciales para la operación del generador de vapor nos encontramos con los equipos destinados al

suministro de aire al hogar y la evacuación de los gases de la combustión, estos equipos son los siguientes:

*\*Chimenea.-* Tiene por objeto descargar los productos de la combustión a una elevación suficiente a fin de evitar en lo posible las molestias inherentes

*\*Ductos.-* Son las conexiones entre el tiro forzado hasta el hogar de la caldera y desde la salida de los gases hasta la chimenea los cuales deberán ser herméticos y contar con juntas de expansión que permitan la dilatación del material.

*\*Ventilador de Tiro Forzado.-* Es el encargado de suministrar el aire necesario al interior del hogar para llevar a cabo la combustión.

*\*Ventilador de Tiro Inducido.-* Este ventilador actúa como extractor de los gases provocando una presión negativa en el hogar.

*\*Compuertas.-* Las compuertas en la succión y descarga de los ventiladores anteriores son el mecanismo que regula el flujo de aire o gases para que la caldera opere correctamente; estas compuertas son operadas manualmente o neumáticamente desde la sala de control.

#### **F).- Tratamiento químico en el agua de las calderas o generadores de vapor.**

El agua utilizada para la producción de vapor en central termoeléctrica proviene de pozos profundos localizados cerca en la central; y como ésta agua trae consigo sólidos en concentración como

son calcio, magnesio, sílice, etc. es obvio sea pasada por un tratamiento químico antes de entrar en la caldera.

La mayoría de las calderas termoeléctricas cuentan con una planta desmineralada y una de osmosis inversa que cumplen con la condición de quitarle los sólidos antes mencionados y además darle el grado de acidez o alcalinidad necesaria para proteger los tubos del generador de vapor.

Cuando el agua del ciclo térmico se ha contaminado se le da un tratamiento químico interno que consiste en inyectar sustancias químicas y purgar la caldera hasta obtener los parámetros químicos requeridos.

En las calderas vamos a tener sólidos totales disueltos y estos los vamos a controlar mediante la purge de fondo y purga continua.

El vapor permisible de sólidos es según la presión de vapor manejada en la caldera a mayor presión son menos los sólidos en suspensión permisibles y viceversa.

### **G).- Proteccion de un generador de vapor.**

La protecciones de un generador de vapor son mecanismos que ayudan a evitar operaciones riesgosas que ponen en peligro la instalación y todo lo que le rodea.

Las calderas por lo general tienen las siguientes protecciones:

- \*Bajo nivel de agua en el domo; opera a los -20 cm.
- \*Alto nivel de agua en el domo; opera a los +20 cm.
- \*Tiro forzado encendido; dispara la caldera si se apaga el Tiro forzado.
- \*Tiro inducido encendido; dispara la caldera si se apaga el Tiro ind.
- \*Switch de presión diferencial del tiro forzado.
- \*Switch de presión diferencial del tiro inducido.
- \*Alta presión de gas a quemadores; opera a 0.8 Kg./Cm.<sup>2</sup>
- \*Baja presión de gas en el cabezal; opera a 1.5 Kg/Cm.<sup>2</sup>
- \*Baja presión de combustible en quemadores; opera a 1.5 Kg/Cm.<sup>2</sup>
- \*Baja temperatura del combustible; opera al llegar a 95°C.
- \*Presión diferencial de automatización y combustible.
- \*Falla de flama en los quemadores.
- \*Botón de paro de emergencia, localizados en las casetas de fogoneros.

Todas estas protecciones operan sobre la válvula principal de corte de combustible apagando la caldera, además de las protecciones anteriores el generador de vapor cuenta con válvulas de seguridad instaladas en el domo superior y la línea principal de vapor que permiten aliviar la presión de la caldera en caso necesario.

## H).-Sistemas auxiliares e instrumentacion de un generador de vapor.

Dentro de los sistemas auxiliares de un generador de vapor se tiene lo siguiente:

*Válvulas de purga de fondo:* que sirven para drenar las calderas cuando se le va a dar mantenimiento o bien en operación cuando existe contaminación en el agua aunque en operación es riesgosa ya que se podría quedar sin agua la caldera.

*Válvulas de purga continua:* sirven para desalojar el aire del interior de los tubos para evitar corrosión en los mismos.

*Sistema de calentamiento de combustoleo:* debido a que el combustoleo se solidifica al estar frío por lo que se calienta por lo general con vapor para que pueda ser manejado por una bomba y descargando hasta los quemadores de la caldera.

*Instrumentos de medición, control y protección:* se encuentran instalados una gran cantidad de monómetros, termómetros, medidores de flujo; controladores de temperatura, controladores de presión que permiten operar eficientemente.

*Venteos:* Sirven para desalojar el aire del interior de los tubos para evitar corrosión en los mismos.

### **I).- Porque explotan las calderas.**

Todo recipiente sometido a presión bajo fuego potencialmente peligroso, los controles automáticos de las calderas modernas no substituyen a las reglas de seguridad de ahí que las calderas explotan debido a tres principales motivos:

#### *1) BAJO NIVEL DE AGUA.-*

Provoca sobrecalentamiento de los tubos y los debilita y en ocasiones explota la caldera caldera y produce grandes pérdidas.

#### *2) COMBUSTIBLE EN EL HOGAR.-*

Ocurre cuando se hace un barrido de gases defectuoso o en menor tiempo, antes de encender la caldera.

#### *3) VALVULAS DE SEGURIDAD.-*

Si en estas válvulas se queda pegado el asiento, esta se inutiliza y provoca una explosión ya que no alivia la presión.

## DIAGRAMA DEL CAPITULO III

Figura 3.1.- Diagrama esquématico de una caldera.

Figura 3.2.- Sistema de gas natural a la caldera.

Figura 3.3.- Sistema de suministro de combustóleo.

Figura 3.1 Diagrama esquemático de una caldera

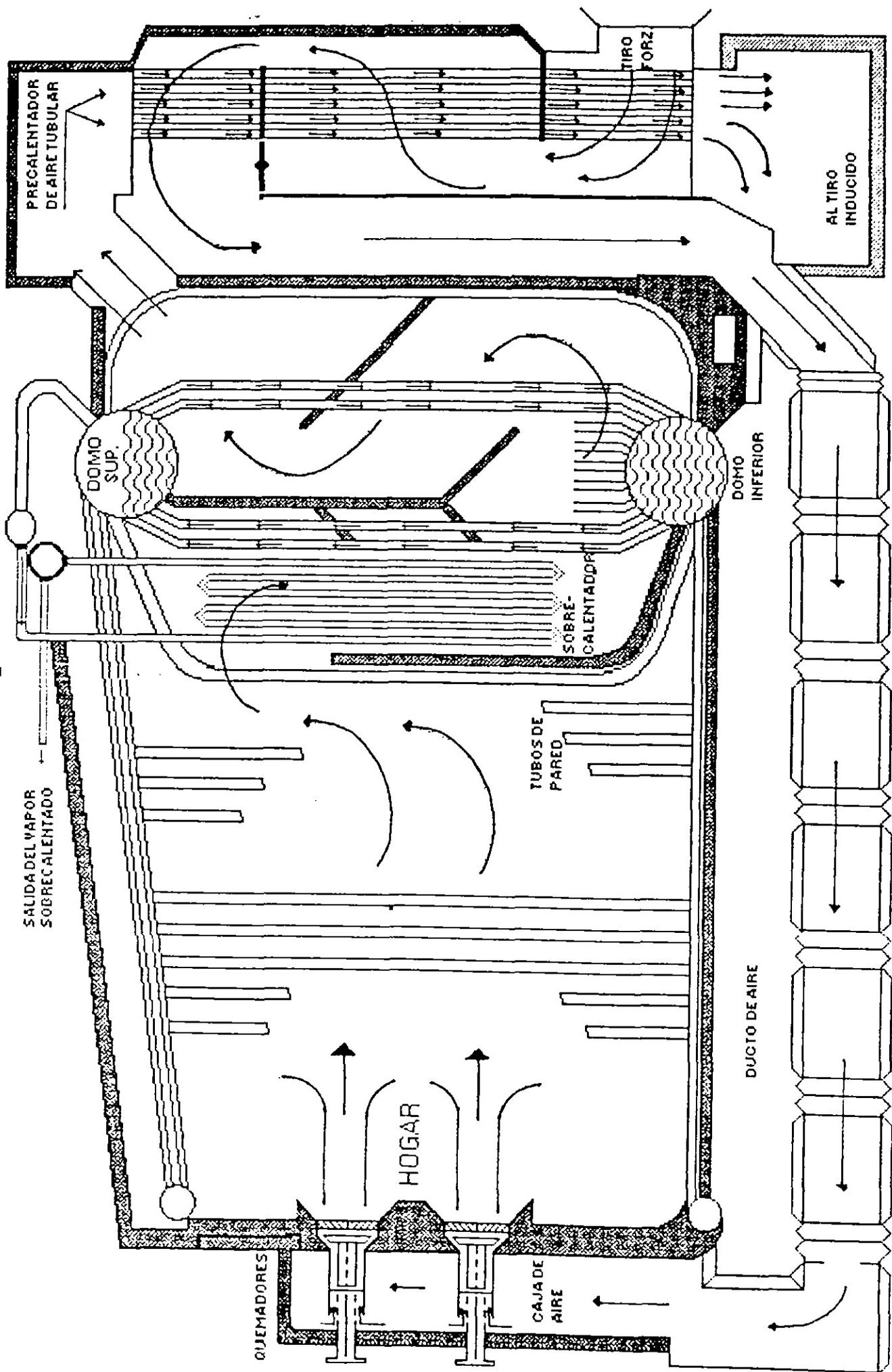


Figura 3.2 Sistema de gas natural a la caldera

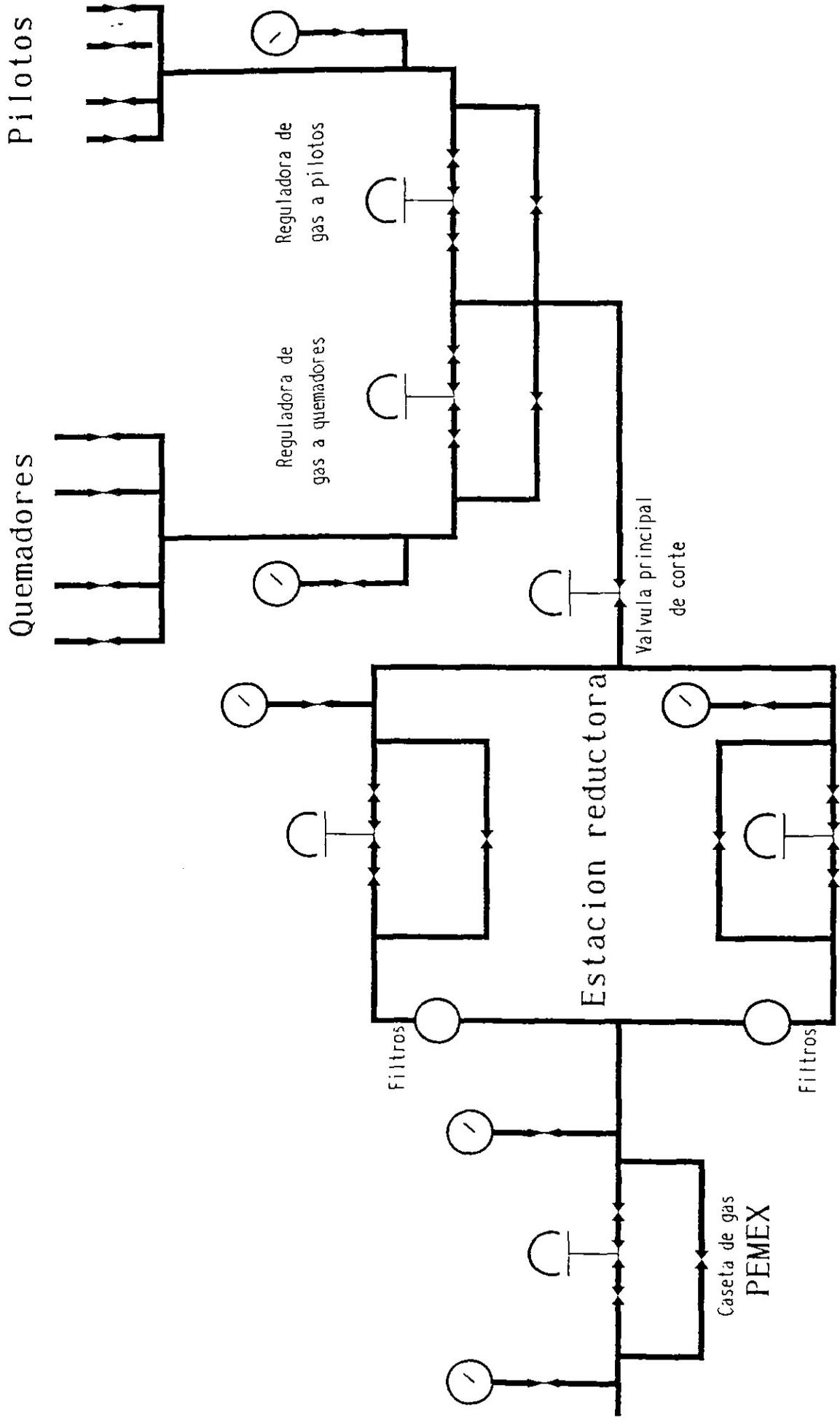
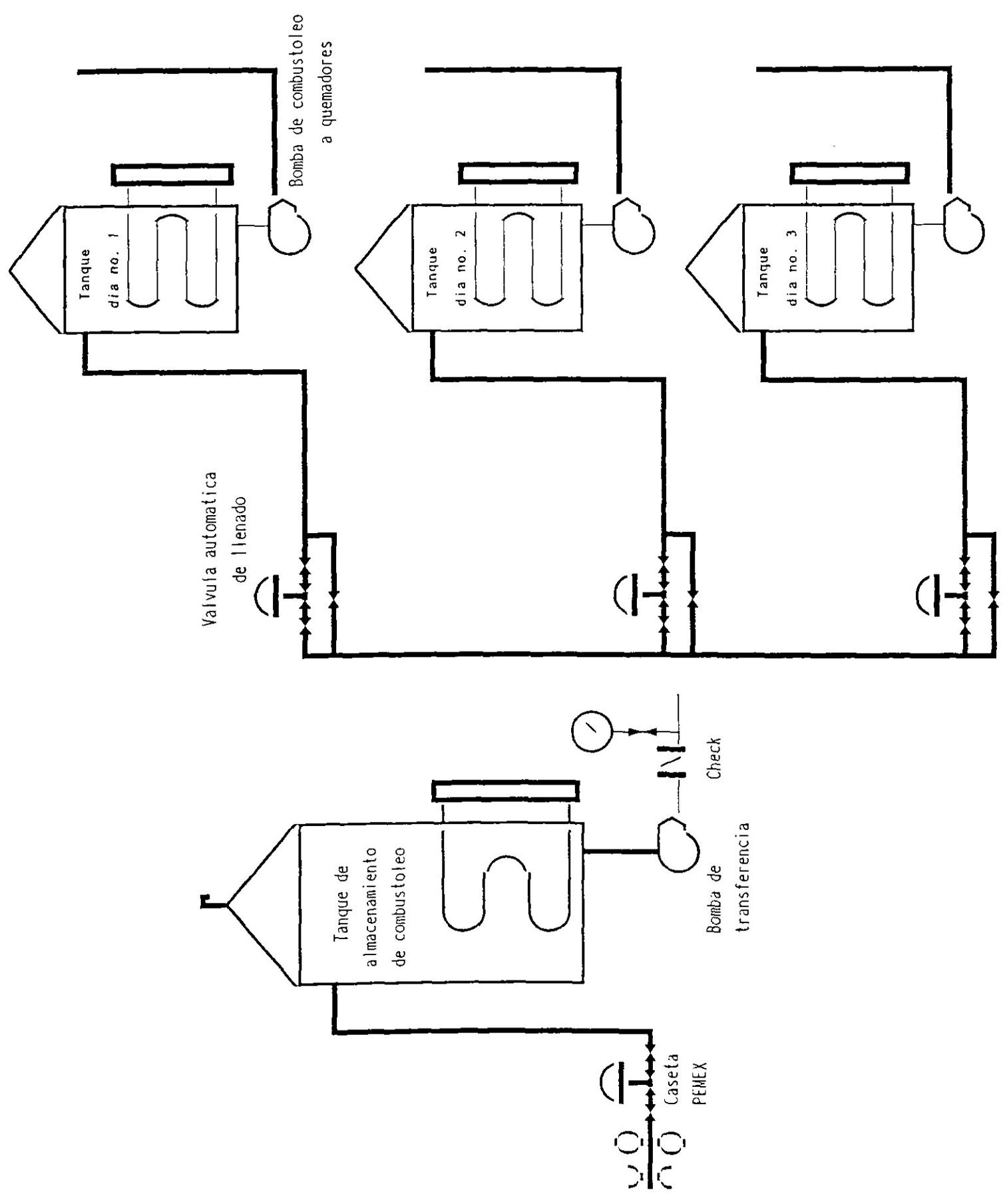


Figura 3.3 Sistemá de suministro de combustoleo



## **VI.- TURBINAS DE VAPOR.**

### **A).- Descripción de una turbina de vapor.**

Una turbina de vapor 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 trabajando el principio de una alabes.

La clasificación principal son turbinas de acción o impulso y turbinas de reacción una turbina de acción es aquella donde el vapor sufre una expansión en las toberas fijas o alabes aumentando la velocidad del chorro de vapor golpeando o impulsando estos a los alabes movibles.

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

Las turbinas utilizadas en centrales termoeléctricas son turbinas de acción y reacción compuestas con condensador con etapas de velocidad y presión.

Las turbinas de gran capacidad están compuestas por una turbina de alta presión donde sufre una expansión retornando por una tubería al recalentador de una caldera donde aumenta su temperatura aprovechando los gases de la combustión y regresando a la turbina de presión intermedia donde nuevamente sufre 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 principal.

### **B).- Partes principales de una turbina de vapor.**

Una turbina esta compuesta principalmente por una carcasa y un rotor; en la carcasa van alojados las alabes fijos y en el rotor los alabes movibles como la turbina es un elemento giratorio esta provista de una serie de chumaceras radiales de soporte revestidas con material babit en su interior.

También 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 alabes fijo y movibles rozen tiene la turbina un sistema de lubricación de aceite compuesto por unas bombas que permiten mantener siempre lubricadas las chumaceras se tiene un sistema de gobierno que controla la velocidad de la turbina por lo general a 3600 RPM cuando el generador de C.A. es de 2 polos.

Las turbinas de vapor que tienen condensador es decir, el vapor descarga a una presión negativa están provistas de unos sellos de vapor en sus extremos, estos con la finalidad de evitar entradas de aire en el lado de baja presión y fugas de vapor por el lado de alta presión.

*\*Partes principales de la turbina referido a la Fig. 4.3*

- 1.- Tobera plan ( 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 ( 14vo. estado ).
  - 7.- Rueda de álabes ( 14vo. estado ).
- A).-Bomba de aceite y gobernador.
  - B).-Gobernador de emergencia.
  - C).-Chumacera de empuje.
  - D).-Gobernador de velocidad.
  - E).-Dispositivo de Paro de emergencia.

**C).- Sistema de control de velocidad de una turbina.**

La turbina de vapor de una central termoeléctrica su operación consiste en mantener constante la velocidad (A 3600 RPM) para mantener la frecuencia y voltaje de salida del alternador por tal motivo se requiere de un sistema logrando cuando se controla el flujo de vapor hacia la turbina procedente de la caldera.

Se tiene 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 unas válvulas de admisión que permiten la entrada anteriormente citada.

**D).- Sistema de Lubricación.**

El sistema está compuesto por una bomba auxiliar de C.A. y sirve para lubricar el turbogenerador en el arranque o paro del mismo cuentan con una bomba principal de aceite accionada por la flecha de la turbina esta bomba mantiene la lubricación en operación normal es decir, cuando la turbina gira y a 3200 R.P.M. aproximadamente la lubricación es por esta bomba y se mantiene en servicio hasta que se dispara la turbina.

**E).- Sellos de vapor.**

Las turbinas que utilizan condensador es decir el vapor que ya trabajó en la misma es descargado a presión negativa y por lo tanto se requiere de unos sellos que no permitan entrada de aire evitando se pierda la presión por medio de una válvula reguladora en el lado de baja presión que no entre aire y en el lado de alta presión que no fugue vapor y logrando con esto hacer más eficiente la caldera.

**F).- Condensador principal.**

El condensador principal es un intercambiador de calor de superficie que ya instalado en la parte inferior de la turbina de baja presión y sirve para cambiar de fase el vapor que trabajó en la turbina convirtiéndose en agua para que nuevamente sea suministrada a la caldera y continúe con el ciclo agua-vapor para cumplir con dicho funcionamiento es necesario hacer pasar un fluido que es agua procedente de una torre de enfriamiento para 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. El condensador en operación normal trabaja por el lado vapor con una presión de 700 mmHg de vacío.

**G).- Sistema de vacio del condensador principal.**

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

Para el efecto se tiene unos eyectores de servicio y de arranque que viene siendo unas toberas por donde se hace pasar vapor suministrado por una linea derivadora de la linea principal al pasar por la tobera del eyector adquiere una gran velocidad arrastrando los gases no condensables o el aire del interior del condensador provocando la presion negativa o vacio.

En el inicio de la operacion del tubogenerador el vacio se efectua con un eyector de arranque expulsando los gases condensables y el vapor utilizado hacia la atmosfera y una vez obtenido el vacio 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.

**H).- Extracciones de vapor.**

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

Las extracciones de vapor tienen a la salida de la turbina unas válvulas no retorno que evitan el regreso de vapor o agua a misma que pudieran dañarla.

**I).- Protecciones de la turbina <disparos>.**

Son mecanismos que sirven para proteger a la turbina en situaciones riesgosas para la misma y lo que lo rodea.

1.- Protección por bajo vacío.- Opera al tener 550 MM. de HG mandando cierre de la válvula principal de corte a la turbina (al quitarle la carga se acelera el generador).

- 2.- Disparos por baja presión de aceite a chumaceras.- opera a una presión de 0.7 KG/CM<sup>2</sup>, cuando falla el sistema el sistema de lubricación.
- 3.- Disparo por sobrevelocidad.- opera cuando la velocidad sube un 10% de la velocidad nominal (dispara a 3960 R.P.M.)
- 4.- Disparo por fallas en la chumacera de empuje.
- 5.- Disparo por falta expansión diferencial (la distancia entre alabes fijos y móviles son aproximadamente 7 MM.
- 6.- Disparo mecánico manual y por solenoide.

## **J).-Aplicaciones de la turbina de gas.**

Por las innegables ventajas de este tipo de motores, las turbinas se están usando cada vez mas en todos los campos de la actividad humana.

Las turbinas tienen una serie de ventajas que las hacen superiores en ciertos aspectos a los demás motores y que son:

### *VENTAJAS*

1. Casi libre de vibración lo cual la hace ideal para usos marinos y de transporte.
2. Reducido tamaño y peso, que aventaja enormemente a los demás motores y le da una gran importancia en la aviación, barcos y locomotoras.
3. Construcción simple, cilíndrica, que simplifica mucho su instalación.
4. De sencilla lubricación, si se compara con los complicados sistemas de lubricación diesel.
5. Por su sencillez tiene bajos costos de mantenimiento.
6. Requiere personal mínimo, pues requiere de muy pocos controles, además muchos de ellos vienen automáticos o semiautomáticos.

7. Necesita una mínima cantidad de agua de enfriamiento.
8. En comparación con las turbinas de vapor tiene un arranque mas rápido, de unos 6 a 15 minutos.
9. Tiene menos eficiencia térmica que el diesel, pero el bajo costo de los combustibles que usa, hacen que la energía producida sea mas barata.
10. Al usarse para generar corriente eléctrica, tiene la capacidad, por su mismo diseño, de soportar cargas máximas durante cortos periodos de tiempo.

Las turbinas también presentan algunos inconvenientes que deben tomarse en cuenta, y son:

### *DESVENTAJAS*

1. Por las temperaturas tan elevadas de trabajo, los materiales de construcción deben reunir propiedades muy especiales. Esto hace que resulten muy caros y que en el momento en que hayan que ser reemplazados el costo también sea alto.

2. Como el compresor consume una gran cantidad de la potencia útil, es completamente incosteable durante los periodos en los que hay una disminución considerable de la carga.

3. La suciedad de aire en forma de partículas microscópicas se va acumulando dentro del compresor causando problemas de operación.

Además, el costo de efectuar la limpieza de un compresor es muy elevado.

De las ventajas antes mencionadas se puede pensar en la gran aplicación que tienen, y considerando que todavía no están completamente evolucionadas se puede pensar en el desarrollo que tendrán en el futuro.

Las turbinas de gas se usan extensamente en barcos, locomotoras, automóviles, autobuses, plantas de generación de corriente eléctrica, plantas de bombeo, plantas industriales, y en aviación, Se están logrando importantes adelantos en su utilización practica en locomotoras, donde todavía no ha podido rivalizar con el diesel, pero hay turbinas en desarrollo para estos usos, así como para automóviles y

autobuses. También tienen una gran aplicación en las plantas industriales, para mover compresores centrífugos para la transmisión de gas natural. En otras industrias se usa para mover compresores y ventiladores, generar electricidad mover molinos, utilizar los gases de salida para generar vapor altamente precalentado y en operaciones industriales como las de calentado y secado.

En las plantas de generación de corriente eléctrica tiene usos muy variados, ya sea como carga básica de la planta, o como planta auxiliar durante las horas de carga máxima, y en combinación con las plantas hidroeléctricas como equipo de emergencia en épocas de sequía. También se utiliza al final de las líneas de transmisión para mejorar el voltaje y soportar mejor los picos de carga. También existen pequeñas unidades portátiles para generar electricidad de emergencia, bombear agua o mover compresores de aire.

Pero sin lugar a dudas, donde la turbina de gas tiene su máxima aplicación es en la aviación, y es en la aviación donde tiene un futuro ilimitado, bastando con mencionar el gran desarrollo de los turborreactores y de los aviones jet.

### **K).-Turbinas escalonamiento único de presión y con escalonamiento múltiple de velocidad.**

En este tipo de turbina el rotor está formado por el eje, un rodete de doble hilera de álabes y un regulador de velocidad. Los alabes y los deflectores guías son de acero inoxidable, y están insertados en muescas de cola de millano del rodete y del soporte estacionario. Las toberas son de tipo divergente y están labradas en un anillo de fundición sujeto con pernos al anillo de vapor. La separación entre ellos es muy pequeño, y los chorros de vapor al salir de las toberas forman una banda de vapor continua recogida por los alabes. Los deflectores -guía intermedios y estacionarios reciben el vapor de la primera hilera de alabes y lo dirigen a la segunda hilera. Como quiera que en las toberas tiene lugar una expansión completa, en el resto de la turbina existe una presión uniforme, de suerte que no hay tendencia a las fugas de vapor en las partes altas de los alabes, lo cual nos permite emplear grandes separaciones o huelgos entre los elementos fijos y móviles.

La velocidad de la turbina se controla por medio de un regulador de fuerza centrífuga instalado en el extremo del eje principal, y unido indirectamente a una válvula equilibrada, del tipo de estrangulación intercalada en la tubería alimentadora del vapor. El regulador tiene dos pesos montados sobre cuchillos de acero templado alojados en una caja giratoria. Un muelle que descansa sobre un manguito deslizante actúa sobre el regulador, de manera que cualquier cambio en la compresión del muelle se traduce en una variación de la velocidad de la turbina.

Las turbinas de este tipo pueden conectarse directamente, mediante un acoplamiento flexible, a las máquinas que giran a velocidades elevadas, tales como bombas centrífugas de gran presión, ventiladores y compresores centrífugos y generadores eléctricos.

Las turbinas de este tipo se construyen en tamaños hasta de 3000 HP, y generalmente trabajan sin condensador. Entre las turbinas y las máquinas que funcionan a velocidades inferiores a las de aquéllas, tales como molinos de papel, grandes bombas y ventiladores, y otras máquinas de velocidad moderada, se intercalan reductores de velocidad.

Otros tipos de turbinas que se mencionan son las siguientes:

Turbina sin condensador Worthington, que es una turbina con reductor equipada con un rodete de 406 mm de diámetro, y con un regulador del tipo de estrangulación y de accionamiento directo.

La turbina de vapor de acción Allis-Chalmers, serie WA. se conoce como turbina de tipo rentrante, debido a que el vapor vuelve a entrar en el único rodete después de abandonar la tobera. Esta operación se lleva a cabo colocando las toberas directamente en la línea con el borde del rotor. El vapor que sale de la tobera entra en huecos en forma de taza situados en el rotor y sufre una inversión de 180. Al emerger el vapor es dirigido para entrar de nuevo en el rotor por medio de unas placas en forma de espiral. Este proceso se repite hasta que la velocidad inicial desarrollada en la tobera queda absorbida y el vapor fluye relativamente sin fuerza al exterior a través de los orificios practicados en la envolvente. Las toberas van generalmente equipadas con válvulas reguladas a mano, lo cual permite utilizar el número de toberas más conveniente para cada carga con miras al rendimiento.

Esta clase de turbinas se emplea generalmente para accionar maquinaria auxiliar y trabajan sin condensador; el vapor de escape se utiliza para calefacción u otros fines.

### **L).-Turbinas de acción con condensador y de un solo cuerpo.**

Las turbinas de acción con condensador se construyen para potencias comprendidas entre 2000 y 7500 Kilowatios. Esta turbina se fabrica también sin condensador y para aplicaciones que requieren condensación con extracción automática. En el primer escalonamiento consiste en un rodete Curtis con dos escalonamientos de velocidad ; los restantes escalonamientos son de presión y velocidad simple.

Para reducir a un mínimo las pérdidas por estrangulación se emplean válvulas múltiples controladas hidráulicamente, las cuales regulan el caudal de vapor de acuerdo con la demanda de la carga. Como medida de seguridad para el caso de envalamamiento, un regulador independiente corta el paso del vapor cuando la máquina

adquiere una velocidad que excede del 10% a la velocidad de funcionamiento normal. Otros dispositivo de seguridad impide el acceso de vapor a la turbina en el caso de que la presión del aceite de engrase no sea la adecuada. El sistema de engrase consta de una bomba principal de aceite, una bomba auxiliar, un refrigerador y un depósito de aceite. Ambas bombas son del tipo de engranaje y se hallan sumergidas en el depósito . Una de ellas es accionada por el rotor de la turbina; la otra es movida por medio de una turbina de vapor, con controles automáticos para mantener una presión de aceite predeterminada.

### **M).-Turbina de reacción.**

En las turbinas de reacción teóricas la expansión del vapor tiene lugar en los alabes. Las turbinas designadas comúnmente como turbinas de reacción emplean los dos tipos principios fundamentales, es decir, de acción y de reacción. En la siguiente figura se representa esquemáticamente este tipo de turbina de reacción.

El vapor entra por la izquierda y atravieza un grupo de paletas fijas (estator) , en las cuales tiene lugar cierta caída de

presión. Al pasar por el grupo siguiente de paletas, las cuales son móviles, se produce una nueva caída de presión. La velocidad adquirida en las paletas fijas y, asimismo, la paletas del rotor, es absorbida por éstas. El chorro, con velocidad residual baja, es dirigido al segundo grupo de paletas fijas, con otra caída de presión, lo cual raras veces excede de  $0.21 \text{ Kg/cm}^2$ , y, a continuación, entra en el segundo rotor prácticamente a la misma velocidad que la de las paletas. En las paletas móviles tiene lugar una considerable expansión, y, debido a que la presión no es la misma sobre ambas caras de dichas paletas, la turbina se denomina de reacción. Un escalonamiento de turbina de reacción consta de un elemento fijo y otro móvil.

#### **N).-Turbinas con contra presión, extracción y baja presión.**

El nombre de turbina con contra presión se aplica a las que no tienen condensador y con el escape en comunicación con algún aparato utilizador de vapor trabajando a una presión más baja. Este tipo se puede emplear para aumentar la potencia de una central ya construida, y en este caso la unidad con contrapresión se denomina turbina superior o superpuesta. El vapor de escape de la turbina

superpuesta entra en alguna o todas las turbinas instaladas de menos presión.

Como ya se ha dicho este procedimiento permite aumentar la capacidad de una instalación determinada y, al mismo tiempo, disfrutar de la economía conseguida trabajando a alta presión.

Las turbinas que permiten sacar vapor (sangrado) en diferentes puntos se llaman turbinas de extracción. La siguiente figura representa una turbina construida para efectuar la extracción en dos puntos. En muchas industrias se necesita disponer de vapor a baja presión para los procesos de fabricación, tales como secado, destilación, etc. Para estas aplicaciones a esta temperatura está indicado el expandir el vapor parcialmente a una turbina, generando la máxima energía posible antes de enviarlo a los procesos de fabricación. Este sistema tiene grandes ventajas desde el punto de vista termodinámico, debido a que los procesos de fabricación sirven de condensador para la turbina, utilizando de esta manera la energía calórica que de otra suerte serviría para calentar el agua de refrigeración del condensador. El vapor condensado puede ser recuperado en forma de agua de alimentación de la caldera como en los condensadores de

superficie. La extracción automática se regula generalmente mediante una válvula del tipo de regilla.

Así como es posible extraer vapor de una turbina, también lo es añadirle vapor vivo y completar la expansión en el interior de la misma. Para evitar que en los últimos escalonamientos exista una concentración excesiva de humedad, se le puede inyectar vapor seco o recalentado procedente de la tubería principal de alimentación. Esta técnica depende el título inicial del vapor, de la cantidad extraída, de la carga de la turbina, y de la presión de escape. Se considera que el 15% de humedad en el vapor es la cantidad máxima admisible; una humedad excesiva corroe a los alabes.

Debido a que las turbinas pueden manipular grandes cantidades de vapor a bajas presiones con un rendimiento elevado, las denominamos turbinas de baja presión funcionan frecuentemente con vapor de entrada a la presión atmosférica; en ellas el vapor se expansiona hasta una presión absoluta en el condensador de 25 a 50 milímetros de mercurio.

## DIAGRAMA DEL CAPITULO IV

Figura 4.1.- Arreglo de turbinas de gran capacidad.

Figura 4.2.- Flujo de vapor de un turbogenerador.

Figura 4.3.- Partes principales de una turbina.

Figura 4.4.- Sistema de aceite del turbogenerador.

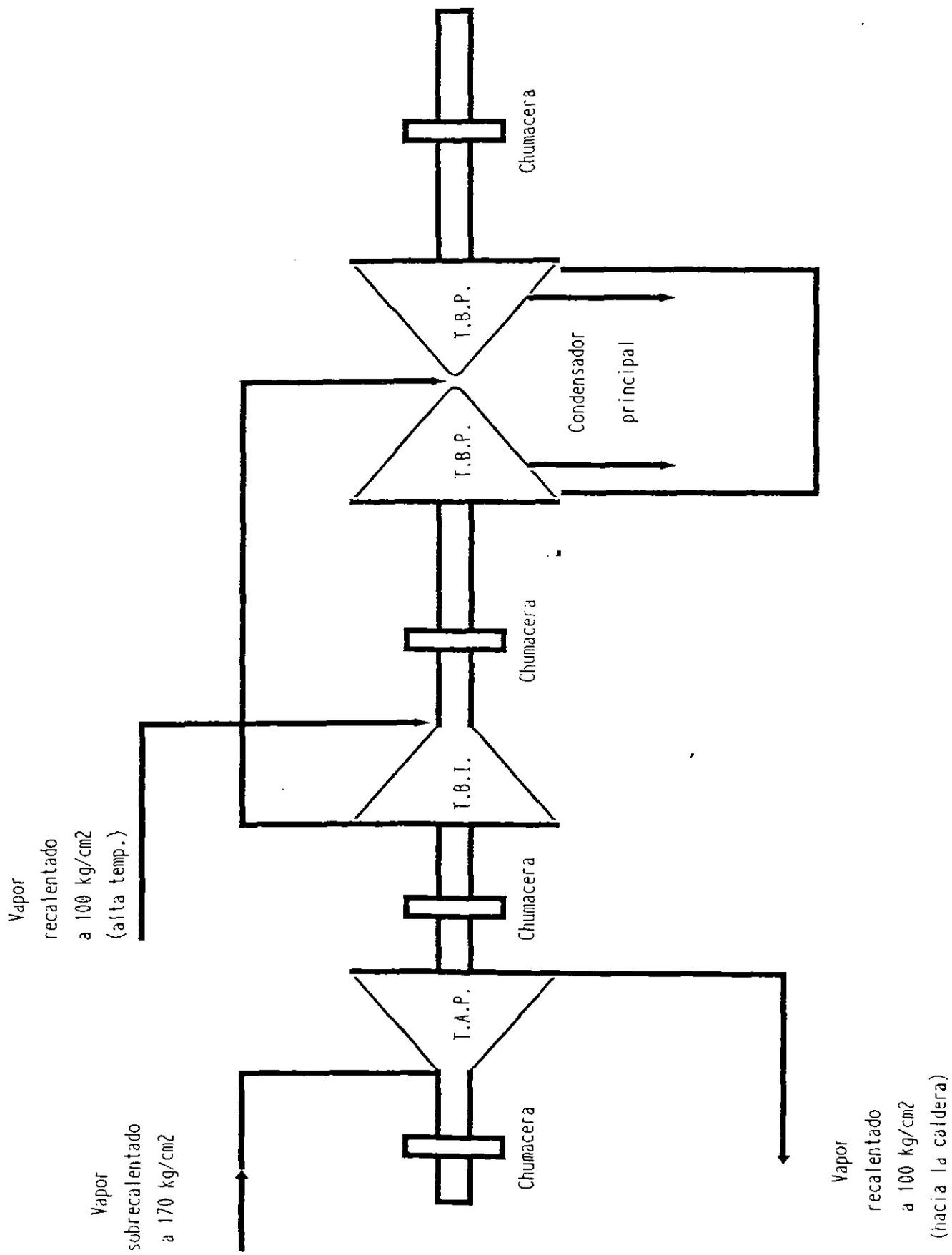
Figura 4.5.- Arreglo del vapor a sellos.

Figura 4.6.- Arreglo del condensador principal.

Figura 4.7.- Sistema de vacío del condensador principal.

Figura 4.8.- Extracciones de vapor.

Figura 4.1 Arreglo de turbinas de gran capacidad



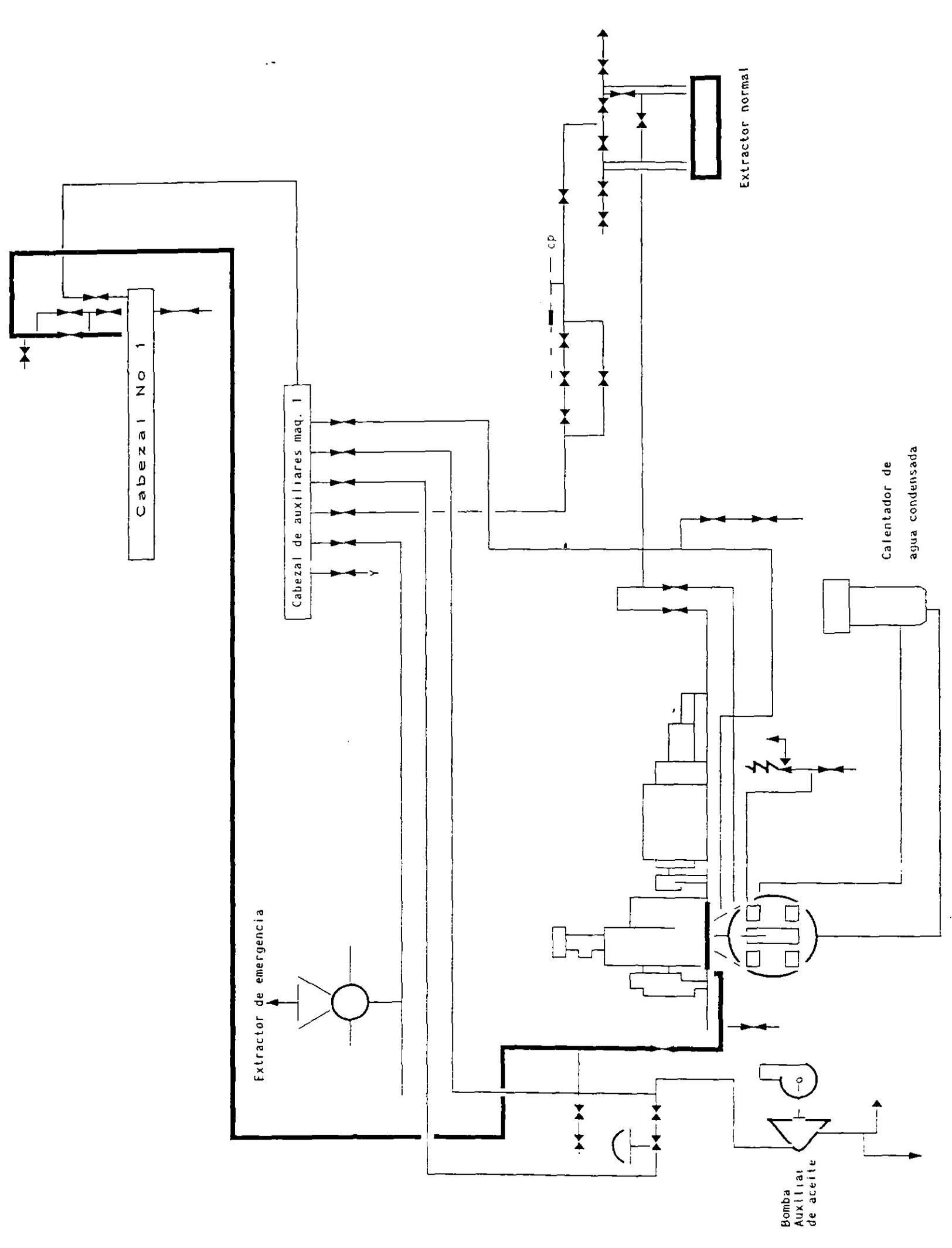


Figura 4.3 Partes principales de una turbina

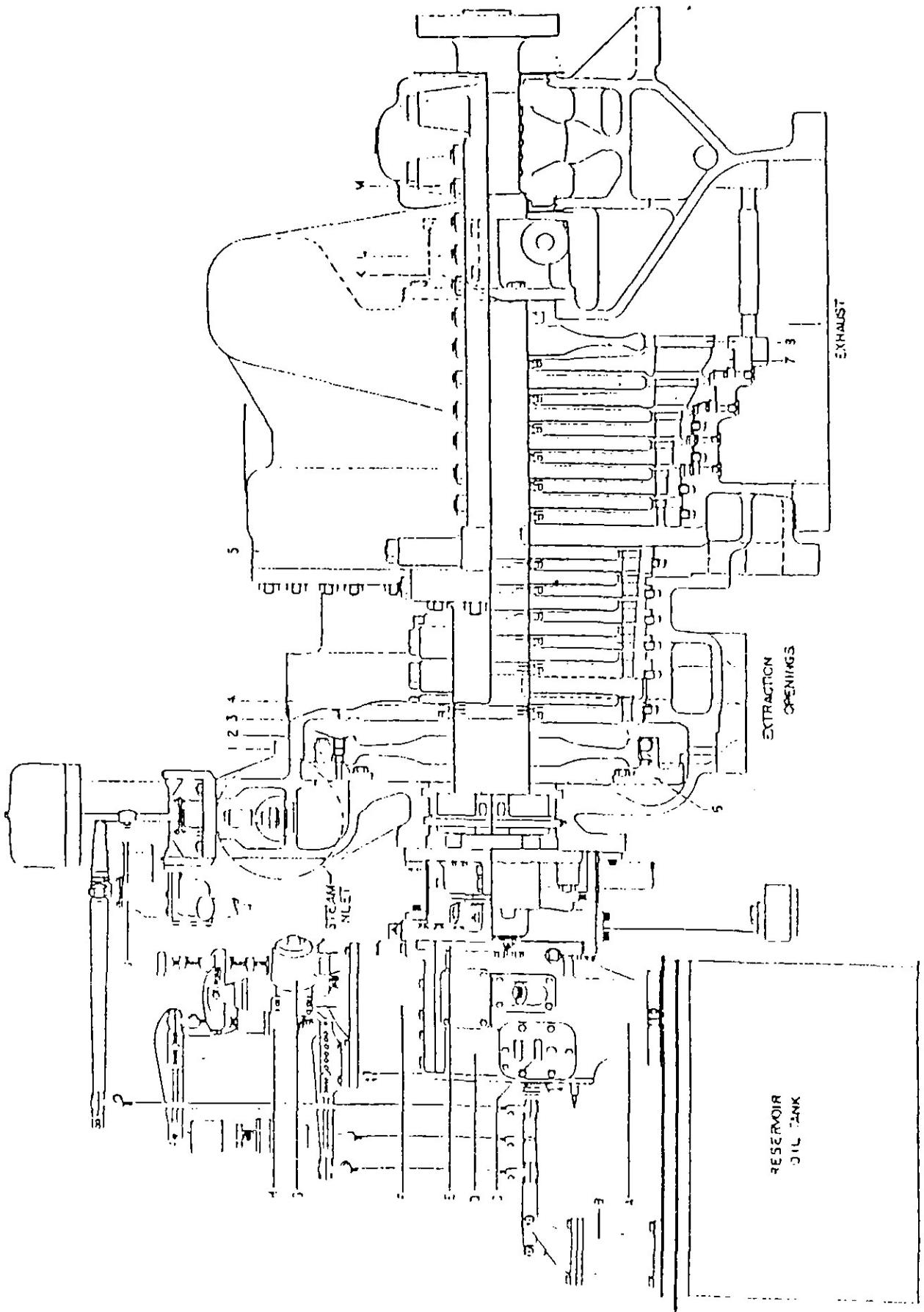


Figura 4.4 Sistema de aceite del turbogenerador

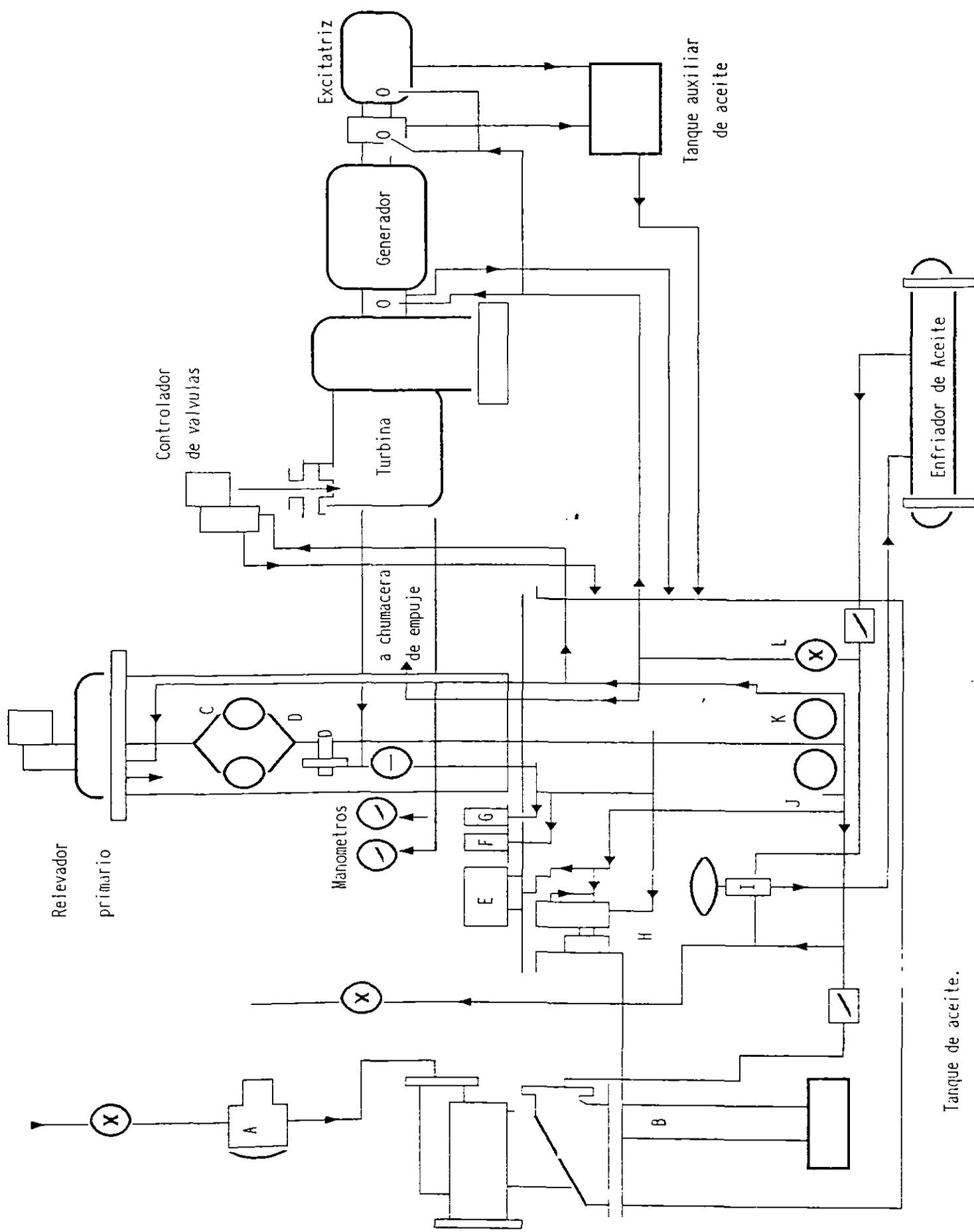


Figura 4.5 Arreglo de vapor a sellos

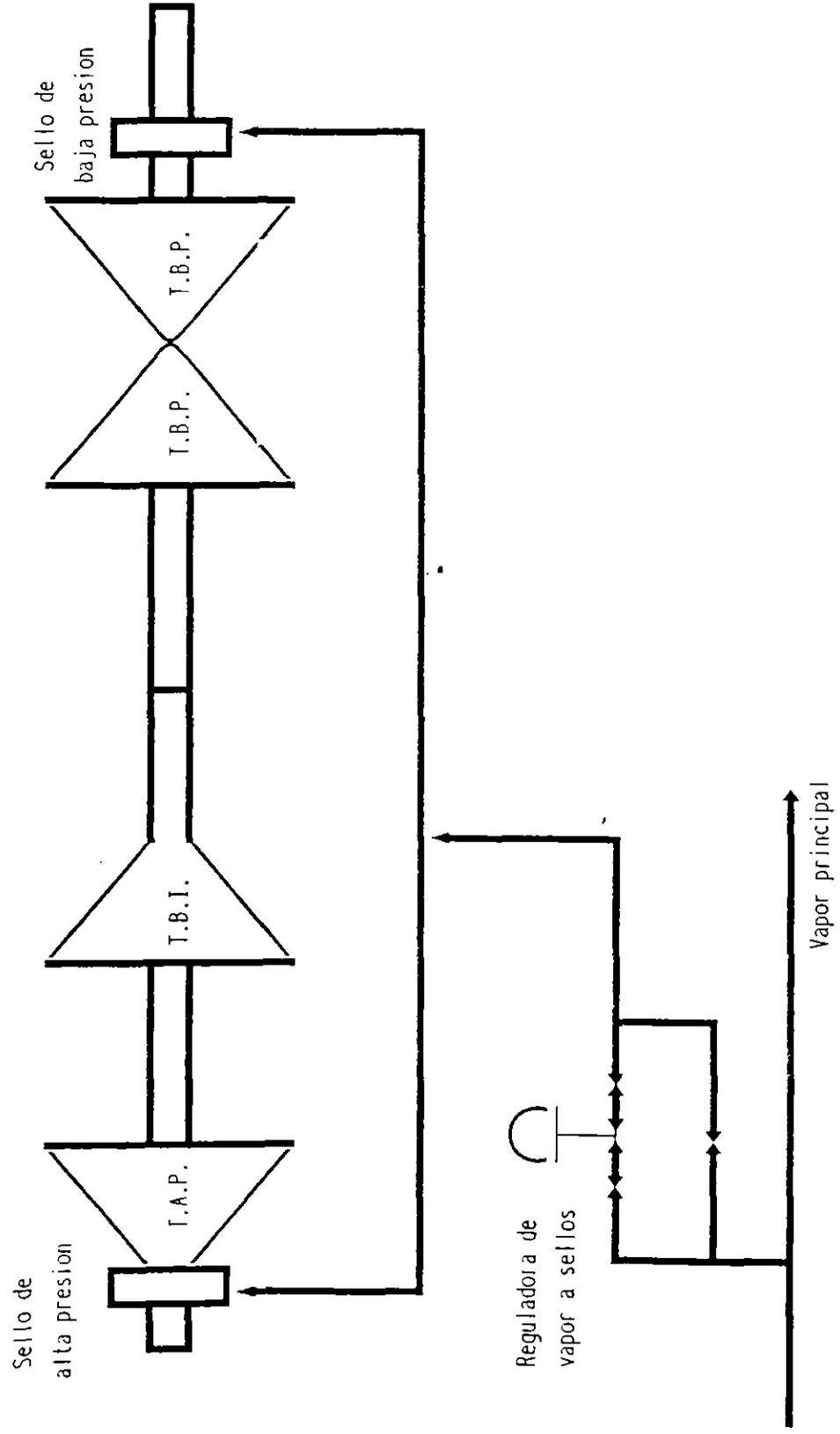


Figura 4.6 Arreglo del condensador principal

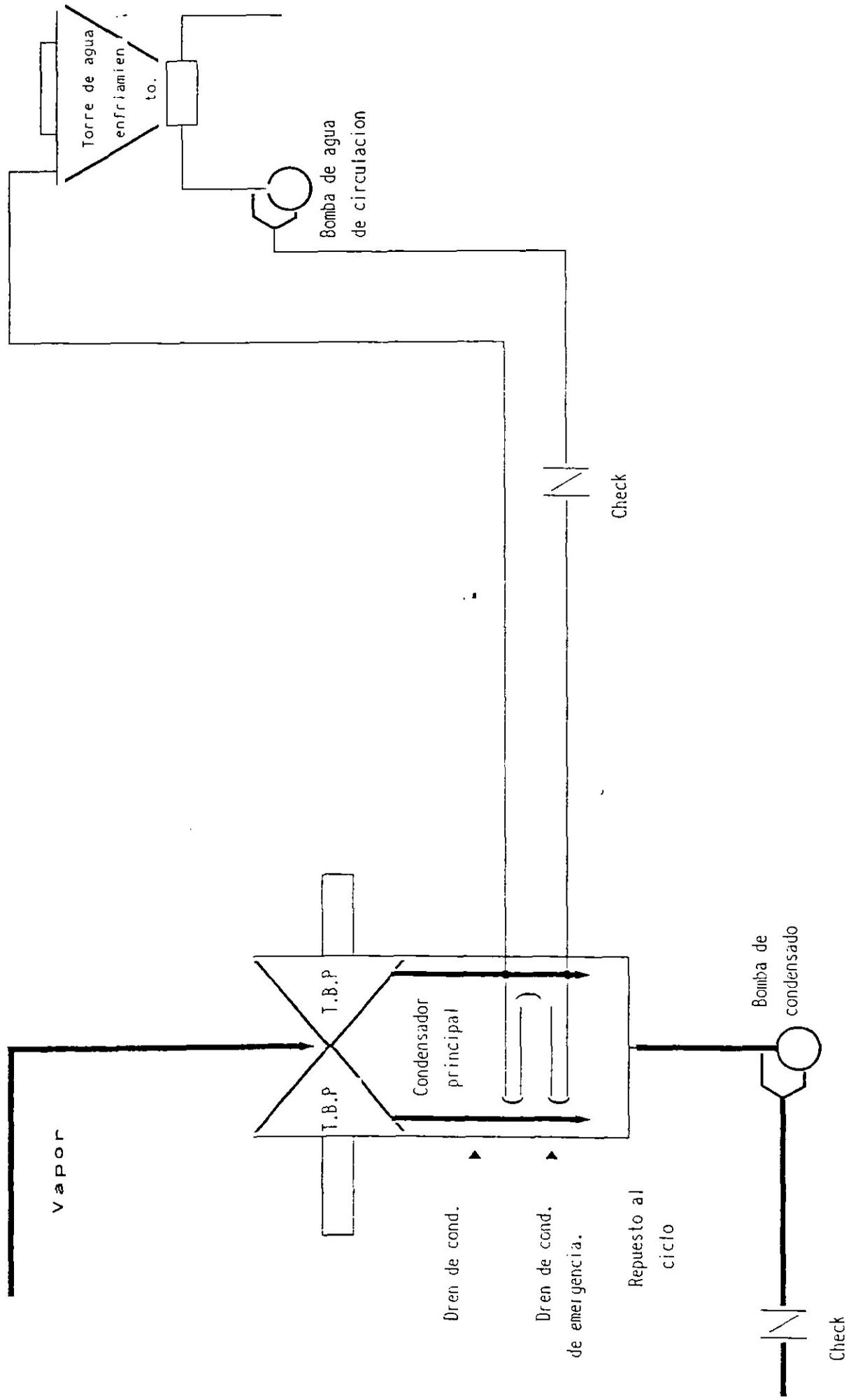


Figura 4.7. Sistema de vacío del condensador principal

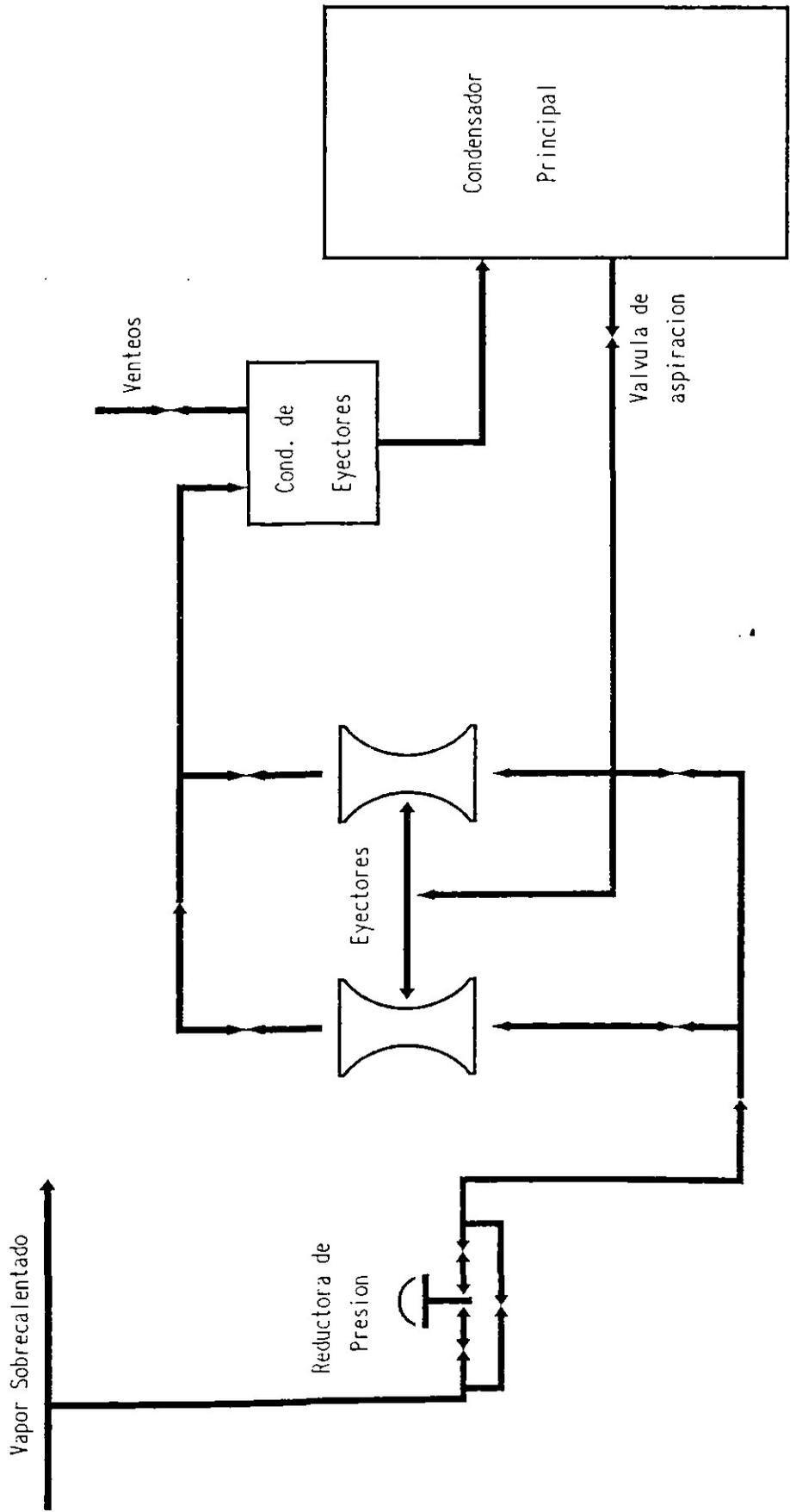
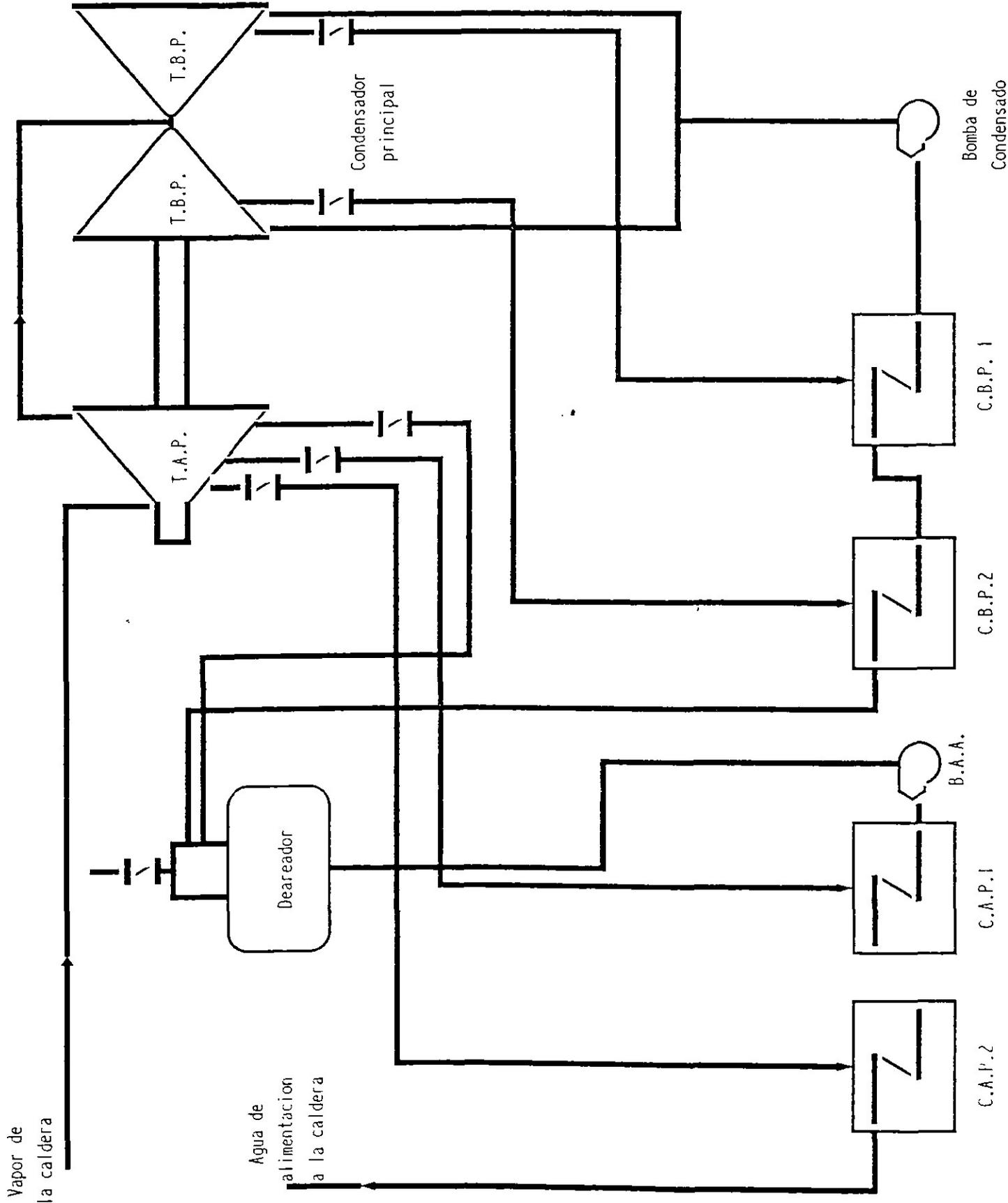


Figura 4.8 Extracciones de Vapor



## **VII.- GENERADORES DE CORRIENTE ALTERNA.**

### **A).- Descripción de un generador de corriente alterna (alternador)**

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

Un generador de C.A. está compuesto principalmente por un rotor y un estator su funcionamiento es bajo el principio de electromagnetismo; el rotor es alimentado de corriente directa através de anillos colectores formándose un electroimán creando un campo magnético atravesado por las bobinas del estator creando una fuerza electromotriz.

Los generadores de corriente alterna utilizados en centrales termoeléctricas generan 13,800 o 2000 volts y posteriormente este voltaje es elevado por medio de un transformador de potencia para llevarla a los centros de consumo en donde ese voltaje es disminuido mediante otro transformador.

La corriente directa que se le proporciona al generador es producida por un mecanismo motriz llamado excitatriz, acoplado directamente a la flecha del turbogenerador o bien por una excitatriz

estatica que consiste en un grupo de rectificadores alimentados por un transformador de excitacion de C.A.

El estator de los generadores de corriente alterna sufren 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 7 veces más conductor térmico que el aire, el problema que se tiene es el manejo del hidrógeno, debido a su altaexplosividad, su operación es delicada por lo que se tienen sistemas de sellado para evitar mezclas de aire-hidrógeno.

### **B).- Sistema de enfriamiento de un generador de C.A.**

Como se dijo anteriormente los primeros generadores se enfriaban por aire posteriormente cuando fue aumentando la capacidad de los mismos se empezó a utilizar el hidrógeno como medio de enfriamiento.

El hidrógeno se suministra a la planta por medio de cilindros con una presión aproximadamente de 120 KG/CM<sup>2</sup>. dicho cilindro es conectado por medio de un cabezal haciéndose pasar por una estación reductora obteniendo la presión requerida (de 2 a 3 KG/CM<sup>2</sup>) en el interior del generador.

En el inicio cuando se va a poner en servicio el generador como el interior del mismo está con volumen determinado de aire, es necesario barrerlo con CO<sub>2</sub> y posteriormente suministrarle el hidrógeno para evitar que se mezcle con aire ya que una mezcla de 25% de aire con 75% H<sub>2</sub> se vuelve explosiva para tal efecto con un equipo de medición de pureza de hidrógeno.

El hidrógeno se calienta y por ello es necesario enfriarlo utilizándose unos intercambiadores de calor por donde se pasa el agua procedente de una torre de enfriamiento.

#### **C).- Sistema de aceite de sellos.**

Para evitar fugas de hidrógeno o entradas de aire a la parte interior del generador de C.A. se utiliza un sistema de sellado por medio de aceite derivado del sistema de sellado por medio de aceite derivado del sistema de lubricación del turbogenerador dicho sistema está compuesto de dos bombas una de C.D. y otra de C.A., una válvula reguladora y filtros manteniendo una presión diferencial entre el aceite de sellos y el hidrógeno de 0.45 KG/CM<sup>2</sup>.

#### **D).- Sistema de excitación del generador de C.A.**

Este sistema se encarga de suministrarle corriente directa al generador para formar el electroimán y crear el campo magnético.

Algunos turbogeneradores llevan en su extremo acoplado un generador de corriente directa o excitante, otros tienen un sistema de excitación estática, es decir por medio de un transformador de excitación se alimenta de C.A. a unos rectificadores y la salida de éstos se alimenta de C.D. los anillos colectores del alternador.

### **E).- Protecciones del generador de C.A.**

El equipo turbina-generador-excitatriz, cuenta con diversos dispositivos de protección, los cuales solo sacan de la línea a la máquina o la botan completamente así como también cuenta con diversas alarmas para los equipos auxiliares. De los dispositivos con que cuentan estas máquinas están los relevadores de protección y los reactores así como las manijas y dispositivos de emergencia que se operan manualmente. A continuación se mencionan los dispositivos.

*1.- Reactor.-* estos reactores son reactancias limitadoras de protección de corriente por fase, de núcleo de aire para circuito de 13.8 Kv., son bobinas conectadas en serie, el cual uno de sus extremos está conectada a tierra y el otro al neutro de la conexión en estrella de los generadores (donde se conectan los tres sistemas de los devanados), sirve para proteger a los generadores contra cortos circuitos impidiendo que estos

se dañen, ya que cuando ocurre este problema, la corriente de corto circuito a tierra que pasa del reactor al generador sera limitada a un valor minimo, para que funcionen los relevadores de proteccion a tierra.

2.- *Relevador Diferencial Tipo C.A.*- estos relevadores con una sensibilidad del 10% operan ademas del disparo del interruptor principal, el disparo del interruptor de excitacion y el disparo de la valvula principal de vapor de la turbina.

3.- *Relevador de Sobrecorriente Tipo COV.*- estos relevadores estan conectados para operar unicamente el disparo del interruptor principal del generador.

4.- *Disparo de Emergencia por Sobrevelocidad.*- esta localizado en el extremo de la flecha, en el lado de alta presion, este disparo sirve para cerrar la admision de vapor a la turbina cuando esta por alguna razon llegue a una velocidad que sobrepase la velocidad normal (3600 R.P.M.), en un 10% esto es 3960 R.P.M.; este disparo opera mecanicamente cerrando completamente la valvula principal de vapor.

5.- *Manija de Disparo en el Banco de Auxiliares.*- esta manija cierra la valvula principal de vapor a la turbina y esta dispara al interruptor del generador.

6.- *Disparo de Emergencia.*- Ubicado en la cabeza de la turbina trabaja de la misma manera que el anterior y es operado manualmente.

7.- *Manija en el Tablero de la Maquina.*- esta manija saca fuera de la linea al turbogenerador sin botar la turbina.

**F).- Partes del Generador:**

- 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 portacarbonos.
- 11.- Guia 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.

# DIAGRAMA DEL CAPITULO V

Figura 5.1.- Generador de C.A.

Figura 5.2.- Excitatriz de un generador de C.A.

Figura 5.3.- Diagrama unifilar de un generador y sus componentes.

Figura 5.1 Generador de C. A.

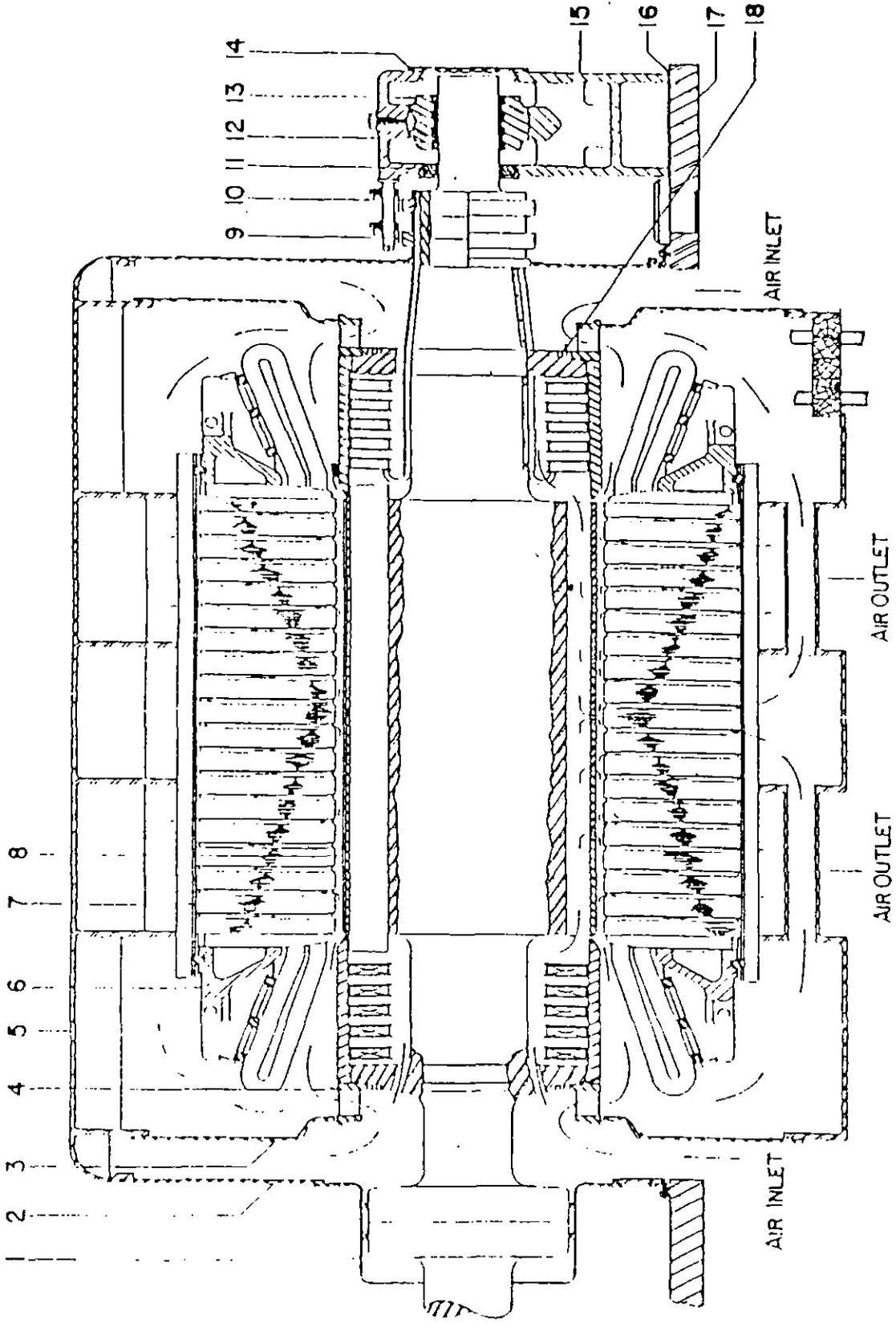
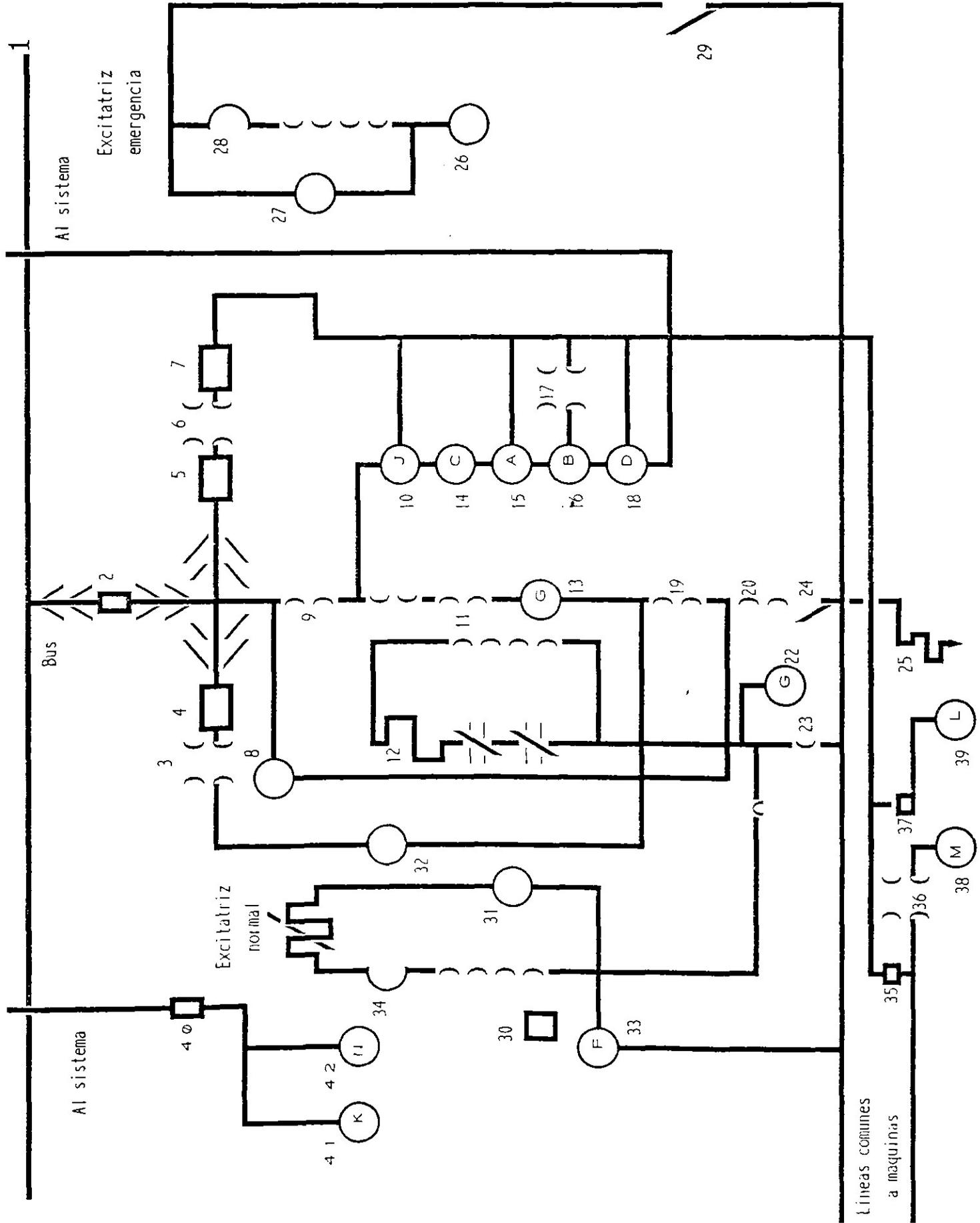


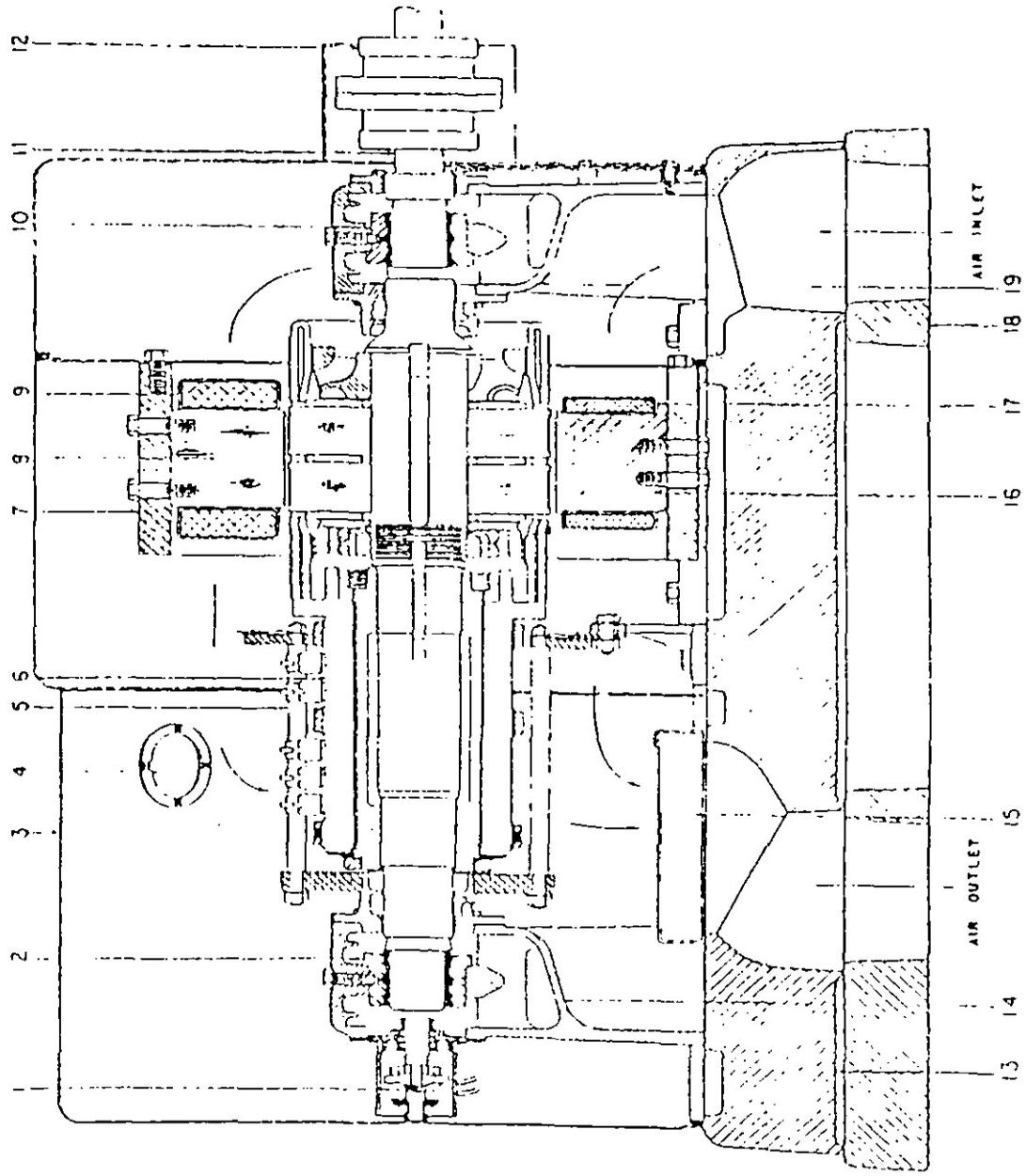
Figura 5.3 Diagrama unifilar de un generador



## **PARTES DE LA EXCITATRIZ**

1. Tacometro.
2. Chumacera lado conmutador.
3. Carcasa interior de aire de enfriamiento.
4. Cubierta de la excitatriz.
5. Anillos de escobillas o porta carbones.
6. Conmutador.
7. Estructura magnética.
8. Parte principal del polo.
9. Bobina principal del campo.
10. Chumacera lado cople.
11. Flecha y armadura completa.
12. Acoplamiento flexible hacia el generador.
13. Base.
14. Pedestal de chumacera y conmutador.
15. Filtro.
16. Parte del polo del conmutador.
17. Bobina del campo del conmutador.
18. Asiento de placa de acero.
19. Pedestal de chumacera y cople.

Figura 5.2 Excitatriz de un generador de C. A.



## **VIII.- SUMINISTRO DE AGUA A LA CENTRAL.**

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

### **A).-Procedencia del agua:**

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 suministrada a las calderas procede de pozos profundos y en las grandes ciudades se utilizan para el enfriamiento de los equipos las aguas negras tratadas procedente de la descarga de industrias, talleres, hogares y hospitales. Dicha agua se le quita los sólidos en concentración y se les normaliza su acidez o

alcalinidad se almacena en unos tanques de gran capacidad para de ahí suministrar el repuesto a torres de enfriamiento.

El agua que se utiliza en las calderas que viene de pozos profundos en pasada através de un equipo de osmosis inversa donde se le disminuye los sólidos en concentración como sin calcio, magnesio, sílice y otros después pasa a una planta desmineralizadora compuesta por una unidad aniónica, unidad catiónica que permite mantener el P.H. (grado de acidez y alcalinidad) que permita mantener en condiciones óptimas las tuberías de todo el sistema.

Una vez que el agua ha sido tratada se almacena en los tanques de agua tratada de donde se alimentan los tanques de agua repuesta al ciclo.

# DIAGRAMA DEL CAPITULO VII

Figura 7.1.- Suministro de agua á la central

Figura 7.2.- Sistema de agua negra tratada.

Figura 7.3.- Sistema de agua de alimentación

Figura 7.4.- Diagrama de agua de enfriamiento.

Figura 7.1 Suministro de agua a la central

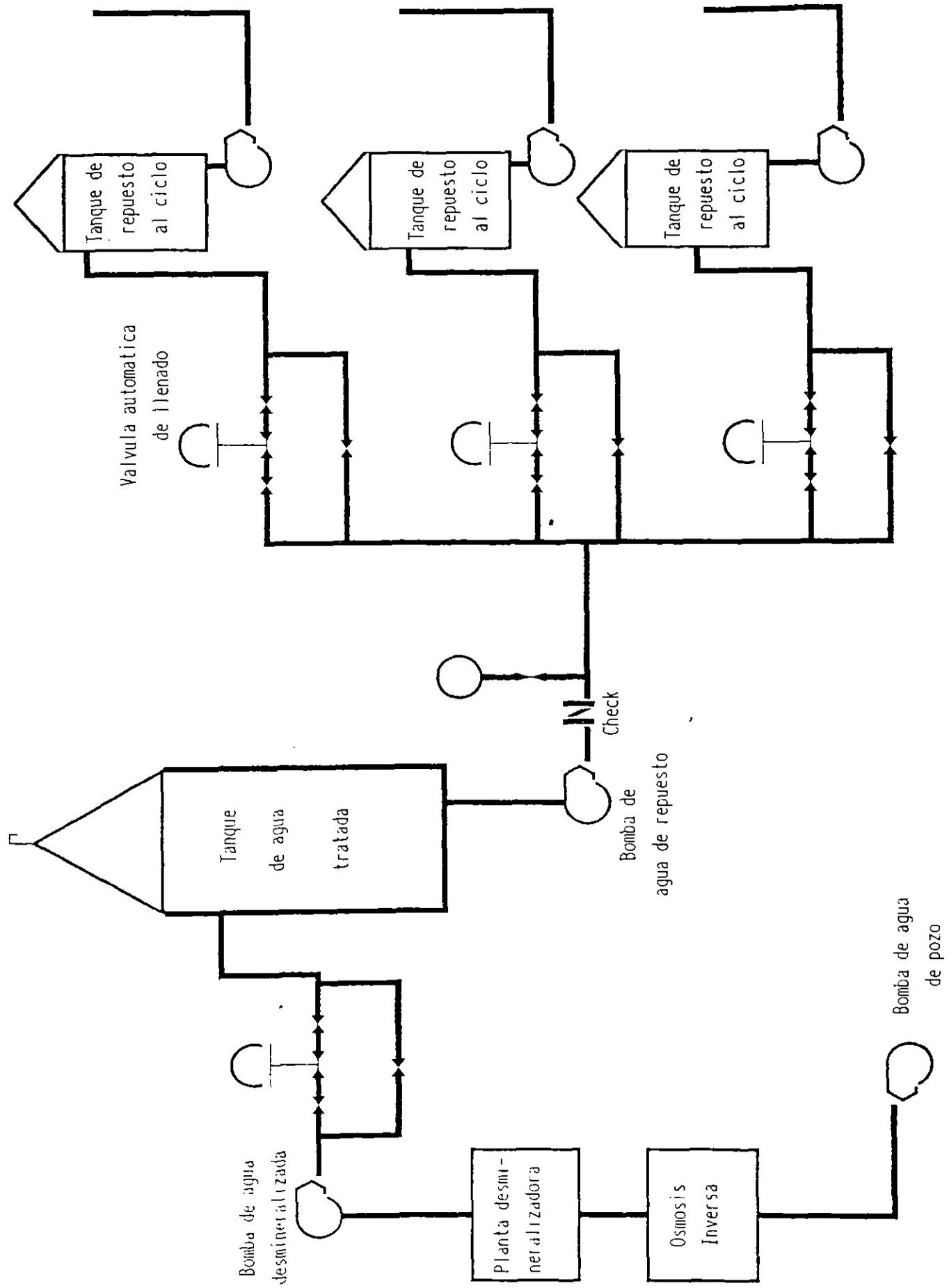


Figura 7.2 Sistema de agua negra tratada

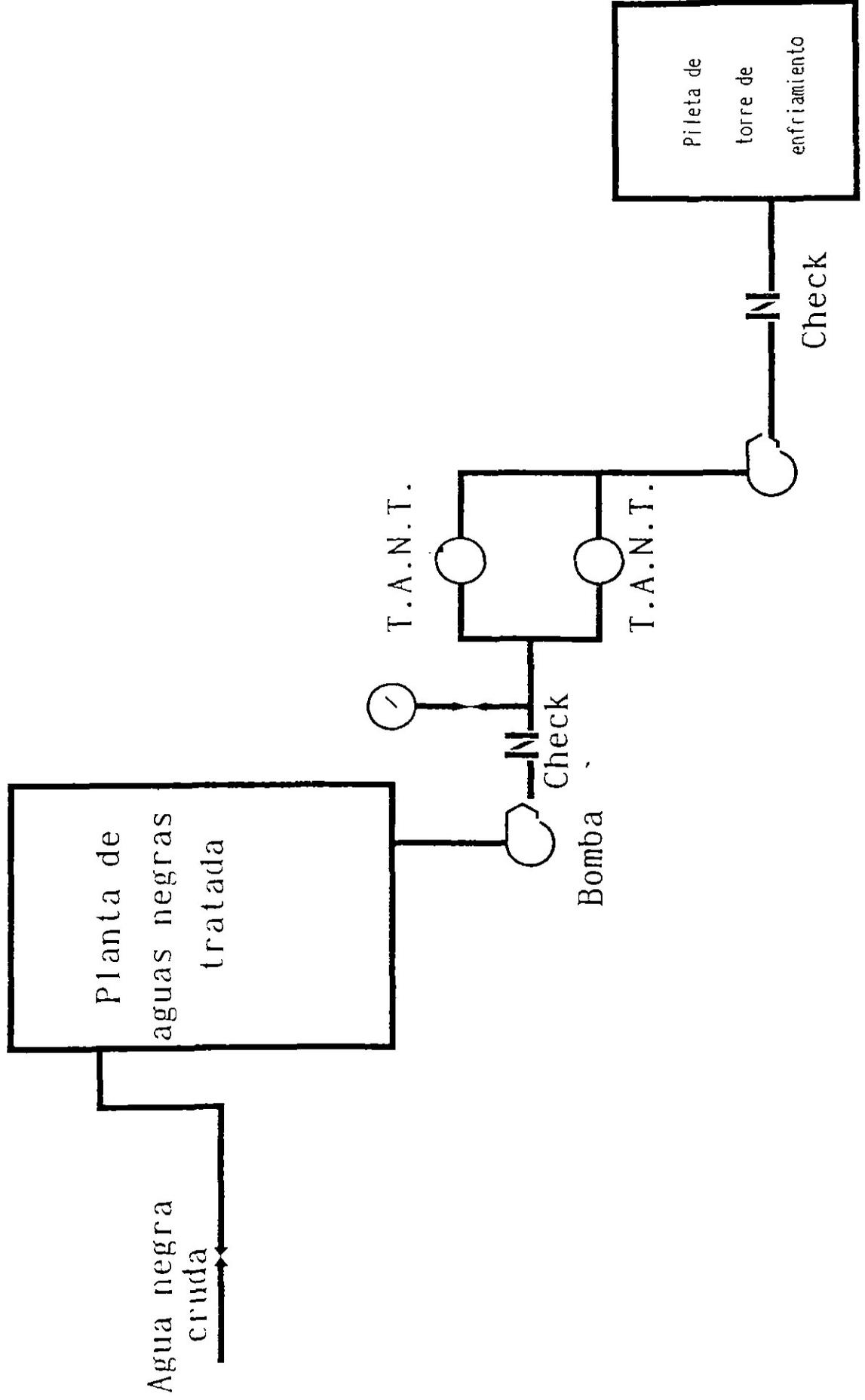


Figura 7.3 Sistema de agua de alimentacion.

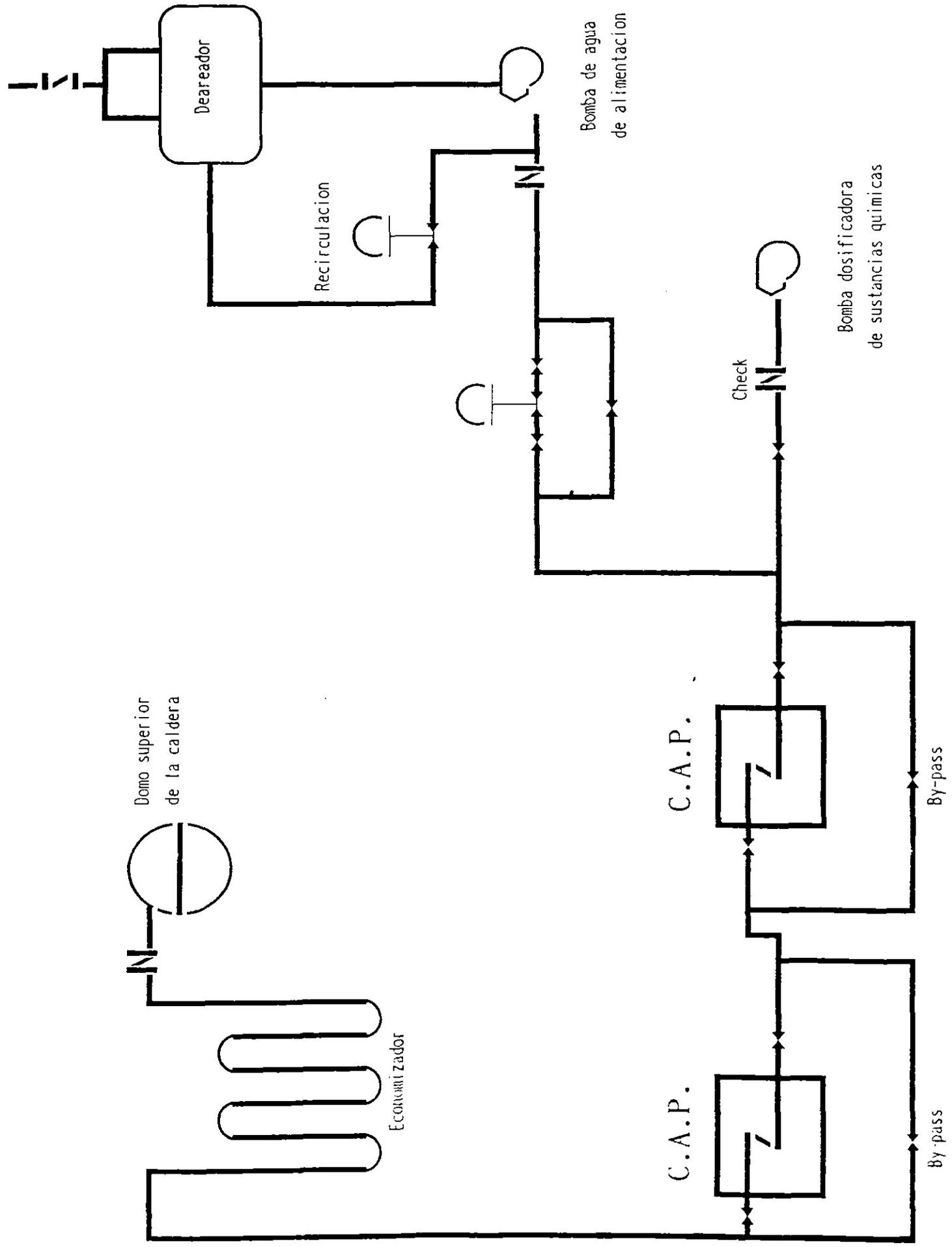
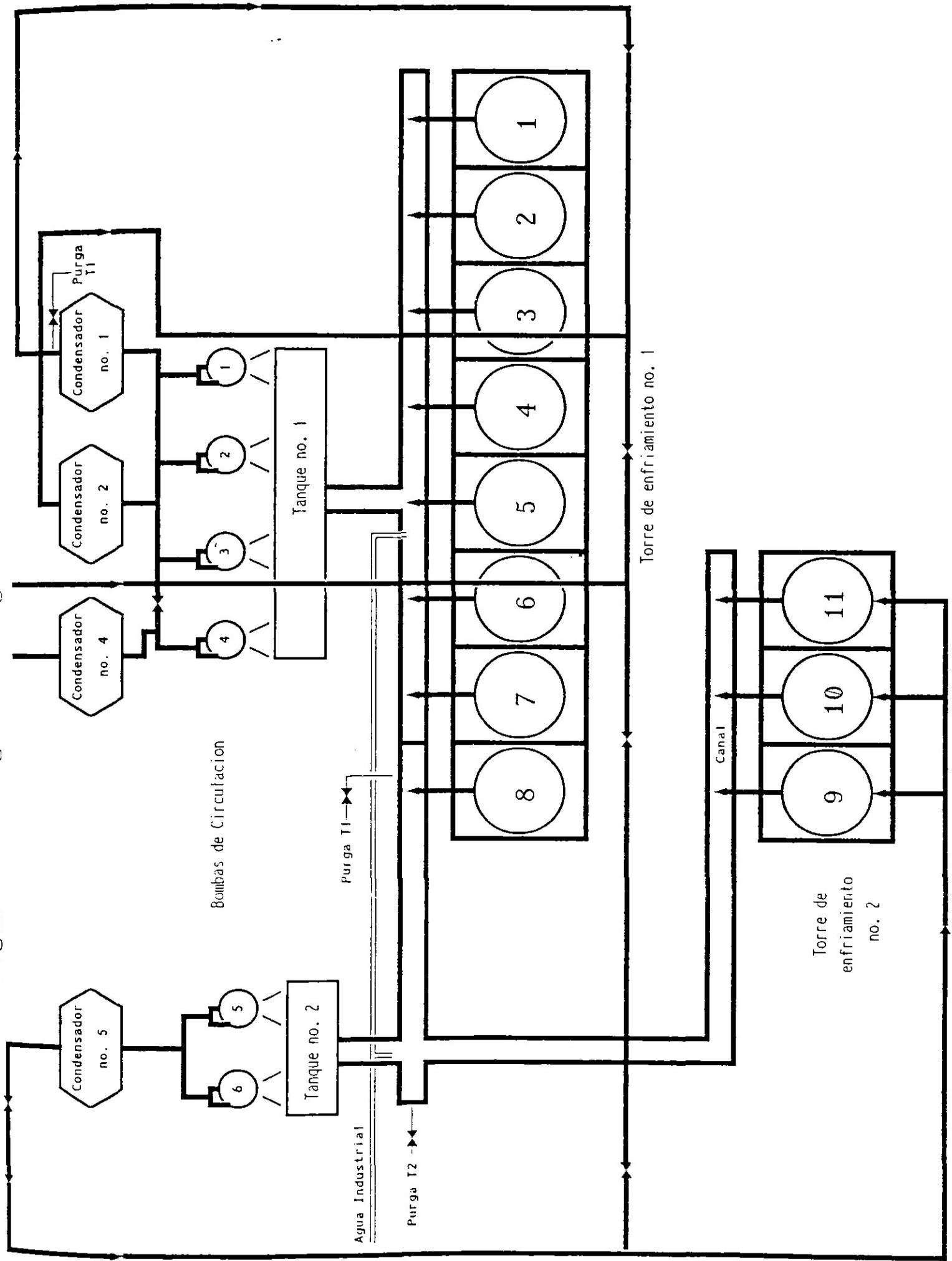


Figura 7.4 Diagrama de agua de enfriamiento



## **IX.- SISTEMA DE CONDENSADO.**

El sistema de condensado se inicia en el pozo caliente del condensador principal donde se instala la succión de la bomba de condensado la cual descarga el agua através de sellos y condensador de eyectores posteriormente pasa por los calentadores de agua de alimentación donde el agua es calentada por medio de vapor de la extracciones de la turbina, primero pasa por los calentadores de baja presión hasta llegar al deareador, a partir del deareador se inicia el sistema de agua de alimentación antes descrito.

El sistema de agua de alimentacion es el encargado de mantener el nivel correcto de operacion de agua en la caldera, para tal efecto la bomba de agua de alimentacion succiona el fluido del deareador el cual es un intercambiador de contacto directo donde el agua es calentada por medio de vapor de la caldera o bien vapor de una extraccion de la turbina.

El deareador cumple con dos funciones sirve como calentador de agua y a la vez expulsa los gases que pueden dañar la tubería del sistema.

Continuando con el sistema de la bomba, descarga el agua haciendola pasar por una reguladora de flujo de agua de alimentacion y

por unos calentadores que aprovechan el vapor de las extracciones de turbina, posteriormente el flujo de agua hacia el domo de la caldera puede ser regulado con la valvula anterior o bien algunas bombas tienen integrado un variador de velocidad lo cual permite variar el flujo de agua.

En el domo superior de la caldera se tiene un indicador de nivel y un controlador de nivel quien manda la señal a la valvula reguladora para que permita el flujo requerido en el generador de vapor, por lo general el sistema cuenta con dos bombas una en operacion y la otra en automatico para que entre en servicio en caso de ser necesario. En la Fig. 7.3, se muestra el sistema de agua utilizado en la mayoria de las centrales termoelectricas.

## **X.- SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO.**

El sistema de agua de enfriamiento es el que se encarga de suministrar el agua que sirve para bajar la temperatura a los niveles requeridos para una buena operación y su objetivo principal es ayudar a condensar el vapor que ya trabajó en la turbina para que ésta agua sea utilizada para reponer la caldera por tal motivo se cuenta con una torre de enfriamiento unas bombas de agua de circulación encargadas de mandar el agua fría desde la pileta de la torre hasta el condensador principal y los diferentes equipos enfriadores el agua regresa a la parte superior de la torre de enfriamiento donde es distribuida por medio de un cabezal que descarga en una toderas cayendo el agua en forma de lluvia y en contracorriente unos abanicos inducen el aire haciendo este que el agua se enfríe.

## **XI.- SUBESTACION ELECTRICA.**

La subestación es un conjunto de dispositivos eléctricos que se encargan de recibir la electricidad generada aumentar su voltaje o reducirlo, así como dispositivos que interrumpen la energía en caso necesario como son interruptores cuchillas, reveladores de protección, etc, distribuirla através de unas barras colectoras o (buses) y conectarla con las líneas de transmisión que serán las encargadas de llevar la electricidad hasta los centros de consumo.

## **XII.- SISTEMA DE LUBRICACION.-**

### **A).-Introduccion.**

El funcionamiento correcto y confiable del sistema de aceite de lubricación del turbogruppo está garantizado por la operación segura del sistema de bombeo y acondicionamiento de aceite.

El aceite del turbo grupo es de origen mineral el cual además de cumplir con su función principal de lubricar a las ocho chumaceras y al reductor del tornaflecha, realizada otras funciones las cuales son:

- Refrigerar las partes lubricadas.
- Impedir la formación de herrumbre.
- Arrastrar las partículas extrañas.

Para que el aceite proporcione un servicio satisfactorio, deberá conservarse perfectamente limpio y mantener la viscosidad apropiada (la viscosidad disminuye al aumentar su temperatura), por lo cual, el sistema cuenta con una unidad acondicionadora que, constantemente está filtrando y precipitando el aceite, además de esto, se cuenta con dos

enfriadores de aceite los cuales mantienen su temperatura al valor requerido.

En el diseño del sistema de aceite de lubricación se ha prestado especial atención a las disposiciones que reducen a un mínimo las posibilidades de incendio.

### **B).-Tanque principal de aceite de lubricacion.**

El tanque principal contiene el volumen necesario de aceite para el funcionamiento de los sistemas de control y de lubricación, siendo su capacidad de 24,000 litros. En la parte superior del tanque se encuentran montados los motores de la bomba auxiliar de aceite, la bomba del tornaflecha, la bomba de emergencia de C.D. y del extractor de vapores de aceite. En el interior del tanque se tiene un par de eyectores de aceite, un filtro, que recibe el retorno del aceite que lubricó a las chumaceras y al tornaflecha, y las bombas auxiliar, tornaflecha y de emergencia de C.D.

Las líneas de aceite que llegan al tanque principal son las siguientes:

- Retorno del acondicionador.
- Dren del extractor del mismo tanque.

- Venteo lado aceite de cada enfriador.
- Línea salida del enfriador aceite a chumaceras.
- Retorno de aceite lubricante de chumaceras.
- Línea descarga de bomba principal de aceite.

Las líneas de aceite que salen del tanque principal son las siguientes:

- Línea de succión del extractor de vapores de aceite.
- Línea de respaldo a la unidad de sellos de aceite de alta presión.
- Línea de respaldo a la unidad de sellos de aceite de baja presión.
- Línea de aceite de lubricación a enfriadores.
- Línea al sistema de control de aceite A.P.
- Línea de succión a bomba principal de aceite.
- Derrame de nivel de aceite al acondicionador.

Una de las funciones del extractor de vapor de aceite del tanque principal es mantener un pequeño vacío para evitar la fuga de vapores de aceite hacia los sellos del rotor y ventear hidrógeno que se pudiera mezclar con el aceite.

### **C).-Acondicionador de aceite.**

En este equipo es una unidad provista para la continua filtración y acondicionamiento del aceite del turbogenerador.

Consiste, en primer término, de un compartimiento de precipitación compuesto por charolas y rejillas, que efectúan la separación del agua del aceite; un compartimiento equipado con bolsas de filtración las cuales detienen las partículas sólidas, y en último término, cuenta con un filtro a presión que es removible para hacerle limpieza. Cuando se satura se pasa el aceite por el desvío del filtro de la línea que retorna el aceite purificado al tanque principal. La línea de derrame del nivel de aceite del tanque principal al tanque purificador tiene una mirilla por la cual se puede observar el paso de aceite para verificar, así, físicamente el flujo. El flujo de este aceite se regula con la válvula del flotador.

El extractor del tanque purificador sustrae y desaloja los vapores de aceite a la atmósfera, formando así, un ligero vacío en la parte superior.

La bomba de circulación del depósito del acondicionador proporciona al aceite la presión necesaria para pasarlo a través del filtro y para retornarlo al tanque principal.

Esta bomba arranca y para automáticamente cuando se tiene alto y bajo nivel respectivamente en el depósito de aceite.

La unidad acondicionadora tiene una tobera para el derrame y expulsión del agua en el compartimiento de precipitación.

El sistema de purificación del aceite se encuentran las secciones del sistema que son: purificador, precipitador y tanque de almacenamiento.

#### **D).-Bomba principal de aceite.**

El ordenamiento del impulsor de la bomba principal de aceite y del impulsor de aceite del gobernador, localizados en el eje corto de la turbina de alta presión.

El impulsor de la izquierda es de la bomba principal de aceite. Esta es del tipo centrífugo convencional y descarga a una presión de 2.0 a 2.5 Mpa aproximadamente y con una capacidad de 4,500 litros por minuto a una velocidad normal de 3600 R.P.M., con una presión de succión de 70 a 300 Kpa

aproximadamente. Este impulsor no es autocebable. Mientras la unidad está en operación a velocidad nominal, la succión de la bomba principal de aceite es suministrada por un eyector que utiliza aceite de alta presión del impulsor de la misma bomba principal. Durante los arranques, la succión de este impulsor es alimentado por la bomba auxiliar de aceite (impulsor de baja presión).

El impulsor del gobernador, esta formado de un cuerpo hueco cilindrico con una serie de tubos insertados radialmente.

#### **E).-Bomba auxiliar de aceite de c.a.**

La bomba de aceite auxiliar tipo centrífugo, de eje vertical e impulsada por motor eléctrico de C.A., la cual se usa para suministrar los requerimientos de aceite de control de alta presión y de aceite de lubricación a cojinetes y tornaflecha durante los periodos de arranque y paro del turbogenerador, cuando la presión de descarga de la bomba principal de aceite es demasiado baja.

La bomba auxiliar de aceite entra automáticamente en servicio, si la presión de aceite de lubricación cae abajo de 78 Kpa, valor al que está ajustado su interruptor de presión.

El motor de esta bomba está montado sobre el tanque principal de aceite, encontrándose sus impulsores de alta y baja presión inmersos en el nivel mínimo de aceite. Este arreglo asegura un cabezal de succión positiva y elimina la necesidad de cebadura de la bomba. El impulsor de alta presión tiene una capacidad de 1350 L.P.M., y el de baja presión es de 2780 L.P.M. La potencia del motor es de 160 KW.

#### **F).-Bomba de tornaflecha.**

La bomba de aceite tornaflecha de tipo centrífugo, de eje vertical e impulsada por motor eléctrico de C.A., la cual se utiliza para suministrar el aceite al sistema de lubricación cuando la turbina está en tornaflecha o durante los periodos de arranque y paro del turbogenerador.

Esta bomba también arranca en automático si la presión de aceite en el sistema de lubricación cae abajo de 68 Kpa, valor al cual está ajustado su interruptor de presión.

El motor de esta bomba está montado sobre el tanque principal de aceite, encontrándose su impulsor inmerso en el nivel mínimo de aceite. Este arreglo garantiza un cabezal de succión positiva y elimina la necesidad de cebadura de la

bomba. Esta bomba suministra un flujo de 2,710 L.P.M., y el motor tiene una potencia de 22 KW.

### **G).-Bomba de emergencia de c.d.**

La bomba de aceite de emergencia que es del tipo centrífugo, de eje vertical e impulsada por el motor eléctrico de.D., que se utiliza para suministrar aceite al sistema de lubricación en una emergencia, cuando la presión de aceite de lubricación cae abajo de 58 Kpa debido a que la bomba auxiliar y tornaflecha fallaron para arrancar.

La bomba de emergencia entra en servicio automáticamente por señales de baja presión de lubricación, señal que es detectada por el interruptor de presión de dicha bomba.

En caso de falla de la corriente alterna, la bomba de emergencia puede proteger la turbina contra daños en los cojinetes gracias a que está impulsada por un motor de corriente directa el cual se alimenta del bus de 125 Volts de C.D.

El motor de esta bomba está montado sobre el tanque principal de aceite, encontrándose su impulsor inmerso en el nivel mínimo de aceite. Este arreglo asegura un cabezal de succión positiva y elimina la necesidad de cebar la bomba. Esta bomba suministra un flujo de 2,710 L.P.M., y el motor tiene

una potencia de 22 KW. Esta bomba es idéntica a la bomba de tornaflecha, la diferencia se tiene únicamente en el motor que es de C.D.

#### **H).-Enfriadores de aceite.**

Los enfriadores de aceite según, son del tipo de superficie (de cubierta de tubos), diseñados, cada uno para el 100% de capacidad y para montaje en posición vertical, encontrándose a un lado del tanque principal de aceite.

Los circuitos de aceite están conectados con válvulas dobles (duplex), tipo macho en paralelo, las cuales permiten sacar un enfriador o utilizarlos en paralelo, manteniendo la temperatura del aceite dentro de su valor de operación.

El aceite de lubricación fluye dentro del enfriador haciendo un recorrido de un paso, por el lado exterior de los tubos de enfriamiento y a todo lo largo, pasando por varios deflectores para aumentar el intercambio de calor. El número de deflectores es determinado por : La caída permisible de presión, la cantidad del aceite manejado, la viscosidad del mismo, el número de tubos y el tamaño y longitud de la cubierta. Por el lado de aceite, en la parte superior del enfriador, se tiene un venteo con mirilla, el cual sirve para expulsar el aire del aceite, con la mirilla se

verifica que el enfriador esté lleno. Este venteo de aceite descarga al tanque principal.

El agua de enfriamiento que entra a la cámara de agua es controlada por una válvula neumática de control que opera a una señal de temperatura del aceite a la salida del enfriador del control local. De la cámara de entrada el agua de enfriamiento fluye por la parte interior de los tubos a la cámara plena de donde el flujo de agua es retornado por los tubos del segundo paso a la cámara de salida, por lo cual se le llama enfriador de dos pasos de agua. Tanto la cámara de entrada, como la de salida lado agua cuentan con su respectivo venteo. La cámara plena tiene su dren en la parte más baja para drenar la sedimentación de lodos del agua de enfriamiento (agua de circulación).

La expansión y la contracción térmica, por los cambios de temperatura, es absorbida por la flotación de la placa o espejo de la cámara plena ya que la placa o espejo superior está fija.

#### **I).-Válvula de transferencia de tres vías del enfriador de aceite.-**

La operación de la válvula de doble circuito de tres vías, tipo macho para la aplicación de los circuitos de aceite (entrada y salida) de los enfriadores.

Los enfriadores de aceite están diseñados con flujos duplicados de aceite, los cuales están conectados en paralelo con la válvula de tres vías para poder mantener una temperatura estable en el aceite a chumaceras sin interrupciones en el suministro de aceite, al intercambiarlos.

La válvula doble consiste de dos elementos (entradas y salidas) de tres vías en un cuerpo y tapón macho común. El tapón macho está unido al vástago de la válvula y empotrado en el cuerpo de la misma. El cuerpo tiene dos pares de puertos de tres vías superior e inferior, los cuales están divididos uno del otro por una participación horizontal del tapón de la válvula, facilitando el cambio simultáneo, facilitando el cambio simultáneo, por un movimiento giratorio entre los dobles flujos de aceite, por medio de la apertura total o parcial de cada par de válvulas de entrada de aceite (parte superior) sin afectar o cambiar la presión de aceite y sin interrupción del suministro a chumaceras.

Los orificios de venteo-dren, barrenados en la participación horizontal del tapón o asiento entre las tres vías superiores e inferiores, facilitan el venteo y el drenaje de la válvula que está cerrada. Esto hace posible la eliminación de riesgos graves y la incertidumbre comunmente implicada

cuando uno de los enfriadores se pone fuera de servicio para hacerle limpieza.

## **J).-Chumaceras**

La operación de las chumaceras del turbogenerador depende de la formación de la cuña de aceite que se genera al girar la flecha, lo que evita el contacto de metal con metal entre la flecha y cojinetes; el huelgo del diámetro del cojinete y la flecha, y la viscosidad del aceite son determinantes en la característica de la cuña de aceite.

Se verá someramente el principio fundamental que da lugar a la formación de la cuña de aceite o película de aceite en el claro libre entre la chumacera y el muñón.

El diámetro del cojinete es mayor que el de la flecha, los huelgos son usualmente de una milésima por cada pulgada de diámetro de la flecha del rotor, por eso cuando el rotor está inmóvil, conserva la posición, en donde claramente se puede apreciar el contacto del metal del muñón con el metal antifricción (babbit) del cojinete y que la cuña de aceite está reducida a cero. Si se suministra aceite de lubricación en estado de reposo ( $RPM=0$ ) el contacto de metal con metal del eje y de la chumacera continuará sin cambio.

Cuando el rotor empieza a girar, el muñon tenderá a erguirse y gracias a la viscosidad del aceite y a la velocidad de giro de la flecha, el aceite lubricante se adhiere en el muñón, arrastrándose (el aceite) hacia el claro del cojinete y flecha formando así, la cuña ó película.

La cuña de aceite entre la flecha y el cojinete disminuirá, se hará mas angosta, en la parte inferior con un incremento correspondiente de la presión. Además, la máxima presión de aceite se alcanza casi a la entrada del huelgo mínimo. Ahora bien, a causa de las diferentes presiones del aceite en el huelgo, el eje flota sobre la película de aceite desplazándose a la izquierda ocupando la posición.

El espesor de la cuña de aceite aumentará si la viscosidad del aceite se incrementa, así como tambien, si aumentan las revoluciones por minuto del rotor. Por esta razón cuando el turbogruppo está girando en tornaflecha, la temperatura del aceite lubricante deberá ser 30°C (a más alta temp. del aceite su viscosidad baja). Se consideran temperaturas normales de operación en cada una de las chumaceras, los valores siguientes:

N° CHUM.	RANGO DE TEMP. °C
1	54 A 58
2 Y 3	58 A 60
4 Y 5	60 A 64
6 Y 7	49 A 54
EMPUJE	MENOR DE 71°C
EMPUJE	ALARMA 77°C

La temperatura de aceite a chumaceras, en operación normal, abajo de 38°C puede producir pérdidas por fricción y operación inestable de los cojinetes (altas vibraciones) conocida como latigazo (Whipping o Whirling).

Por otro lado, deben vigilarse constantemente las altas temperaturas de aceite y el flujo adecuado en los drenes de las chumaceras, la temperatura de 71°C se considera la máxima temperatura en el cojinete más caliente para una operación continua. Las temperaturas arriba de 77°C se consideran alarmantes, ya que estas, hacen que la viscosidad del aceite

disminuya a tal grado que la cuña de aceite se haga incompleta en los cojinetes.

Para comprender la distribución de los diferentes valores de presión de la curva, se supondrá que se conectan radialmente varios manómetros a través de barrenos estratégicamente espaciados en el cojinete. Al tomar la lectura del valor de la presión en cada manómetro, se nota que la presión de la cuña de aceite aumenta a medida que el claro se va cerrando hasta alcanzar la magnitud de mayor presión, casi a la entrada de la parte más angosta del claro de la película de aceite. Después del claro más cerrado se tienen una zona donde la presión se abate hasta aproximarse casi a la presión atmosférica. Con estos diferentes valores de presión se forma la curva de presión.

De este modo se puede decir que la fricción de metal con metal se tiene sólo al inicio del giro del rotor.

### **K).-Tornaflecha**

Su función es proporcionar un giro de 3 RPM al rotor del turbogruppo con el objeto de reducir al mínimo la deflexión que pudiera presentarse en el rotor debido al enfriamiento irregular de las partes de turbina ó a su propio peso, por lo tanto se debe de poner en servicio antes de iniciar el rodado ó después de un

paro del turbogruppo. Este consiste de un motor, una transmisión, un servomotor de embrague, un HS-1679 y un botón pulsador.

Para su operación es necesario lubricar la transmisión, embragar ésta al rotor de la turbina y poner en servicio su motor, lográndose lo anterior de la siguiente manera: del sistema de aceite de lubricación se toma éste para lubricar la transmisión, haciéndolo pasar por una válvula solenoide SV-110, la cual al energizarse permite el paso del aceite; ésta se energiza cuando el HS-1679 localizado en la sala de control está en posición “auto” ó “manual” y que el rotor de turbina gire a una velocidad menor de 600 RPM, y se desenergiza a velocidades mayores, en caso de que no abra se cuenta con una válvula de desvío.

El embrague de la transmisión al rotor de turbina se puede realizar en forma manual a través de la palanca para embrague ó en automático por medio del servomotor de embrague, cuando el HS-1679 esté en posición manual las válvulas SV-111 y SV-112 cierran impidiendo el paso del aire al servomotor, (ver diagrama lógico para operación de SV-111 y SV-112) y el embrague lo podemos realizar moviendo la palanca hacia arriba y en forma automática, se pone el HS-1679 en “auto” y cuando la velocidad del rotor sea de cero RPM se energiza la válvula solenoide SV-111 permitiendo el paso del aire a la cámara inferior del pistón del servomotor, embragando así el tornaflecha

con el rotor de turbina, el desembrague se realiza poniendo el HS-1679 en posición “fuera” energizando la válvula SV-112 y se desenergiza la SV-111 comunicando el aire a la cámara superior del pistón del servomotor desembragando la transmisión ó cuando la velocidad de la turbina es mayor de 3 RPM se desembraga automáticamente la transmisión. Para el embrague automático es necesario tener velocidad de cero en la turbina, para lo cual se cuenta con el detector de velocidad cero, éste cuenta con una válvula solenoide SV-113 un disco detector y dos interruptores de presión PS-117A y PS-117B, el disco detector tiene unos pasajes y está acoplado al rotor de turbina, de tal forma, que cuando está parado uno de los dos ó los dos interruptores de presión detectan paso de aceite a través de disco dando así la señal para cero velocidad, la válvula SV-113 al energizarse deja pasar el aceite de lubricación al disco detector, para energizar esta válvula es necesario tener el rotor con velocidad menor de 600 RPM y HS-1679 en “auto”. Como la transmisión del tornaflecha es a base de engranes, el acoplamiento al rotor es por engranes, tomándose como embrague cuando se embraguen en forma total los engranes ó cuando estén diente con diente, debido a que con girar la transmisión se embragarán los engranes.

El arranque del motor se podrá realizar de dos formas, manual a través del botón pulsador localizado a un lado del

motor en el turbogruppo ó en forma automática con el HS-1679 y para ambos casos es necesario cumplir lo siguiente: embrague total ó diente con diente la cual se detecta con los micro-interruptores MS-113 ó MS-115, que se tenga aceite de lubricación, detectándose por el interruptor de presión PS-107 y que el motor no tenga operada su protección. El paro es cuando alguna condición anterior no se cumple.

### **L).-Descripcion funcional**

Antes del arranque de la unidad se debe verificar el nivel de aceite del tanque principal, este debe de indicar un valor arriba del normal. Enseguida se debe preparar la bomba de lubricación de tornaflecha del turbogenerador para ponerla en servicio con su interruptor que se encuentra en la consola de control. Puesta en servicio la bomba de lubricación del tornaflecha del turbogruppo, se debe verificar la presión en la descarga de la misma, asi mismo se debe verificar que exista flujo a través de cada una de las mirillas de las chumaceras. La temperatura del aceite de lubricación, mientras la unidad se encuentra en tornaflecha no debe incrementarse arriba de 30°C.

Para poner en servicio el sistema de vapor de sellos de la turbina, será necesario hacer cambio de bomba de lubricación, para lo cual se pondrá en servicio la bomba auxiliar de

lubricación de C.A, la cual aparte de suministrar aceite de lubricación, suministra aceite de alta presión que es el requerido en el regulador de vapor de sellos. Enseguida se pondrá fuera de servicio la bomba de lubricación del tornaflecha, quedando su interruptor en posición “automático”. Si la velocidad de la turbina se incrementa arriba de 400 R.P.M., entonces el ajuste de la temperatura de aceite a chumaceras será 40°C.

La bomba auxiliar además de suministrar aceite para el regulador de vapor de sellos, suministra el aceite de succión de la bomba principal.

Cuando el turbogruppo se encuentra a una velocidad de 3600 R.P.M., la bomba principal de aceite suministra el aceite de alta presión y aceite de control, así como el de lubricación, será entonces cuando se ponga fuera de servicio la bomba auxiliar. Al hacer esta maniobra se debe verificar que la presión en el aceite de alta presión así como en el aceite de lubricación no sufra alteración alguna. La bomba de emergencia de C.D., se utiliza en caso de disparo de la unidad por falta de potencia de C.A., o en su defecto, por baja presión de aceite de lubricación en caso de falla de las otras bombas.

Durante la operación normal de la turbina, la bomba principal de aceite descarga un flujo de aceite de alta presión

que se dirige al tanque principal de aceite, donde parte de este flujo pasa a través de dos eyectores de aceite. Al pasar este flujo de aceite por los eyectores, succionan un flujo adicional de aceite del tanque principal, de tal forma, que los eyectores descargan un flujo de baja presión, pero de mayor volumen, adecuado para satisfacer las necesidades del sistema. Este flujo a continuación se hace pasar por el enfriador que se encuentre en servicio, donde intercambia calor con el agua de enfriamiento que circula por el interior de los tubos, de tal forma que al salir de él, se tenga una temperatura aproximada de 40°C. En seguida el aceite llega a un cabezal de distribución de donde se alimenta a las siete chumaceras soportes, la chumacera de empuje y al tornaflecha. En la línea de suministro de aceite al tornaflecha, se tiene una válvula solenoide de bloqueo que abre cuando la velocidad de la turbina disminuye de 600 R.P.M.

Después que el aceite lubricó el equipo antes mencionado, este se coloca en un cabezal de descarga para de ahí ser conducido al tanque principal de aceite, donde es descargado a través de un colador de malla.

La descarga de aceite de las chumaceras N° 5 y 6, que corresponden al generador, llegan al tanque desgasificador con el fin de expulsar a la atmósfera el hidrógeno que haya podido

mezclarse con el aceite, lo cual se logra con el extractor que se encuentra instalado en dicho tanque.

La parte de flujo de aceite de la descarga de la bomba principal que no pasa por los eyectores de aceite se divide en dos flujos uno de ellos para el respaldo de alta presión de aceite de sellos del generador y el otro que pasa através de los filtros cuno para el istema de control de la turbina, ya que se requiere un filtrado más exahustivo.

El aceite del tanque principal requiere ser filtrado y acondicionado constantemente para mantener sus propiedades lubricantes, para lo cual se dispone de una línea que une por diferencia de nivel al tanque principal con la unidad acondicionadora. La línea tiene una válvula de flotador para controlar la entrada de aceite en función del nivel que se tenga en ese momento.

El aceite que llega al tanque purificador primero descarga en el comportamiento de precipitación, donde el agua que contiene es separada por diferencia de densidades con la ayuda de charolas y rejillas.

El agua es finalmente drenada al exterior por medio de la tobera del tubo de derrame. A continuación, el aceite ya libre de

agua pasa a la sección de filtrado donde se hace pasar por varias bolsas de filtración, en donde, quedan atrapadas las partículas sólidas que pudieran estar en el aceite.

Enseguida, el aceite pasa al compartimento de almacenaje donde se acumula. La bomba de circulación de aceite succiona el aceite almacenado, (en función del nivel que se tenga arrancará o parará la bomba), imprimiéndole la suficiente presión para forzarlo a pasar por el filtro que se encuentra dentro del depósito. Este filtro se encarga de eliminar las impurezas que pudiera contener aún el aceite y así hacerlo retornar al tanque principal con lo que se completa su ciclo de purificación.

El tanque principal de aceite dispone de un flotador a la altura de su nivel máximo y mínimo los cuales hacen sonar una alarma en la sala de control por alto o bajo nivel.

Además, se cuenta con una unidad de almacenamiento que consta de un tanque de aceite limpio, un tanque de aceite impuro y dos bombas de transferencia con sus líneas de interconexión.

La bomba de transferencia N° 1 succiona del cabezal de drenes de aceite razón por la cual puede trasegar de los enfriadores, del tanque principal, del acondicionador o del tanque de aceite impuro, al tanque de aceite limpio, a la succión de la bomba de transferencia N° 2 o a la línea del dren.

El tanque de aceite limpio tiene conexiones para conectar el centrifugador de aceite. El tanque de aceite impuro (contaminado) tiene conexiones parecidas al del aceite limpio, razón por la cual solo están indicadas sus líneas principales.

La bomba de transferencia N° 2 succiona del tanque de aceite limpio y de la descarga de la bomba N° 1 para enviarlo a la línea de retorno del acondicionador al tanque principal o al derrame del tanque principal al acondicionador.

### **M).-Sumario**

El sistema de aceite de lubricación es primordial para la buena operación del turbogrupo.

Este sistema trabajando en forma anormal, ocasiona que se lleguen a tener altas vibraciones, rayaduras o desgaste de cojinetes bastante graves con consecuencias de impacto severo en la continuidad del servicio y la operación de la turbina; por lo cual, un operador consciente de la relevancia que tiene este sistema, mantendrá una supervisión constante y ante cualquier anomalía realizará las acciones adecuadas para el restablecimiento correcto de las mismas, evitando daños desastrosos.

