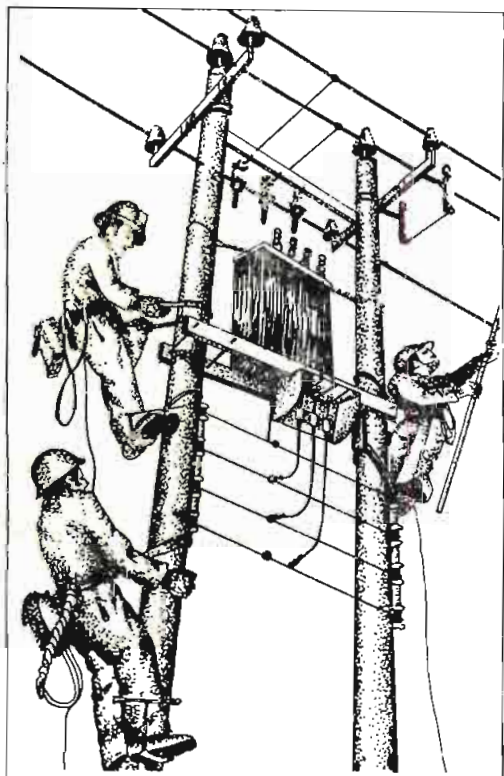


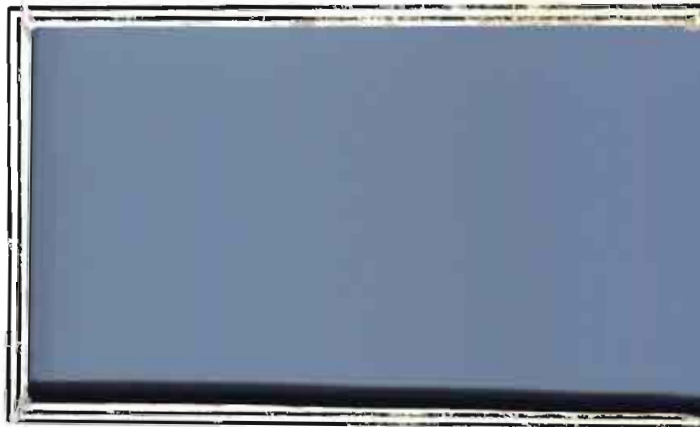


INECEL

REPUBLICA DEL ECUADOR
MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES Y ENERGETICOS
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION
INECEL



31.002



Elaborado	Fecha	
Revisado	Fecha	
Valor		
Fecha		
Observaciones		

621.433
B752

DIVISION DE CAPACITACION

QUITO - ECUADOR

15-50

LAS TURBINAS A GAS
(25-100 MW)
Y SUS APLICACIONES

ESQUELA POLITECNICA NACIONAL
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA
BIBLIOTECA

LIBRO DONADO POR

Depto - Potencia

NO. DE: 21-III-79

ACTIM
GIMEE
EDF

INECEL
ANEFE
CIEPPI

COLOQUIO

ECUATORIANO - FRANCÉS

SOBRE

ENERGIA ELÉCTRICA

TEMA: Las Turbinas a Gas (25 a 100 MW) y sus Aplicaciones

EXPOSITOR: Ing. Bouchard C. E. M.

Del 31 de Enero al 4 de Febrero de 1977

Producción - Transmisión - Distribución

Quito - Ecuador

001041

LAS TURBINAS DE GAS DE 25 a 100 MW

Por JC. BOUCHARD,
Jefe del Departamento de Turbinas de
Gas de la COMPANIA ELECTRO-MECANICA.

1) INTRODUCCION

Desde 1.939, fecha en la que fue puesta en funcionamiento la primera turbina de gas industrial de 4.000 KW por la Sociedad Brown Boveri, se han realizado importantes avances en el campo de la compresión, de la combustión y de los materiales, que han permitido alcanzar potencias máximas de cerca de 100 MW, y es un hecho que la generación futura de turbinas de gas alcanzará potencias del orden de los 150 a 200 MW.

Para llegar a soluciones técnicas que despierten la confianza de productores de energía, se han realizado investigaciones costosas basadas en un gran campo de experimentación y solamente los conjuntos industriales de envergadura han podido realizar y continuar hasta hoy dichas investigaciones.

Esta es la razón por la cual existen ciertas técnicas básicas en el campo de las turbinas de gas, las mismas que son explotadas por un cierto número de concesionarios de patentes.

En Francia, dos de las principales técnicas mundiales son utilizadas por:

ALSTHOM ATLANTIQUE (Patente General Electric)

CEI-COMPAGNIE ELECTRO-MECANIQUE (Patente Brown Boveri)

Las fábricas que construyen estas máquinas completamente en Francia utilizan muy frecuentemente los diseños, adaptados a sus medios de producción, establecidos por los arrendadores de patentes. Sin embargo, en un cierto número de casos, los técnicos franceses participan activamente en el desarrollo de un tipo de material. Es así como, para la Central de Vitry de propiedad de la Electricité de France se ha estudiado en Francia un grupo de 45 MW, y en la Central de Bouchain, un grupo de 90 MW ha sido elaborado por los técnicos franceses, en ambos casos se han tomado como base los materiales de las Sociedades Brown Boveri y General Electric.

Luego de una breve introducción técnica acerca de la composición de lo que se ha convenido en llamar un grupo-turbina de gas, examinaremos brevemente las características esenciales de las dos técnicas representadas en Francia, evocaremos los problemas de combustible, de mantenimiento y de confiabilidad, al final examinaremos algunas de las aplicaciones en el campo de los ciclos combinados y de las utilidades anexas tales como la calefacción urbana o la desalinización del agua de mar.

2) INTRODUCCION TECNICA

2.1: Ciclos

La figura 1 muestra la composición de un "grupo turbina de gas". Este está compuesto de un compresor de aire, de una o varias cámaras de combustión, de una turbina de expansión y de una máquina receptora que puede ser, sea un alternador en el caso de la producción de energía, sea una bomba o un compresor.

La potencia disponible es la diferencia entre la energía producida por la turbina y la energía consumida por el compresor. Se puede admitir que la energía recogida es igual a la tercera parte de la energía producida por la turbina.

El aire comprimido por el compresor de aire es introducido en el sistema de combustión. Una parte de este aire solamente, alrededor del 25% es utilizado por la combustión. El resto, o sea el 75%, sirve para hacer volver la temperatura de los gases calientes al valor escogido para el ciclo y para enfriar las partes demasiado expuestas a la temperatura, tales como los revestimientos de las cámaras de combustión, las aletas de la turbina de gas, los cilindros y los rotores de las turbinas. La presión en cámara (s) de combustión es prácticamente igual a la presión existente a la salida del compresor. Por esta razón, la relación de presión en la turbina es aproximadamente igual al grado de compresión en el compresor.

La potencia de una turbina de gas es proporcional al volumen de la masa de gas multiplicado por la caída de entalpía. El volumen es determinado por el compresor. La caída de temperatura es dada por la elección de la temperatura de admisión, teniendo en cuenta la relación de presión del compresor. Es así como, se encuentran dos características extremadamente importantes del ciclo abierto:

- A) El aumento de la potencia y del rendimiento que depende del aumento de la relación de presión del compresor, al mismo tiempo que el aumento de la temperatura de admisión en la turbina.
- B) Los valores óptimos para las relaciones de presión y para las temperaturas no son idénticos. Entonces será necesario, al momento de realizar el cálculo de una turbina de gas, encontrar un equilibrio para la obtención de potencias específicas más altas y el más adecuado rendimiento.

Hasta el día de hoy, las relaciones de presión varían de 9 a 12 y las temperaturas de admisión en la turbina de 900 a 1.100°C.

2.2. Definición.

Está claro que la importancia que ha cobrado el compresor exige una definición rigurosa de las condiciones del medio ambiente. Es así como, actualmente es usual considerar que las características de una turbina de gas son dadas por una temperatura ambiente de 15°C y una presión atmosférica de 760 mmHg. Estas son las normas de ISO.

Para su información, ciertos constructores utilizan aún las normas NEMA que se basan en una temperatura ambiente de 80°F (26,7°C) y una presión atmosférica de 14,17 lbs.

Todos los valores que tendremos que dar en adelante, son basados en las normas ISO y se refieren a los bornes del generador. Si se desea calcular las posibilidades de trabajo en otras condiciones ambientales

las curvas de corrección son siempre suministradas.

Las figuras 2-3-4-5-6, dan un ejemplo de las curvas de corrección y de los cálculos.

2.3. Arranque

Las turbinas de gas necesitan para ponerse en marcha de un aporte de energía exterior, y el ciclo no puede volverse autónomo sino cuando el compresor proporciona suficiente aire para que la combustión pueda tener lugar y la potencia suministrada por la turbina de expansión sea suficiente para impulsar el compresor. La figura 7 muestra un diagrama de arranque.

Cuando la velocidad de funcionamiento llega alrededor del 20% del valor nominal, la llama se enciende y la turbina participa en el arranque del eje. Es por esto que el par que se demanda al sistema de arranque crece muy rápidamente al comienzo de la alimentación y disminuye a continuación hasta que la potencia suministrada por la turbina sea suficiente para accionar el eje.

Para arrancar se utiliza:

- sea el alternador de la turbina. En ese caso se trata de un arranque por variación de frecuencia.
- sea un motor eléctrico con acoplamiento
- sea un motor diesel con acoplamiento.

El tiempo normal para el arranque es del orden de 12 a 15 mn entre la máquina parada y el pleno funcionamiento, cuando se trata de un arranque normal. Esta duración puede reducirse a 7 ó 8 mn en caso de urgencia.

2.4. Vigilancia y automatismo

Esta cámara de combustión está equipada de un quemador único que puede quemar ya sea combustibles gasosos, o combustibles líquidos, o los dos al mismo tiempo. Los gases calientes así producidos son enviados a la turbina de expansión, luego a la chimenea, a través de un difusor axial que evita las pérdidas de rendimiento mediante la conservación del sentido del flujo.

El eje gira a una velocidad de 4.500 RPM aproximadamente e impulsa al generador por intermedio de un reductor, en el cual son colocadas las bombas de aceite principales, los reguladores de velocidad y de seguridad.

El alternador es del tipo autoventilado en circuito cerrado para evitar toda contaminación debida al ambiente. Esto es válido en especial en los países muy polvorientos.

La excitación está asegurada por una excitatriz de diodos giratorios sin anillo ni escobilla, y el arranque por un motor asíncrono que acciona al eje por intermedio de un convertidor hidráulico de rotación.

Las figuras 17 y 18 muestran el alternador estandard que constituye el bloque eléctrico.

La figura 19 muestra el conjunto de paneles de arranque y de control, y la figura 20 da el detalle del sistema secuencial de arranque y de control. Nótese la posibilidad de funcionamiento manual paso a paso.

CENTER FOR DOCUMENTATION

B) Las máquinas construidas bajo patente General Electric

El rotor reposa sobre tres cojinetes (dos para la máquina de 24 MW) y está constituido por discos forjados, apilados y mantenidos por sierras de tirantes paralelas al eje. Este rotor lleva,

001041

por un lado las paletas del compresor de aire axial y por otro lado las paletas de las tres etapas de la turbina de gas propiamente dicha. (Dos en el caso de la máquina de 24 MW).

(11-1) La figura 21 muestra el corte de un grupo de 24.000 KW.

De la misma manera que para las máquinas del tipo anterior, las paletas en este caso son soportadas, en el compresor, directamente por el cilindro y en la turbina de gas, por un porta-álabes interior enfriado por aire extraído del compresor. Las paletas propiamente dichas son igualmente enfriadas interiormente y así mismo, obtenidas por coladas de precisión.

El aire comprimido en el compresor de aire, es dirigido hacia el sistema de combustión compuesto por 10 cámaras de combustión colocadas en barrilete alrededor del cilindro y asegura una repartición igual de los gases calientes hacia la primera etapa de distribución, por intermedio de piezas de transición. La figura 22 muestra el corte de una de las cámaras así como también el sistema de enfriamiento utilizado.

El funcionamiento a base de varios combustibles es también posible y el cambio de un combustible a otro se realiza automáticamente en el un sentido y manualmente en el otro.

Luego de la expansión en la turbina, los gases calientes se escapan radialmente hacia la chimenea.

El arranque está asegurado, ya sea por un grupo motor de diesel, o sea por un motor eléctrico que acciona al eje por intermedio de convertidores hidráulicos de rotación y de un acoplamiento desconectable, ya que el motor se desembraga el momento que la velocidad alcanzada por el eje es suficiente.

La velocidad de la máquina es de 5.100 RPM. Esta acciona a un al-

ternador por intermedio de un reductor cuyos engranajes están colocados uno sobre otro.

El conjunto de auxiliares esta localizado en la placa base.

La figura 23 da un corte de un alternador y del reductor. En este caso particular el alternador es de Circuito abierto, es decir que el aire de enfriamiento es aspirado en el exterior a través de un sistema de filtros que es muy necesario para impelerlo luego hacia el exterior.

La figura 24 da la disposición general de los diferentes auxiliares y del grupo propiamente dicho sobre sus placas de base en una configuración para ser instalada al aire libre.

La figura 25 muestra el corte de una máquina de 85.000 kW. Se puede constatar una enorme identidad de estructura y se notará en particular que el sistema de combustión es idéntico a aquél de la máquina presentada más arriba. Las temperaturas utilizadas son, en ambos casos, del orden de los 950°C.

El arranque y el control están bajo el comando de un sistema electrónico, el "Speedtronic" que agrupa todas las funciones de control y de arranque. Todas estas funciones son completamente automáticas. La figura 26 muestra el panel de control "Speedtronic".

Para ilustrar estas pocas informaciones técnicas sobre los grupos turbinas de gas construídos en Francia, vamos a presentarles ahora un cierto número de ilustraciones de los grupos turbinas de gas y de centrales a turbinas de gas, sea en construcción en planta, ya sea en su sitio de instalación.

4) IAS APLICACIONES

Los gases de escape están a temperaturas próximas o superiores a los 500°C y naturalmente, se ha considerado utilizar esta gran cantidad

de calorías disponibles. Por lo demás, esos gases contienen igualmente en ese momento, de 16 a 18% de oxígeno que puede ser utilizado como comburente en un caldero.

Se ha podido constatar que es importante que los tipos de turbinas indicados a continuación, liberan temperaturas de escape similares y los humos tienen el mismo grado de oxígeno, es decir que las aplicaciones pueden ejecutarse con cualquiera de los tipos mencionados anteriormente.

Nosotros nos vamos a contentar con indicar las diferentes posibilidades, y los esquemas que han sido establecidos tomando como base la utilización de una turbina tipo 13 (patente Brown Boveri) cuya potencia en los bornes del alternador es de alrededor de 78 MW.

4.1. Utilización para la producción de energía eléctrica pura (Fig. 27)

Esta consiste de un caldero sin postcombustión que alimenta una turbina de vapor de alrededor de 110 MW. Las características de vapor son bastante deficientes y el rendimiento global es de 41% aproximadamente.

Dentro de este mismo campo de la producción de energía, se puede utilizar un esquema que brinda más posibilidades de acción, figura 28. Este consiste en utilizar un caldero y una turbina de vapor de 2 presiones, sin postcombustión. La potencia de la turbina de vapor es de 115 MW y el rendimiento alcanza a 43.3 %.

La figura 28 bis muestra otra aplicación con caldero equipado de un quemador de postcombustión de un gasto bajo. Esta figura se aproxima a la figura 27. De este modo se puede transformar las características del vapor de 30 a 60 bar y de 430 a 500°C.

La potencia de la turbina de vapor es de 95 MW; ésto ha sido construido y la potencia ha sido elegida para responder a la demanda del usuario.

La figura 29 muestra por fin la utilización más completa de la asociación turbina de gas-turbina de vapor. Se trata aquí de una central para la cual los gases calientes son enviados al cajón de quemador del caldero. Este tipo de ciclo ha sido realizado por primera vez en Francia, en la Central EDF de Vitry, asociando una turbina de gas CE1 y un caldero Babcock-Atlantic. Luego, se han construido otras igualmente en Francia, en la Central de Saint-Avold para Les Houillères du Bassin de Lorraine (Houillères de la Guenca de Lorena) con máquinas de 25 MW Alsthom-Atlantic.

4.2. Utilización del calor

La figura 30 muestra la utilización posible de los gases calientes, para una calefacción urbana. Se obtiene así la disponibilidad de alrededor de 75 MW eléctricos y de 130 Gcal/h con caldero de recuperación sin postcombustión.

4.3. Utilización en un proceso

Una de las utilizaciones más difundidas en un proceso, es la asociación con la desalinización del agua de mar, ya sea bajo la forma simple mostrada en la figura 31, donde el vapor es utilizado únicamente en la unidad de desalinización, o bien según la figura 32, donde el vapor es utilizado en la unidad de desalinización y en una turbina de vapor.

Se constata finalmente que la utilización del calor contenido en los gases, puede ser interesante desde diferentes puntos de vista, y la figura 33, ha tratado de sacar algunos valores significativos de potencias, de rendimientos y de costos de instalación. Estos son establecidos con una turbina Brown Boveri, pero los informes siguen siendo válidos para el caso de una turbina Alsthom-Atlantic.

Daremos igualmente otro tipo de aplicación que es el que está repro-

sentado en la figura 34. Se trata del almacenamiento de aire comprimido. El funcionamiento en breves palabras es el siguiente: Durante los períodos libres de carga, en los que la energía eléctrica está disponible, se llena la caverna con el aire comprimido y durante los períodos pico el aire comprimido es restituido y el almacenamiento de aire reemplaza al compresor del grupo turbina de gas. Se ve pues, enseguida, que sin tomar en cuenta las diversas pérdidas, un grupo turbina de gas que entregaba 100 MW a los bornes del alternador y que en realidad estaba constituido por una turbina de 300 MW y por un compresor de 200 MW, puede, con este sistema, se se desacompla la parte del compresor, restituir en período de pico los 300 MW. Es evidente que la aplicación y la ejecución son menos sencillas, pero ya hay una máquina que está en vías de construcción en Alemania. La figura 35 muestra un corte de la máquina. La figura 36 nos da las características esenciales de la misma.

CONCLUSION

Finalmente, los grupos turbinas de gas han adquirido un grado de perfeccionamiento técnico que les permite competir en todos los campos con las otras centrales de vapor. Las potencias son efectivamente todavía inferiores a aquellas que se alcanza en las máquinas de vapor tradicionales, pero las turbinas de gas logran:

- Suprimir toda regla particular de mantenimiento
- pueden ser instaladas muy rápidamente debido a su conformación en bloques
- no necesitan agua de enfriamiento
- pueden utilizar una amplia gama de combustibles
- pueden ser instaladas en un período máximo de 18 meses para una central de 100 MW, lo que en realidad es inferior al período de un año que requieren las centrales de 25 a 30 MW.

Adicionalmente, dichas turbinas de gas presentan para muchos usuarios ventajas definitivas. Además, las turbinas de gas tienen la posibilidad de fun-

cionar en sobrecarga y pueden ser puestas en marcha y detenidas casi instantáneamente, lo que constituye indiscutiblemente, una ventaja enorme para los países en vías de desarrollo para los cuales es muy difícil establecer desde el comienzo un plan de carga muy exacto.

El futuro, dentro del campo de las turbinas de gas, está constituido por máquinas cuyas potencias van a alcanzar de 150 a 200 MW y cuyos rendimientos van a aproximarse a los rendimientos de las turbinas de vapor correspondientes.

Estamos seguros de que, contrariamente a lo que se ha podido suponer, la evolución y el desarrollo de las turbinas de gas van a producirse con la misma rapidez con que se ha venido produciendo en los últimos veinte años.

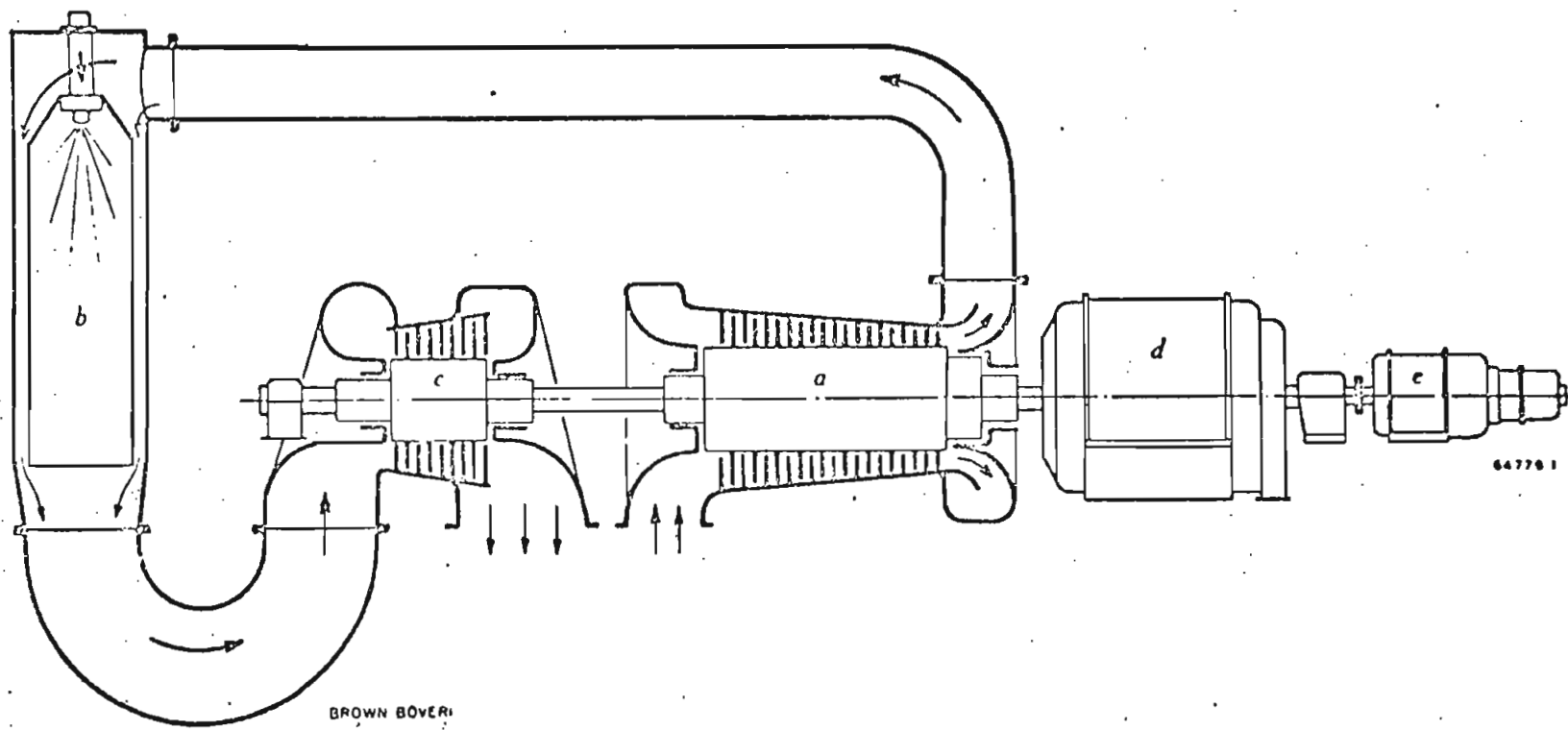
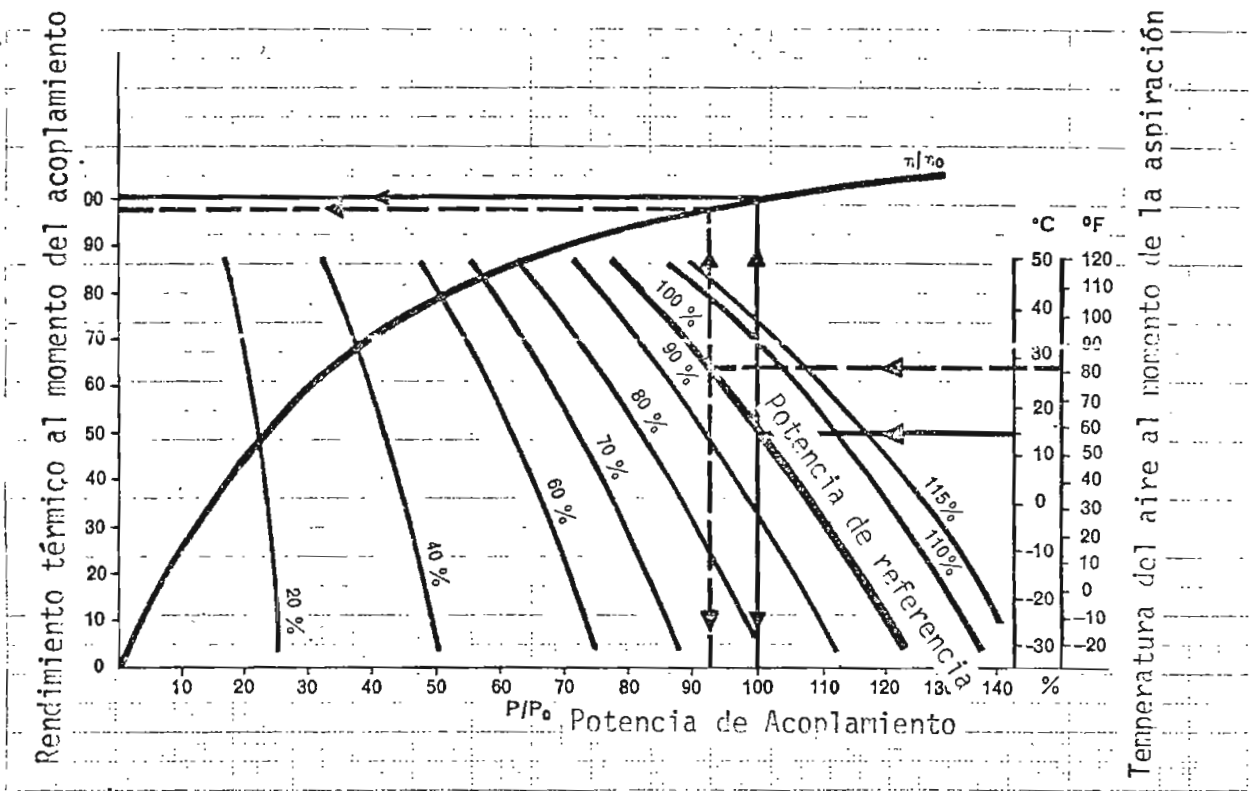


FIGURA 1

(1) Esquema de un grupo de turbina de gas de un eje sin recalentador de aire.

FIGURE 2



Rendimiento térmico y potencia al momento del acoplamiento en función de la temperatura ambiente - Presión barométrica constante - Velocidad 100 %.

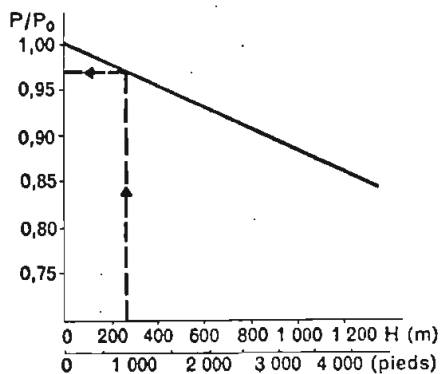


FIGURA 3

Influencia de altitud a temperatura constante

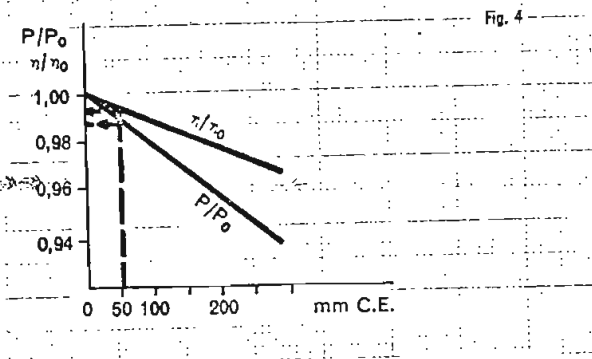


FIGURA 4

Influencia de las pérdidas de carga en el sistema de aspiración de aire.

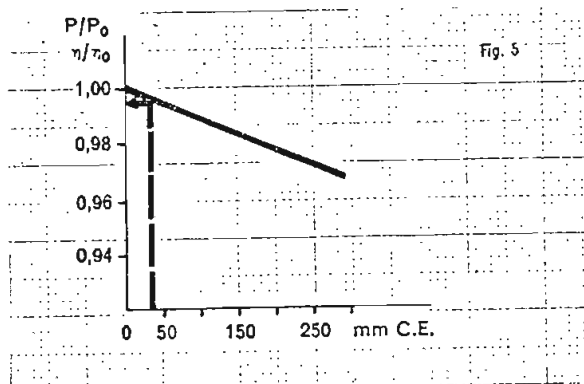


FIGURA 5

Influencia de las pérdidas de carga en el sistema de escape de los gases calientes.

FIGURA 6

DATOS DEL CONSTRUCTOR (ISO - 15°C nivel del mar)

- Potencia 30.000 kW
- Rendimiento 27%

<u>DATOS BASICOS</u>	:	Turbina tipo 9
	:	Altura 900 pies = 274,3 m
<u>DEL SITIO</u>	:	Temperatura ambiente 80°F = 26,7°C
	:	Combustible líquido
	:	Instalación a la intempérie
	:	Silencioso según ISO N 70/73 dbA a 200 pies (61 m)

POTENCIA

- 1) Figura 3 da un factor 0,969 para altura de 900 pies
- 2) Figura 2 da un factor 0,93 para una temperatura de 80°F
- 3) Silencioso con los mismos datos básicos da pérdidas de carga en el sistema de aspiración = 53 mm CE.
La Figura 4 da un factor 0,999
- 4) Silencioso con los mismos datos básicos da pérdidas de carga de alrededor de 38 mm CE.
Figura 5 da factor 0,996
- 5) Potencia de base es de 30 MW, de la cual se desprende la potencia en las siguientes condiciones: $30 \times 0,969 \times 0,93 \times 0,999 \times 0,996$
= 26,60 MW.

RENDIMIENTO

- 1) Figura 2 da un factor 0,93 para 80°F.
- 2) Figura 4 da un factor 0,994 para las pérdidas de carga a la aspiración
- 3) Figura 5 da factor 0,996 para pérdidas de carga escape.
- 4) Rendimiento básico (figura 1) es de 27%, de donde rendimiento en condiciones siguientes: $27 \times 0,93 \times 0,994 \times 0,996 = 26,20\%$

Diagrama de Arranque

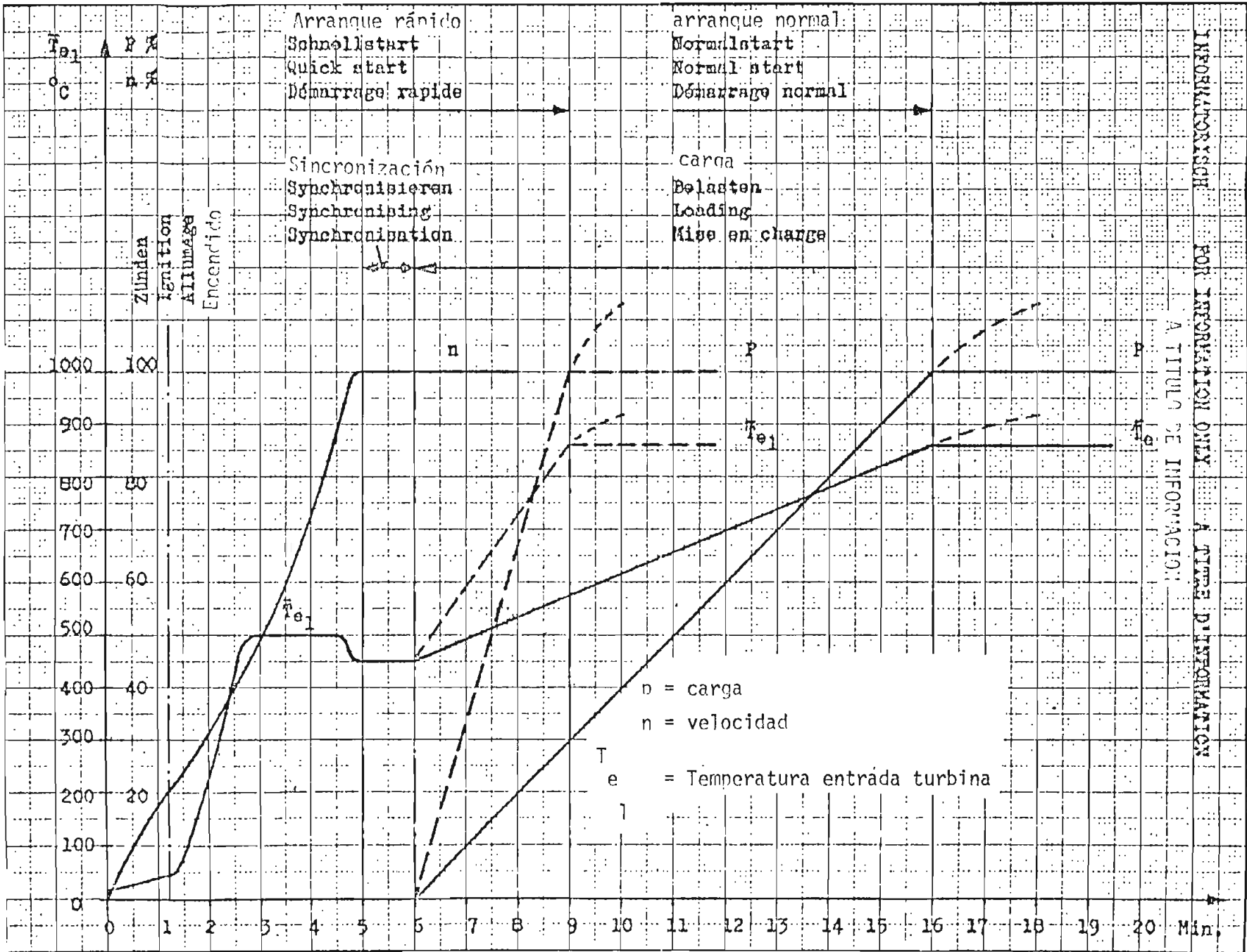
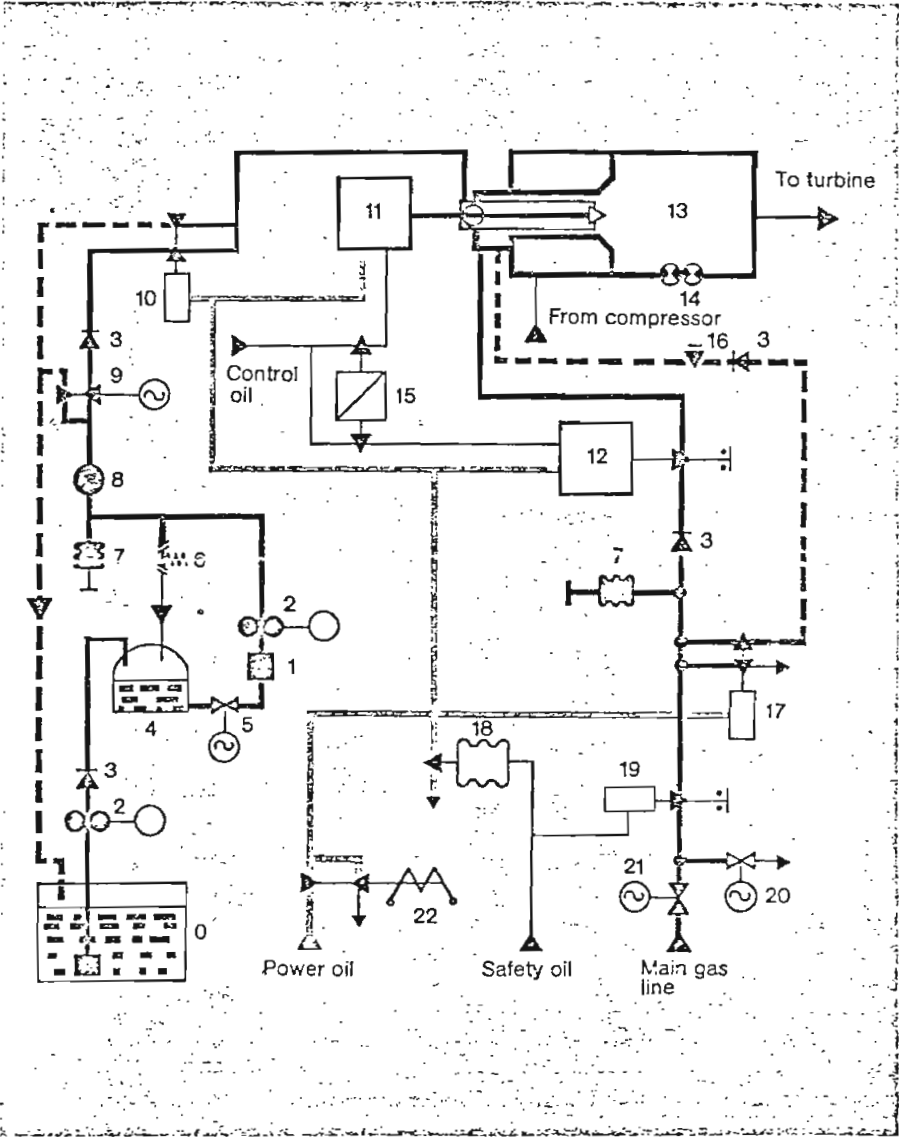


FIGURE 7

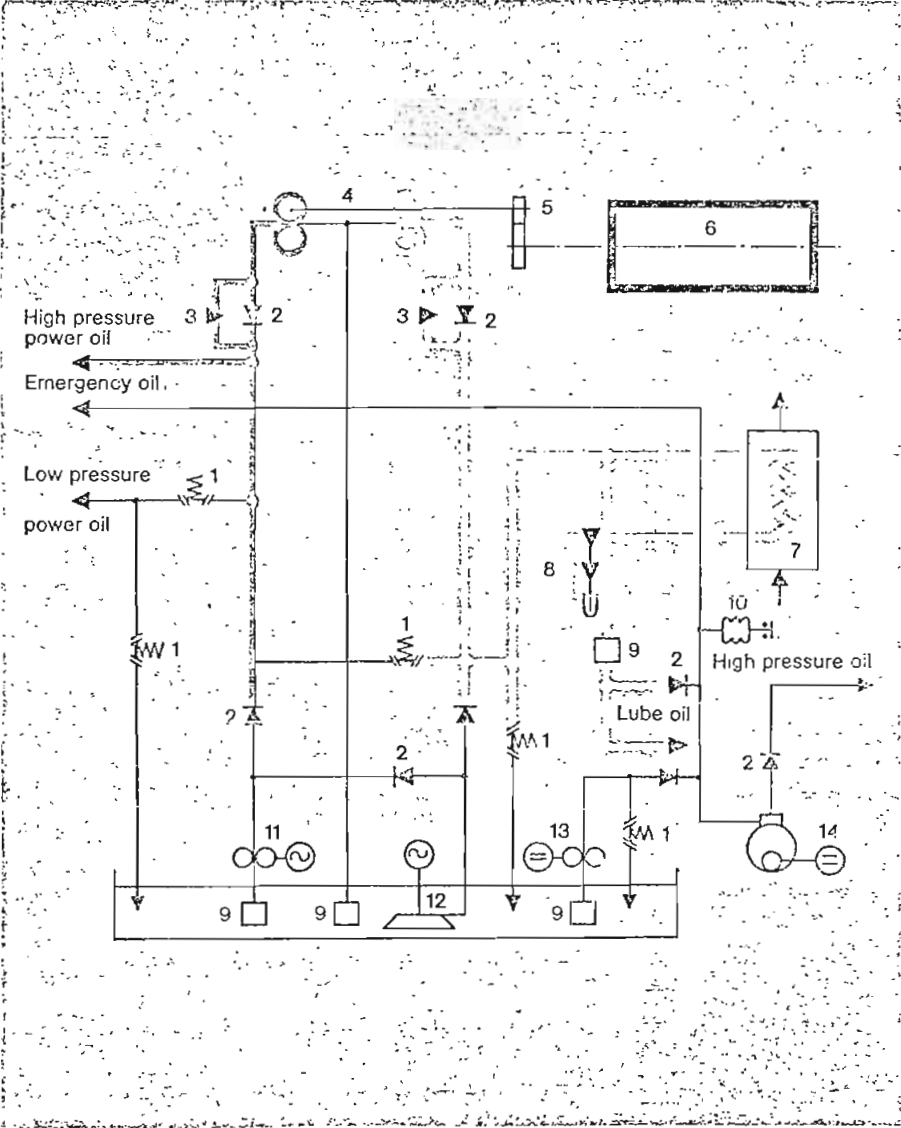
FIGURE 8



Sistema de alimentación con combustible tipo dual

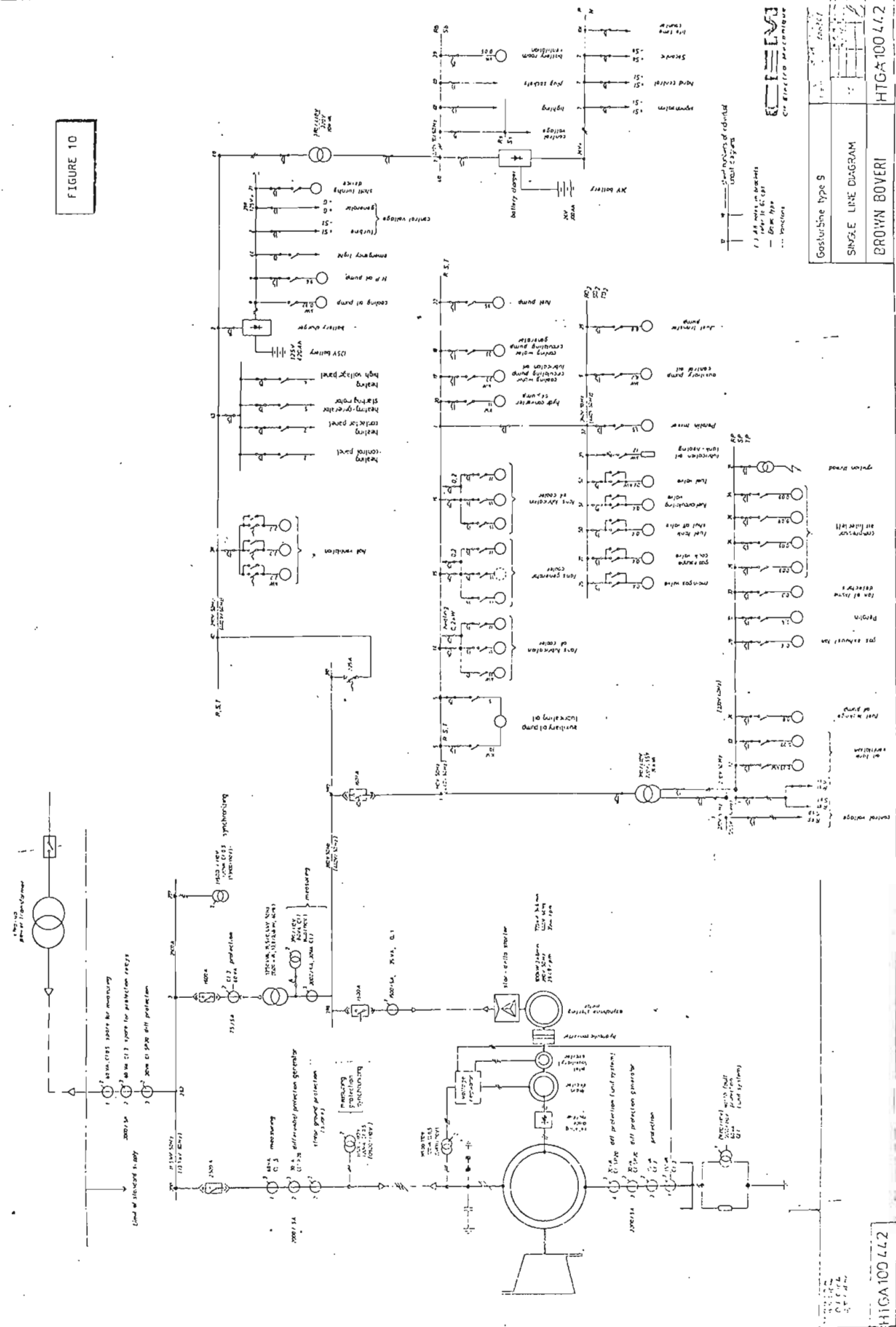
(gas y líquido)

FIGURE 9



ESQUIMA DE ENGRASADO

FIGURE 10



Gas turbine type S
 SINGLE LINE DIAGRAM
 BROWN BOVERI
 HTGA 100 4.2



Legend:
 - - - - - functions
 --- --- --- functions
 --- --- --- functions

HTGA 100 4.2

FIGURA 11

CARACTERISTICAS ESENCIALES

TURBINAS DE GAS FABRICADAS EN FRANCIA

	ALSTHOM ATLANTIQUE				CEM	
	Base	Pico	Base	Pico	Base	Pico
Potencia bornes alternador en kW	23.750	25.600	35.200	94.400	30.300	33.110
Rendimiento (PCI) bornes alternador.-	27,3%	27,6%	31,3%	31,5%	26,3%	26,6%
Velocidad rotación turbina/compresor RPM	5.100	5.100	3.000	3.000	4.500	4.500
Temperatura gases calientes, aprox. ...°C.	940	990	1.004	1.065	945	990
Temperatura de gases de escape Aprox. ...°C.	480	510	510	550	520	540

Valores para combustible: destilado

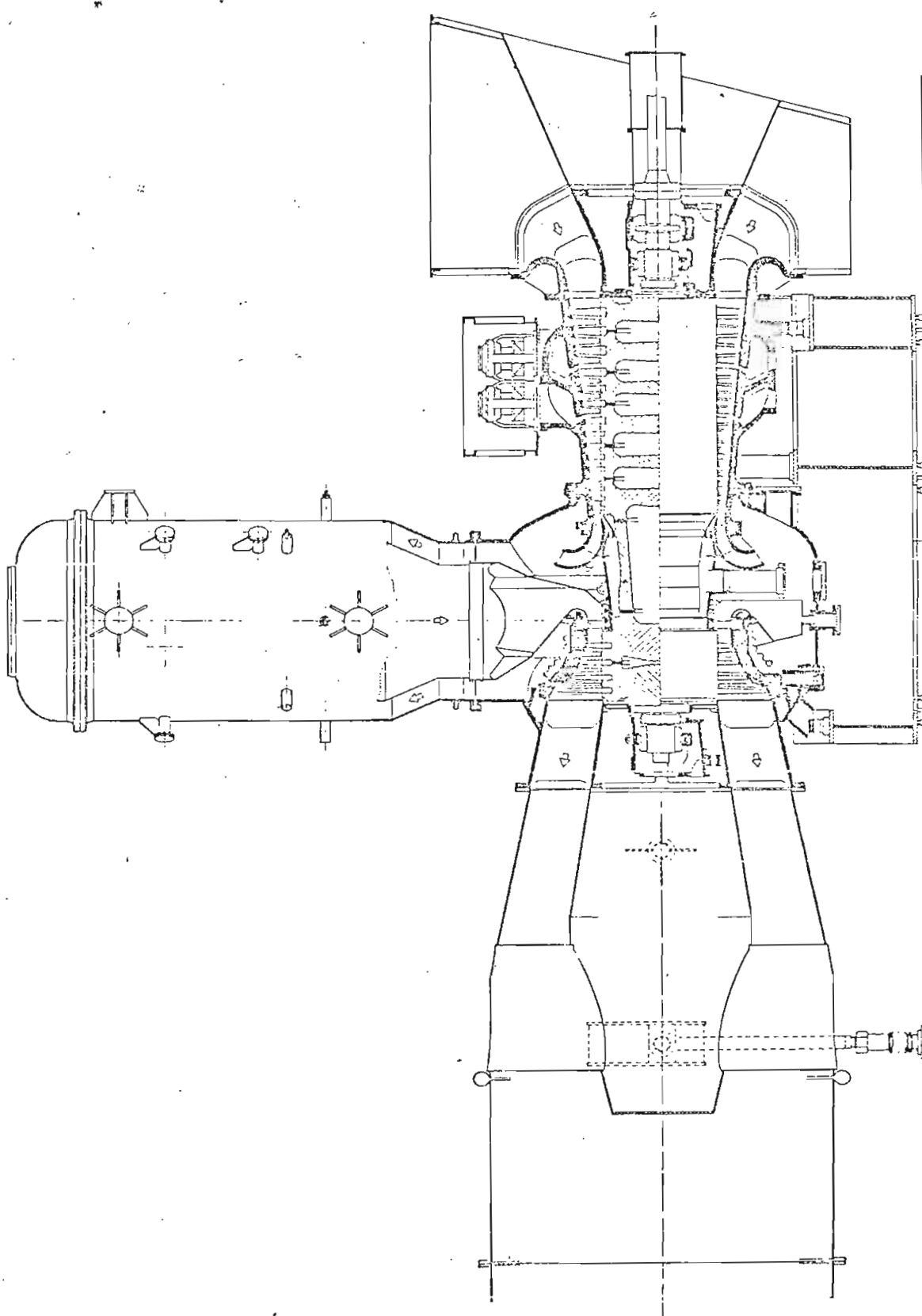
para condiciones ISO (15°C nivel del mar)

FIGURA 11bis

FRECUENCIA MEDIA DE LAS REVISIONES

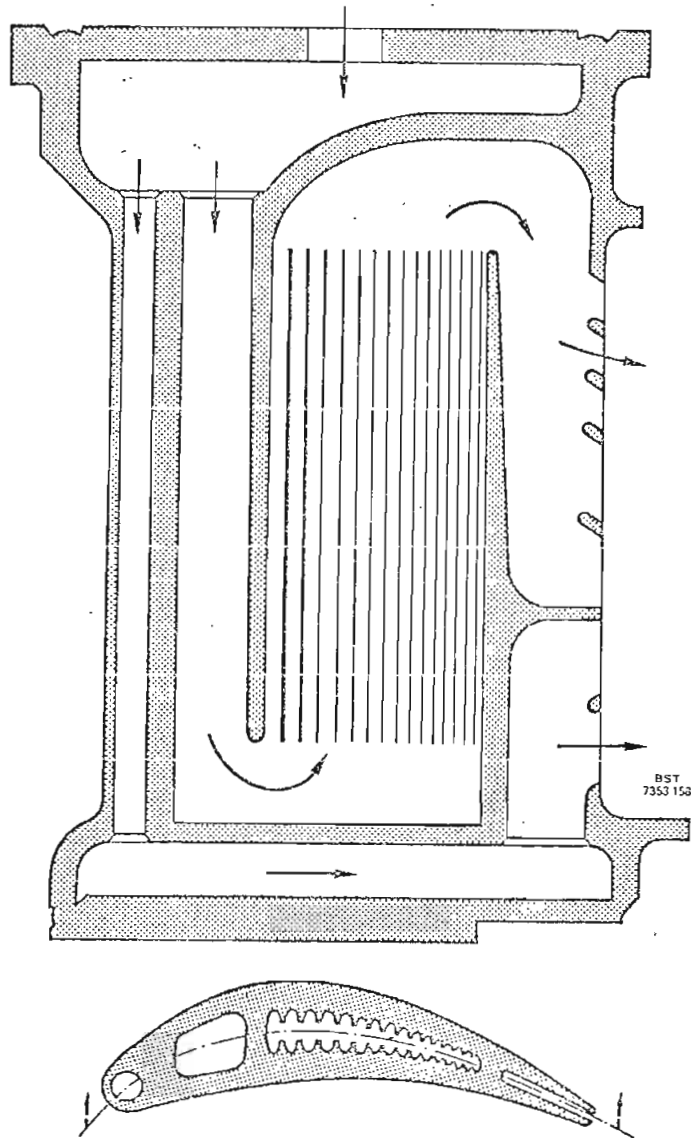
AÑOS DE EXPLOTACION	1	2	3	4
Horas equivalentes...	6.000	12.000	18.000	24.000
Arranques normales...	200	400	600	800
Arranques rápidos....	20	40	60	80
Tipo de inspección...	pequeña	normal	pequeña	grande
Duración aproximada..	3 días.	1 semana	3 días	3/4 semanas

FIGURE 12



Bloque térmico de turbina de gas tino 0

FIGURE 13

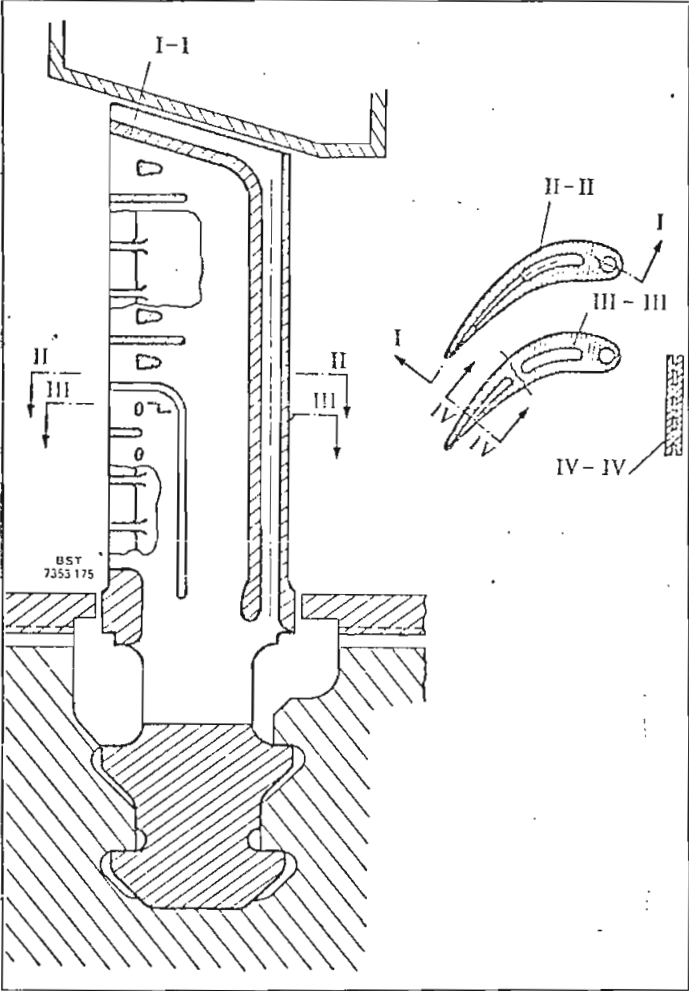


El aire de enfriamiento pasa en dos corrientes paralelas, cada una de las cuales es de multinasos y se descarga en el frente posterior.

Paleta de turbina de gas

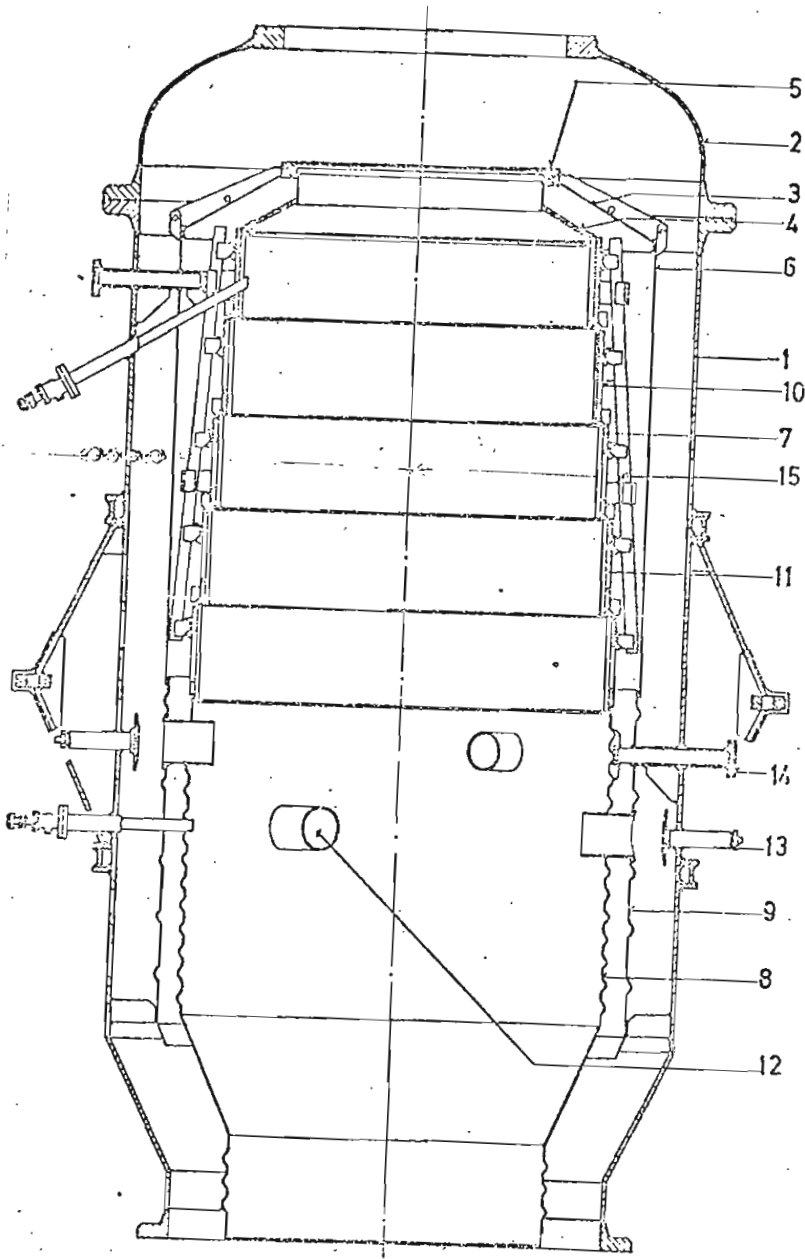
primera hilera fija

FIGURE 14



Paleta de rotor de turbina de gas

FIGURE 15



- 1 Revestimiento exterior
- 2 Tapa exterior
- 3 Tapa interior (por fuera)
- 4 Tapa interior (por dentro)
- 5 Anillo
- 6 Revestimiento intermedio
- 7 cilindro de apoyo
- 8 Parte interior del revestimiento doble
- 9 Parte exterior del revestimiento doble
- 10 Revestimiento impermeable
- 11 Pieza de nervaduras
- 12 Tubo mezclador
- 13 Regulador del tubo mezclador
- 14 Apoyo
- 15 Dispositivo para levantar los cilindros de apoyo de la cámara de combustión.

Cámara de Combustión

Pieza de Inyección

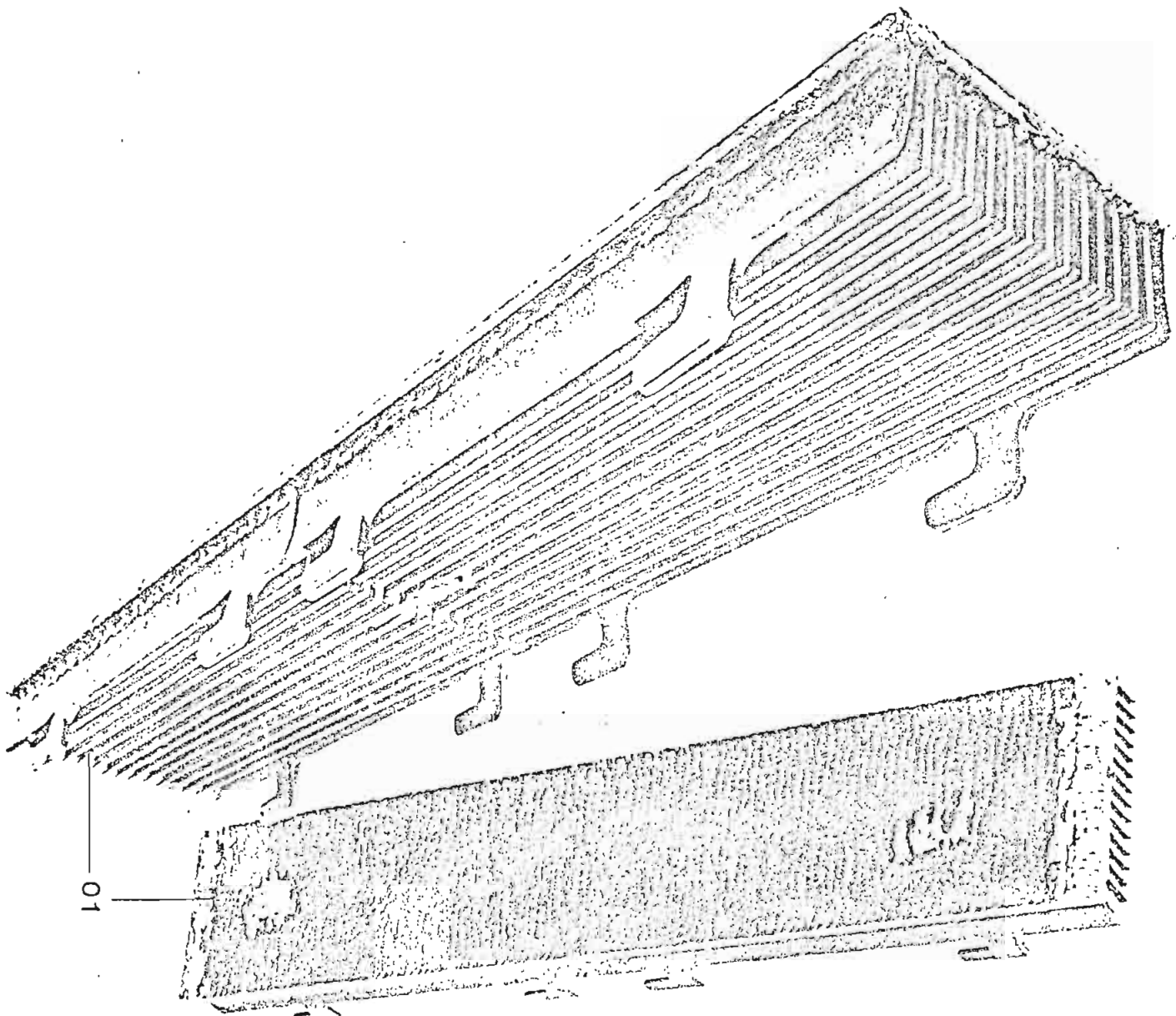
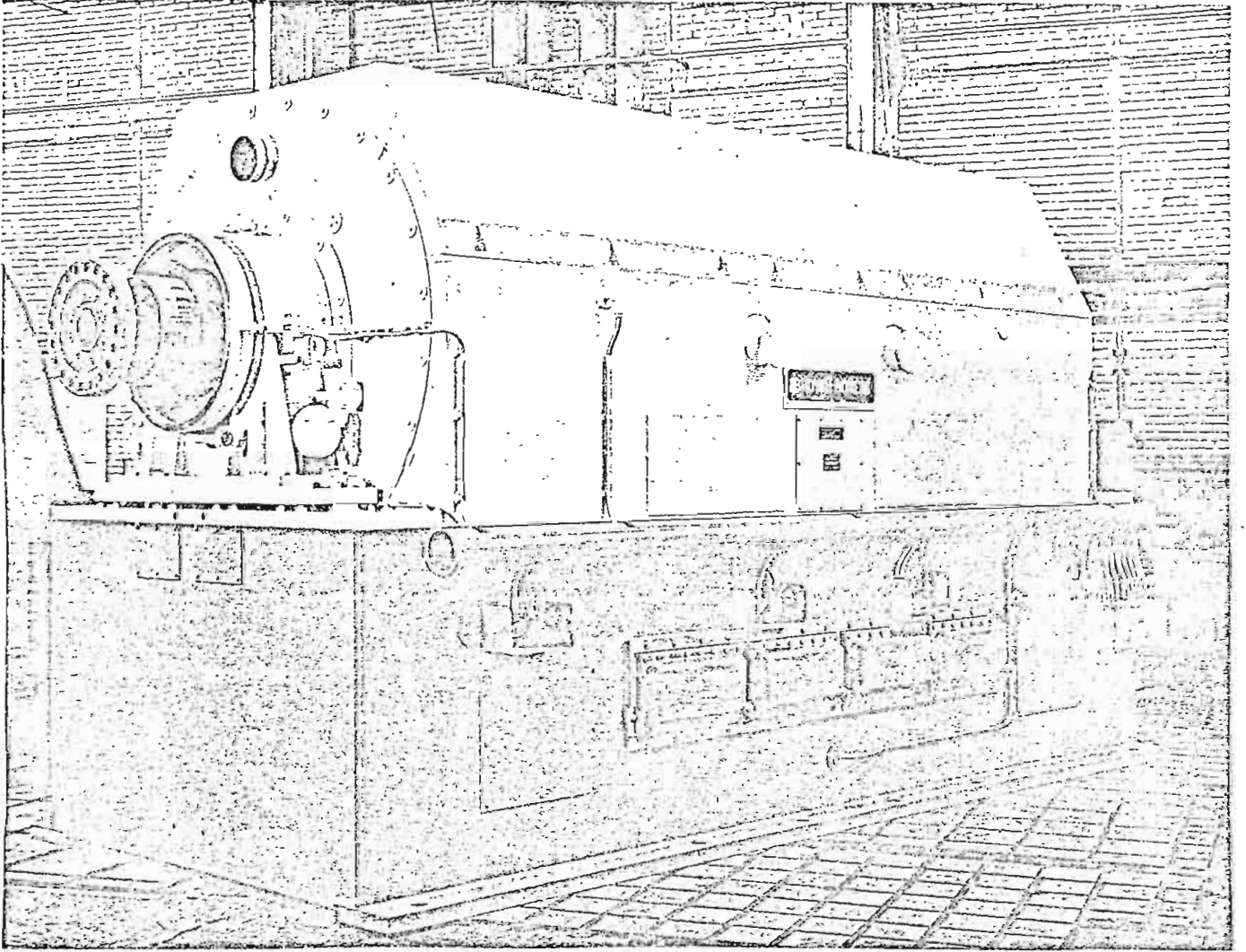


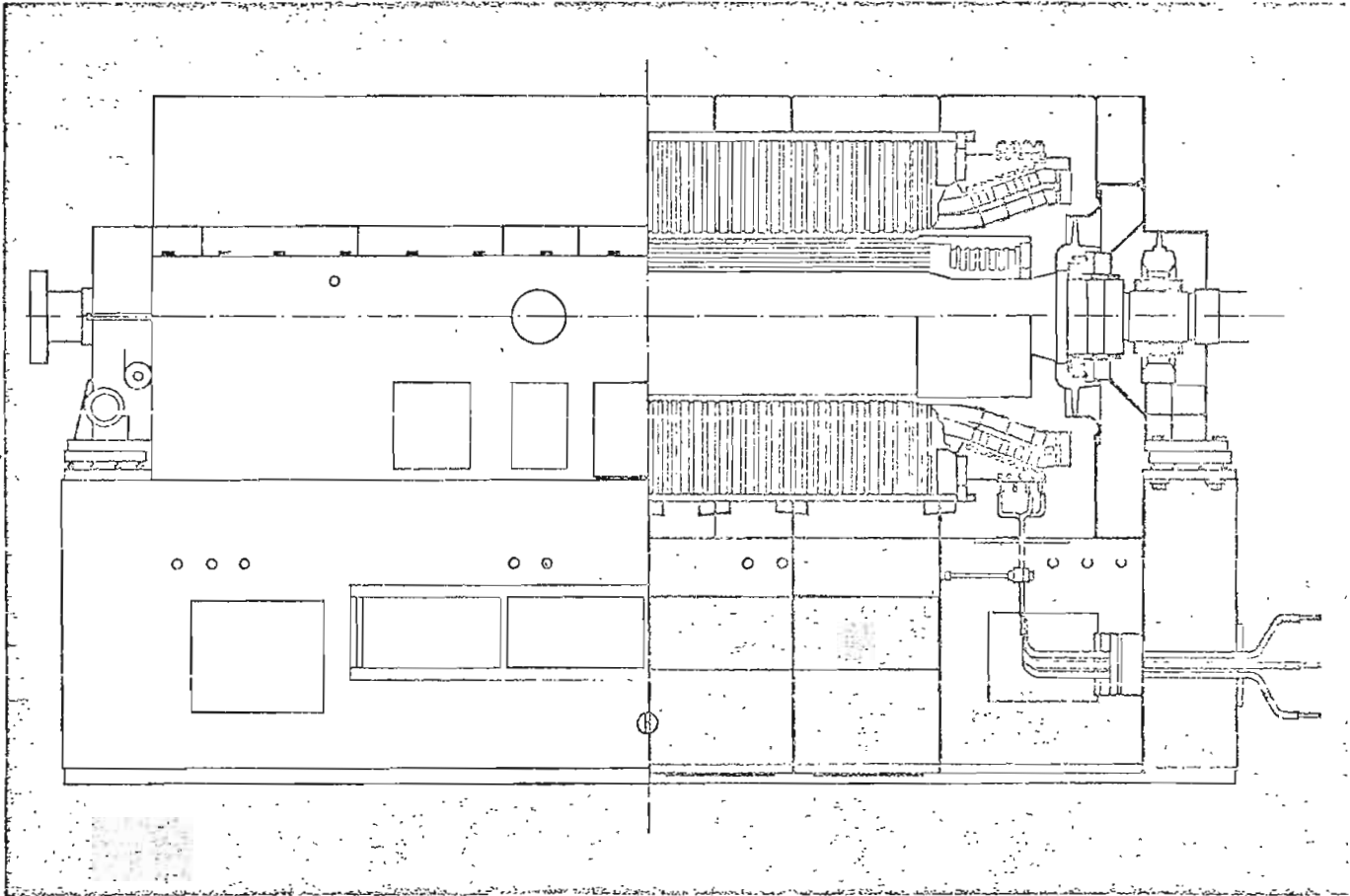
FIGURE 16

FIGURE 17



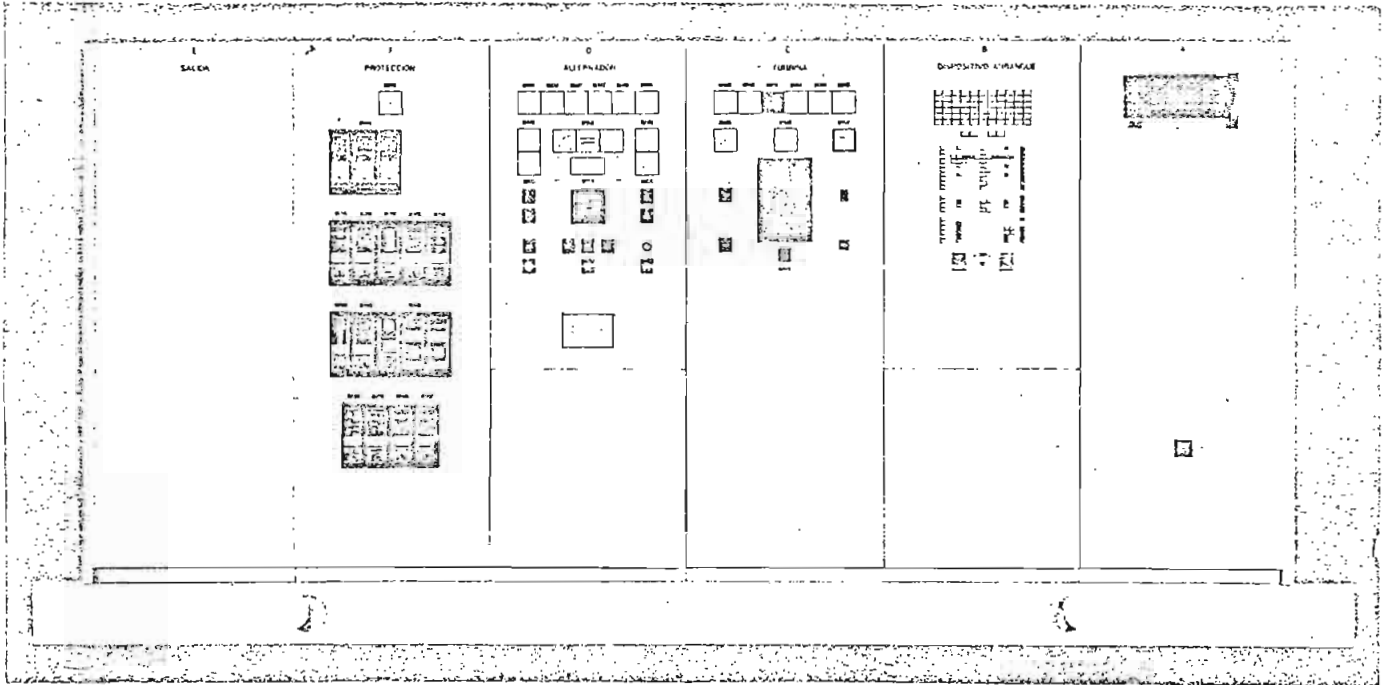
Alternador para turbina de gas tino 9

FIGURE 18



Corto de alternador para turbina de gas 30 MW ISO

FIGURE 19



Paneles de Arranque y de Control

FIGURE 20



Sistema Secuencial de Arranque y de Control

"SECONTIC"

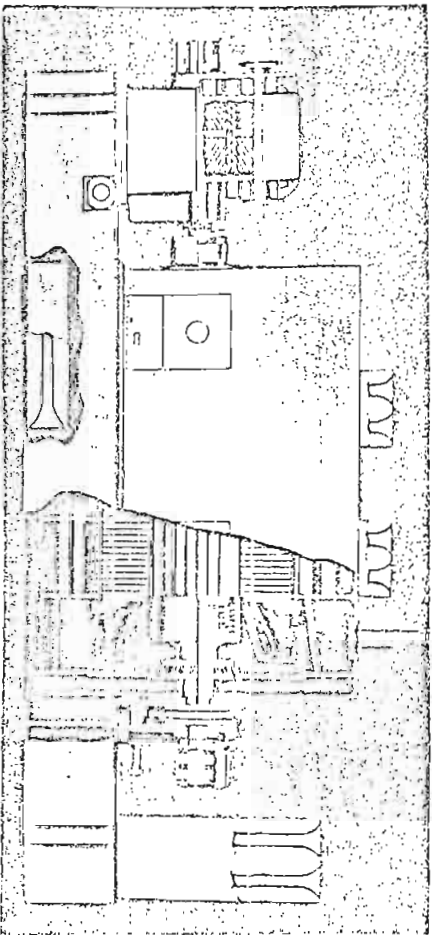
U

FIGURE 21

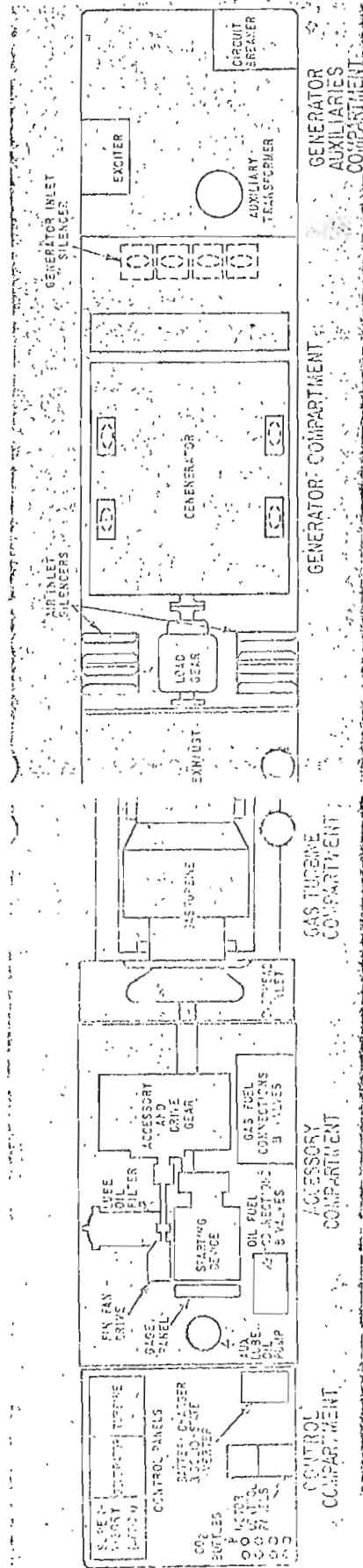
DIAPOSITIVE ALSTHOM N° 1

Corte de turbina de gas 5000

FIGURE 23



Corte de alternador para turbina de gas 24.000 KI ISO



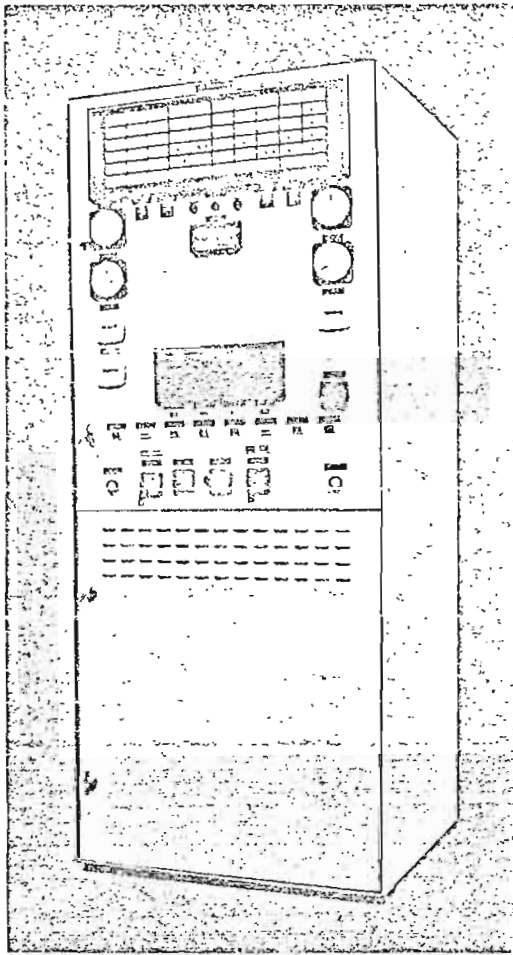
Disposición General del Grupo Fig 24

FIGURE 25

DIAPOSITIVE ALSTHOM N° 5

Corte de una turbina de 95.000 kW aproximadamente

FIGURE 26



Panel de arranque y control Speedtronic

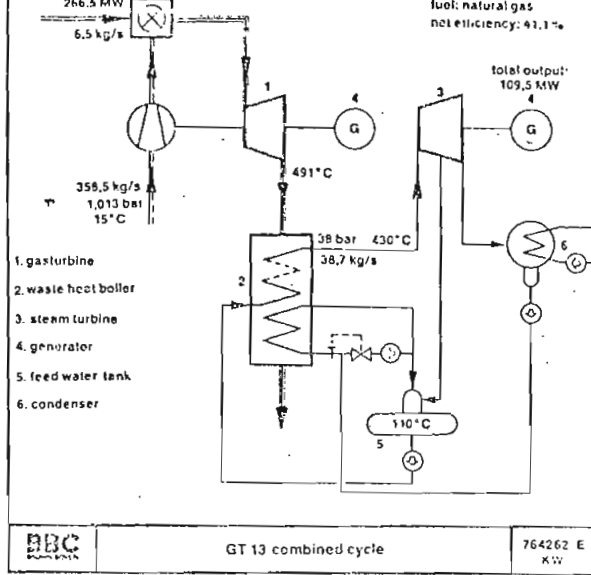


FIGURE 27

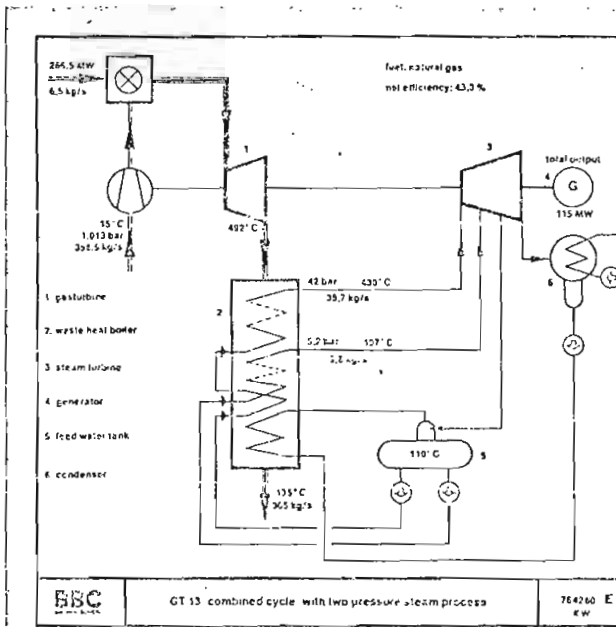


FIGURE 28

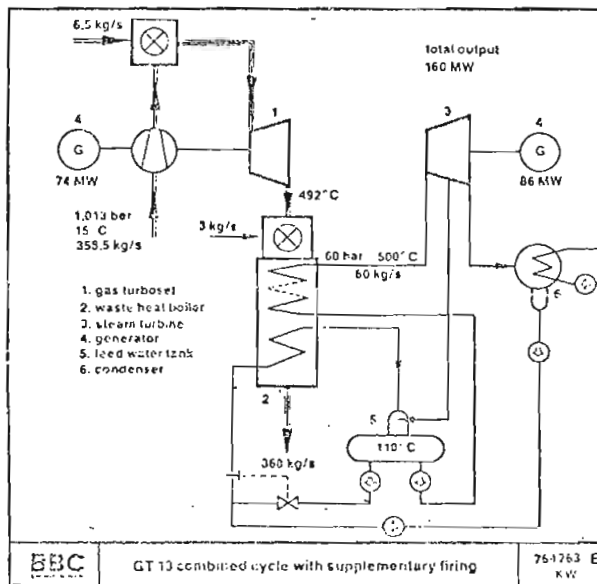


FIGURE 29 bis

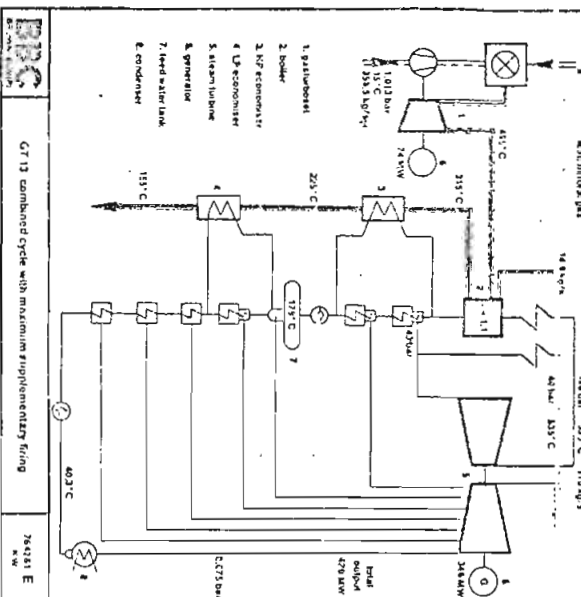


FIGURE 29

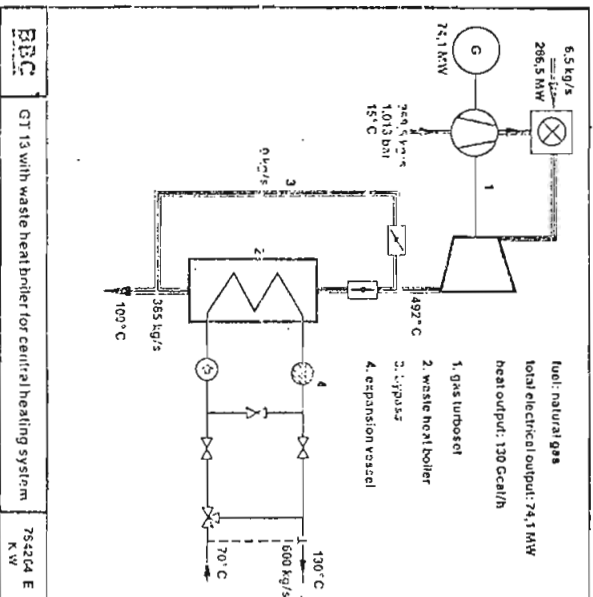


FIGURE 30

ERC
GT 13 with waste heat boiler for central heating system
754204 E
K.W

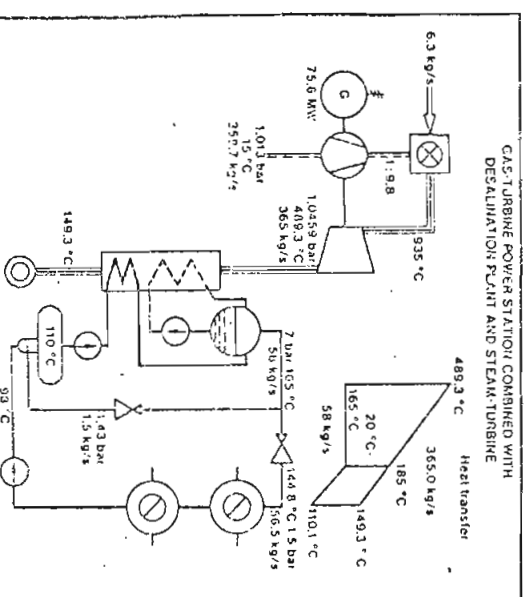


FIGURE 31

ERC
Heat flow diagram
764426
K.W

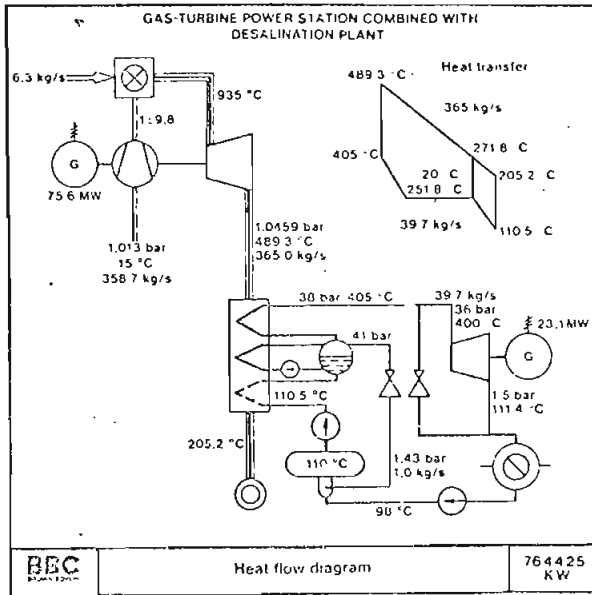


FIGURE 32

	GT 13	GT 13 combined with existing steam turbine	GT 13 combined common shaft	GT 13 combined with fired waste heat boiler	GT 13 combined steam turb. without reheating	GT 13 combined steam turb. with reheating	steam turb. with reheating
net-output (MW)	77	108	113	157	374	405	295
net-efficiency (%)	29	42	42.6	41.5	38.3	41.7	39.1
comparison of turn-key costs (%)	100	140	100	150	145	100	150
heat quantity to cooling water: net-output (MW/MW)	0.03	0.05	0.76	0.95	1.3	1.2	1.3

comparison of turn-key costs - fuel: natural gas

764425
KW

FIGURE 33

FIGURA 32

Estación de Energía de
Turbina de gas combinada con planta de
desalinización de agua de mar

Transferencia térmica

Diagrama de Flujo Térmico

FIGURA 33

	GT 13	GT 13 combinado con turb. de vapor existente	GT 13 combinado eje común.	GT 13 combinado con calde ro de re- cuperación	GT 13 combinado con turb. de vapor sin post- combustión	GT 13 combinado con turb. de vapor con post- combustión	turbina de vapor con post- combust.
Potencia neta (MW)	77	102	112	157	374	405	295
Eficiencia neta %	39	42	42,6	41,5	39,3	41,7	39,1
Comparación de costos contrato llave en mano %	100	140	100	150	145	160	150
Cantidad de calor para enfriamiento de agua: Potencia neta (MW/MW).	0,03	0,05	0,75	0,75	1,3	1,2	1,3

COMPARACION DE COSTOS DE CONTRATO LLAVE EN MANO - COMBUSTIBLE: GAS NATURAL.