

I - Breve Análise à Cogeração

II - Simulação do Tarifário da EDP  
Simulação dos Consumos de uma Empresa Fictícia

# PROJECTO DE INSTALAÇÕES

IV - ANEXOS

i) Legislação e Normas de poluentes

## TÉRMICAS

ii) Tarifário da EDP

iii) Bibliografia específica sobre a turbina escolhida

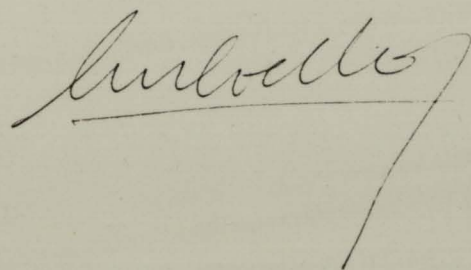
iv) Outras Hipóteses

- Projecto de uma Instalação de Cogeração de Calor e Electricidade a Gás Natural com Grupos Electrogéneos com Turbina a Gás

SECÇÃO: Fluidos e Calor

POR: Ernesto Amadeu de Pinho Coelho

SUPERVISOR: Eng<sup>o</sup> Gonzaga Carvalho



# **INDÍCE**

**I - Breve Análise à Cogeração**

**II - Simulação do Tarifário da EDP**  
**Simulação dos Consumos de uma Empresa Fictícia**

**III - Simulação da Análise do Investimento**

**IV - ANEXOS**

**i) Legislação em vigor, sobre os valores limites de poluentes**

**ii) Tarifário da EDP**

**iii) Bibliografia específica sobre a turbina escolhida**

**iv) Outras Hipóteses**

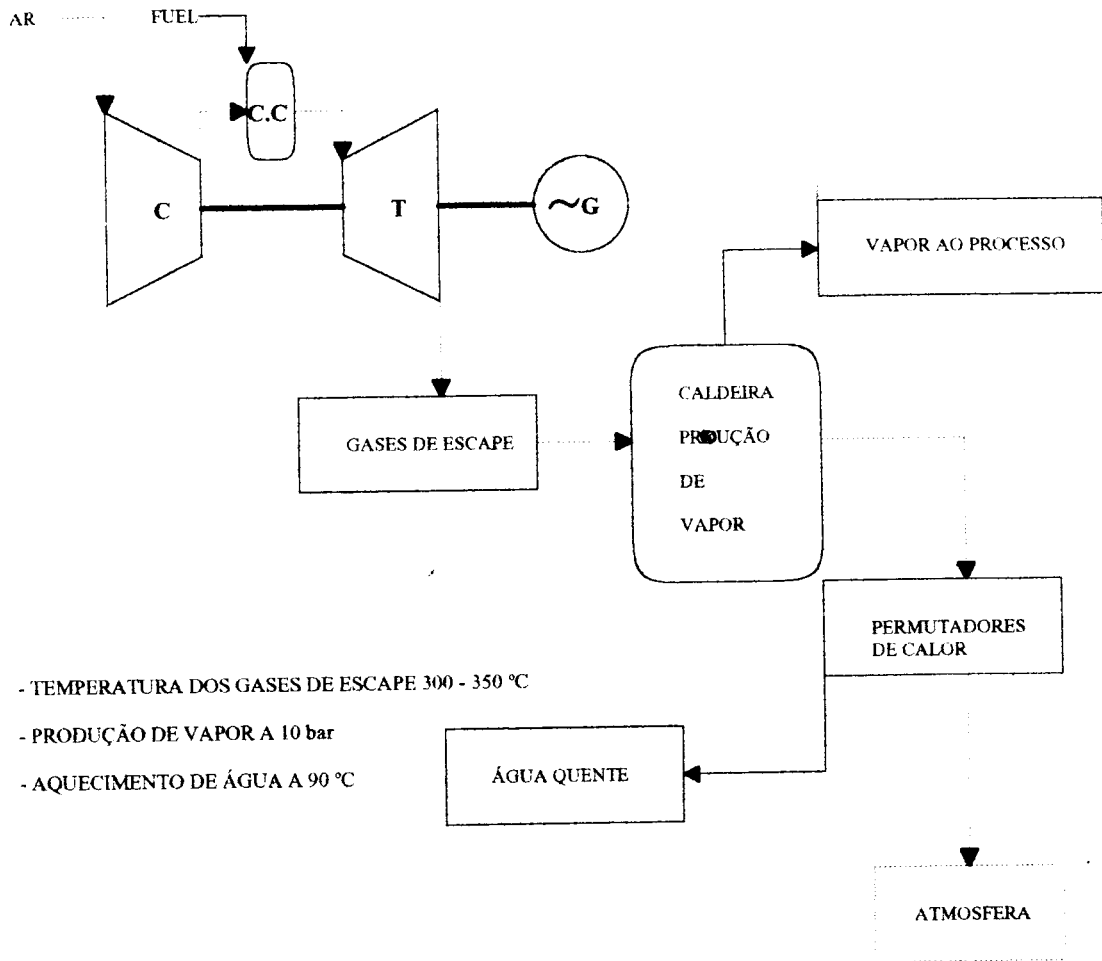
Universidade de Ponta  
Faculdade de Engenharia  
Biblioteca 4

Nº  
CDU 621(047.3)/LEM1992/COEE  
Data 01/10/2009

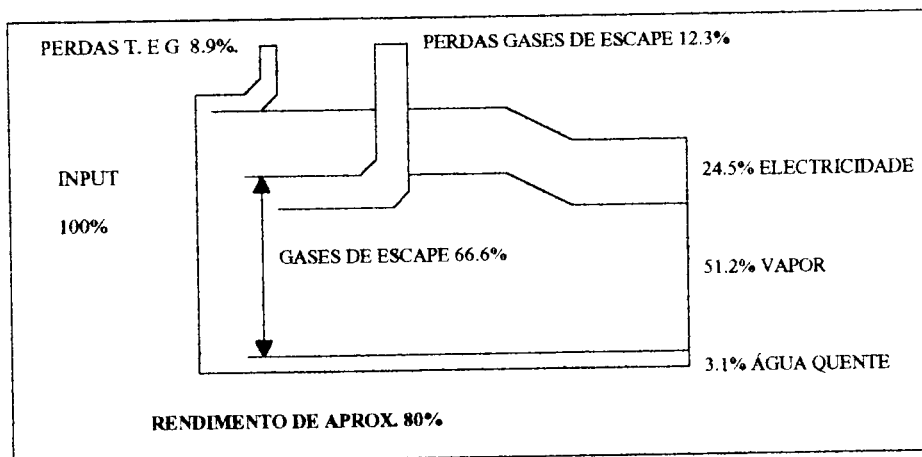
**BREVE ANÁLISE  
À  
COGERAÇÃO**



## DIAGRAMA DE UM PROCESSO DE COGERAÇÃO



### BALANÇO ENERGÉTICO (aproximado)



## COGERAÇÃO

Define-se Cogeração, como sendo a produção simultânea de energia eléctrica ou mecânica e energia térmica na forma, por exemplo, de vapor ou ar quente, que podem ser usados nos mais variados processos industriais. Na produção simultânea de electricidade e calor, em vez de se produzir ambas as formas de energia em sistemas separados, utiliza-se um só sistema para a sua produção, a diminuição do custo da energia assim produzida, vai reflectir-se directamente nos custos de produção de qualquer produto que necessite, directa ou indirectamente, de quantidades justificáveis de energia térmica para o seu fabrico.

Através da cogeração conseguem-se rendimentos superiores a 70%, que se tornam significativos quando comparados com os cerca de 33% de rendimento que se tem, quando se utiliza energia eléctrica proveniente directamente da rede.

Para além deste benefício, a empresa, pode em determinadas condições, tornar o processo como uma fonte de receitas suplementar, vendendo a energia eléctrica produzida em excesso à EDP. A intervenção da EDP neste processo deve-se ao facto de esta empresa ser o único cliente de electricidade produzida em futuras instalações de cogeração

A energia eléctrica assim produzida é utilizada com uma eficiência de aproximadamente 70%, contra os 30% de eficiência que existem quando se utiliza energia proveniente da rede.

O sistema consegue cobrir picos de consumo e promove a independência eléctrica da empresa em caso de factores externos adversos. Um investimento deste género é amortizável em 2 a 4 anos.

## RECUPERAÇÃO DE CALOR

Os três métodos mais comuns são:

**PRODUÇÃO DE VAPOR-** é o método mais comum de utilização do gases de escape provenientes de um motor. O vapor pode ser utilizado para os mais diversos fins, desde processos industriais que necessitem de calor, até ao aquecimento de espaços e água. Depois de sobreaquecido, pode ser usado em turbinas de vapor, ou ser canalizado para aplicações distantes do local onde é produzido.

**AQUECIMENTO DE FLUIDOS-** este tipo de aquecimento é feito geralmente recorrendo ao uso de permutadores de calor, onde os gases de escape provenientes da turbina vão aquecer um outro fluido que será posteriormente utilizado para os mais diversos fins. Os fluidos mais comuns que recebem calor são o ar, a água ou um fluido térmico (óleos).

**AQUECIMENTO DIRECTO-** os gases de combustão provenientes da turbina, podem ser usados, em secadores ou para o pré- aquecimento do ar de combustão de um queimador. A temperatura e o caudal de gás podem ser controlados misturando ar ambiente com o caudal de gases de combustão. Este processo está sujeito a restrições quando o processo envolve aplicações mais delicadas como seja, o fabrico de produtos alimentares.

O projecto de um sistema de calor passa essencialmente pela selecção do equipamento que melhor serve o processo em causa. As diversas combinações dos seguintes componentes devem satisfazer as condições óptimas para a evolução do processo:

- Caldeira
- Permutadores de calor
- Economizador
- Sobreaquecedor (se necessário)
- Queimador suplementar (se necessário)

\* Uma combustão suplementar deve ser considerada em qualquer aplicação que requiera uma elevada relação calor/electricidade, isto é, quando as necessidades não são totalmente satisfeitas através do sistema principal.

## **O ASPECTO ECONÓMICO**

A primeira preocupação de uma empresa, quando pretende ter um papel activo na gestão da sua energia é considerar a Cogeração como uma das várias opções existentes, para melhorar os seus resultados económicos. A oportunidade económica de sistemas de Cogeração, está dependente dos custos relativos da electricidade e do combustível utilizado na sua produção, assim como de disposições e regulamentos governamentais, uma vez que, muitos governos suportam a Cogeração para encorajar a poupança de combustíveis, tornar os sistemas mais eficientes e no caso particular do Gás Natural, tendo preocupações de ordem ambiental.

Relativamente aos preços da electricidade e a sua relação (para termo de comparação) com os preços do fuelóleo num período entre 1980 e 1991, através de um estudo feito, podem tirar-se as seguintes conclusões:

- Durante o período da subida do fuelóleo, o preço da electricidade acompanhou a subida.
- Quando o fuelóleo baixou, a electricidade passou a acompanhar de perto o crescimento do índice de preços de consumo.

Estas conclusões são importantes para a análise de projectos de Cogeração, uma vez que, subidas de preços da electricidade superiores às do fuelóleo, tendem a aumentar os benefícios económicos, e não só, deste tipo de projectos.

A primeira parte da avaliação económica, consiste na identificação precisa, das necessidades e processos de fabrico que necessitem de energia térmica. A análise deve ser feita de modo a seleccionar a alternativa mais eficiente para cada aplicação específica recorrendo a processos de simulação, se

necessário. Ao fazer-se esta avaliação, têm que se caracterizar os diversos factores que estão em jogo, dividindo-se em factores primários e factores secundários. Como factores primários destacam-se:

- Valor da energia eléctrica.
- Valor do combustível utilizado.
- Custos do sistema e da sua instalação.
- Plano de utilização e actual viabilidade de um sistema de cogeração.

Como factores secundários destacam-se:

- A diferença entre a quantidade de combustível que o sistema utiliza e a quantidade de combustível poupado.
- Custos de manutenção.
- Custos de operação.

À partida, uma conclusão que se pode tirar, é que, a precisão com que os factores primários são avaliados é fundamental para o resultado global do projecto, por sua vez, os factores secundários podem ser avaliados de maneira aproximada, uma vez, que os resultados obtidos não vão afectar significativamente o resultado global, embora a sua consideração seja fundamental.

Existem outros aspectos que devem ser considerados na avaliação económica de um sistema de cogeração, que quando ignorados podem comprometer a fiabilidade dos resultados.

Muitas vezes, os utilizadores referem-se ao Gás Natural em Poder Calorífico Superior, em quanto que os produtores referem-se em Poder Calorífico Inferior, o custo desta diferença, pode ser de aproximadamente 10% do custo de cada unidade de gás natural.

A eficácia do sistema, no que respeita a, qualidade do equipamento, desenvolvimento do produto, cuidados de instalação do sistema, serviços de apoio, treino de pessoal especializado e facilidade em encontrar peças de substituição podem resultar numa eficiência de todo o sistema em mais de 60%.

Um sistema de cogeração, é projectado antecipadamente, para assegurar uma "performance" suficiente em severas condições de utilização. Como só numa fracção mínima de utilização é que se atingem pontos extremos, não é apropriado considerá-los na avaliação económica, tendo para isso de haver um meio de prever a sua utilização média, mas torna-se indispensável projectar o sistema para responder a eficazmente a esses picos de utilização.

Como até aqui se viu, são muitos os factores que estão envolvidos na avaliação económica de um sistema de cogeração, mas todos estes factores estão subordinados ao crescimento das actividades industriais e comerciais, assim como a disposições governamentais.

## O GÁS NATURAL

O gás natural - GN, é a energia mais utilizada pelo universo industrial da Comunidade Europeia, com uma quota de mercado em aumento constante - que passou de 20.9% em 1980 para 27.6% em 1989. A abundância de recursos é outra vantagem evidenciada por esta energia primária, que oferece grande segurança de aprovisionamento a longo prazo: as reservas provadas garantem, por mais de 50 anos, o consumo ao ritmo actual, conhecendo-se cerca de século e meio de reservas. Para além das vantagens ecológicas e de segurança, o GN é tido como o combustível fóssil mais capaz de conciliar o crescimento industrial com a manutenção de níveis aceitáveis de qualidade do ambiente.

O GN não é tóxico, não dá origem a resíduos, tem um rendimento térmico superior ao dos combustíveis tradicionais, tendo ainda a flexibilidade necessária para se adaptar às necessidades específicas de cada sector.

Contrariamente aos produtos petrolíferos, o GN, como todas as energias distribuídas por rede, não necessita de armazenamento, o que se traduz em economias ligadas à imobilização e conservação de stocks. O consumidor uma vez ligado à rede, tem o gás disponível imediatamente, sempre que dele necessite, sem interrupções nem incómodos.

Para além do consumidor doméstico, serão sobretudo a indústria e o sector terciário os grandes beneficiados com a introdução em Portugal do GN, que irá substituir em muitos casos os combustíveis mais tradicionais. Ao nível governamental pretende-se a redução de 70% para 40%, o actual nível de dependência dos produtos petrolíferos, do consumo total da energia primária.

A introdução do GN vai implicar a criação de duas infra-estruturas: rede de transporte a alta pressão e a rede de distribuição regional. A empresa responsável pela criação da primeira infra-estrutura, tem como principais responsabilidades a aquisição do GN, a construção do terminal de recepção, a armazenagem, a regaseificação do GN liquefeito e a construção do gasoduto ao longo da faixa litoral (entre Setúbal e Braga), que será a espinha dorsal de todo o sistema de distribuição, abastecendo 23% do território nacional, onde se concentra 65% da população e 85% da indústria. A rede de alta pressão será utilizada pelos operadores regionais, grandes indústrias e pelas centrais eléctricas de ciclo combinado.

As distribuidoras regionais, terão de a tarefa de tornar disponível o GN para o sector doméstico e terciário e também para a pequena e média indústria. O que implicará a construção das suas próprias redes de distribuição. Todos os investimentos em curso necessários à realização de tal empreendimento são cofinanciados pelo Estado Português e pela Comunidade Europeia através do PROTEDE (Programa Operacional de Transporte e Distribuição de Energia), do PEDIP (Programa Específico de Desenvolvimento da Indústria Portuguesa) e no âmbito do FEDER (Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional).

I Soluções de equipotenciais  
Electrostatica.

## SELECCÃO DAS TURBINAS

### CENTRAX

A Centrax tem à sua disposição uma turbina Allison 501 que é a versão industrial da turbina T56, uma turbina de aviação que equipa o avião de transporte Lockheed-Hercules C-130, que detém recordes mundiais de fiabilidade. Por tudo isto apresenta-se aqui algumas das características básicas do conjunto utilizado em Cogeração.

Apenas servirá de referência, uma vez que a potência debitada por esta turbina, ultrapassa a potência pretendida para o caso em estudo.

### MODELO - CX5011KB5 (Combustível Gás Natural)

Características à temperatura de 15°C:

- Potência - 3.9 MW
- Consumo - 49 GJ/hr
- Caudal do gases de combustão - 15.6 Kg/s
- Temp. de saída dos gases de comb. - 570 °C

### KAWASAKI

A Kawasaki apresenta conjuntos específicos com vista a serem utilizados nas mais variadas aplicações. Para isso apresenta várias séries das quais fazem parte:

SÉRIE GPS - Conjuntos de "Stanby" para fornecer energia eléctrica em caso de falha da rede e por curtos periodos de tempo.

SÉRIE GPB - Conjuntos para produzir energia eléctrica em contínuo, não tendo preocupações de ordem térmica.

SÉRIE GPC - Estas são as que nos interessam uma vez que são utilizadas em Cogeração. Apresenta-se em seguida um quadro com as especificações de alguns conjuntos:

MODELO	MODELO TURBINA	COMB.	POT. [ KW]	CONSUMO DE COMB. [ Nm <sup>3</sup> /hr ]	PRODUÇÃO DE VAPOR	
					EVAPORAÇÃO [ Kg/hr]	ÁGUA QUENTE [Mcal/hr]
GPC06	S2A-01	GAS NAT.	620	265	2250	100
GPC15	M1A-13	GAS NAT.	1430	505	4300	160
GPC30	MIT-13	GAS NAT.	2800	1016	8400	300

Como podemos observar pelo quadro anterior nenhum dos modelos apresentados apresenta as potências requeridas pelo caso em estudo.

### CATERPILLAR - Solar Turbines

Temos aqui um fabricante que apenas faz a turbina em si, que depois será utilizada nas mais diversas aplicações. Apresenta-se em seguida um quadro das especificações dos vários modelos:

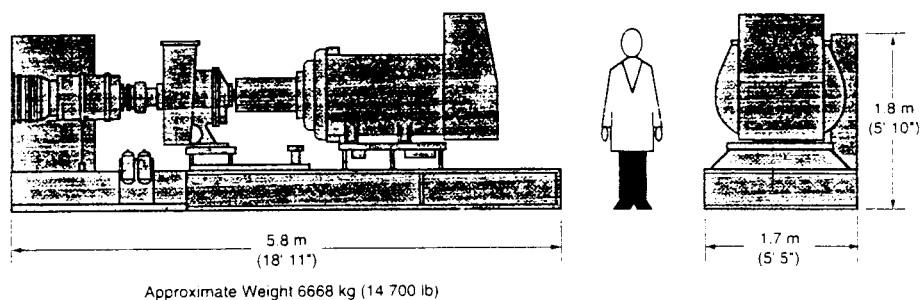
TURBINA	MODELO	POTÊNCIA NOMINAL À SAÍDA [KWe]		TAXA SE CALOR [KJ/KWe.hr]	VOLTAGEM	CAUDAL DOS GASES DE COMB. [Kg/hr]	TEMP. DOS GASES DE COMB. [°C]
		EM CONTÍNUO	EM "STANBY"				
MARS	T-14 000	10000	-	11310	3300-13800	140280	499
	T-12 000	8840	9555	11585	3300-13800	137100	466
CENTAUR	TAURUS	4550	5015	12555	3300-13800	74280	490
	TYPE H	4040	4455	12872	300-13800	66660	509
	T-4700	3425	3735	13142	600-13800	66760	449
<b>SATURN</b>	<b>T-1500</b>	<b>1130</b>	<b>1265</b>	<b>14865</b>	<b>204-4160</b>	<b>23280</b>	<b>484</b>

**NOTA:** Condições ISO: 15°C, nível do mar, gás natural, sem perdas de carga na admissão ou no escape.

Como, podemos ver pelo quadro acima a turbina que melhor vai servir o caso proposto será a **Saturn T-1500**. Na página seguinte são apresentadas características mais promotorizadas desta turbina.



## - DIMENSÕES RELATIVAS



Approximate Weight 6668 kg (14 700 lb)

## - CONJUNTO BÁSICO

Motor- Turbina industrial a gás, com um só veio, caixa redutora integrada e transmissão elástica.

O sistema de combustível da unidade de funcionamento em contínuo pode ser adaptado para trabalhar a gás natural e/ou fuel.

Gerador- de três fase, com tensões disponíveis de 208,240,480,2400 e 4160 a 60 Hz, e de 380,415 e 3300 a 50 Hz.

Mecanismo regulador- sensor de carga eléctrica para múltiplas instalações, controle isócrono, controlador hidráulico para uma unidade simples e unidades diferentes a trabalhar em paralelo. Distribuição automática da carga de modo isócrono para unidades similares.

Arranque- Standard, sistema com motor hidráulico com expansão de ar ou de gás. Disponível com um motor de 120 Volt CC ou CA.

Lubrificação- Sistema completo e integral com, bomba, filtros, protecção de altas temperaturas e baixas pressões, arrefecimento por permutador ar-óleo e tanque de armazenamento de óleo.

Controle- é feito com base num microprocessador Tubotronic™, sistema independente de controle do gerador, toda a informação é mostrada em painel.

Modificações- numerosas modificações "standard" disponíveis para adaptar cada unidade aos requisitos particulares de cada utilizador.

## -CARACTERÍSTICAS DE CONTROLE

Tensão- Regulador permanente  $\pm 1\%$ .

Desvio temporário  $\pm 18.5\%$  máximo.

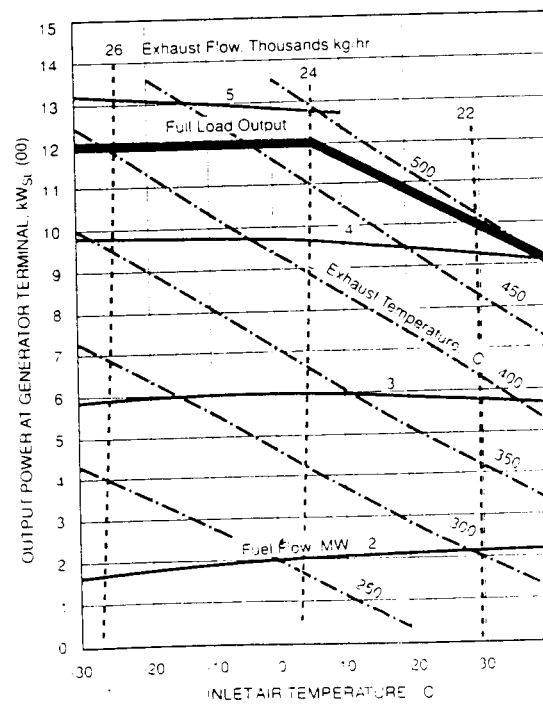
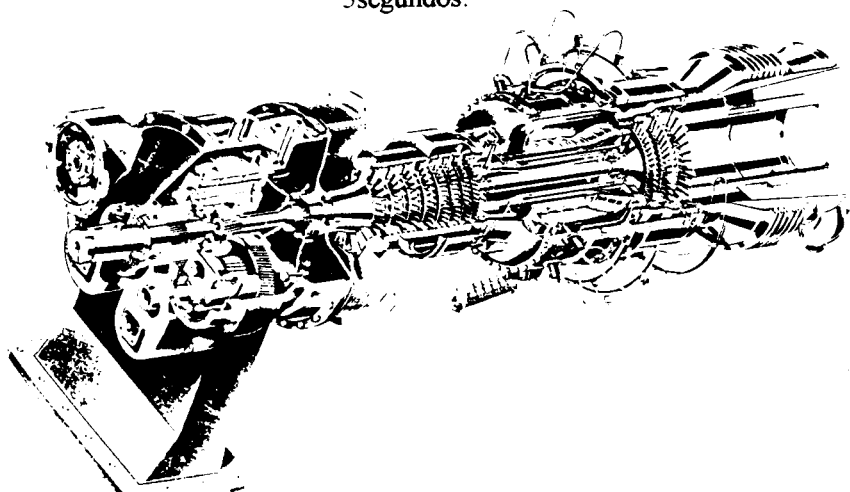
Tempo de recuperação para  $\pm 5\%$  em 1 segundo.

Intervalo de ajustamento  $\pm 10\%$ .

Frequência- Regulador permanente  $\pm 1/4\%$ .

Desvio temporário  $\pm 5\%$  máximo.

Tempo de recuperação para  $1/4\%$  em 5 segundos.



## DALE

Existem também, empresas especializadas na construção do "pacote", isto é, Turbina mais o conjunto de acessórios necessários à **Cogeração**, que é o caso da **DALE**.

Esta empresa trabalha precisamente com as turbinas **CATERPILLAR** (Solar Turbines) e mais especificamente com a turbina seleccionada, a **SATURN T-1500**, cujas algumas das principais características são apresentadas em seguida.

Todos os valores apresentados são baseados nas seguintes condições:

Condições do ambiente - nível do mar, T=15°C

Combustível ----- Gás Natural

Carga ----- 100%

Perda de Carga à entrada - 75 mm c. a.

Perda de carga à saída ----- 175 mm c. a.

TURBINA SATURN T-1500B	PARA PRODUÇÃO DE VAPOR *	PARA COMBUSTÃO SUPLEMENTAR **	COMO FONTE DE AR QUENTE ***
CALOR DISPONÍVEL [GJ/hr]	***	***	11.6
COMB. ADICIONAL PARA O QUEMADOR [GJ/hr]	***	12.7	***
STACK TEMP. [°C]	153	121	***
PROD. VAPOR [ton/hr]	3.44	9	***
TEMP. GASES DE ESCAPE [°C]	488	488	488
CONSUMO DE COMB. [GJ/hr]	16.3	16.3	16.3
POT. ELÉCTRICA PROD. [KW]	1094	1094	1094
CAUDAL GASES DE ESCAPE 1000*[Kg/hr]	23.1	23.1	23.1
EFICIÊNCIA DO SISTEMA %	73.3	85.8	95.4

- \*---- Os gases de escape produzem 1000 KPa de vapor, valor medido em manómetro.
- \*\*--- Assume-se combustão suplementar até aos 950 °C, com 1000 KPa, medidos no manómetro da caldeira.
- \*\*\*--- Sistema de cogeração, com os gases de escape a serem usados directamente como fonte de "ar" quente.

Temos aqui três exemplos e respectivos valores que os caracterizam, de como se pode utilizar os gases de combustão provenientes de uma turbina a Gás Natural. No terceiro exemplo utilizam-se os gases de escape directamente num processo, porque os gases resultantes deste tipo de combustão são relativamente limpos, quando comparados com os gases de escape de um motor que queime outros tipos de combustíveis.

### CUSTO ESTIMADO DE UM CONJUNTO DE COGERAÇÃO

Os preços aqui apresentados, referem-se aos praticados por determinada empresa em 92/14/10, são estimados porque foram fornecidos em SFr, para os quais utilizou-se um custo aproximado de 100 escudos para cada SFr.

Os preços referem-se ao conjunto de cogeração TGC-105-CS, equipado com uma turbina SOLAR CATERPILLAR modelo SATURN, preparada para queimar Gás Natural, com instalação em recinto fechado, com um alternador de 380 V.

- Preço do conjunto acima indicado ----- 112 000 (contos)
- Sistema preparado para a quima de Gasoil e Gás Natural ---- + 9 000
- Sistema preparado para a queima de GPL (sem bomba) -----+10 500
- Sistema para GPL com bomba ----- 14 500
- Permutador de Calor Clayton para produção de água quente ≈ 17 000
  
- Características estimadas à temperatura ambiente de 15°C:
  - Potência nos terminais do alternador ----- 1108 KW
  - Consumo de combustível ----- 4.635 KWh
  - Caudal dos gases de escape ----- 6.43 Kg/s
  - Temperatura dos gases de escape ----- 488 °C
  - Potência calorífica transmitida à água quente ----- 2000 KW

A informação acima indicada, excepto a do conjunto de cogeração em si, refere-se a preços e características estimadas. Não estão incluídos, o sistema de exaustão (chaminé), os custos de transporte e de instalação, o custo dos trabalhos de construção civil, os custos de armazenagem e distribuição do combustível, os custos da ligação eléctrica ao processo.

# **SIMULAÇÃO DO TARIFÁRIO DA EDP**

## **SIMULAÇÃO DOS CONSUMOS DE UMA EMPRESA FICTÍCIA**

MT/	TARIFAS						REACTIVA	
	HC	HP	HC+HP	TAR	TAR PT	TAR P	TAR HC	TAR HV
	ESC/kW	ESC/k	ESC/kWh	ESC/k	ESC/kW	ESC/k	ESC/kVA	ESC/kVA <sub>h</sub>
	1	2	3	4	5	6	7	8
JAN90	8.46	14.80	10.27	6.91	569.44	142.36		
FEV	9.66	16.91	11.73	7.46	647.04	161.76	2.38	1.79
MAR	9.66	16.91	11.73	7.46	647.04	161.76	2.38	1.79
ABR	9.66	16.91	11.73	7.46	647.04	161.76	2.38	1.79
MAI	10.47	18.32	12.71	8.75	647.04	161.76	2.38	1.79
JUN	10.47	18.32	12.71	8.75	647.04	161.76	2.38	1.79
JUL	10.47	18.32	12.71	8.75	647.04	161.76	2.38	1.79
AGO	10.47	18.32	12.71	8.75	647.04	161.76	2.38	1.79
SET	10.47	18.32	12.71	8.75	647.04	161.76	2.38	1.79
OUT	10.47	18.32	12.71	8.75	647.04	161.76	2.38	1.79
NOV	9.66	16.91	11.73	7.46	647.04	161.76	2.38	1.79
DEZ	9.66	16.91	11.73	7.46	647.04	161.76	2.38	1.79
JAN91	9.66	16.91	11.73	7.46	647.04	161.76	2.38	1.79
FEB	10.97	18.89	11.73	7.46	647.04	161.76	2.38	1.79
MAR	10.97	18.89	13.24	8.09	722.72	180.68	2.66	2.00
ABR	10.97	18.89	13.24	8.09	722.72	180.68	2.66	2.00
MAI	11.89	20.46	14.34	9.49	722.72	180.68	2.66	2.00
JUN	11.89	20.46	14.34	9.49	722.72	180.68	2.66	2.00
JUL	11.89	20.46	14.34	9.49	722.72	180.68	2.66	2.00
AGO	11.89	20.46	14.34	9.49	722.72	180.68	2.66	2.00
SET	11.89	20.46	14.34	9.49	722.72	180.68	2.66	2.00
OUT	11.89	20.46	14.34	9.49	722.72	180.68	2.66	2.00
NOV	10.97	18.89	13.24	8.09	722.72	180.68	2.66	2.00
DEZ	10.97	18.89	13.24	8.09	722.72	180.68	2.66	2.00
JAN92	10.97	18.89	13.24	8.09	722.72	180.68	2.66	2.00
FEV	11.57	19.93	13.96	8.53	762.48	190.62	2.81	2.11
MAR	11.57	19.93	13.96	8.53	762.48	190.62	2.81	2.11
ABR	11.57	19.93	13.96	8.53	762.48	190.62	2.81	2.11
MAI	12.54	21.59	15.13	10.01	762.48	190.62	2.81	2.11
JUN	12.54	21.59	15.13	10.01	762.48	190.62	2.81	2.11
JUL	12.54	21.59	15.13	10.01	762.48	190.62	2.81	2.11
AGO	12.54	21.59	15.13	10.01	762.48	190.62	2.81	2.11
SET	12.54	21.59	15.13	10.01	762.48	190.62	2.81	2.11
OUT	12.54	21.59	15.13	10.01	762.48	190.62	2.81	2.11
NOV	11.57	19.93	13.96	8.53	762.48	190.62	2.81	2.11
DEZ	11.57	19.93	13.96	8.53	762.48	190.62	2.81	2.11

MT LU	TARIFAS						REACTIVA	
	HC	HP	HC+HP	TAR	TAR PT	TAR P	TAR HC	TAR HV
	ESC/kW	ESC/k	ESC/kWh	ESC/k	ESC/kW	ESC/k	ESC/kVA	ESC/kVA
JAN90	8.07	14.12	9.80	6.5	780.40	195.10	2.38	1.79
FEV	9.23	16.14	11.20	7.02	886.72	221.68	2.38	1.79
MAR	9.23	16.14	11.20	7.02	886.72	221.68	2.38	1.79
ABR	9.23	16.14	11.20	7.02	886.72	221.68	2.38	1.79
MAI	9.63	16.84	11.69	8.12	886.72	221.68	2.38	1.79
JUN	9.63	16.84	11.69	8.12	886.72	221.68	2.38	1.79
JUL	9.63	16.84	11.69	8.12	886.72	221.68	2.38	1.79
AGO	9.63	16.84	11.69	8.12	886.72	221.68	2.38	1.79
SET	9.63	16.84	11.69	8.12	886.72	221.68	2.38	1.79
OUT	9.63	16.84	11.69	8.12	886.72	221.68	2.38	1.79
NOV	9.23	16.14	11.20	7.02	886.72	221.68	2.38	1.79
DEZ	9.23	16.14	11.20	7.02	886.72	221.68	2.38	1.79
JAN91	9.23	16.14	11.20	7.02	886.72	221.68	2.38	1.79
FEV	10.50	18.03	12.65	7.65	990.48	247.62	2.66	2.00
MAR	10.50	18.03	12.65	7.65	990.48	247.62	2.66	2.00
ABR	10.50	18.03	12.65	7.65	990.48	247.62	2.66	2.00
MAI	10.96	18.81	13.20	8.55	990.48	247.62	2.66	2.00
JUN	10.96	18.81	13.20	8.55	990.48	247.62	2.66	2.00
JUL	10.96	18.81	13.20	8.55	990.48	247.62	2.66	2.00
AGO	10.96	18.81	13.20	8.55	990.48	247.62	2.66	2.00
SET	10.96	18.81	13.20	8.55	990.48	247.62	2.66	2.00
OUT	10.96	18.81	13.20	8.55	990.48	247.62	2.66	2.00
NOV	10.50	18.03	12.65	7.65	990.48	247.62	2.66	2.00
DEZ	10.50	18.03	12.65	7.65	990.48	247.62	2.66	2.00
JAN92	10.50	18.03	12.65	7.65	990.48	247.62	2.66	2.00
FEV	11.08	19.02	13.35	8.07	1044.96	261.24	2.81	2.11
MAR	11.08	19.02	13.35	8.07	1044.96	261.24	2.81	2.11
ABR	11.08	19.02	13.35	8.07	1044.96	261.24	2.81	2.11
MAI	11.56	19.84	13.93	9.34	1044.96	261.24	2.81	2.11
JUN	11.56	19.84	13.93	9.34	1044.96	261.24	2.81	2.11
JUL	11.56	19.84	13.93	9.34	1044.96	261.24	2.81	2.11
AGO	11.56	19.84	13.93	9.34	1044.96	261.24	2.81	2.11
SET	11.56	19.84	13.93	9.34	1044.96	261.24	2.81	2.11
OUT	11.56	19.84	13.93	9.34	1044.96	261.24	2.81	2.11
NOV	11.08	19.02	13.35	8.07	1044.96	261.24	2.81	2.11
DEZ	11.08	19.02	13.35	8.07	1044.96	261.24	2.81	2.11

AT M U	TARIFAS			REACTIVA				
	HC	HP	HC+HP	TAR	TAR PT	TAR P	TAR HC	TAR HV
	ESC/kW	ESC/k	ESC/kWh	ESC/k	ESC/kW	ESC/k	ESC/kVA	ESC/kVA
JAN9 0	8.07	14.12	9.80	6.50	499.20	124.80	2.29	1.72
FEV	8.92	15.60	10.83	6.86	556.64	139.16	2.29	1.72
MAR	8.92	15.60	10.83	6.86	556.64	139.16	2.29	1.72
ABR	8.92	15.60	10.83	6.86	556.64	139.16	2.29	1.72
MAI	9.30	16.28	11.29	7.93	556.64	139.16	2.29	1.72
JUN	9.30	16.28	11.29	7.93	556.64	139.16	2.29	1.72
JUL	9.30	16.28	11.29	7.93	556.64	139.16	2.29	1.72
AGO	9.30	16.28	11.29	7.93	556.64	139.16	2.29	1.72
SET	9.30	16.28	11.29	7.93	556.64	139.16	2.29	1.72
OUT	9.30	16.28	11.29	7.93	556.64	139.16	2.29	1.72
NOV	8.92	15.60	10.83	6.86	556.64	139.16	2.29	1.72
DEZ	8.92	15.60	10.83	6.86	556.64	139.16	2.29	1.72
JAN9 1	8.92	15.60	10.83	6.86	556.64	139.16	2.29	1.72
FEV	10.17	17.43	12.24	7.45	621.76	155.44	2.56	1.92
MAR	10.17	17.43	12.24	7.45	621.76	155.44	2.56	1.92
ABR	10.17	17.43	12.24	7.45	621.76	155.44	2.56	1.92
MAI	10.60	18.18	12.77	8.61	621.76	155.44	2.56	1.92
JUN	10.60	18.18	12.77	8.61	621.76	155.44	2.56	1.92
JUL	10.60	18.18	12.77	8.61	621.76	155.44	2.56	1.92
AGO	10.60	18.18	12.77	8.61	621.76	155.44	2.56	1.92
SET	10.60	18.18	12.77	8.61	621.76	155.44	2.56	1.92
OUT	10.60	18.18	12.77	8.61	621.76	155.44	2.56	1.92
NOV	10.17	17.43	12.24	7.45	621.76	155.44	2.56	1.92
DEZ	10.17	17.43	12.24	7.45	621.76	155.44	2.56	1.92
JAN9 2	10.17	17.43	12.24	7.45	621.76	155.44	2.56	1.92
FEV	10.73	18.39	12.92	7.86	656.00	164.00	2.70	2.03
MAR	10.73	18.39	12.92	7.86	656.00	164.00	2.70	2.03
ABR	10.73	18.39	12.92	7.86	656.00	164.00	2.70	2.03
MAI	11.18	19.18	13.47	9.08	656.00	164.00	2.70	2.03
JUN	11.18	19.18	13.47	9.08	656.00	164.00	2.70	2.03
JUL	11.18	19.18	13.47	9.08	656.00	164.00	2.70	2.03
AGO	11.18	19.18	13.47	9.08	656.00	164.00	2.70	2.03
SET	11.18	19.18	13.47	9.08	656.00	164.00	2.70	2.03
OUT	11.18	19.18	13.47	9.08	656.00	164.00	2.70	2.03
NOV	10.73	18.39	12.92	7.86	656.00	164.00	2.70	2.03
DEZ	10.73	18.39	12.92	7.86	656.00	164.00	2.70	2.03

AT Lú	TARIFAS			REACTIVA				
	HC	HP	HC+HP	TAR	TAR PT	TAR P	TAR HC	TAR HV
	ESC/kW	ESC/k	ESC/kWh	ESC/k	ESC/kW	ESC/k	ESC/kVA	ESC/kVA
JAN90	8.04	10.51	8.75	5.66	876.00	219.00	2.29	1.72
FEV	9.09	11.88	9.89	6.40	823.44	205.86	2.29	1.72
MAR	9.09	11.88	9.89	6.40	823.44	205.86	2.29	1.72
ABR	9.09	11.88	9.89	6.40	823.44	205.86	2.29	1.72
MAI	9.44	11.88	10.14	7.50	823.44	205.86	2.29	1.72
JUN	9.44	11.88	10.14	7.50	823.44	205.86	2.29	1.72
JUL	9.44	11.88	10.14	7.50	823.44	205.86	2.29	1.72
AGO	9.44	11.88	10.14	7.50	823.44	205.86	2.29	1.72
SET	9.44	11.88	10.14	7.50	823.44	205.86	2.29	1.72
OUT	9.44	11.88	10.14	7.50	823.44	205.86	2.29	1.72
NOV	9.09	11.88	9.89	6.40	823.44	205.86	2.29	1.72
DEZ	9.09	11.88	9.89	6.40	823.44	205.86	2.29	1.72
JAN91	9.09	11.88	9.89	6.40	823.44	205.86	2.29	1.72
FEV	10.15	13.27	11.04	7.15	919.76	229.94	2.56	1.92
MAR	10.15	13.27	11.04	7.15	919.76	229.94	2.56	1.92
ABR	10.15	13.27	11.04	7.15	919.76	229.94	2.56	1.92
MAI	10.54	13.27	11.32	8.38	919.76	229.94	2.56	1.92
JUN	10.54	13.27	11.32	8.38	919.76	229.94	2.56	1.92
JUL	10.54	13.27	11.32	8.38	919.76	229.94	2.56	1.92
AGO	10.54	13.27	11.32	8.38	919.76	229.94	2.56	1.92
SET	10.54	13.27	11.32	8.38	919.76	229.94	2.56	1.92
OUT	10.54	13.27	11.32	8.38	919.76	229.94	2.56	1.92
NOV	10.15	13.27	11.04	7.15	919.76	229.94	2.56	1.92
DEZ	10.15	13.27	11.04	7.15	919.76	229.94	2.56	1.92
JAN92	10.15	13.27	11.04	7.15	919.76	229.94	2.56	1.92
FEV	10.71	14.00	11.65	7.54	970.40	242.60	2.70	2.03
MAR	10.71	14.00	11.65	7.54	970.40	242.60	2.70	2.03
ABR	10.71	14.00	11.65	7.54	970.40	242.60	2.70	2.03
MAI	11.12	14.00	11.94	8.84	970.40	242.60	2.70	2.03
JUN	11.12	14.00	11.94	8.84	970.40	242.60	2.70	2.03
JUL	11.12	14.00	11.94	8.84	970.40	242.60	2.70	2.03
AGO	11.12	14.00	11.94	8.84	970.40	242.60	2.70	2.03
SET	11.12	14.00	11.94	8.84	970.40	242.60	2.70	2.03
OUT	11.12	14.00	11.94	8.84	970.40	242.60	2.70	2.03
NOV	10.71	14.00	11.65	7.54	970.40	242.60	2.70	2.03
DEZ	10.71	14.00	11.65	7.54	970.40	242.60	2.70	2.03



EMPRESA A																			
MT MU	A CHEIAS kWh	A PONTA kWh	A VAZIAS kWh	A TOTAL kWh	R CHEIAS kVArh	R VAZIA kVArh	EXC R C kVArh	R EMI kVArh	COS 0 CHEIAS	COS 0 VAZI	PT DIA kW	P CONT kW	F MENSAL TOTAL	F MENSAL POTENCIA	F MENSAL REACTIV	F ACUM 12 MESES	PREÇO MÉDIO MENS	PREÇO MÉDIO ANUAL	
	TOTAL																		
JAN90	290 850		80 100	370 950	181 650			7 140	0.848	1.000	1 350.0	1 530.0	4 908 828	1 065 479	19 586		13.23		
FEV	391 200		106 650	497 850	212 100			0	0.879	1.000	1 455.0	1 530.0	7 099 187	1 284 051	0		14.26		
MAR	260 850		74 700	335 550	127 800			0	0.898	1.000	1 425.0	1 530.0	5 169 482	1 263 087	0		15.41		
ABR	360 600		106 500	467 100	176 550			0	0.898	1.000	1 380.0	1 530.0	6 657 915	1 231 641	0		14.25		
MAI	359 100		174 450	533 550	163 800			0	0.910	1.000	1 380.0	1 530.0	7 809 487	1 231 641	0		14.64		
JUN	252 600		145 800	398 400	117 750			0	0.906	1.000	1 380.0	1 530.0	6 076 840	1 231 641	0		15.25		
JUL	332 700		170 850	503 550	162 150			0	0.899	1.000	1 380.0	1 530.0	7 413 080	1 231 641	0		14.72		
AGO	294 450		112 650	407 100	145 800			0	0.896	1.000	1 350.0	1 530.0	6 317 075	1 210 677	0		15.52		
SET	252 600		82 200	334 800	110 850			9 810	0.916	1.000	1 275.0	1 530.0	5 427 662	1 158 266	25 216		16.21		
OUT	360 000		104 100	464 100	160 650			16 650	0.913	1.000	1 425.0	1 530.0	7 231 277	1 263 087	42 797		15.58		
NOV	289 350		67 800	357 150	127 200			11 460	0.915	1.000	1 275.0	1 530.0	5 399 576	1 158 266	29 457		15.12		
DEZ	332 850		96 000	428 850	142 350			9 210	0.919	1.000	1 335.0	1 530.0	6 213 998	1 200 194	23 673	75 724	14.49	14.85	
JAN91	335 850		99 750	435 600	94 800	32 100		0	0.962	0.952	1 350.0	1 530.0	6 269 024	1 210 677	0	77 085	14.39	14.93	
FEV	437 850		119 250	557 100	98 400	29 850		0	0.976	0.970	1 350.0	1 530.0	7 718 309	1 210 677	0	77 704	13.85	14.88	
MAR	272 400		69 000	341 400	58 500	15 750		0	0.978	0.975	1 290.0	1 530.0	5 803 418	1 305 449	0	78 338	17.00	14.98	
ABR	291 900		92 400	384 300	61 350	20 750		0	0.979	0.976	1 275.0	1 530.0	6 274 995	1 293 741	0	77 955	16.33	15.15	
MAI	319 050		108 900	427 950	69 900	24 750		0	0.977	0.975	1 275.0	1 530.0	7 351 070	1 293 741	0	77 496	17.18	15.38	
JUN	348 750		148 800	497 550	90 600	34 350		0	0.968	0.974	1 290.0	1 530.0	8 231 691	1 305 449	0	79 651	16.54	15.50	
JUL	297 150		173 100	470 250	102 150	43 350		0	0.946	0.970	1 275.0	1 350.0	7 634 775	1 258 617	0	79 873	16.24	15.64	
AGO	256 200		93 450	349 650	74 400	24 900		0	0.960	0.966	1 200.0	1 350.0	6 125 685	1 200 077	0	79 681	17.52	15.78	
SET	251 100		124 650	375 750	84 750	30 600		0	0.947	0.971	1 200.0	1 350.0	6 366 475	1 200 077	0	80 620	16.94	15.84	
OUT	298 350		178 950	477 300	108 600	55 050		0	0.940	0.956	1 200.0	1 350.0	7 654 777	1 200 077	0	81 044	16.04	15.88	
NOV	345 600		206 700	552 300	100 500	52 500		0	0.960	0.969	1 200.0	1 350.0	7 947 859	1 200 077	0	83 592	14.39	15.78	
DEZ	275 250		97 800	373 050	66 450	22 350		0	0.972	0.975	1 275.0	1 350.0	6 048 970	1 258 617	0	83 427	16.21	15.91	
JAN92	97 650		27 150	124 800	25 350	7 200		0	0.968	0.967	1 245.0	1 350.0	2 868 733	1 235 201	0	80 027	22.99	16.23	
FEV	364 954	138 187	153 037	656 178	124 650	30 300		0	0.971	0.981	1 363.6	1 363.6	10 348 168	1 403 619	0	82 657	15.77	16.43	
MAR	222 771	86 207	94 088	403 066	84 600	24 600		0	0.964	0.967	1 363.6	1 363.6	6 909 606	1 403 619	0	83 763	17.14	16.45	
ABR	219 021	79 307	94 443	392 771	67 350	20 750		0	0.975	0.977	1 309.0	1 363.6	6 672 538	1 358 657	0	84 160	16.99	16.50	
MAI	204 295	69 257	130 347	403 899	66 600	24 750		0	0.972	0.982	1 364.0	1 364.0	7 194 873	1 404 031	0	84 004	17.81	16.55	
JUN	196 781	68 739	178 577	444 097	60 900	34 350		0	0.975	0.982	1 309.0	1 364.0	7 557 145	1 358 739	0	83 330	17.02	16.59	
JUL	223 221	81 830	212 244	517 295	63 450	43 350		0	0.979	0.980	1 309.0	1 364.0	8 584 440	1 358 739	0	84 279	16.59	16.62	
AGO	151 919	44 631	121 947	318 497	50 250	24 900		0	0.969	0.980	1 309.0	1 364.0	5 775 223	1 358 739	0	83 929	18.13	16.66	
SET	208 058	49 076	149 996	407 130	49 350	30 600		0	0.982	0.980	1 255.0	1 364.0	6 897 934	1 314 272	0	84 460	16.94	16.66	
OUT	232 050	66 300	178 950	477 300	108 600	55 050		0	0.940	0.956	1 200.0	1 364.0	7 892 203	1 268 980	0	84 698	16.54	16.70	
NOV	268 800	76 800	206 700	552 300	100 500	52 500		0	0.960	0.969	1 200.0	1 364.0	8 185 074	1 268 980	0	84 935	14.82	16.75	
DEZ	214 084	61 166	97 800	373 050	66 450	22 350		0	0.972	0.975	1 275.0	1 350.0	6 220 501	1 327 859	0	85 106	16.67	16.79	
1990	3 777 150	0	1 321 800	5 098 950	1 828 650	0	54 270	0			1 455.0	1 530.0	75 724 405	14 529 670	140 729		14.85		
1991	3 729 450	0	1 512 750	5 242 200	1 010 400	386 300	0	0			1 350.0	1 440.0	83 427 049	14 937 274	0		15.91		
1992	2 603 604	821 500	1 645 279	5 070 383	868 050	370 700	0	0			1 364.0	1 361.6	85 106 440	16 061 435	0		16.79		
									VARIACAO 90-91				10.17%	2.81%	-100.00%				
									VARIACAO 91-92				2.01%	7.53%	0.00%				

EMPRESA A																		
AT MU	A CHEIAS kWh	A VAZIAS kWh	A TOTAL kWh	R CHEIAS kVarh	R VAZIA kVarh	EXC R C kVarh	REMI kVarh	COS 0 CHEIAS	COS 0 VAZI	PT DIA kW	P CONT kW	F MENSAL TOTAL	F MENSAL POTENCIA	F MENSAL REACTIV	F ACUM 12 MESES	PREÇO MÉDIO MENS ANUAL		
	TOTAL																	
JAN90	290 850	0	80 100	370 950	181 650	0	7 140	0	0.848	1.000	1 350.0	1 530.0	4 597 382	934 053	22 671		12.39	
FEV	391 200	0	106 650	497 850	212 100	0	(22 620)	0	0.879	1.000	1 455.0	1 530.0	6 445 935	1 104 652	(24 497)		12.95	
MAR	260 850	0	74 700	335 550	127 800	0	(28 710)	0	0.898	1.000	1 425.0	1 530.0	4 659 967	1 086 617	(31 093)		13.89	
ABR	360 600	0	106 500	467 100	176 550	0	(39 810)	0	0.898	1.000	1 380.0	1 530.0	6 023 209	1 059 564	(43 114)		12.89	
MAI	359 100	0	174 450	533 550	163 800	0	(51 660)	0	0.910	1.000	1 380.0	1 530.0	6 873 878	1 059 564	(58 324)		12.88	
JUN	252 600	0	145 800	398 400	117 750	0	(33 810)	0	0.906	1.000	1 380.0	1 530.0	5 350 085	1 059 564	(38 171)		13.43	
JUL	332 700	0	170 850	503 550	162 150	0	(37 470)	0	0.899	1.000	1 380.0	1 530.0	6 537 166	1 059 564	(42 304)		12.98	
AGO	294 450	0	112 650	407 100	145 800	0	(30 870)	0	0.896	1.000	1 350.0	1 530.0	5 561 744	1 041 529	(34 852)		13.66	
SET	252 600	0	82 200	334 800	110 850	0	9 810	0	0.916	1.000	1 275.0	1 530.0	4 804 699	996 441	24 262		14.35	
OUT	360 000	0	104 100	464 100	160 650	0	16 650	0	0.913	1.000	1 425.0	1 530.0	6 408 902	1 086 617	41 179		13.81	
NOV	289 350	0	67 800	357 150	127 200	0	11 460	0	0.915	1.000	1 275.0	1 530.0	4 911 454	996 441	28 343		13.75	
DEZ	332 850	0	96 000	428 850	142 350	0	9 210	0	0.919	1.000	1 335.0	1 530.0	5 659 681	1 032 512	22 778	67 834	13.20	13.30
JAN91	335 850	0	99 750	435 600	94 800	32 100	(39 540)	0	0.962	0.952	1 350.0	1 530.0	5 663 520	1 041 529	(45 273)	68 900	13.00	13.34
FEV	437 850	0	119 250	557 100	98 400	29 850	(76 740)	0	0.976	0.970	1 350.0	1 530.0	7 845 505	1 163 375	(65 382)	70 300	14.08	13.46
MAR	272 400	0	69 000	341 400	58 500	15 750	(50 460)	0	0.978	0.975	1 290.0	1 530.0	5 236 177	1 123 085	(42 992)	70 876	15.34	13.56
ABR	291 900	0	92 400	384 300	61 350	20 750	(55 410)	0	0.979	0.976	1 275.0	1 530.0	5 667 938	1 113 013	(47 209)	70 521	14.75	13.70
MAI	319 050	0	108 900	427 950	69 900	24 750	(57 720)	0	0.977	0.975	1 275.0	1 530.0	6 476 684	1 113 013	(49 177)	70 124	15.13	13.91
JUN	348 750	0	148 800	497 550	90 600	34 350	(48 900)	0	0.968	0.974	1 290.0	1 530.0	7 274 904	1 123 085	(41 663)	72 048	14.62	14.02
JUL	297 150	0	173 100	470 250	102 150	43 350	(16 710)	0	0.946	0.970	1 275.0	1 350.0	6 776 354	1 082 795	(14 237)	72 288	14.41	14.16
AGO	256 200	0	93 450	349 650	74 400	24 900	(28 080)	0	0.960	0.966	1 200.0	1 350.0	5 410 889	1 032 432	(23 924)	72 137	15.48	14.29
SET	251 100	0	124 650	375 750	84 750	30 600	(15 690)	0	0.947	0.971	1 200.0	1 350.0	5 641 231	1 032 432	(13 368)	72 973	15.01	14.34
OUT	298 350	0	178 950	477 300	108 600	55 050	(10 740)	0	0.940	0.956	1 200.0	1 350.0	6 802 026	1 032 432	(9 150)	73 366	14.25	14.38
NOV	345 600	0	206 700	552 300	100 500	52 500	(37 740)	0	0.960	0.969	1 200.0	1 350.0	7 231 942	1 032 432	(32 154)	75 687	13.09	14.29
DEZ	275 250	0	97 800	373 050	66 450	22 350	(43 650)	0	0.972	0.975	1 275.0	1 350.0	5 471 089	1 082 795	(37 190)	75 498	14.67	14.40
JAN92	97 650	0	27 150	124 800	25 350	7 200	(13 710)	0	0.968	0.967	1 245.0	1 350.0	2 560 273	1 062 650	(11 681)	72 395	20.52	14.68
FEV	364 954	138 187	153 037	656 178	124 650	30 300	(76 606)	0	0.971	0.981	1 363.6	1 363.6	9 415 229	1 207 604	(65 269)	73 965	14.35	14.70
MAR	222 771	86 207	94 088	403 066	84 600	24 600	(38 991)	0	0.964	0.967	1 363.6	1 363.6	6 266 812	1 207 604	(33 221)	74 995	15.55	14.73
ABR	219 021	79 307	94 443	392 771	67 350	20 750	(51 981)	0	0.975	0.977	1 309.0	1 363.6	6 039 576	1 168 921	(44 288)	75 367	15.38	14.78
MAI	204 295	69 257	130 347	403 899	66 600	24 750	(42 821)	0	0.972	0.982	1 364.0	1 364.0	6 351 067	1 207 958	(36 483)	75 241	15.72	14.82
JUN	196 781	68 739	178 577	444 097	60 900	34 350	(45 308)	0	0.975	0.982	1 309.0	1 364.0	6 681 487	1 168 992	(38 602)	74 648	15.05	14.86
JUL	223 221	81 830	212 244	517 295	63 450	43 350	(58 570)	0	0.979	0.980	1 309.0	1 364.0	7 590 759	1 168 992	(49 902)	75 462	14.67	14.88
AGO	151 919	44 631	121 947	318 497	50 250	24 900	(28 370)	0	0.969	0.980	1 309.0	1 364.0	5 099 517	1 168 992	(24 171)	75 151	16.01	14.91
SET	208 058	49 076	149 996	407 130	49 350	30 600	(51 427)	0	0.982	0.980	1 255.0	1 364.0	6 086 595	1 130 734	(43 816)	75 596	14.95	14.91
OUT	232 050	66 300	178 950	477 300	108 600	55 050	(10 740)	0	0.940	0.956	1 200.0	1 364.0	7 012 702	1 091 768	(9 150)	75 807	14.69	14.95
NOV	268 800	76 800	206 700	552 300	100 500	52 500	(37 740)	0	0.960	0.969	1 200.0	1 364.0	7 454 550	1 091 768	(32 154)	76 030	13.50	14.99
DEZ	214 084	61 166	97 800	373 050	66 450	22 350	(43 650)	0	0.972	0.975	1 275.0	1 350.0	4 662 523	1 082 795	(37 190)	75 221	12.50	14.84
1990	3 777 150	0	1 321 800	5 098 950	1 828 650	0	(190 680)	0					67 834 103	12 517 119	(133 123)		13.30	
1991	3 729 450	0	1 512 750	5 242 200	1 010 400	386 300	(481 380)	0					75 498 259	12 972 420	(421 721)		14.40	
1992	2 603 604	821 500	1 645 279	5 070 383	868 050	370 700	(499 915)	0					75 221 088	13 758 778	(425 927)		14.84	
									VARIACAO 90-91		----		11.30%	3.64%	216.79%			
									VARIACAO 91-92		----		-0.37%	6.06%	1.00%			

EMPRESA A																		
	A CHEIAS	A PONT	A VAZIAS	A TOTAL	R CHEIAS	R VAZIA	EXC R C	R REMI	COS 0	COS 0	PT DIA	P CONT	F MENSAL	F MENSAL	F MENSA	FACUM	PREÇO MEDIO	
	kWh	kWh	kWh	kWh	kVArh	kVArh	kVArh	kVArh	CHEIAS	VAZI	KW	KW	TOTAL	POTENCIA	REACTIV	12 MESE	MENS ANUAL	
AT LU	TOTAL																	
JAN90	290 850		80 100	370 950	181 650	0	7 140	0	0.848	1.000	1 350.0	1 530.0	4 897 493	1 639 084	20 242		13.20	
FEV	391 200		106 650	497 850	212 100	0	(22 620)	0	0.879	1.000	1 455.0	1 530.0	6 527 396	1 634 117	(22 371)		13.11	
MAR	260 850		74 700	335 550	127 800	0	(28 710)	0	0.898	1.000	1 425.0	1 530.0	4 881 560	1 607 437	(28 394)		14.55	
ABR	360 600		106 500	467 100	176 550	0	(39 810)	0	0.898	1.000	1 380.0	1 530.0	6 115 815	1 567 418	(39 372)		13.09	
MAI	359 100		174 450	533 550	163 800	0	(51 660)	0	0.910	1.000	1 380.0	1 530.0	6 860 656	1 567 418	(52 383)		12.86	
JUN	252 600		145 800	398 400	117 750	0	(33 810)	0	0.906	1.000	1 380.0	1 530.0	5 480 388	1 567 418	(34 283)		13.76	
JUL	332 700		170 850	503 550	162 150	0	(37 470)	0	0.899	1.000	1 380.0	1 530.0	6 556 773	1 567 418	(37 995)		13.02	
AGO	294 450		112 650	407 100	145 800	0	(30 870)	0	0.896	1.000	1 350.0	1 530.0	5 646 482	1 540 739	(31 302)		13.87	
SET	252 600		82 200	334 800	110 850	0	9 810	0	0.916	1.000	1 275.0	1 530.0	4 930 395	1 474 040	24 262		14.73	
OUT	360 000		104 100	464 100	160 650	0	16 650	0	0.913	1.000	1 425.0	1 530.0	6 434 258	1 607 437	41 179		13.86	
NOV	289 350		67 800	357 150	127 200	0	11 460	0	0.915	1.000	1 275.0	1 530.0	5 061 622	1 474 040	28 343		14.17	
DEZ	332 850		96 000	428 850	142 350	0	9 210	0	0.919	1.000	1 335.0	1 530.0	5 768 966	1 527 399	22 778	69 162	13.45	13.56
JAN91	335 850		99 750	435 600	94 800	32 100	(39 540)	0	0.962	0.952	1 350.0	1 530.0	5 772 218	1 540 739	(45 273)	70 037	13.25	13.56
FEV	437 850		119 250	557 100	98 400	29 850	(76 740)	0	0.976	0.970	1 350.0	1 530.0	7 797 005	1 720 963	(65 380)	71 306	14.00	13.65
MAR	272 400		69 000	341 400	58 500	15 750	(50 460)	0	0.978	0.975	1 290.0	1 530.0	5 399 018	1 661 362	(43 042)	71 824	15.81	13.74
ABR	291 900		92 400	384 300	61 350	20 750	(55 410)	0	0.979	0.976	1 275.0	1 530.0	5 793 093	1 646 462	(47 264)	71 501	15.07	13.89
MAI	319 050		108 900	427 950	69 900	24 750	(57 720)	0	0.977	0.975	1 275.0	1 530.0	6 483 394	1 646 462	(49 235)	71 124	15.15	14.11
JUN	348 750		148 800	497 550	90 600	34 350	(48 900)	0	0.968	0.974	1 290.0	1 530.0	7 230 029	1 661 362	(41 711)	72 873	14.53	14.18
JUL	297 150		173 100	470 250	102 150	43 350	(16 710)	0	0.946	0.970	1 275.0	1 350.0	6 786 970	1 601 762	(14 253)	73 103	14.43	14.32
AGO	256 200		93 450	349 650	74 400	24 900	(28 080)	0	0.960	0.966	1 200.0	1 350.0	5 481 268	1 527 261	(23 952)	72 938	15.68	14.45
SET	251 100		124 650	375 750	84 750	30 600	(15 690)	0	0.947	0.971	1 200.0	1 350.0	5 711 859	1 527 261	(13 383)	73 720	15.20	14.48
OUT	298 350		178 950	477 300	108 600	55 050	(10 740)	0	0.940	0.956	1 200.0	1 350.0	6 785 177	1 527 261	(9 161)	74 071	14.22	14.52
NOV	345 600		206 700	552 300	100 500	52 500	(37 740)	0	0.960	0.969	1 200.0	1 350.0	7 211 865	1 527 261	(32 192)	76 221	13.06	14.39
DEZ	275 250		97 800	373 050	66 450	22 350	(43 650)	0	0.972	0.975	1 275.0	1 350.0	5 601 601	1 601 762	(37 233)	76 053	15.02	14.51
JAN92	97 650		27 150	124 800	25 350	7 200	(13 710)	0	0.968	0.967	1 245.0	1 350.0	2 935 385	1 571 962	(10 529)	73 217	23.52	14.85
FEV	364 954	138 187	153 037	656 178	124 650	30 300	(76 606)	0	0.971	0.981	1 363.6	1 363.6	9 281 268	1 786 371	(62 051)	74 701	14.14	14.85
MAR	222 771	86 207	94 088	403 066	84 600	24 600	(38 991)	0	0.964	0.967	1 363.6	1 363.6	6 401 163	1 786 371	(31 583)	75 703	15.88	14.87
ABR	219 021	79 307	94 443	392 771	67 350	20 750	(51 981)	0	0.975	0.977	1 309.0	1 363.6	6 188 605	1 729 148	(42 105)	76 099	15.76	14.92
MAI	204 295	69 257	130 347	403 899	66 600	24 750	(42 821)	0	0.972	0.982	1 364.0	1 364.0	6 497 326	1 786 895	(34 685)	76 113	16.09	14.99
JUN	196 781	68 739	178 577	444 097	60 900	34 350	(45 308)	0	0.975	0.982	1 309.0	1 364.0	6 800 058	1 729 253	(36 699)	75 683	15.31	15.07
JUL	223 221	81 830	212 244	517 295	63 450	43 350	(58 570)	0	0.979	0.980	1 309.0	1 364.0	7 626 211	1 729 253	(47 442)	76 522	14.74	15.09
AGO	151 919	44 631	121 947	318 497	50 250	24 900	(28 370)	0	0.969	0.980	1 309.0	1 364.0	5 369 833	1 729 253	(22 980)	76 410	16.86	15.16
SET	208 058	49 076	149 996	407 130	49 350	30 600	(51 427)	0	0.982	0.980	1 255.0	1 364.0	6 303 768	1 672 659	(41 656)	77 002	15.48	15.19
OUT	232 050	66 300	178 950	477 300	108 600	55 050	(10 740)	0	0.940	0.956	1 200.0	1 364.0	7 104 073	1 615 017	(8 699)	77 321	14.88	15.25
NOV	268 800	76 800	206 700	552 300	100 500	52 500	(37 740)	0	0.960	0.969	1 200.0	1 364.0	7 538 019	1 615 017	(30 569)	77 647	13.65	15.31
DEZ	214 084	61 166	97 800	373 050	66 450	22 350	(43 650)	0	0.972	0.975	1 275.0	1 350.0	5 852 097	1 689 952	(35 357)	77 898	15.69	15.36
1990	3 777 150	0	1 321 800	5 098 950	1 828 650	0	(190 680)	0					69 161 804	18 773 964	(109 297)			
1991	3 729 450	0	1 512 750	5 242 200	1 010 400	386 300	(481 380)	0					76 053 496	19 189 921	(422 081)			
1992	2 603 604	821 500	1 645 279	5 070 383	868 050	370 700	(499 915)	0					77 897 805	20 441 149	(404 355)			
									VARIACAO 90-91				9.96%	2.22%	286.18%			
									VARIACAO 91-92				2.43%	6.52%	-4.20%			

## EMPRESA A

## COMPARAÇÃO DE RESULTADOS

TARIFA		1990		1991		1992		OUT 91 A SET 92	
		FACTUR TOTAL	DIFERE	FACTUR TOTAL	DIFERE	FACTUR TOTAL	DIFERE	FACTUR TOTAL	DIFERE
MÉDIA TENSÃO MÉDIAS UTILIZAÇ	CONTOS	75 724	BASE	83 427	BASE	85 106	BASE	84 460	BASE
MÉDIA TENSÃO LONGAS UTILIZAÇ	CONTOS	77 199	1 475	85 378	1 951	85 803	696	86 066	1 606
ALTA TENSÃO MÉDIAS UTILIZAÇ	CONTOS	67 834	(7 890)	75 498	(7 929)	75 221	(9 885)	75 596	(8 864)
ALTA TENSÃO LONGAS UTILIZAÇ	CONTOS	69 162	(6 563)	76 053	(7 374)	77 898	(7 209)	77 002	(7 458)
		1990		1991		1992		OUT 91 SET 92	
FACTURA ENERGIA .....	CONTOS	75 724		83 427		85 106		84 460	
ENERGIA ACTIVA TOTAL .....	MWh	5 099		5 242		5 070		5 070	
POTENCIA CONTRATADA MEDIA ..	kW	1 530		1 440		1 362		1 359	
UTILIZAÇÃO POT CONT MEDIA.....	h	3 333		3 640		3 724		3 730	
CUSTO MEDIO ENERGIA .....	\$/KWh	14.85		15.91		16.79		16.66	
CUSTO ENERGIA ULTIMO MES	\$/kWh	14.49		16.21		16.67		16.94	
FACTURA ENERGIA REACTIVA	CONTOS	0		144		0		0	

# **SIMULAÇÃO DA ANÁLISE DO INVESTIMENTO**





	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
169	PONTA													
170	PRODUÇÃO VAZIO													
171	INVERNO CHEIAS													
172	PONTA													
173	POT. MÉDIA A CHEIAS													
174	POT. MÉDIA A PONTA													
175														
176	<b>(UTILIZAÇÃO GLOBAL)</b>	20.049												
177														
178	CONSUMO VAZIO	3.786												
179	VERÃO CHEIAS	3.914												
180	PONTA	1.574												
181	CONSUMO VAZIO	4.049												
182	INVERNO CHEIAS	4.804												
183	PONTA	1.922												
184	POT. TOMADA MÉDIA [MW]	3.439												
185	POT. CONTRA. MÉDIA [MW]	3.600												
186														
187	<b>ENTREGA À EDP</b>													
188														
189	ENTREGA VAZIO													
190	VERÃO CHEIAS													
191	PONTA													
192	ENTREGA VAZIO													
193	INVERNO CHEIAS													
194	PONTA													
195	POT. MÉDIA A CHEIAS													
196	POT. MÉDIA A PONTA													
197	POTÊNCIA FACTURADA EDP													
198														
199	<b>RECEBIDA DA EDP</b>	20.049	0.401											
200														
201	RECEBIDA VAZIO	3.786	0.076											
202	VERÃO CHEIAS	3.914	0.078											
203	PONTA	1.574	0.031											
204	RECEBIDA VAZIO	4.049	0.081											
205	INVERNO CHEIAS	4.804	0.096											
206	PONTA	1.922	0.038											
207	POT. MÉDIA A CHEIAS [MW]	3.439	0.											
208	POT. MÉDIA A PONTA [MW]	3.439	0.											
209	POTÊNCIA TOMADA EDP	3.439	3.439											



# ANEXOS

i) Legislação em vigor, sobre os valores limites de poluentes

EXCESSOR-6009516 - Guerra

PORTARIA 286/83		NO2	SO2	CO	CH4	PARTIC		
POL lim	mg/Nm3	1 500	2 700	1 000	50	300		
O2 NO AR	%	21	21	21	21	21		
O2 REFER	%	8	8	8	8	8		
O2 MEDIDO	%	15	15	15	15	15		
POL MEDIDO	mg/Nm3	992	1 246	462	23	128		
POL MEDIDO	ppm-vol	337	436	399	32			
VALORES WARTSILA	mg/Nm3					80		
VAL WARTSILA FO 3.5 % S	ppm-vol	1 080	690	100	110			
VAL WARTSILA FO 1 % S	ppm-vol	1 080	197	100	110			
VAL USA EPA (a 15% O2)	ppm-vol	964						
VAL JAPAN JIS (a 13 % O2)	ppm-vol	950						
VAL JAPAN JIS (a 15 % O2)	ppm-vol	713						
SWITZERL LVA (a 5 % O2)	mg/Nm3	400	280	650		100		
SWITZERL LVA (a 15 % O2)	mg/Nm3	150	105	244		38		
SWITZERL LVA (a 15 % O2)	ppm-vol	73	37	195		14		
GERMANY TA-luft ( A 5 % O2)	mg/Nm3	2 000	420	650	150	130		
GERMANY TA-luft ( A 15 % O2)	mg/Nm3	750	158	244	58	49		
GERMANY TA-luft ( A 15 % O2)	ppm-vol	365	55	195	79	18		

CATALIZADOR HISCRA		PLATINA	VANADIO	ALTA TEMP			
TEMPERATURA OPERAÇÃO	F	480	530	550	750	800	850
TEMPERATURA OPERAÇÃO	C(°C)	238	277	288	399	427	454
REDUÇÃO NO2	%	90		80			
REDUÇÃO CO	%	95		95			

TABELA GERAL  
QUEIMA 1 KG FUELOLEO

EXCESSO	AR	kg AR	GASES SECOS		% O2	MAX EMISSAO NOx *	
			kg	Nm3		mg/Nm3	mg
						NO2	NO2
QUEIMA TEORICA	0.00%	13.80	13.02	10.070	0.0	2 454	24 708
	18.00%	16.28	15.50	11.991	3.0	2 061	24 708
	20.00%	16.56	15.78	12.204	3.7	2 025	24 708
	30.00%	17.94	17.16	13.271	5.0	1 882	24 708
	38.00%	19.04	18.28	14.125	6.0	1 749	24 708
	60.00%	22.07	21.30	16.472	8.0	1 500	24 708
	150.00%	34.46	33.71	26.075	13.0	948	24 708
	250.00%	48.29	47.51	36.745	15.0	672	24 708
	300.00%	55.19	54.41	42.080	18.0	567	24 708

TABELA 9.1.2 COMB LIQ  
QUEIMA 1 KG FUELOLEO

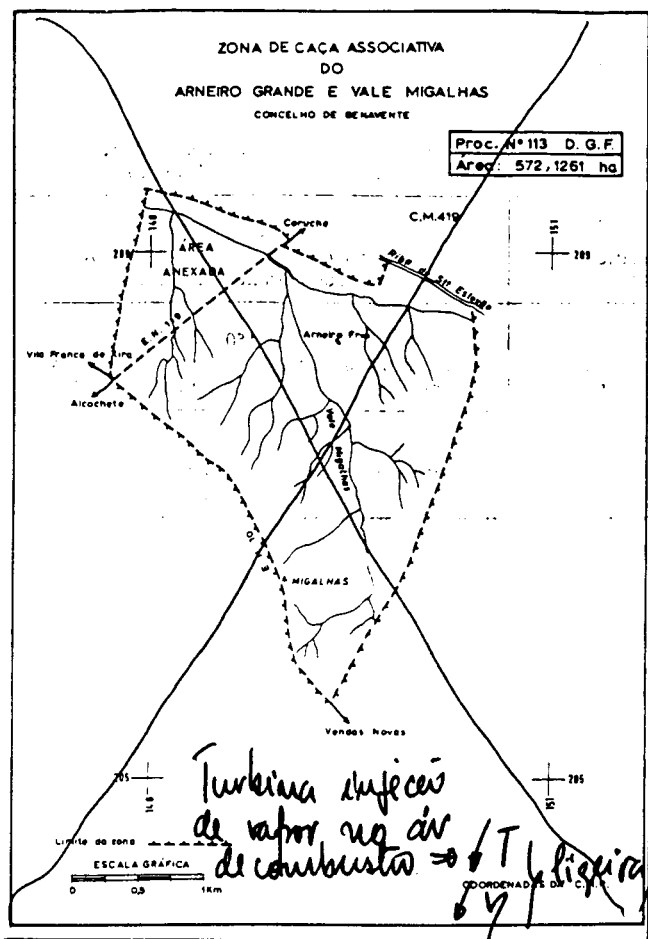
EXCESSO	AR	kg AR	GASES SECOS		% O2	EMISSAO POLUENTES	
			kg	Nm3		mg/Nm3	mg
QUEIMA TEORICA	0.00%	13.80	13.02	10.070	0.0	536	5 396
	15.00%	16.28	15.50	11.991	3.0	460	5 396
	20.00%	16.56	15.78	12.204	3.7	442	5 396
	38.00%	19.04	18.28	14.125	6.0	382	5 396
	60.00%	22.07	21.30	16.472	8.0	328	5 396
	250.00%	48.29	47.51	36.745	15.0	147	5 396
	300.00%	55.19	54.41	42.080	18.0	128	5 396

TABELA 9.1.3 COMB GASOSOS  
QUEIMA 1 Nm3

EXCESSO	AR	kg AR	GASES SECOS		% O2	EMISSAO POLUENTES	
			kg	Nm3		mg/Nm3	mg
QUEIMA TEORICA	0.00%	12.67	11.36	8.800	0.0	484	4 085
	15.00%	15.87	15.09	11.671	3.0	350	4 085
	20.00%	16.56	15.78	12.204	4.0	336	4 085
	38.00%	19.04	18.28	14.125	6.0	299	4 085
	55.00%	21.38	20.81	15.939	8.0	256	4 085
	230.00%	45.53	44.75	34.611	15.0	118	4 085
	280.00%	53.81	53.03	41.013	18.0	100	4 085

TABELA 9.1.3 TURBINA DE GAS  
QUEIMA 1 Nm3

EXCESSO	AR	kg AR	GASES SECOS		% O2	EMISSAO POLUENTES	
			kg	Nm3		mg/Nm3	mg
QUEIMA TEORICA	0.00%	12.67	11.36	8.800	0.0	590	5 192
	15.00%	15.87	15.09	11.671	3.0	360	5 192
	20.00%	16.56	15.78	12.204	4.0	425	5 192
	38.00%	19.04	18.28	14.125	6.0	368	5 192
	55.00%	21.38	20.81	15.939	8.0	328	5 192
	230.00%	45.53	44.75	34.611	15.0	150	5 192



**MINISTÉRIOS DA INDÚSTRIA E ENERGIA E DO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS**

**Portaria n.º 286/93**  
de 12 de Março

A definição de valores limites de concentração de poluentes na atmosfera constitui um dos instrumentos de uma política de gestão da qualidade do ar adequada à protecção da saúde e do ambiente.

Nesse sentido, o Decreto-Lei n.º 352/90, de 9 de Novembro, habilita a que, através de portaria, se promova a transposição para a ordem interna das directivas relativas aos valores limites e valores guias para o dióxido de enxofre e partículas em suspensão (n.ºs 80/779/CEE e 89/427/CEE), dióxido de azoto (n.º 85/203/CEE), valor limite para o chumbo

(n.º 82/884/CEE) e valores guias para o ozono, bem como dos métodos de medição e procedimentos para a sua aplicação.

Igualmente se reconhece indispensável pela referida lei tomar as medidas adequadas de prevenção da poluição atmosférica provocada pelas instalações industriais, incluindo a utilização da melhor tecnologia disponível que não implique custos excessivos. Neste sentido são fixados os valores limites da emissão de poluentes por fontes fixas, tendo em conta a natureza, as quantidades e a nocividade das emissões em causa, por forma a satisfazer as exigências de protecção do ambiente e de bem-estar das populações.

Assim:

Manda o Governo, nos termos do n.º 1 do artigo 5.º do Decreto-Lei n.º 352/90, de 9 de Novembro, pelos Ministros da Indústria e Energia e do Ambiente e Recursos Naturais, o seguinte:

1.º São fixados os valores limites e os valores guias no ambiente para o dióxido de enxofre, partículas em suspensão, dióxido de azoto e monóxido de carbono, o valor limite para o chumbo e os valores guias para o ozono, constantes nos anexos I e II.

2.º Todos os valores mencionados no número anterior são expressos em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (microgramas por metro cúbico). A expressão do volume deve ser feita tendo em conta as seguintes condições de pressão e temperatura: 101,3 kPa; 293 K.

3.º Os métodos de referência para a amostragem e análise dos poluentes mencionados no número anterior são os constantes do anexo III.

4.º Sem prejuízo do disposto no n.º 2 do artigo 8.º do Decreto-Lei n.º 352/90, os parâmetros estatísticos calculados para os poluentes dióxido de azoto, monóxido de carbono, ozono e chumbo devem também ser calculados para o ano civil (1 de Janeiro a 31 de Dezembro).

5.º Os valores limites de emissão de aplicação geral, a tabela das substâncias cancerígenas e os valores limites de emissão sectoriais aplicáveis são fixados, respectivamente, nos anexos IV, V e VI.

6.º As condições que determinam a realização de medições em contínuo das emissões para a atmosfera são as constantes do anexo VII.

Ministérios da Indústria e Energia e do Ambiente e Recursos Naturais.

Assinada em 26 de Janeiro de 1993.

O Ministro da Indústria e Energia, *Luís Fernando Mira Amaral*. — O Ministro do Ambiente e Recursos Naturais, *Carlos Alberto Diogo Soares Borrego*.

**ANEXO I**

**TABELA A (\*)**

**Valores limites para o dióxido de enxofre e valores associados para as partículas em suspensão (medidos pelo método dos fumos negros), expressos em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

Período considerado	Valor limite para o dióxido de enxofre	Valor associado para as partículas em suspensão
Ano.....	80 (mediana dos valores médios diários obtidos durante o ano)	> 40 (mediana dos valores médios diários obtidos durante o ano)
	120 (mediana dos valores médios diários obtidos durante o ano)	≤ 40 (mediana dos valores médios diários obtidos durante o ano)

Período considerado	Valor limite para o dióxido de enxofre	Valor associado para as partículas em suspensão
Inverno (de 1 de Outubro a 31 de Março).	130 (mediana dos valores médios diários obtidos durante o Inverno)	> 60 (mediana dos valores médios diários obtidos durante o Inverno)
	180 (mediana dos valores médios diários obtidos durante o Inverno)	≤ 60 (mediana dos valores médios diários obtidos durante o Inverno)
Ano (composto por períodos de medição de vinte e quatro horas).	(i) 250 (percentil 98 calculado a partir dos valores médios diários obtidos durante o ano)	> 150 (percentil 98 calculado a partir dos valores médios diários obtidos durante o ano)
	(i) 350 (percentil 98 calculado a partir dos valores médios diários obtidos durante o ano)	≤ 150 (percentil 98 calculado a partir dos valores médios diários obtidos durante o ano)

(\*) Nesta tabela são fixados os valores limites para o SO<sub>2</sub>, tendo em conta as concentrações de partículas em suspensão medidas em simultâneo.  
(i) Estes valores não devem ser excedidos durante mais de três dias consecutivos.

TABELA B (\*)

**Valores limites para o dióxido de enxofre e valores associados para as partículas em suspensão (medidos pelo método gravimétrico), expressos em µg/m<sup>3</sup>**

Período considerado	Valor limite para o dióxido de enxofre	Valor associado para as partículas em suspensão
Ano .....	80 (mediana dos valores médios diários obtidos durante o ano)	> 150 (mediana dos valores médios diários obtidos durante o ano)
	120 (mediana dos valores médios diários obtidos durante o ano)	≤ 150 (mediana dos valores médios diários obtidos durante o ano)
Inverno (de 1 de Outubro a 31 de Março).	130 (mediana dos valores médios diários obtidos durante o Inverno)	> 200 (mediana dos valores médios diários obtidos durante o Inverno)
	180 (mediana dos valores médios diários obtidos durante o Inverno)	≤ 200 (mediana dos valores médios diários obtidos durante o Inverno)
Ano (composto por períodos de medição de vinte e quatro horas).	(i) 250 (percentil 98 de todos os valores médios diários obtidos durante o ano)	> 350 (percentil 98 de todos os valores médios diários obtidos durante o ano)
	(i) 350 (percentil 98 de todos os valores médios diários obtidos durante o ano)	≤ 350 (percentil 98 de todos os valores médios diários obtidos durante o ano)

(\*) Nesta tabela são fixados os valores limites para o SO<sub>2</sub>, tendo em conta as concentrações de partículas em suspensão medidas em simultâneo.  
(i) Estes valores não devem ser excedidos durante mais de três dias consecutivos.

TABELA C (\*)

**Valores limites para o dióxido de enxofre, expressos em µg/m<sup>3</sup>**

Período considerado	Valor limite para o dióxido de enxofre
Ano (composto por períodos de medição de vinte e quatro horas)	(i) 250 (percentil 98 calculado a partir dos valores médios diários obtidos durante o ano)
Ano .....	100 (mediana dos valores médios diários obtidos durante o ano)

(\*) Nos casos em que não se justifique a monitorização simultânea do dióxido de enxofre e das partículas em suspensão (quer pelo método dos fumos negros, quer pelo método gravimétrico) serão aplicados para o dióxido de enxofre os valores limites constantes desta tabela.

(i) Estes valores não devem ser excedidos durante mais de três dias consecutivos.

TABELA D (\*)

Valores limites para as partículas em suspensão (medidos pelo método dos fumos negros), expressos em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Período considerado	Valor limite para as partículas em suspensão
Ano .....	80 (mediana dos valores médios diários obtidos durante o ano)
Inverno (de 1 de Outubro a 31 de Março).	130 (mediana dos valores médios diários obtidos durante o Inverno).
Ano (composto por períodos de medição de vinte e quatro horas).	(i) 250 (percentil 98 calculado a partir dos valores médios diários obtidos durante o ano)

(\*) Nos casos em que não se justifique a monitorização simultânea do dióxido de enxofre e das partículas em suspensão (pelo método dos fumos negros) serão aplicados para as partículas em suspensão os valores limites constantes desta tabela.  
(i) Estes valores não devem ser excedidos durante mais de três dias consecutivos.

TABELA E (\*)

Valores limites para as partículas em suspensão (medidos pelo método gravimétrico), expressos em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Período considerado	Valor limite para as partículas em suspensão
Ano .....	150 (média aritmética dos valores médios diários obtidos durante o ano)
Ano (composto por períodos de medição de vinte e quatro horas).	300 (percentil 95 calculado a partir dos valores médios diários obtidos durante o ano)

(\*) Nos casos em que não se justifique a monitorização simultânea do dióxido de enxofre e das partículas em suspensão (pelo método gravimétrico) serão aplicados para as partículas em suspensão os valores limites constantes desta tabela.

TABELA F

Valor limite para o dióxido de azoto, expresso em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Período considerado	Valor limite para o dióxido de azoto
Ano .....	200 (percentil 98 calculado a partir dos valores horários ou de períodos inferiores a uma hora obtidos durante o ano)

TABELA G

Valor limite para o chumbo, expresso em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Período considerado	Valor limite para o chumbo
Ano .....	2 (média aritmética dos valores médios diários obtidos durante o ano)

TABELA H

Valores limites para o monóxido de carbono, expressos em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Período considerado	Valor limite para o monóxido de carbono
Uma hora .....	(i) 40 000 (valor médio horário)
Oito horas .....	(i) 10 000 (valor médio de oito horas consecutivas) (*)

(i) Estes valores só podem ser excedidos uma vez no ano.  
(\*) Valor médio calculado a cada hora (h) com base nos oito valores horários entre h e h 9.

ANEXO II

TABELA A

Valores guias para o dióxido de enxofre, expressos em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Período considerado	Valor guia para o dióxido de enxofre
Ano .....	40 a 60 (média aritmética dos valores médios diários obtidos durante o ano)
Vinte e quatro horas	100 a 150 (valor médio diário)

TABELA B

Valores guias para as partículas em suspensão, expressos em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (medidos pelo método dos fumos negros)

Período considerado	Valor guia para as partículas em suspensão
Ano .....	40 a 60 (média aritmética dos valores médios diários obtidos durante o ano)
Vinte e quatro horas	100 a 150 (valor médio diário)

TABELA C

Valor guia para o dióxido de azoto, expresso em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Período considerado	Valor guia para o dióxido de azoto
Ano .....	50 (percentil 50 calculado a partir dos valores médios horários ou de períodos inferiores a uma hora obtidos durante o ano)

Período considerado	Valor guia para o dióxido de azoto
Ano .....	135 (percentil 98 calculado a partir dos valores médios horários ou de períodos inferiores a uma hora obtidos durante o ano)

TABELA D

Valor guia para o monóxido de carbono, expresso em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 

Período considerado	Valor guia para o monóxido de carbono
Vinte e quatro horas .....	1 000

TABELA E

Valores guias para o ozono, expressos em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 

Período considerado	Valor guia para o ozono
Uma hora .....	180 (valor médio horário)
Oito horas .....	110 (valor médio de oito horas consecutivas) (*)
Vinte e quatro horas	65 (valor médio das vinte e quatro horas)

(\*) Valor médio calculado a cada hora (h) com base nos oito valores horários entre h e h 9.

## ANEXO III

## A) Métodos de referência de amostragem e análise

Poluente	Método de amostragem	Método de análise	Frequência
$\text{SO}_2$ .....	Norma portuguesa 2137 .....	Pararosanilina ISO DIS 6767 ....	Descontínuo—vinte e quatro horas.
Partículas em suspensão...	Norma portuguesa 2137 .....	Fumos negros .....	Descontínuo—vinte e quatro horas.
Partículas em suspensão...	Amostrador de grande volume de ar (parte B do anexo III).	Parte B do anexo III .....	Descontínuo—vinte e quatro horas pelo menos 100 vezes durante o ano.
$\text{NO}_2$ .....	Norma portuguesa 2137 .....	Norma portuguesa 4172 .....	Contínuo.
Pb .....	Filtração (anexo III, parte C) ....	Espectrometria por absorção atómica.	Descontínuo—vinte e quatro horas pelos menos 15 dias úteis por mês.
CO .....	Norma portuguesa 2137 .....	Infravermelho não dispersivo ASTM D 3162.	Contínuo.
$\text{O}_3$ .....	Norma portuguesa 2137 .....	Absorção ultravioleta (*) .....	Contínuo.

(\*) Método equivalente da EPA (Environmental Protection Agency), dos Estados Unidos da América.

## B) Métodos de amostragem e análise para as partículas em suspensão (método gravimétrico)

1 — Método de amostragem:

1.1 — As partículas em suspensão são recolhidas num filtro de vidro ou de membrana.

1.2 — O dispositivo de amostragem consiste em:

Um filtro;

Uma bomba de aspiração;

Um contador de gás volumétrico ou um medidor de caudal.

1.3 — A duração da amostragem é de vinte e quatro horas.

1.4 — O filtro é protegido da deposição directa das partículas sedimentáveis e da influência directa das condições atmosféricas.

1.5 — Os filtros utilizados devem ter uma eficiência superior a 99% para as partículas com um diâmetro aerodinâmico de  $0,3 \mu\text{m}$ .

1.6 — A velocidade do ar através do filtro deve estar compreendida entre 33 cm/s e 55 cm/s.

1.7 — A diminuição de velocidade durante a amostragem não deve ultrapassar 5%, no caso de se utilizarem filtros de fibra de vidro, e 25%, se se utilizarem filtros de membrana.

1.8 — O número de amostragens efectuadas durante um ano deve ser, pelo menos, de 100, repartidas uniformemente.

2 — Métodos de análise:

2.1 — A análise é feita por pesagem dos filtros antes e depois da amostragem, sendo o resultado a diferença entre as referidas pesagens.

2.2 — Os filtros de membrana são condicionados para a pesagem por manutenção, durante duas horas, a uma temperatura constante entre  $90^\circ\text{C}$  e  $100^\circ\text{C}$ , e seguidamente colocados num exsiccador durante outras duas horas.2.3 — Os filtros de fibra de vidro são condicionados para a pesagem por manutenção, durante um período de vinte e quatro horas, numa atmosfera de temperatura média entre  $20^\circ\text{C}$  e  $25^\circ\text{C}$  e não mais de uma variação de  $3^\circ\text{C}$  e  $50\% \pm 5\%$  de humidade relativa.

## C) Características a respeitar para a escolha de um método de amostragem e do método de referência para análise das concentrações de chumbo no ar ambiente.

1 — Método de amostragem:

1.1 — As partículas da atmosfera devem ser recolhidas num filtro de um aparelho de amostragem, com vista à sua análise posterior para determinação do teor em chumbo.

1.2 — O filtro deve, à velocidade nominal utilizada durante a amostragem, permitir recolher uma quantidade que não seja inferior a 99% de todas as partículas com diâmetro aerodinâmico de  $0,3 \mu\text{m}$ .

1.3 — A eficiência do aparelho de amostragem é definida como a relação entre a concentração em massa das partículas no ar aspirado pelo filtro e a concentração na atmosfera. Esta eficiência não deve ser inferior aos valores indicados no quadro seguinte e deve ser independente da direcção do vento.

Eficiência mínima aceitável para um aparelho de amostragem (percentagem)

Velocidade do vento	Dimensão das partículas (diâmetro aerodinâmico)	
	$0,3 \mu\text{m}$	$10 \mu\text{m}$
2 ms <sup>-1</sup> .....	95	65
4 ms <sup>-1</sup> .....	95	60
6 ms <sup>-1</sup> .....	85	40

1.4 — O caudal de aspiração para a amostragem deve permanecer constante durante todo o período de amostragem, com uma tolerância de  $\pm 5\%$  do valor nominal

1.5 — A amostragem deve ser contínua, sendo, contudo, autorizadas interrupções de alguns minutos em cada dia ou cada semana, de modo a permitir a substituição dos filtros. Um valor médio anual calculado só é válido se a amostragem tiver sido realizada durante pelo menos 15 dias úteis por mês.

2 — Método de referência para análise:

2.1 — O método de referência para análise é o da espectrometria por absorção atómica, para o qual o erro analítico para a determinação do chumbo nas partículas recolhidas é inferior ao valor correspondente de  $0,1 \mu\text{gm}^{-3}$  (5% de  $2 \mu\text{gm}^{-3}$ , que é o valor limite da atmosfera).

2.2 — Este erro analítico deve ser mantido dentro da gama especificada por uma frequência de calibração apropriada.

**D) Vigilância da concentração do dióxido de azoto, monóxido de carbono e ozono**

1 — Método de amostragem:

Para amostragem do dióxido de azoto, monóxido de carbono e ozono devem ser tomados em consideração os seguintes pontos:

1.1 — A tomada de ar deve estar situada a uma distância de pelo menos 0,5 m dos imóveis para evitar o «efeito de ecrã»;

1.2 — O sistema de amostragem (tubos e ligações) deve ser constituído por materiais inertes (por exemplo, vidro, politetrafluoretileno, aço inoxidável) que não alterem a concentração dos poluentes em causa;

1.3 — O sistema de amostragem entre a tomada de ar e o equipamento deve ser o mais curto possível. O tempo de passagem das amostras do gás no sistema de amostragem não deve ultrapassar os dez segundos;

1.4 — A tomada de ar deve ser protegida da chuva e dos insectos; se se utilizar um pré-filtro, a sua escolha e a sua manutenção devem ser feitas de modo a minimizar a sua influência na concentração destes poluentes;

1.5 — A condensação no sistema de amostragem deve ser evitada;

1.6 — O sistema de amostragem deve ser limpo regularmente, tendo em conta as condições locais;

1.7 — Os gases de escape do equipamento e os provenientes do sistema de calibração não devem influenciar a amostragem;

1.8 — As instalações anexas (disposições de condicionamento do ar e de transmissão de dados) não devem influenciar a amostra no local da tomada de ar.

1.9 — Todas as precauções úteis devem ser tomadas para que as variações de temperatura não induzam a uma percentagem de erro muito importante na medição;

1.10 — A calibração dos instrumentos deve ser feita regularmente;

1.11 — O sistema de amostragem deve ser estanque e o caudal deve ser controlado regularmente.

2 — Métodos de referência:

Para a determinação dos óxidos de azoto e do monóxido de carbono, os métodos de referência são, respectivamente:

Método por quimiluminescência descrito na norma portuguesa 4172;

Método por infravermelho não dispersivo ASTM D3162;

Para o ozono indica-se o método por absorção de ultravioleta, método equivalente U. S. Environmental Protection Agency (U. S. EPA).

**ANEXO IV**

**Valores limites de emissão de aplicação geral**

Os limites de emissão de poluentes, expressos em  $\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$ , a que ficam sujeitas as fontes fixas de todos os estabelecimentos industriais, para um teor de 8% de  $\text{O}_2$  (\*) e gás seco nos efluentes gasosos (exceto os valores limites referidos no anexo VI), são os seguintes:

Partículas .....	300
Dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) .....	(**) 2 700
Sulfureto de hidrogénio ( $\text{H}_2\text{S}$ ) .....	50
Óxidos de azoto ( $\text{NO}_x$ ) expressos em $\text{NO}_2$ .....	1 500
Monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ) .....	1 000
Compostos orgânicos, expressos em carbono total .....	50
Compostos inorgânicos fluorados, expressos em $\text{F}^-$ .....	50
Compostos inorgânicos clorados, expressos em $\text{Cl}^-$ .....	250
Metais pesados totais .....	8
Cádmio ( $\text{Cd}$ ), mercúrio ( $\text{Hg}$ ) .....	(***) 0,2
Arsénio ( $\text{As}$ ), níquel ( $\text{Ni}$ ) .....	(***) 1
Chumbo ( $\text{Pb}$ ), crómio ( $\text{Cr}$ ), cobre ( $\text{Cu}$ ) .....	(***) 5

**Substâncias cancerígenas:**

Categoria 1: para um caudal mássico $\geq 0,5 \text{ g/h}$ .....	(***)	0,1
Categoria 2: para um caudal mássico $\geq 5 \text{ g/h}$ .....	(***)	1
Categoria 3: para um caudal mássico $\geq 25 \text{ g/h}$ .....	(***)	5

(\*) Para as instalações industriais e ou processos produtivos em que se verifique ser mais adequado utilizar um valor de referência para o teor de  $\text{O}_2$  diferente do indicado serão publicadas notas técnicas do director-geral da Qualidade do Ambiente, especificando o valor a utilizar.

(\*\*) Valor limite de emissão a cumprir após o ano 2000, aplicando-se até essa data os valores constantes da tabela que define a calendarização de redução do teor em enxofre nos combustíveis líquidos:

**Dióxido de enxofre ( $\text{mg SO}_2/\text{m}^3$ )**

Até final do ano	Limite de emissão ( $\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$ )	Teor de enxofre combustível (percentagem)
1993 .....	6 200	3,5
1995 .....	5 300	3
1997 .....	4 400	2,5
2000 .....	3 500	2
Após 2000 .....	2 700	1,5

(\*\*\*) Se os efluentes gasosos contiverem mais de uma destas substâncias, o valor limite aplica-se à totalidade das substâncias.

**ANEXO V**

**Tabela das substâncias cancerígenas**

Substância	Fórmula química	Categoria
Acrilonitrilo .....	$\text{C}_3\text{H}_3\text{N}$	2
Amianto, fibras de todos os tipos .....	—	1
Benzeno .....	$\text{C}_6\text{H}_6$	1
Benzopireno .....	$\text{C}_{20}\text{H}_{12}$	2
1, 3-butadieno .....	$\text{C}_4\text{H}_6$	2
1-cloro-2, 3-epoxipropano (epicloridrina) .....	$\text{C}_3\text{H}_5\text{ClO}$	2
Cloreto de vinilo .....	$\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$	1
Compostos de crómio, expressos em $\text{Cr}$ :		
Cromatos de zinco (incluindo os cromatos de zinco e potássio) .....	—	1
Cromato de cálcio .....	$\text{CaCrO}_4$	2
Cromato de crómio III .....	$\text{Cr}_2(\text{CrO}_4)_3$	2
Cromato de estrôncio .....	$\text{SrCrO}_4$	2
Cromato de chumbo .....	$\text{PbCrO}_4$	3
Dibenzoantraceno .....	$\text{C}_{22}\text{H}_{14}$	2
1, 2-dibromoetano .....	$\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$	2
3, 3-diclorobenzidina .....	$\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{Cl}_2$	2
1, 2-epoxipropano .....	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	2
Epoxietano (óxido de etileno) .....	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$	2
2-naftilamina .....	$\text{C}_{10}\text{H}_9\text{N}$	1
Sulfato de dimetilo .....	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_4\text{S}$	?
Trióxido de arsénio (expresso em $\text{As}$ ) .....	$\text{As}_2\text{O}_3$	1

**ANEXO VI**

**Valores limites de emissão de aplicação sectorial**

1 — Fabricação e refinação de açúcar (CAE: 3118):  
O valor limite para a emissão de partículas é de  $150 \text{ mg}/\text{m}^3\text{N}$ .

2 — Indústria transformadora, granuladora e aglomeradora da cortiça (CAE: 3319.1.2 e 3319.1.3):  
O valor limite para a emissão de partículas é de  $150 \text{ mg}/\text{m}^3\text{N}$ .

3 — Fabricação de pasta de papel (CAE: 3411.1.0):  
3.1 — Os limites de emissão para o processo Kraft e para um teor volumico de 8% de  $\text{O}_2$  são:

Caldeira de recuperação:

- Partículas —  $150 \text{ mg}/\text{m}^3\text{N}$ ;
- Sulfureto de hidrogénio ( $\text{H}_2\text{S}$ ) —  $10 \text{ mg}/\text{m}^3\text{N}$ ;
- Dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) —  $500 \text{ mg}/\text{m}^3\text{N}$ ;



## Forno de cal:

Partículas — 150 mg/m<sup>3</sup>N;  
Sulfureto de hidrogénio (H<sub>2</sub>S) — 50 mg/m<sup>3</sup>N;

## Tanque de dissolução:

Partículas — 100 mg/kg de licor negro seco;

## Caldeira auxiliar (\*):

## Partículas:

Fuel ou carvão — 150 mg/m<sup>3</sup>N;  
Biomassa — 300 mg/m<sup>3</sup>N;

Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>):

Fuel — 1700 mg/m<sup>3</sup>N;  
Combustível sólido — 2000 mg/m<sup>3</sup>N.

3.2 — Os limites de emissão para o processo do bissulfito e para um teor volúmico de 8% de O<sub>2</sub> são:

O valor máximo total de emissão de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) para uma fábrica ao bissulfito, incluindo a caldeira de recuperação, é de 10 kg/t de pasta seca;

## Caldeira de recuperação:

Partículas — 150 mg/m<sup>3</sup>N;

## Caldeira auxiliar (\*):

## Partículas:

Fuel ou carvão — 150 mg/m<sup>3</sup>N;  
Biomassa — 300 mg/m<sup>3</sup>N;

Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>):

Fuel — 1700 mg/m<sup>3</sup>N;  
Combustível sólido — 2000 mg/m<sup>3</sup>N.

(\* Para caldeiras auxiliares com potência térmica nominal igual ou superior a 50 MW aplicam-se os valores limites indicados no n.º 9.1.

4 — Indústrias químicas dos derivados do petróleo e do carvão e dos produtos de borracha e de plástico (CAE: 35):

## 4.1 — Fabricação de ácidos inorgânicos (CAE: 3511.2.2):

## 4.1.1 — Produção de ácido nítrico:

O valor limite para a emissão de monóxido de azoto e de dióxido de azoto, expressos em dióxido de azoto, nos efluentes gasosos da coluna de absorção é de 450 mg/m<sup>3</sup>N para um teor volúmico de 2% de O<sub>2</sub>.

## 4.1.2 — Produção de ácido sulfúrico:

Os limites de emissão dos gases provenientes da coluna de absorção são:

Dióxido de enxofre — 2 kg/t de ácido a 100%;  
Nevoeiro ácido, como SO<sub>3</sub> — 0,15 kg/t de ácido a 100%.

## 4.2 — Fabricação de adubos (CAE: 3512.1):

O valor limite para a emissão de partículas é de 100 mg/m<sup>3</sup>N.

## 4.2.1 — Produção de amoníaco:

Os valores limites de emissão para o processo de oxidação parcial nos gases de exaustão do superaquecedor de vapor são:

Óxidos de azoto, expressos em NO<sub>2</sub> — 200 mg/m<sup>3</sup>N;  
Monóxido de carbono — 35 mg/m<sup>3</sup>N.

Os valores limites de emissão para o processo de *steam reforming*, referidos a um teor de oxigénio de 3% nos gases de exaustão, são:

Óxidos de azoto, expressos em NO<sub>2</sub> — 200 mg/m<sup>3</sup>N;  
Monóxido de carbono — 10 mg/m<sup>3</sup>N.

4.3 — Fabricação de produtos de polimerização e copolimerização (produção de policloreto de vinilo-PVC) (CAE: 3513.1.2):

O valor limite para a emissão de partículas nos efluentes gasosos dos secadores é de 50 mg/m<sup>3</sup>N.

4.4 — Fabricação de emulsões de asfalto e materiais similares de revestimento e cobertura (CAE: 3540.1.0):

Os limites de emissão de partículas, referidos a um teor volúmico de 10% de O<sub>2</sub>, são os seguintes:

Instalações fixas — 100 mg/m<sup>3</sup>N;  
Instalações móveis localizadas a menos de 400 m de habitações — 100 mg/m<sup>3</sup>N;  
Instalações móveis localizadas a mais de 400 m de habitações — 300 mg/m<sup>3</sup>N.

4.5 — Fabricação de derivados diversos do petróleo e do carvão (produção de negro-de-fumo) (CAE: 3540.9.0):

O limite de emissão de partículas nos efluentes gasosos, para um teor volúmico de 6% de O<sub>2</sub>, é de 60 mg/m<sup>3</sup>N.

5 — Indústrias dos produtos minerais não metálicos, com excepção dos derivados do petróleo bruto e do carvão (CAE: 36):

5.1 — Indústrias fundamentais ou de fusão de vidro (CAE: 3620.1.0):

Os limites de emissão para os poluentes emitidos dos fornos de fusão, referidos a 8% de O<sub>2</sub> nos efluentes gasosos, são:

Partículas — 150 mg/m<sup>3</sup>N;  
Óxidos de azoto — 1500 mg/m<sup>3</sup>N (\*);  
Fluoretos (expressos em F<sup>-</sup>) — 30 mg/m<sup>3</sup>N.

(\* Para os fornos regenerativos das indústrias existentes o limite é de 1800 mg/m<sup>3</sup>N.

5.2 — Fabricação de materiais de barro para construção e de produtos refractários (CAE: 3691):

Os limites de emissão nos efluentes gasosos dos fornos, referidos a um teor volúmico de 18% de O<sub>2</sub>, são:

	Partículas (mg/m <sup>3</sup> N)	SO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> N)
Fornos contínuos .....	150	1 800
Fornos descontínuos .....	300	1 800

5.3 — Fabricação de cimento, cal e gesso (CAE: 3692):

## 5.3.1 — Fabricação de cimento (CAE: 3692.1.0):

Os limites de emissão nos efluentes gasosos são:

Fornos ou fornos combinados com moinhos e arrefecedores:

## Partículas:

Fornos novos com capacidade igual ou superior a 500 000 t de clínquer por ano — 50 mg/m<sup>3</sup>N;  
Fornos existentes com capacidade igual ou superior a 500 000 t por ano — 100 mg/m<sup>3</sup>N;  
Fornos com capacidade inferior a 500 000 t de clínquer por ano — 100 mg/m<sup>3</sup>N;

Dióxido de enxofre — 400 mg/m<sup>3</sup>N;

Óxidos de azoto, expressos como NO<sub>2</sub> — 1300 mg/m<sup>3</sup>N;  
Arrefecedores:

Partículas — 100 mg/m<sup>3</sup>N;

## Moinhos:

Partículas — 75 mg/m<sup>3</sup>N;

## Outras fontes:

Partículas — 50 mg/m<sup>3</sup>N.

O dimensionamento da instalação de despoejamento do forno deverá ser projectada para 120% da capacidade nominal do forno.

5.3.2 — Fabricação de cal hidráulica e não hidráulica (CAE: 3692.2.0 e 3692.3.0):

O valor limite para a emissão de partículas do forno, referido a um teor volúmico de 8% de O<sub>2</sub>, é de 150 mg/m<sup>3</sup>N.

5.4 — Fabricação de artigos de fibrocimento e de amianto (CAE: 3699.2.0 e 3699.6.0):

As emissões de amianto para a atmosfera devem ser sempre reduzidas na origem e evitadas com o uso da mais avançada tecnologia disponível que não origine custos excessivos, incluindo reciclagem ou tratamento.

O limite de emissão de amianto é de 0,1 mg/m<sup>3</sup>N.

Para instalações cujo total de efluentes gasosos seja inferior a 5000 m<sup>3</sup>N/h e quando a descarga de amianto no ar for inferior a 0,5 g/h, a DGQA poderá estabelecer um limite de emissão menos restritivo que o indicado.

6 — Indústria básica de ferro e aço (CAE: 3710):

Os limites de emissão nos efluentes gasosos, referidos a um teor volúmico de 8% de O<sub>2</sub>, são:

## Partículas:

Coqueria — 150 mg/m<sup>3</sup>N;  
Sinterização — 300 mg/m<sup>3</sup>N;  
Alto-forno — 100 mg/m<sup>3</sup>N;

**Aciarias:**

Convertidor de O<sub>2</sub> — 120 mg/m<sup>3</sup>N;  
Forno eléctrico — 100 mg/m<sup>3</sup>N;

Óxidos de enxofre — 750 mg/m<sup>3</sup>N (\*);  
Óxidos de azoto — 500 mg/m<sup>3</sup>N.

(\* Para os fornos eléctricos o limite é de 500 mg/m<sup>3</sup>N.

**7 — Indústria básica de metais não ferrosos (CAE: 7320):**

O valor limite para a emissão de partículas é de 20 mg/m<sup>3</sup>N, excepto nas unidades que processem chumbo, nas quais o limite é de 10 mg/m<sup>3</sup>N.

**8 — Fabricação de pilhas e acumuladores (CAE-3839.2):**

O valor limite para a emissão de partículas é de 50 mg/m<sup>3</sup>N.

**9 — Electricidade, gás e vapor (CAE: 410) e grandes instalações de combustão (Directiva n.º 88/609/CEE):**

**9.1 — Limites de emissão para novas instalações:**

**9.1.1 — Combustíveis sólidos:**

Os valores de emissão a seguir apresentados estão referidos a um teor volumico de 6% de O<sub>2</sub>.

Os limites de emissão de partículas são:

Potência superior ou igual a 500 MW — 50 mg/m<sup>3</sup>N;  
Potência inferior a 500 MW — 100 mg/m<sup>3</sup>N.

Os limites de emissão de SO<sub>2</sub> são:

Potência (MW)	SO <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )
100 a 500	2400 — 4 P
> 500	400

em que P=potência.

Os limites de emissão de NO<sub>x</sub> são:

Combustível sólido em geral — 650 mg/m<sup>3</sup>N;  
Combustível sólido com uma percentagem de compostos voláteis inferior a 10% — 1300 mg/m<sup>3</sup>N.

**9.1.2 — Combustíveis líquidos:**

Os valores de emissão a seguir apresentados estão referidos a um teor volumico de 3% de O<sub>2</sub>.

Os limites de emissão de partículas são:

Todas as instalações — 50 mg/m<sup>3</sup>N;  
Instalações de capacidade térmica inferior a 500 MW e que utilizem combustível líquido com um conteúdo de cinzas superior a 0,06% — 100 mg/m<sup>3</sup>N.

Os limites de emissão de SO<sub>2</sub> são:

Potência (MW)	SO <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )
50 a 300	1700
300 a 500	3650 — 6,5 P
> 500	400

em que P=potência.

O limite de emissão de NO<sub>x</sub> é de 450 mg/m<sup>3</sup>N.

**9.1.3 — Combustíveis gasosos:**

Os valores de emissão a seguir apresentados estão referidos a um teor volumico de 3% de O<sub>2</sub>.

Os limites de emissão de partículas são:

Combustível gasoso em geral — 5 mg/m<sup>3</sup>N;  
Gás do alto-forno — 10 mg/m<sup>3</sup>N;  
Gases produzidos pela indústria siderúrgica que podem ser utilizados noutras instalações — 50 mg/m<sup>3</sup>N.

Os limites de emissão de SO<sub>2</sub> são:

Combustíveis gasosos em geral — 35 mg/m<sup>3</sup>N;  
Gás liquefeito — 5 mg/m<sup>3</sup>N;  
Gás de baixo poder calorífico, proveniente de resíduos de refinaria, gás de coqueria, gás de alto-forno — 800 mg/m<sup>3</sup>N.

O limite de emissão de NO<sub>x</sub> é de 350 mg/m<sup>3</sup>N.

**9.1.4 — Turbinas a gás:**

Os valores de emissão a seguir apresentados estão referidos a um teor volumico de 15% de O<sub>2</sub>.

Os limites de emissão são:

Partículas — 10 mg/m<sup>3</sup>N;  
Dióxido de enxofre — 250 mg/m<sup>3</sup>N;  
Óxidos de azoto — 150 mg/m<sup>3</sup>N.

**9.2 — Limites de emissão para novas instalações equipadas com fornalhas mistas:**

9.2.1 — Às instalações que utilizem simultaneamente dois ou mais combustíveis, o valor limite de emissão para cada poluente será determinado por aplicação da seguinte fórmula:

$$C = \frac{\sum C_i P_i}{\sum P_i}$$

em que:

C é o valor limite de emissão do poluente;  
C<sub>i</sub> é o valor limite do poluente para o combustível i, definido em função da potência térmica nominal da instalação, nos termos dos n.ºs 9.1.1 a 9.1.3 deste anexo;  
P<sub>i</sub> é a potência térmica fornecida pelo combustível i.

9.2.2 — Sem prejuízo do disposto no n.º 9.2.1, às instalações de combustão de fornalha mista que utilizem para consumo próprio os resíduos de destilação e de conversão das instalações de refinação do petróleo bruto, isoladamente ou em simultâneo com outros combustíveis, aplicar-se-ão as disposições relativas ao combustível com o valor limite de emissão mais elevado (combustível determinante), se durante o funcionamento da instalação a proporção de calor fornecida por esse combustível for de pelo menos 50% em relação à soma das potências térmicas fornecidas por todos os combustíveis.

Se a proporção de calor fornecido pelo combustível determinante for inferior a 50%, o valor limite de emissão para cada poluente será determinado por aplicação da seguinte fórmula:

$$C = \frac{(2C_{det} - C_{inf}) P_{det} + \sum C_i P_i}{P_{det} + \sum P_i}$$

em que:

C, C<sub>i</sub> e P<sub>i</sub> são definidos como no n.º 9.2.1, não sendo o combustível i o determinante;  
C<sub>det</sub> é o valor limite de emissão para o combustível determinante (no caso de serem utilizados dois combustíveis com o mesmo valor limite de emissão, considera-se determinante aquele que fornecer a maior quantidade de calor);  
C<sub>inf</sub> é o valor limite de emissão correspondente ao combustível com o valor limite de emissão menos elevado;  
P<sub>det</sub> é a potência térmica fornecida pelo combustível determinante.

9.2.3 — Em alternativa ao disposto no número anterior, pode ser aplicado ao dióxido de enxofre um valor limite de emissão de 1000 mg/m<sup>3</sup>N, como valor médio das emissões de todas as novas instalações da refinaria independentemente das misturas de combustíveis utilizadas. Da aplicação desta disposição não poderá resultar um aumento das emissões provenientes das instalações existentes.

9.2.4 — Às instalações equipadas com uma fornalha mista que implique a utilização alternada de dois ou mais combustíveis aplicar-se-ão os valores limites de emissão fixados nos n.ºs 9.1.1 a 9.1.3 deste anexo para cada combustível utilizado.

9.3 — Quando uma instalação de combustão for ampliada de pelo menos 50 MW, os valores limites aplicáveis à nova parte da instalação serão fixados com base na potência térmica nominal da totalidade da instalação nos termos dos n.ºs 9.1.1 a 9.1.3. Esta disposição não se aplica nos casos referidos nos n.ºs 9.2.2 e 9.2.3.

**9.4 — Medições contínuas:**

No caso de medições contínuas, os valores limites de emissão previstos nos números anteriores serão considerados observados se a avaliação dos resultados demonstrar que, para as horas de funcionamento durante um ano civil:

- a) Nenhum dos valores médios de um mês de calendário excedeu os valores limites de emissão; e
- b) No caso de:

Dióxido de enxofre e poeiras: 97% de todos os valores médios de quarenta e oito horas não excederem 110% dos valores limites de emissão;  
Óxidos de azoto: 95% de todos os valores médios de quarenta e oito horas não excederem 110% dos valores limites de emissão.

## 9.5 — Limites de emissão para instalações existentes:

## Limites máximos e objectivos de redução das emissões de dióxido de enxofre para as instalações existentes

Emissões de SO <sub>2</sub> por grandes instalações de combustão em 1980 (kt)	Limite máximo de emissão (kt/ano)			Redução em relação às emissões em 1980 (percentagem)			Redução em relação às emissões adaptadas em 1980 (percentagem)		
	1.ª fase 1993	2.ª fase 1998	3.ª fase 2003	1.ª fase 1993	2.ª fase 1998	3.ª fase 2003	1.ª fase 1993	2.ª fase 1998	3.ª fase 2003
115	232	270	206	+102	+135	+79	-25	-13	-34

## Limites máximos e objectivos de redução das emissões de monóxido de azoto para as instalações existentes

Emissões de NO <sub>x</sub> das grandes instalações de combustão (NO <sub>x</sub> ) em 1980 (kt)	Limite máximo de emissão NO <sub>x</sub> (kt/ano)		Redução em relação às emissões de NO <sub>x</sub> em 1980 (percentagem)		Redução em relação às emissões de NO <sub>x</sub> corrigidas em 1980 (percentagem)	
	1.ª fase 1993	2.ª fase 1998	1.ª fase 1993	2.ª fase 1998	1.ª fase 1993	2.ª fase 1998
23	59	64	+157	+178	-8	0

## 10 — Armazenagem (silos de cereais) (CAE: 7192.0.0):

Os valores limites para a emissão de partículas de silos de cereais são:

Para instalações localizadas a distância inferior a 400 m de habitações — 30 mg/m<sup>3</sup>N;

Para instalações localizadas a distância igual ou superior a 400 m de habitações — 100 mg/m<sup>3</sup>N.

## 11 — Incineração de resíduos (sem número de CAE):

## 11.1 — Incineração de resíduos sólidos urbanos:

Os limites de emissão referidos a 11% de O<sub>2</sub> nos efluentes gasosos resultantes da incineração de resíduos sólidos urbanos são:

## Partículas:

Capacidade nominal superior ou igual a 3 t/h — 30 mg/m<sup>3</sup>N;

Capacidade nominal superior ou igual a 1 t/h e inferior a 3 t/h — 100 mg/m<sup>3</sup>N;

Capacidade inferior a 1 t/h — 200 mg/m<sup>3</sup>N;

## Metais pesados:

Capacidade superior ou igual a 1 t/h:

Pb + Cr + Cu + Mn — 5 mg/m<sup>3</sup>N;

Ni + As — 1 mg/m<sup>3</sup>N;

Cd + Hg — 0,2 mg/m<sup>3</sup>N;

## Ácido clorídrico (HCl):

Capacidade nominal superior ou igual a 3 t/h — 50 mg/m<sup>3</sup>N;

Capacidade nominal superior ou igual a 1 t/h e inferior a 3 t/h — 100 mg/m<sup>3</sup>N;

Capacidade inferior a 1 t/h — 250 mg/m<sup>3</sup>N;

## Ácido fluorídrico (HF):

Capacidade nominal superior ou igual a 3 t/h — 2 mg/m<sup>3</sup>N;

Capacidade nominal superior ou igual a 1 t/h e inferior a 3 t/h — 4 mg/m<sup>3</sup>N;

SO<sub>2</sub> (capacidade superior ou igual a 1 t/h) — 300 mg/m<sup>3</sup>N;

CO (todas as instalações) — 100 mg/m<sup>3</sup>N;

Compostos orgânicos, expressos em carbono total (todas as instalações) — 20 mg/m<sup>3</sup>N.

Qualquer instalação de incineração de resíduos urbanos deve ser concebida, equipada e explorada de modo que os gases provocados pela combustão dos resíduos atinjam, após a última injeção de ar de combustão, de forma controlada e homogénea, e mesmo nas condições mais desfavoráveis, uma temperatura de pelo menos 850°C durante um período não inferior a dois segundos, em presença de pelo menos 6% de oxigénio.

Serão efectuadas as seguintes medições nas instalações de incineração de resíduos urbanos:

## a) Concentrações de determinadas substâncias nos gases de combustão:

i) Serão medidas e registadas ininterruptamente as concentrações de poeiras totais, de CO, de oxigénio e de HCl, no caso das instalações de capacidade nominal igual ou superior a 1 t/h;

ii) Serão medidas periodicamente:

As concentrações dos metais pesados, de HF e de SO<sub>2</sub>, no caso das instalações de capacidade nominal igual ou superior a 1 t/h;

As concentrações de poeiras totais e de HCl, CO e oxigénio, no caso das instalações de capacidade nominal inferior a 1 t/h;

As concentrações de compostos orgânicos (expressos em carbono total) em geral;

## b) Parâmetros de exploração:

i) Será medida e registada ininterruptamente a temperatura dos gases na câmara de combustão.

A temperatura e o teor de oxigénio fixados são valores mínimos a respeitar constantemente durante o funcionamento da instalação.

A concentração de monóxido de carbono (CO) representa o valor limite para a média horária aplicada a todas as instalações. Além disso, no caso de instalações com uma capacidade nominal igual ou superior a 1 t/h, pelo menos 90% das medições efectuadas em qualquer período de vinte e quatro horas deve ter valores inferiores a 150 mg/m<sup>3</sup>N. Essas médias serão calculadas tendo em conta apenas os períodos de funcionamento efectivo da instalação, incluindo as fases de arranque e de paragem dos fornos.

No caso das outras substâncias em que é exigida uma medição contínua:

a) A média móvel por período de sete dias dos valores de concentração medidos para essas substâncias não deve em caso algum ultrapassar o valor limite correspondente;

b) A média diária dos valores de concentração medidos para essas substâncias não deve em caso algum ultrapassar em mais de 30% o valor limite correspondente.

Para o cálculo dos valores médios acima referidos, apenas se considerarão os períodos de funcionamento efectivo da instalação, incluindo as fases de arranque e de paragem dos fornos.

Em caso de avarias dos dispositivos de depuração que provoquem emissões para a atmosfera que excedam os valores limites estabelecidos, o operador de instalação deve reduzir ou fazer parar as operações, logo que praticável e até que possa ser reatado o funcionamento normal. A instalação não pode em caso algum continuar a funcionar mais de oito horas ininterruptas e a acumulação de períodos de funcionamento nessas condições não pode exceder noventa e seis horas por ano.

O teor de poeiras das descargas durante os períodos mencionados no parágrafo anterior não deve em caso algum exceder 600 mg/m<sup>3</sup>N, devendo ser respeitadas todas as outras condições, nomeadamente as que se referem à combustão.

11.2 — Incineração de resíduos perigosos:

Os limites de emissão referidos a 11% de O<sub>2</sub> nos efluentes gasosos resultantes da incineração de resíduos perigosos são os seguintes:

- Partículas — 30 mg/m<sup>3</sup>N;
- Dióxido de enxofre — 300 mg/m<sup>3</sup>N;
- Monóxido de carbono — 100 mg/m<sup>3</sup>N;
- Compostos de flúor — 2 mg/m<sup>3</sup>N;
- Compostos de cloro — 25 mg/m<sup>3</sup>N;
- Compostos orgânicos, expressos em carbono total — 100 mg/m<sup>3</sup>N;
- Hg + Cd + Tl — 0,2 mg/m<sup>3</sup>N;
- Outros metais pesados — 2 mg/m<sup>3</sup>N;
- Dioxinas — 0,1 mg/m<sup>3</sup>N.

De acordo com o tipo de resíduos, a temperatura dos gases de combustão deve atingir pelo menos os valores indicados na tabela seguinte, durante um período não inferior a dois segundos e em presença de pelo menos 6% de oxigénio; no caso de apenas se incinerarem resíduos líquidos, o teor de O<sub>2</sub> deve ser pelo menos de 3%.

Classe	Temperatura (graus centigrados)	Tipo de resíduos
I	850	Para resíduos perigosos não halogenados.
II	950	Para resíduos perigosos halogenados não englobados na classe III.
III	1 200	Para resíduos perigosos halogenados particularmente estáveis como PCB's ou outras substâncias halogenadas cíclicas.

A temperatura de incineração de resíduos hospitalares não deve ser inferior a 1100°C.

As medições da concentração de poluentes e parâmetros de exploração, bem como os períodos de violação dos valores limites de emissão, são os definidos no n.º 11.1 para instalações de capacidade igual ou superior a 3 t/h.

ANEXO VII

Condições que determinam a realização de medições em contínuo das emissões para a atmosfera

A realização de medições em contínuo, quando não especificada no anexo VI, é obrigatória sempre que o caudal mássico das emissões ultrapasse os valores a seguir discriminados, funcionando as instalações à sua capacidade nominal:

- Partículas — 5 kg/h;
- Dióxido de enxofre — 50 kg/h;
- Monóxido e dióxido de azoto, expresso em dióxido de azoto — 30 kg/h;
- Monóxido de carbono — 100 kg/h;
- Compostos de flúor, expresso em ácido fluorídrico — 0,5 kg/h;
- Compostos de cloro, expresso em ácido clorídrico — 3 kg/h;
- Ácido sulfúrico — 1 kg/h.

Nas restantes situações serão realizadas medições pontuais.

**MINISTÉRIO DO EMPREGO E DA SEGURANÇA SOCIAL**

Portaria n.º 287/93

de 12 de Março

O Regulamento do Fundo Especial de Segurança Social dos Profissionais de Seguros concede aos respectivos beneficiários uma prestação denominada «subsídio de lar», cuja fórmula de cálculo obedece aos termos previstos no n.º 1 do artigo 8.º daquele Regulamento.

Assim, segundo o estabelecido na referida norma, o montante do subsídio de lar é calculado pela aplicação da fórmula  $S = \frac{0,95 \times C}{N \times 12}$ , da qual resulta que aquele subsídio é concedido em 13 prestações, sendo uma equivalente a um 13.º mês.

Todavia, face à integração da Caixa de Previdência dos Profissionais de Seguros nos centros regionais de segurança social, nos termos previstos na Portaria n.º 935/92, de 25 de Setembro, a manutenção do pagamento de 13 prestações de subsídio de lar poderia causar perturbações no processamento informático, uma vez que o pagamento do subsídio em questão está agregado ao pagamento do abono de família e esta prestação é concedida trimestralmente, num total de 12 prestações anuais.

Assim, considera-se conveniente proceder à alteração do número de prestações do subsídio de lar, de modo a coincidirem com as do abono de família, uma vez que daí não resulta qualquer prejuízo económico para os beneficiários, passando a fórmula de cálculo a ter como denominador  $N \times 12$ .

Nestes termos, ao abrigo do artigo 31.º do Regulamento do Fundo Especial de Segurança Social dos Profissionais de Seguros, aprovado pela Portaria n.º 233/90, de 20 de Março:

Manda o Secretário de Estado da Segurança Social, o seguinte:

1.º O n.º 1 do artigo 8.º do Regulamento do Fundo Especial da Caixa Sindical de Previdência dos Profissionais de Seguros, aprovado pela Portaria n.º 233/90, de 29 de Março, passa a ter a seguinte redacção:

Artigo 8.º

Montante do subsídio de lar

1 — O montante do subsídio de lar é determinado anualmente por aplicação da fórmula:

$$S = \frac{0,95 \times C}{N \times 12}$$

em que S representa o montante do subsídio de lar, C o total de contribuições pagas para o Fundo Especial no ano anterior e N o número de beneficiários com direito a subsídio em 31 de Dezembro do ano anterior.

2.º O disposto na presente portaria produz efeitos a partir de 1 de Janeiro de 1993.

Ministério do Emprego e da Segurança Social.

Assinada em 11 de Fevereiro de 1993.

O Secretário de Estado da Segurança Social, José Luís Campos Vieira de Castro.

**MINISTÉRIO DO COMÉRCIO E TURISMO**

Despacho Normativo n.º 34/93

Considerando que foi registada, aquando da importação de Marrocos de moluscos bivalves, a presença de uma toxina paralisante (PSP);

## ii) Tarifário da EDP

# TARIFARIO DA EDP - 1993

## ÍNDICE

Cláusula 1.ª – Âmbito e estrutura do sistema tarifário.....	3
Cláusula 2.ª – Níveis de tensão.....	3
Cláusula 3.ª – Opções tarifárias.....	4
Cláusula 4.ª – Períodos tarifários.....	4
Cláusula 5.ª – Consumos sazonais, domésticos e equiparados.....	5
Cláusula 6.ª – Potência a facturar.....	5
Cláusula 7.ª – Potência a facturar em baixa tensão até 39,6 kVA.....	7
Cláusula 8.ª – Energia activa a facturar.....	8
Cláusula 9.ª – Energia reactiva a facturar.....	9
Cláusula 10.ª – Interruptibilidade.....	10
Cláusula 11.ª – Arredondamentos na facturação.....	10
Cláusula 12.ª – Disposições transitórias.....	10
Anexo 1 – Opções tarifárias.....	12
Anexo 2 – Tarifas de energia eléctrica.....	14
1. Tarifas de baixa tensão.....	14
2. Tarifas de média tensão.....	19
3. Tarifas de alta tensão.....	20
4. Tarifa de muito alta tensão.....	21
Anexo 3 – Períodos horários.....	23

## CLÁUSULA 1.ª

### (Âmbito e estrutura do sistema tarifário)

- 1 – O sistema tarifário de venda de energia eléctrica é o conjunto de regras e de preços utilizados pelo distribuidor para facturação dos fornecimentos de energia eléctrica ao consumidor.
- 2 – Designa-se por distribuidor a entidade que fornece energia eléctrica e por consumidor a entidade que recebe a energia eléctrica; os produtores a que se refere o Decreto-Lei n.º 189/88, de 27 de Maio, enquanto fornecedores de energia eléctrica, não são considerados distribuidores para efeitos do presente tarifário.
- 3 – O sistema tarifário apresenta uma estrutura que considera como elementos intervenientes na facturação do fornecimento de energia eléctrica a potência e as energias activa e reactiva; os preços dependem do nível de tensão, da opção tarifária e dos períodos de entrega da energia eléctrica, e são apresentados no Anexo 2.
- 4 – Aos consumidores em igualdade de circunstâncias corresponderá o mesmo tratamento nas várias modalidades admitidas no sistema tarifário, sem prejuízo do disposto no art. 6.º do Decreto-Lei n.º 18-A/89, de 12 de Janeiro.

## CLÁUSULA 2.ª

### (Níveis de tensão)

- 1 – Consideram-se os seguintes níveis de tensão:  
Baixa Tensão (BT) ..... tensão igual ou inferior a 1 kV;  
Média Tensão (MT) ..... tensão superior a 1 kV e igual ou inferior a 45 kV;  
Alta Tensão (AT) ..... tensão superior a 45 kV e igual ou inferior a 110 kV;  
Muito Alta Tensão (MAT) ... tensão superior a 110 kV.
- 2 – Os valores de tensão indicados no número anterior referem-se a valores normais da tensão composta, ou seja, tensão entre fases.

### CLÁUSULA 3.ª

#### (Opções tarifárias)

- 1 – Em cada nível de tensão são postas à disposição dos consumidores as opções tarifárias constantes do Anexo 1.
- 2 – Sem prejuízo do disposto quanto à tarifa interruptível, a opção tarifária é da competência do consumidor, sendo válida pelo período mínimo de 1 ano, automaticamente renovável por sucessivos períodos de 1 ano.
- 3 – Para cada opção tarifária são estabelecidos no Anexo 1 valores máximos e mínimos da potência contratada.
- 4 – Em muito alta tensão são estabelecidos no Anexo 1 valores mínimos de utilização da potência contratada.
- 5 – A tarifa social destina-se aos consumos relativos a casas de habitação, mesmo que nelas se exerça uma pequena actividade profissional, com potência contratada de 1,1 kVA e um consumo anual não superior a 270 kWh.

### CLÁUSULA 4.ª

#### (Períodos tarifários)

- 1 – Os períodos horários a considerar – horas de ponta, horas cheias e horas de vazio – torão para cada área geográfica, nível de tensão e opção tarifária, os horários constantes do Anexo 3.
- 2 – Consideram-se os seguintes períodos sazonais de entrega da energia eléctrica:
  - || INVERNO – de 1 de Novembro a 30 de Abril;
  - || VERÃO – de 1 de Maio a 31 de Outubro.
- 3 – Para efeito de facturação, os períodos de Inverno e de Verão terminam ou iniciam-se no momento das leituras ordinárias mais próximas das respectivas datas, fixadas no número anterior.

### CLÁUSULA 5.ª

#### (Consumos sazonais, domésticos e equiparados)

- 1 – São considerados consumos sazonais os referentes a actividades económicas que normalmente só ocorrem em dado período do ano; são excluídos, nomeadamente, os consumos referentes a casas de habitação.
- 2 – São considerados consumos domésticos:
  - a) os relativos a casas de habitação, mesmo que nelas se exerça uma pequena actividade profissional;
  - b) os consumos em arrecadações ou garagens, de uso particular, localizadas em anexos ou dependências de casa de habitação, ainda que medidos por contador próprio;
  - c) os consumos de pequenas bombas de água.
- 3 – São equiparados a consumos domésticos:
  - a) os efectuados por pessoas colectivas reconhecidas de utilidade pública, nos termos do Decreto-Lei n.º 460/77, de 7 de Novembro;
  - b) os efectuados para a iluminação de escadas e patamares de prédios colectivos, bem como para outros usos comuns.
- 4 – Para que um novo consumidor possa ser incluído na categoria de doméstico, tal deve constar expressamente na requisição de fornecimento e no respectivo contrato.

### CLÁUSULA 6.ª

#### (Potência a facturar)

- 1 – Excepto nos fornecimentos de energia eléctrica em baixa tensão com potências contratadas até 39,6 kVA inclusive, a potência a facturar, PF, será determinada de acordo com a fórmula seguinte:

$$PF = PC - k \times (PC - PT)$$

onde:

**PT** – a potência tomada num período mensal, é a maior potência média verificada em qualquer intervalo de quinze minutos durante esse período;

**PC** – a potência contratada, é igual ao valor que figura no respectivo contrato, sendo este valor actualizado para o valor da potência tomada, sempre que esta exceda a potência contratada; a actualização tem efeitos no mês em que se verificar tal facto e nos meses seguintes.

k – é um parâmetro fixado no Anexo 2.

2 – A potência PF é facturada mensalmente através da aplicação dos preços definidos no Anexo 2, exigível enquanto durar o contrato de fornecimento.

3 – Salvo acordo escrito entre o distribuidor e o consumidor, tendo em atenção o disposto no n.º 4 da cláusula 1.ª, a potência contratada por ponto de entrega em média, alta ou muito alta tensão, não poderá ser inferior a 50 % da potência instalada, medida pela soma das potências nominais dos transformadores relativos ao ponto de entrega.

4 – Qualquer pedido de redução de potência contratada poderá ser suspenso até que decorram doze meses sobre o último mês em que a potência tomada for maior ou igual ao valor da nova potência contratada.

Nos casos em que o consumidor tenha procedido a investimentos tendo em vista a utilização mais racional da energia – da qual tenha resultado uma redução da potência tomada com carácter permanente –, o pedido de redução de potência contratada será satisfeito no mês seguinte.

Neste caso, qualquer aumento de potência contratada antes de decorrido o prazo de 12 meses acima estabelecido, concede ao distribuidor o direito de actualizar a potência contratada para o valor anterior à redução e de cobrar, desde a data de redução, a diferença entre o encargo de potência que teria sido facturado se não houvesse redução de potência contratada e o efectivamente cobrado.

5 – Por opção, com o eventual pagamento dos encargos suplementares com a aparelhagem necessária, os consumidores podem dispor de dupla medida de ponta, em que é feita a medida separada da potência tomada nas horas de

vazio e fora de vazio; neste caso, a potência a facturar continuará a ser dada pela fórmula anterior, sendo PT a potência tomada apenas fora do período de vazio; contudo, para efeitos de determinação da potência contratada, continua a considerar-se a potência tomada a qualquer momento.

6 – Nos fornecimentos em média ou alta tensão, com medição da potência tomada em baixa tensão, à potência medida será adicionada a potência de perdas no ferro dos transformadores e a soma acrescida de 1 % para atender às perdas nos enrolamentos.

7 – Salvo acordo escrito entre o distribuidor e o consumidor, tendo em atenção o disposto no n.º 4 da cláusula 1.ª, consideram-se, para efeito de facturação – mesmo no caso de existência de um contrato único – como potências tomada e contratada de um conjunto de pontos de entrega a um consumidor, respectivamente, a soma das potências tomadas e a soma das potências contratadas dos vários pontos de entrega do conjunto.

8 – Qualquer pedido de religação com prazo inferior a doze meses concede ao distribuidor o direito de exigir o pagamento do encargo de potência contratada, calculado para o novo valor, relativamente ao período de interrupção de fornecimento.

## CLÁUSULA 7.ª

(Potência a facturar em baixa tensão até 39,6 kVA)

1 – Nas entregas de energia eléctrica em baixa tensão com potência contratada até 39,6 kVA, inclusive, a potência a facturar é igual à potência contratada; o controlo da potência é efectuado por um disjuntor calibrado, instalado e selado pelo distribuidor.

2 – A potência contratada, variável por escalões, será facturada aos preços indicados no Anexo 2.

3 – Para determinação da potência contratada de um consumidor com vários pontos de entrega aplica-se o disposto no n.º 7 da cláusula anterior.



- 4 – A qualquer momento, os consumidores de baixa tensão com potências contratadas até 39,6 kVA, inclusive, poderão pedir por escrito alteração da potência contratada.
- 5 – Os consumidores promoverão a adaptação das instalações com vista à montagem do dispositivo de controlo da potência, de acordo com as condições regulamentares aplicáveis, e as indicações dadas pelo distribuidor, no prazo de um mês contado a partir da requisição de nova potência; cumpridas essas condições, o distribuidor disporá de dois meses para proceder à montagem do equipamento necessário; salvo quando as razões do não cumprimento deste prazo forem aprovadas pela fiscalização técnica do Governo, o consumidor tem a partir do seu termo direito a ser facturado pela nova potência.
- 6 – Salvo quando tenham decorrido doze meses sobre uma redução de potência, qualquer pedido de aumento de potência concede ao distribuidor o direito de cobrar a diferença entre os encargos mensais correspondentes à nova potência e à potência resultante da redução, desde a data em que esta foi concedida.
- 7 – Em caso de pedido de religação aplica-se o disposto no n.º 8 da cláusula anterior.
- 8 – Quando, por razões técnicas, o distribuidor entender ser a alimentação trifásica a forma mais adequada de efectuar um determinado fornecimento para consumos domésticos, e desde que o consumidor não se oponha a esse tipo de alimentação, será concedida uma margem de 3,3 kVA, utilizando um disjuntor de calibre superior em 3 x 5 A ao correspondente à potência contratada; os valores da potência contratada daí resultantes não poderão no entanto ser inferiores a 3,3 kVA ou superiores a 13,2 kVA.

#### CLÁUSULA 8.ª

##### (Energia activa a facturar)

- 1 – A energia consumida em cada período horário será facturada aos preços indicados no Anexo 2.

- 2 – Nos fornecimentos em alta ou média tensão em que a contagem seja efectuada em baixa tensão, à energia medida será adicionado o valor correspondente às perdas no ferro dos transformadores e a soma resultante será acrescida de 1 % para compensar as perdas nos enrolamentos; as perdas no ferro serão consideradas como correspondentes a setecentas e vinte horas por mês, distribuídas por cento e vinte horas de ponta, duzentas e noventa horas cheias e trezentas e dez de vazio.

#### CLÁUSULA 9.ª

##### (Energia reactiva a facturar)

- 1 – Sempre que a potência facturada for calculada em kilovolt-ampere, não haverá lugar à facturação de energia reactiva; nos restantes casos, proceder-se-á de acordo com as regras estabelecidas nos números seguintes.
- 2 – Define-se  $(tg\phi)$  como o quociente entre a energia reactiva consumida ou fornecida pelo cliente em determinado período e a energia activa consumida nesse mesmo período; será considerada indutiva a  $tg\phi$  correspondente a consumos de energia reactiva, e capacitiva a correspondente a fornecimentos de energia reactiva à rede.
- 3 – A energia reactiva consumida fora das horas de vazio que exceda a correspondente à  $tg\phi = 0,4$  indutiva será facturada aos preços indicados no Anexo 2.
- 4 – A energia reactiva fornecida à rede durante as horas de vazio poderá ser facturada aos preços indicados no Anexo 2.
- 5 – Nos fornecimentos em alta e média tensão, em que a respectiva contagem seja efectuada em baixa tensão, para efeitos de facturação da energia reactiva, haverá que ter em linha de conta as perdas activas e reactivas no transformador, ou seja, referir quer a energia activa medida, quer a energia reactiva medida, ao primário do transformador.  
A referência da energia reactiva medida ao primário do transformador – energia reactiva consumida – será obtida adicionando ao valor medido de ener-

gia reactiva, 10% da energia activa medida no mesmo período; inversamente, à energia reactiva correspondente à emissão para a rede nas horas de vazio será descontado o valor de 10% da energia activa medida em igual período – energia reactiva fornecida. A referência da energia activa medida ao primário do transformador, far-se-á de acordo com o estipulado no n.º 2 da cláusula 8.ª.

- 6 – Para qualquer novo consumidor, o distribuidor só poderá proceder à cobrança de energia reactiva decorridos oito meses após o início do fornecimento.

#### CLÁUSULA 10.ª

##### (Interruptibilidade)

Os clientes com possibilidade de reduzirem a carga em pelo menos 5 MW, em períodos definidos pelo distribuidor, poderão optar pela tarifa interruptível que se traduzirá por um desconto correspondente à valia da potência interruptível, para o distribuidor.

Esta tarifa será regulamentada em Convenção Específica, vinculando os clientes a contratos de 5 anos, prolongáveis por iguais períodos, por mútuo acordo.

#### CLÁUSULA 11.ª

##### (Arredondamentos na facturação)

Os valores de facturação relativos à potência e às energias activa e reactiva, poderão ser arredondados para o escudo superior se a parte decimal for maior que cinquenta centavos, e para o escudo inferior se a parte decimal for menor ou igual àquele valor.

#### CLÁUSULA 12.ª

##### (Disposições transitórias)

- 1 – Os consumidores domésticos com alimentação trifásica, aos quais haja sido concedida uma margem de 3,3 kVA no controlo da potência, utilizando um dis-

juntor de calibre superior em 3 x 5 A ao correspondente à potência contratada, continuarão a beneficiar daquela margem.

- 2 – Nas tarifas de média, alta ou muito alta tensão com contagem bi-horária e nas tarifas de baixa tensão com potência contratada superior a 19,8 kVA e contagem bi-horária, são considerados, para efeito de facturação, os períodos de horas de vazio e horas fora de vazio, englobando este último os períodos de horas de ponta e horas cheias; o preço da energia a aplicar no período de horas fora de vazio será determinado a partir dos preços da energia de horas de ponta e cheias, considerando um fornecimento uniforme no período de horas fora de vazio e uma duração diária de 4 h para o período de horas de ponta e 10 h para o período de horas cheias.
- 3 – Quando a opção tarifária exija uma contagem separada da energia fornecida nas horas de vazio, e até colocação de contagem adequada, será considerada de vazio toda a energia que ultrapassar, mensalmente, o produto da potência facturada por:
- a) trezentos, nos fornecimentos em alta tensão;
  - b) duzentos, nos fornecimentos em média tensão;
  - c) cem, nos fornecimentos em baixa tensão para potências contratadas superiores a 39,6 kVA;
  - d) setenta, nos fornecimentos em baixa tensão para potências contratadas compreendidas entre 19,8 kVA (exclusive) e 39,6 kVA;
  - e) cinquenta, nos fornecimentos em baixa tensão até 19,8 kVA (inclusive).
- 4 – Os consumidores sazonais que estejam a ser facturados pela tarifa sazonal tri-horária para potências contratadas até 13,2 kVA, continuarão transitoriamente a ser facturados pela tarifa sazonal tri-horária definida no número 8 das observações do Anexo 2.
- 5 – Nas entregas de energia eléctrica em baixa tensão com potência contratada até 39,6 kVA, inclusive, e até colocação do disjuntor, o distribuidor poderá recorrer a qualquer outro meio de controlo da potência.
- 6 – Por acordo escrito entre o distribuidor e o consumidor, com vista à supressão de aparelhagem de medida mais complexa, poderão ser definidas regras que permitam avaliar a potência tomada e as energias activa e reactiva, nomeadamente através das potências instaladas e dos horários de funcionamento.

## ANEXO 1

### OPÇÕES TARIFÁRIAS

1 – No quadro seguinte são indicadas as opções tarifárias postas à disposição dos consumidores em cada nível de tensão nos termos da cláusula 3.<sup>a</sup>. Para cada opção são indicados limites de potência contratada e de utilização da potência facturada.

Os limites de utilização, com excepção da tarifa de MAT, são apenas indicativos, correspondendo a comportamentos típicos; em cada caso, o consumidor deverá escolher a opção tarifária mais vantajosa, tendo em atenção as respectivas características, nomeadamente a distribuição dos consumos pelos períodos tarifários (sazonais e horários).

Tensão de fornecimento	Limites da potência contratada	Opções Tarifárias	Limites de utilização anual da potência (b)
Baixa Tensão	1,1 kVA 1,1 a 19,8 kVA 3,3 a 19,8 kVA	Tarifa social Tarifa simples Tarifa bi-horária	– – –
	26,4 a 39,6 kVA 26,4 a 39,6 kVA 26,4 a 39,6 kVA	Tarifa simples Tarifa médias utilizações Tarifa longas utilizações	– ≤ 2000 h > 2000 h
	> 39,6 kVA > 39,6 kVA	Tarifa médias utiliz. SP ou DP Tarifa longas utiliz. SP ou DP	≤ 2000 h > 2000 h
	3,3 a 19,8 kVA 3,3 a 19,8 kVA 26,4 a 39,6 kVA	Tarifa sazonal simples Tarifa sazonal bi-horária Tarifa sazonal tri-horária	– – –
	–	Tarifa de iluminação pública	–
Média Tensão*	– – –	Tarifa curtas utiliz. SP ou DP Tarifa médias utiliz. SP ou DP Tarifa longas utiliz. SP ou DP	< 1000 h 1000 a 5000 h > 5000 h
Alta Tensão*	≥ 6 MW (a) ≥ 6 MW (a) ≥ 6 MW (a)	Tarifa curtas utiliz. SP ou DP Tarifa médias utiliz. SP ou DP Tarifa longas utiliz. SP ou DP	< 1000 h 1000 a 5000 h > 5000 h
Muito Alta Tensão*	> 40 MW ≥ 25 e ≤ 40 MW (a)	Tarifa SP ou DP	> 2000 h > 3000 h > 4000 h

#### \*Interruptibilidade

Clientes com possibilidade de reduzir a carga no mínimo em 5 MW em períodos definidos pelo distribuidor poderão optar pela **tarifa interruptível**, que se traduzirá pela concessão dum desconto correspondente à valia da interrupção.

Anotações: SP – Simple medida de ponta.

DP – Dupla medida de ponta (medida da potência tomada fora das horas de vazio e medida nas horas de vazio).

(a) Por acordo escrito entre o distribuidor e o consumidor poder-se-ão estabelecer limites inferiores diferentes dos indicados.

(b) Valores indicativos, com excepção do relativo à tarifa de muito alta tensão, neste caso referente à utilização da potência contratada – (Vd. número 2)

2 – Em muito alta tensão, será facturado em cada ano civil um consumo mínimo, função do escalão da potência contratada, correspondente a:

- **Potências contratadas superiores a 40 MW:** produto de 2000 h pela potência contratada média naquele período;
- **Potências contratadas entre 25 e 40 MW (Inclusive):** produto de 3000 h pela potência contratada média naquele período;
- **Potências contratadas inferiores a 25 MW** – (casos excepcionais de ligações em muito alta tensão, a serem decididos pelo distribuidor por análise técnico-económica): produto de 4000 h pela potência contratada média naquele período. Neste caso, a factura anual não poderá exceder a correspondente à opção mais vantajosa da tarifa de alta tensão.

Na facturação dos consumos mínimos, será considerado um preço da energia correspondente ao preço médio da energia efectivamente consumida nesse ano.

**ANEXO 2**  
**TARIFAS DE ENERGIA ELÉCTRICA** (a) (b)

**1. TARIFAS DE BAIXA TENSÃO**

**1.1 Tarifas de baixa tensão para potências contratadas até 19,8 kVA**

**1.1.1 Encargo de potência**

Potência contratada (kVA)	Encargo de potência (ESC/mês) (1)		
	Tarifa social	Tarifa simples	Tarifa bi-horária
1,1	80\$00	320\$00	—
3,3	—	1005\$00	1398\$00
6,6	—	2224\$00	2617\$00
9,9	—	3364\$00	3757\$00
13,2	—	4523\$00	4916\$00
16,5	—	5650\$00	6043\$00
19,8	—	6839\$00	7232\$00

**1.1.2 Preços da energia**

Preços da energia (ESC/kWh)		
Tarifa social Tarifa simples	Tarifa bi-horária (2)	
17\$67	Horas fora de vazio	Horas de vazio
	17\$67	10\$38

**1.2 Tarifas de baixa tensão para potências contratadas compreendidas entre 19,8 kVA (exclusive) e 39,6 kVA**

**1.2.1 Encargo de potência**

Potência contratada (kVA)	Encargo de potência (ESC/mês)		
	Tarifa simples	Tarifa de médias utilizações	Tarifa de longas utilizações (3)
26,4	13 746\$00	14 875\$00	41 807\$00
33,0	17 182\$00	18 593\$00	52 259\$00
39,6	20 618\$00	22 312\$00	62 711\$00

**1.2.2 Preços da energia**

Preços da energia (ESC/kWh)						
Tarifa simples	Tarifa de médias utilizações (4) (5)			Tarifa de longas utilizações (4) (5)		
	Horas de Ponta	Horas Cheias	Horas de Vazio	Horas de Ponta	Horas Cheias	Horas de Vazio
18\$66	38\$91	16\$62	12\$27	22\$24	12\$70	9\$57

### 1.3 Tarifas de baixa tensão para potências contratadas superiores a 39,6 kVA\*

#### 1.3.1 Preços da potência

Preços da potência (ESC/kW por mês) (6) (7)	
Tarifa de médias utilizações	Tarifa de longas utilizações (3)
563\$40	1583\$60

#### 1.3.2 Preços da energia

Preços da energia (ESC/kWh)					
Tarifa de médias utilizações (4) (5)			Tarifa de longas utilizações (4) (5)		
Horas de Ponta	Horas Cheias	Horas de Vazio	Horas de Ponta	Horas Cheias	Horas de Vazio
38\$91	16\$62	12\$27	22\$24	12\$70	9\$57

#### 1.3.3 Preços da energia reactiva

Indutiva	3\$36 ESC/kVArh	Capacitiva	2\$54 ESC/kVArh
----------	-----------------	------------	-----------------

\*Possibilidade de opção DP – dupla medida de ponta.

### 1.4 Tarifas de baixa tensão para consumos sazonais (8) (9)

#### 1.4.1 Para potências contratadas até 19,8 kVA

##### 1.4.1.1 Encargo de potência

Potência contratada (kVA)	Encargo de potência (ESC/mês)	
	Tarifa simples	Tarifa bi-horária
3,3	201\$00	594\$00
6,6	445\$00	838\$00
9,9	673\$00	1066\$00
13,2	905\$00	1298\$00
16,5	1130\$00	1523\$00
19,8	1368\$00	1761\$00

##### 1.4.1.2 Preço da energia

Preços da energia (ESC/kWh)		
Tarifa simples	Tarifa bi-horária	
	Horas fora de vazio	Horas de vazio
24\$97	24\$97	10\$38

1.4 Tarifas de baixa tensão para consumos sazonais (cont.) (9)

1.4.2 Para potências contratadas entre 19,8 kVA (exclusive) e 39,6 kVA

1.4.2.1 Encargo de potência

Potência contratada (kVA)	Encargo de potência (ESC/mês)
26,4	2975\$00
33,0	3719\$00
39,6	4463\$00

1.4.2.2 Preços da energia

Preços da energia (ESC/kWh)		
Horas de Ponta	Horas Cheias	Horas de Vazio
47\$71	21\$28	12\$27

\_\_\_\_\_ X \_\_\_\_\_

1.5 Tarifa de iluminação pública

Preço da energia	16\$32 ESC/kWh
------------------	----------------

2. TARIFAS DE MÉDIA TENSÃO\*

2.1 Preços da potência

Preços da potência (ESC/kW por mês) (6) (7)		
Tarifa de curtas utilizações	Tarifa de médias utilizações	Tarifa de longas utilizações
561\$70	1029\$40	1410\$70

2.2 Preços da energia

Período Sazonal	Preços da energia (ESC/kWh)								
	Tarifa de curtas utilizações (4) (5)			Tarifa de médias utilizações (4) (5)			Tarifa de longas utilizações (4) (5)		
	Horas de Ponta	Horas Cheias	Horas de Vazio	Horas de Ponta	Horas Cheias	Horas de Vazio	Horas de Ponta	Horas Cheias	Horas de Vazio
Inverno	38\$80	16\$58	12\$25	21\$52	12\$50	9\$21	20\$54	11\$97	8\$72
Verão	38\$80	16\$58	12\$25	23\$32	13\$54	10\$81	21\$43	12\$48	10\$09

2.3 Preços da energia reactiva

Indutiva	3\$03 ESC/kVArh	Capacitiva	2\$28 ESC/kVArh
----------	-----------------	------------	-----------------

\* Possibilidade de opção DP – dupla medida de ponta.

### 3. TARIFAS DE ALTA TENSÃO\*

#### 3.1 Preços da potência

Preços da potência (ESC/kW por mês) (7)		
Tarifa de curtas utilizações	Tarifa de médias utilizações	Tarifa de longas utilizações
459\$30	885\$60	1310\$00

#### 3.2 Preços da energia

Período Sazonal	Preços da energia (ESC/kWh)								
	Tarifa de curtas utilizações (4) (5)			Tarifa de médias utilizações (4) (5)			Tarifa de longas utilizações (4) (5)		
	Horas de Ponta	Horas Cheias	Horas de Vazio	Horas de Ponta	Horas Cheias	Horas de Vazio	Horas de Ponta	Horas Cheias	Horas de Vazio
Inverno	36\$18	15\$47	11\$61	19\$86	11\$59	8\$49	15\$12	11\$57	8\$14
Verão	36\$18	15\$47	11\$61	20\$71	12\$07	9\$81	15\$12	12\$01	9\$55

#### 3.3 Preços da energia reactiva

Indutiva	2\$92 ESC/kVArh	Capacitiva	2\$19 ESC/kVArh
----------	-----------------	------------	-----------------

\* Possibilidade de opção DP – dupla medida de ponta.

### 4. TARIFA DE MUITO ALTA TENSÃO\*

#### 4.1 Preço da potência

Preço da potência (ESC/kW por mês) (7)	939\$10
--	---------

#### 4.2 Preços da energia

Período Sazonal	Preços da energia (ESC/kWh)		
	Horas de Ponta	Horas Cheias	Horas de Vazio
Inverno	14\$67	11\$02	7\$51
Verão	14\$67	11\$45	8\$80

#### 4.3 Preços da energia reactiva

Indutiva	2\$88 ESC/kVArh	Capacitiva	2\$16 ESC/kVArh
----------	-----------------	------------	-----------------

\* Possibilidade de opção DP – dupla medida de ponta.

- (a) Os preços constantes dos quadros já englobam o adicional referido no artigo 6.º do Decreto-Lei n.º 202/86, de 22 de Julho, com as alterações introduzidas posteriormente.
- (b) Sobre os preços acrescidos do adicional referido em a), incide o IVA à taxa reduzida.

- (1) Os consumidores domésticos com alimentação trifásica, aos quais haja sido concedida uma margem de 3,3 kVA no controlo da potência, utilizando um disjuntor de calibre superior em 3 x 5 A ao correspondente à potência contratada, continuarão transitoriamente a beneficiar daquela margem. Também, quando, por razões técnicas, o distribuidor entender ser a alimentação trifásica a forma mais adequada de efectuar um determinado fornecimento para consumos domésticos, e desde que o consumidor não se oponha a esse tipo de alimentação, será concedida a margem de 3,3 kVA; os valores da potência contratada daí resultantes não poderão no entanto ser inferiores a 3,3 kVA ou superiores a 13,2 kVA.
- (2) Enquanto não for instalado o contador apropriado, considerar-se-á como energia de vazio a que ultrapassar a correspondente à utilização mensal de cinquenta horas da potência contratada.
- (3) Aos consumidores com ligação a um posto de transformação em cujo custo hajam participado na totalidade será concedido um desconto de 25% no encargo de potência.

(4) Enquanto não existir contagem separada da energia de vazio, considerar-se-á como tal a correspondente a utilizações mensais da potência facturada superiores a:

- a) trezentas horas nas tarifas de alta tensão;
- b) duzentas horas nas tarifas de média tensão;
- c) cem horas nas tarifas de baixa tensão para potências contratadas superiores a 39,6 kVA;
- d) setenta horas nas tarifas de baixa tensão para potências contratadas compreendidas entre 19,8 kVA (exclusive) e 39,6 kVA;

(5) No caso da contagem ser bi-horária, o preço da energia das horas fora de vazio será calculado de acordo com o número 2 da cláusula 12.ª; os preços da energia correspondentes a este período e para cada opção tarifária, são os seguintes em ESC/kWh:

<b>a) Baixa Tensão</b>		
Tarifa de médias utilizações	_____	22\$99
Tarifa de longas utilizações	_____	15\$42
<b>b) Média Tensão</b>		
Tarifa de curtas utilizações	_____	22\$93
Tarifa de médias utilizações:		
- Inverno	_____	15\$08
- Verão	_____	16\$34
Tarifa de longas utilizações:		
- Inverno	_____	14\$42
- Verão	_____	15\$04
<b>c) Alta Tensão</b>		
Tarifa de curtas utilizações	_____	21\$38
Tarifa de médias utilizações:		
- Inverno	_____	13\$95
- Verão	_____	14\$54
Tarifa de longas utilizações:		
- Inverno	_____	12\$58
- Verão	_____	12\$90

(6) Não havendo indicador de potência tomada, os preços indicados considerar-se-ão em ESC/kVA, não havendo então lugar à facturação de energia reactiva.

(7) A potência a facturar, PF, é dada por  $PF = PC - k(PC - PT)$ , onde PC é a potência contratada, PT a potência tomada no mês a que se refere a factura e "k" um parâmetro que toma o valor:

0,8 para consumos não sazonais  
0,95 para consumos sazonais

Para este efeito, são considerados consumos sazonais os que, para além de satisfazerem o disposto no número 1 da cláusula 5.ª, apresentem pelo menos 5 meses contíguos de ausência de consumos num período anual.

Em caso de não cumprimento com o estipulado no parágrafo anterior, o distribuidor poderá suspender a aplicação desta tarifa.

Por opção, com o eventual pagamento dos encargos suplementares com a aparelhagem necessária, os consumidores podem dispor de dupla medida de ponta, em que a medida separada da potência tomada nas horas de vazio e fora de vazio; neste caso, a potência a facturar continuará a ser dada pela fórmula anterior, sendo PT a potência tomada apenas fora do período de vazio; contudo, para efeitos de determinação da potência contratada, continua a considerar-se a potência tomada a qualquer momento.

(8) Os consumidores sazonais que estejam a ser facturados pela tarifa sazonal tri-horária de BT para potências contratadas até 13,2 kVA, e que não optem por outra tarifa, serão, de acordo com o estabelecido no número 4 da cláusula 12.ª, facturados pelos seguintes preços:

Encargo de potência (ESC/mês)	_____	905\$00
Preços da energia (ESC/kWh):		
Horas de ponta	_____	37\$21
Horas cheias	_____	18\$41
Horas de vazio	_____	10\$38

(9) Os consumidores sazonais podem optar pelas tarifas constantes do parágrafo 1.1 ou 1.2 deste Anexo, de acordo com as respectivas potências contratadas.

## ANEXO 3 PERÍODOS HORÁRIOS

I – Ciclo semanal: (1) (2) (3) (4) (5)

Estação de Inverno	Estação de Verão
<b>Segunda a Sexta-feira</b> Ponta: 09.30/12.00 h 18.30/21.00 h	<b>Segunda a Sexta-feira</b> Ponta: 09.15/12.15 h
Cheias: 07.00/09.30 h 12.00/18.30 h 21.00/24.00 h	Cheias: 07.00/09.15 h 12.15/24.00 h
Vazio: 00.00/07.00 h	Vazio: 00.00/07.00 h
<b>Sábados</b> Cheias: 09.30/13.00 h 18.30/22.00 h	<b>Sábados</b> Cheias: 09.00/14.00 h 20.00/22.00 h
Vazio: 00.00/09.30 h 13.00/18.30 h 22.00/24.00 h	Vazio: 00.00/09.00 h 14.00/20.00 h 22.00/24.00 h
<b>Domingos</b> Vazio: 00.00/24.00 h	<b>Domingos</b> Vazio: 00.00/24.00 h

II – Ciclo diário: (2) (3) (4) (6)

Estação de Inverno	Estação de Verão
Ponta: 09.30/11.30 h 19.00/21.00 h	Ponta: 10.30/12.30 h 20.00/22.00 h
Cheias: 08.00/09.30 h 11.30/19.00 h 21.00/22.00 h	Cheias: 09.00/10.30 h 12.30/20.00 h 22.00/23.00 h
Vazio: 22.00/08.00 h	Vazio: 23.00/09.00 h



(1) No caso do distribuidor não dispor de aparelhagem de medida adequada à implementação do ciclo semanal referido em I), aplicará transitoriamente o seguinte horário:

Estação de Inverno (2) (3) (4) (5)	Estação de Verão (2) (3) (4) (5)
<b>Segunda a Sexta-feira</b> Ponta: 09.30/11.30 h 19.00/21.00 h	<b>Segunda a Sexta-feira*</b> Ponta: 10.30/12.30 h 20.00/22.00 h
Cheias: 06.30/09.30 h 11.30/19.00 h 21.00/23.30 h	Cheias: 00.00/00.30 h (a) 07.30/10.30 h 12.30/20.00 h 22.00/24.00 h
Vazio: 00.00/06.30 h 23.30/24.00 h	Vazio: 00.30/07.30 h (a) 00.00/07.30 h (b)
<b>Sábados</b> Cheias: 15.00/22.00 h	<b>Sábados</b> Cheias: 00.00/00.30 h 16.00/23.00 h
Vazio: 00.00/15.00 h 22.00/24.00 h	Vazio: 00.30/16.00 h 23.00/24.00 h
<b>Domingos</b> Vazio: 00.00/24.00 h	<b>Domingos</b> Vazio: 00.00/24.00 h

\* Com as excepções indicadas em a) e b)

(a) Excepção à segunda-feira

(b) Unicamente à segunda-feira

(2) No caso das tarifas bi-horárias de baixa tensão até 19,8 kVA e nos casos das tarifas tri-horárias com contagem bi-horária, o período fora de vazio engloba as horas de ponta e as horas cheias.

(3) Relativamente a este quadro, entende-se por estação de Verão e de Inverno, os períodos de hora legal de Verão e Inverno, respectivamente.

(4) Os consumidores alimentados em alta e muito alta tensão, poderão solicitar a concessão dos feriados nacionais como períodos de vazio.

(5) Em virtude da alteração da hora legal definida no Decreto-Lei n.º 124/92, de 2 de Julho, enquanto o distribuidor não proceder ao acerto dos relógios de comutação dos períodos tarifários dos clientes com tarifas multi-horárias, os horários a considerar são os constantes deste Anexo, acrescidos de 1 hora.

(6) Enquanto o distribuidor não proceder ao acerto dos relógios de comutação dos períodos tarifários dos clientes com tarifas multi-horárias, em virtude da alteração da hora legal definida no Decreto-Lei n.º 124/92, de 2 de Julho, e da uniformização do horário realizada neste ciclo, o horário a considerar até acerto dos relógios é o a seguir apresentado, acrescido de 1 hora.

Área Geográfica	Estação	Horas de Ponta	Horas de Vazio
EDP-DODN (a)	Inverno Verão	10.30/12.30 h – 18.30/20.30 h 11.30/13.30 h – 19.30/21.30 h	22.00/08.00 h 23.00/09.00 h
EDP-DODN (b)	Inverno Verão	11.00/13.00 h – 18.30/20.30 h 11.00/13.00 h – 18.30/20.30 h	22.00/08.00 h 22.00/08.00 h
EDP-DODC (c)	Inverno Verão	10.30/12.00 h – 18.00/20.30 h 11.30/13.00 h – 19.00/21.30 h	22.00/08.00 h 23.00/09.00 h
EDP-DODT (d)	Inverno Verão	10.30/12.00 h – 19.30/22.00 h 11.30/13.00 h – 20.30/23.00 h	22.00/08.00 h 23.00/09.00 h
EDP-DODS (e)	Inverno Verão	10.30/11.30 h – 19.00/22.00 h 11.30/12.30 h – 20.00/23.00 h	22.00/08.00 h 23.00/09.00 h

(a) Área geográfica abrangida pela Direcção Operacional de Distribuição Norte;

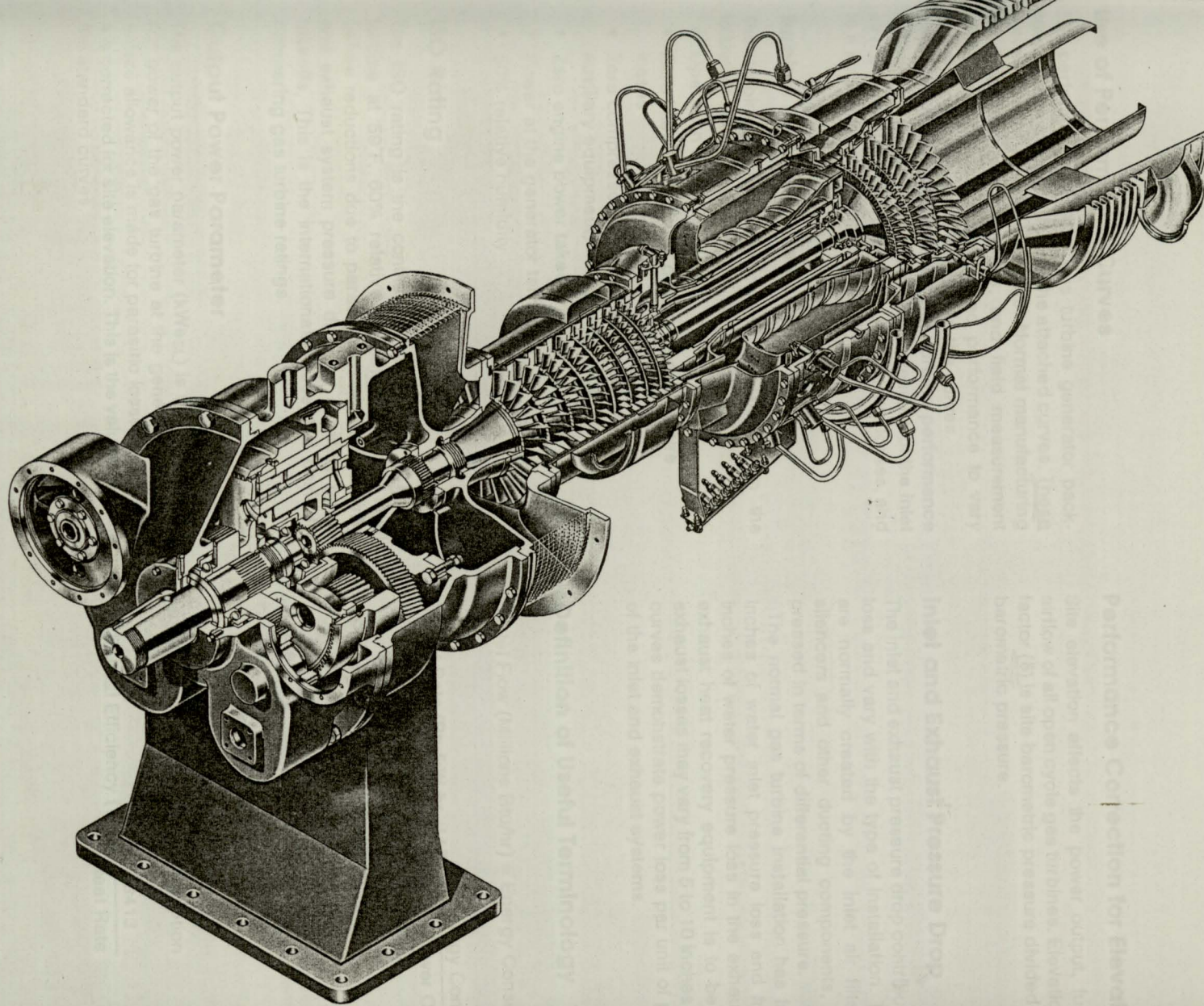
(b) Área geográfica da Direcção Operacional de Distribuição Norte, abrangendo a zona anteriormente servida pelos Serviços Municipalizados de Gás e Electricidade do Porto;

(c) Área geográfica abrangida pela Direcção Operacional de Distribuição Centro;

(d) Área geográfica abrangida pela Direcção Operacional de Distribuição Tejo;

(e) Área geográfica abrangida pela Direcção Operacional de Distribuição Sul.

iii) Bibliografia específica sobre a turbina escolhida



Saturn T-1500 Generator Applications  
GAS TURBINE PERFORMANCE CALCULATIONS

**CATERPILLAR**<sup>®</sup>  
Solar Turbines

**Saturn Gas Turbine**  
for Generator Applications

The words Solar and Saturn are trademarks of Solar Turbines Incorporated. Cat and Caterpillar are registered trademarks of Caterpillar Inc. 600-11

# Saturn T-1500 Generator Applications

## GAS TURBINE PERFORMANCE CALCULATIONS

### Use of Performance Curves

Site performance of Solar gas turbine generator packages can be calculated using the attached curves. These curves are for a nominal engine. Normal manufacturing variations, control tolerances, and field measurement uncertainty can cause measured performance to vary from the performance presented in the curves.

The parameters which affect gas turbine performance are inlet air temperature, barometric pressure of the inlet air (i.e., elevation), inlet and exhaust pressure losses, and to a lesser degree, inlet air humidity.

### Turbine Performance Curves

The turbine performance curves are based on the following standard conditions:

- Operation at sea level
- Zero inlet and exhaust duct system pressure losses
- Zero compressor air bleed output (standard auxiliary equipment)
- Zero engine power takeoff
- Power at the generator terminals
- 60% relative humidity

### ISO Rating

The ISO rating is the continuous duty rating of a gas turbine at 59°F, 60% relative humidity, and sea level before reductions due to parasitic losses such as inlet and exhaust system pressure drop, or ancillary power takeoffs. This is the internationally accepted basis for comparing gas turbine ratings.

### Output Power Parameter

The output power parameter (kW<sub>ESL</sub>) is the nominal output power of the gas turbine at the generator terminals before allowance is made for parasitic losses and before it is corrected for site elevation. This is the value read from the standard curves.

### Performance Correction for Elevation

Site elevation affects the power output, fuel flow, and airflow of all open cycle gas turbines. Elevation correction factor ( $\delta$ ) is site barometric pressure divided by sea level barometric pressure.

### Inlet and Exhaust Pressure Drop

The inlet and exhaust pressure drop contribute to a power loss and vary with the type of installation. These losses are normally created by the inlet air filters, ducting, silencers and other ducting components, and are expressed in terms of differential pressure.

The normal gas turbine installation has from 1.5 to 6 inches of water inlet pressure loss and from 1.5 to 6 inches of water pressure loss in the exhaust system. If exhaust heat recovery equipment is to be utilized, the exhaust losses may vary from 5 to 10 inches of water. The curves demonstrate power loss per unit of pressure loss of the inlet and exhaust systems.

### Definition of Useful Terminology

Fuel Flow (Millions Btu/hr) = Energy Consumption

Heat Rate (Btu/kW-hr - LHV) =  $\frac{\text{Energy Consumption}}{\text{Power Output}}$

SFC (scf/kW-hr) =  $\frac{\text{Heat Rate}}{\text{LHV (Btu/scf)}}$

where:

LHV = Fuel lower heating value

scf = Standard cubic feet

SFC = Specific fuel consumption

Thermal Efficiency (%) =  $\frac{3413}{\text{Heat Rate}}$



# Saturn T-1500 Generator Applications

## GAS TURBINE PERFORMANCE CALCULATIONS

### Summary of Performance Calculations

Full load electrical power (kWe) at site conditions is calculated from the following formulae:

$$\begin{aligned} \text{kWe} &= \delta (\text{kWe}_{\text{SL}}) - L_{\text{in}} - L_{\text{ex}} \\ L_{\text{in}} &= \Delta P_{\text{in}} B_{\text{in}} \rightarrow \text{Losses} \\ L_{\text{ex}} &= \Delta P_{\text{ex}} B_{\text{ex}} \end{aligned}$$

where:

- kWe = Electrical power output at site conditions
- $\delta$  = Elevation correction factor
- kWe<sub>SL</sub> = Electrical power output at sea level, no losses (value read from curve)
- $\Delta P_{\text{in}}$  = Inlet duct pressure loss
- B<sub>in</sub> = Inlet power loss per unit of pressure drop
- $\Delta P_{\text{ex}}$  = Exhaust duct pressure loss
- B<sub>ex</sub> = Exhaust power loss per unit of pressure drop

Actual fuel flow ( $W_f$ ) at site conditions is found by correcting fuel flow  $W_{f\text{SL}}$  read from the curves as follows:

$$W_f = W_{f\text{SL}} \left( \delta - \frac{\Delta P_{\text{in}}}{P_{\text{barom}}} \right)$$

where:

- $W_f$  = Fuel flow (based on LHV) at site
- $W_{f\text{SL}}$  = Fuel flow at sea level, no losses (value read from curve)
- $P_{\text{barom}}$  = Barometric pressure (in same units as  $P_{\text{in}}$ )

In the same manner, actual exhaust flow ( $W_{\text{ex}}$ ) is found by correcting exhaust flow at sea level ( $W_{\text{exSL}}$ ) read from the curves as follows:

$$W_{\text{ex}} = W_{\text{exSL}} \left( \delta - \frac{\Delta P_{\text{in}}}{P_{\text{barom}}} \right)$$

Exhaust gas temperature ( $T_{\text{eg}}$ ) is read from the curve. No correction for elevation or duct losses is required. Available exhaust heat can be calculated from the following formula:

$$Q = W_{\text{ex}} C_p (T_{\text{eg}} - T_{\text{se}})$$

where:

- Q = Exhaust heat (Btu/hr)
- $W_{\text{ex}}$  = Exhaust mass flow at site (lb/hr)
- $C_p$  = Average specific heat, assume 0.25 (Btu/lb°F)
- $T_{\text{eg}}$  = Exhaust gas temperature (°F)
- $T_{\text{se}}$  = Temperature downstream of heat recovery equipment (°F)

### Part Load Performance

To calculate part load performance data, the desired part load power must be corrected to sea level conditions with no inlet or exhaust losses (kWe<sub>SL</sub>). The correction is made by dividing the desired part load output power (kWe) by the elevation correction factor, and then adding the inlet and exhaust duct losses. This is the value at which the curves are read.

$$\text{kWe}_{\text{SL}} = \frac{\text{kWe}}{\delta} + L_{\text{in}} + L_{\text{ex}}$$

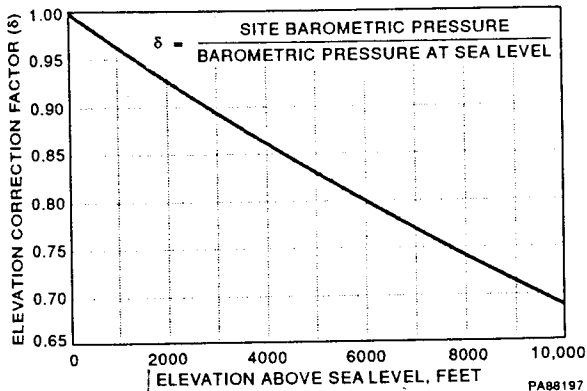
To make this calculation, first use estimated values of  $L_{\text{in}}$  and  $L_{\text{ex}}$  to find kWe<sub>SL</sub>. Then using kWe<sub>SL</sub>, reenter the curves to refine the estimated values of  $L_{\text{in}}$  and  $L_{\text{ex}}$  to make a final calculation of kWe<sub>SL</sub>.

After kWe<sub>SL</sub> has been calculated, read the power versus engine inlet air temperature curve at the intersection of kWe<sub>SL</sub> and the desired engine inlet air temperature. Read  $W_{f\text{SL}}$ ,  $W_{\text{exSL}}$ , and  $T_{\text{eg}}$ . Then correct these to site conditions in the same manner as for full load.

# Saturn T-1500 Generator Applications

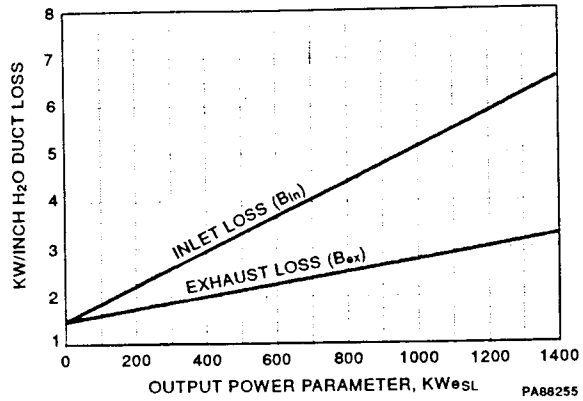
## GAS TURBINE PERFORMANCE CALCULATIONS

INLET 3-4 inch  
EXHAUST 3 inch w/o boiler  
8-10 inch. w. boiler

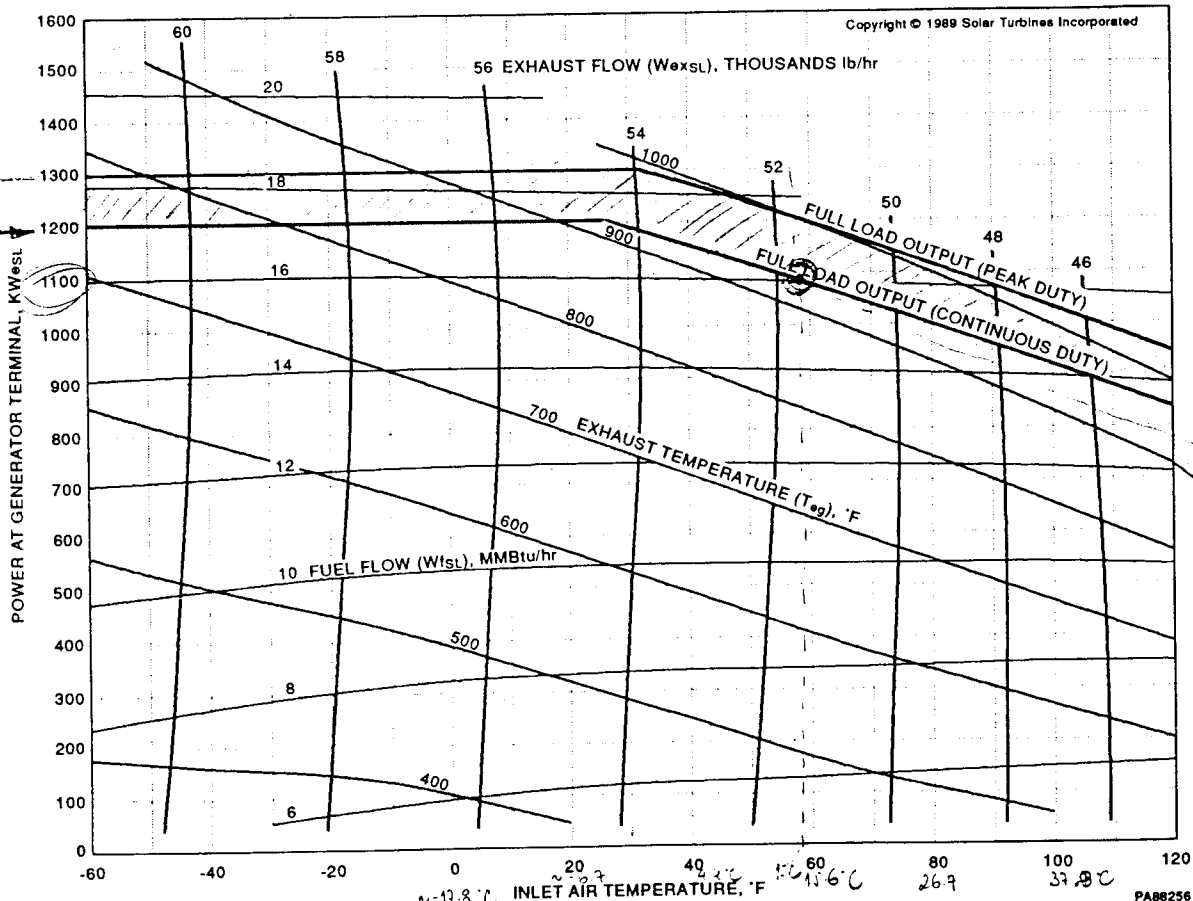


PA88197  
(5725 ft) (12132 ft) (13233 ft) (24334 ft) (3043 ft) (any)

Elevation Correction Factor



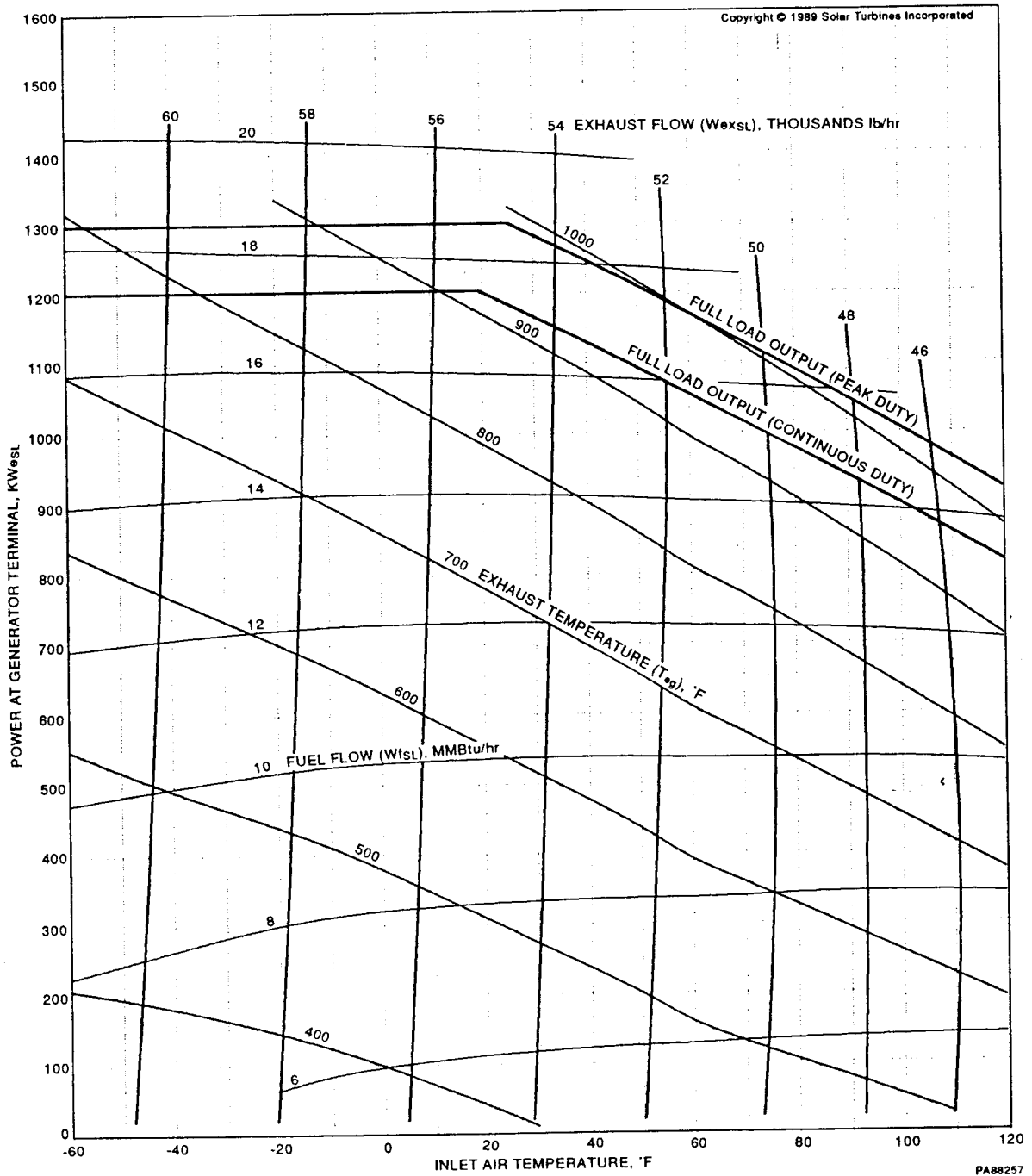
Inlet and Exhaust Power Loss



Nominal Performance (Gas Fuel)

# Saturn T-1500 Generator Applications

## GAS TURBINE PERFORMANCE CALCULATIONS



Nominal Performance (Liquid Fuel)

**CATERPILLAR**

Solar Turbines

**Solar Turbines Incorporated**  
P.O. Box 85376, San Diego, CA 92138-5376

The words *Solar*, *Mars*, *Centaur* and *Saturn* are Trademarks of Solar Turbines Incorporated.  
CAT and Caterpillar are Trademarks of Caterpillar Inc.  
Specifications subject to change without notice. Printed in U.S.A.  
T57W(1500)889

# SATURN T-1500

Gas Turbine Generator Set



**CATERPILLAR**<sup>®</sup>  
Solar Turbines



# Introduction

---

Solar Turbines Incorporated is a worldwide leader in the design, manufacture and installation of industrial gas turbines. Solar's 35 years of successful integration of high technology into fluid compression, liquid pumping and industrial power generation and cogeneration applications have resulted in over 8200 gas turbine installations in 70 countries around the world.

The Saturn® T-1500 gas turbine generator set represents years of intensive development by the engineering and manufacturing groups of Solar Turbines Incorporated. The 1080-kW class Saturn T-1500 turbine generator set is designed and applied by engineers specifically trained and experienced in the operation of gas turbines, power generation systems and equipment installation. The Saturn T-1500 gas turbine is manufactured to rigid industrial standards and is thoroughly tested in modern facilities.

Over 200 million hours of operation on the Saturn product line in a wide range of applications give testimony to the mature design and user acceptance. The Saturn T-1500 turbine generator set, with its selection of available voltages and control system arrangements, is a completely packaged system that requires a minimum of site preparation prior to installation.

The heart of the power generation system, the Saturn T-1500 gas turbine, offers many reliable features. Its continuous-burning combustion cycle, combined with continuous rotation of the turbine rotor, allows virtually vibration-free operation. Fast start-up allows generator loading

as soon as the Saturn T-1500 gas turbine reaches self-sustaining speed, without the need to wait for turbine warm-up. The turbine generator package delivers efficient and dependable performance using a variety of fuels ranging from natural gas to light distillates. Operational flexibility also allows operation on dual fuel systems with automatic or manual switch-over while running at full load. High thermal efficiencies are attainable.

Both predesigned packages and custom-engineered systems are reviewed by specialists in equipment installation to help assure the optimum configuration of Solar's Saturn T-1500 gas turbine generator system. Qualified technical representatives from Solar's Customer Services organization are available around the world to provide start-up supervision, maintenance planning and services, and operator training.

We invite you to read further into this booklet to gain a greater appreciation of the features and benefits of the Saturn T-1500 gas turbine generator set and Solar's commitment to single-source responsibility for high quality turbomachinery systems.

This product description presents the basic package configuration, available options, ancillary equipment, installation requirements, and support services for the Saturn T-1500 turbine generator set on the date of publication. Solar reserves the right to make changes in the equipment and service descriptions and specifications herein, without prior notice.

# Contents

---

× Saturn T-1500 Gas Turbine and Gearbox	
BASIC SATURN T-1500 TURBINE GENERATOR SET .....	1
REDUCTION GEAR .....	5
× Generator and Associated Equipment	
GENERATOR .....	6
VOLTAGE REGULATOR .....	7
EXCITATION SYSTEM .....	7
Control Systems	
GOVERNOR SYSTEM .....	9
MICROPROCESSOR-BASED CONTROL SYSTEM .....	9
CONTROLS AND INSTRUMENTATION .....	9
CONTROL SYSTEM COMPONENTS .....	10
CONTROL SYSTEM OPTIONS .....	11
CONTROL SYSTEM ACCESSORIES .....	15
× Start Systems	
PNEUMATIC START SYSTEM .....	17
ELECTROHYDRAULIC START SYSTEM .....	17
DC ELECTRIC START SYSTEM .....	17
× Fuel Systems	
NATURAL GAS FUEL SYSTEM .....	19
LIQUID FUEL SYSTEM .....	19
DUAL FUEL SYSTEM .....	20
START AIR ASSIST SYSTEMS .....	20
WATER INJECTION .....	21
Lubrication System	
BASIC LUBRICATION SYSTEM .....	24
Ancillary Equipment	
ENCLOSURE .....	26
AIR INTAKE SYSTEM .....	28
TURBINE EXHAUST SYSTEM .....	28
EXHAUST HEAT RECOVERY .....	29
× Installation Requirements	
SITE REQUIREMENTS .....	30
MECHANICAL INSTALLATION REQUIREMENTS .....	30
ELECTRICAL INSTALLATION REQUIREMENTS .....	31
OPERATION AND MAINTENANCE MANUALS .....	31
DRAWINGS .....	34
SWITCHGEAR INTERFACE .....	34
Testing and Quality Assurance	
TEST FACILITIES .....	37
TESTING .....	37
PERFORMANCE REVIEW .....	38
QUALITY ASSURANCE .....	38
PRODUCT IMPROVEMENT PROGRAM .....	38
Support Services	
CONSTRUCTION SERVICES .....	39
CUSTOMER SERVICES .....	39

# Illustrations

---

Basic Saturn T-1500 Gas Turbine Generator Set .....	1
Saturn T-1500 Gas Turbine Airflow .....	2
Power Transfer Diagram .....	2
Single-Shaft Saturn T-1500 Gas Turbine .....	4
Star Compound Epicyclic Gearbox .....	5
Typical Sleeve Bearing Generator with PMG Brushless Exciter .....	6
Generator, Exciter, and Regulator System .....	8
Control Console .....	10
Onskid Gauge Panel .....	11
Typical Vibration Monitor .....	13
Turbine Control Panel - Auxiliary .....	15
Pneumatic Start System .....	17
Electrohydraulic Start System .....	18
Natural Gas Fuel System .....	20
Liquid Fuel System .....	21
Dual Fuel System - Natural Gas/Distillate .....	22
Start Air Assist Systems .....	23
Lube Oil System .....	25
Enclosure Configuration with Vent Silencers .....	26
Turbine Handling Equipment .....	27
Enclosure Configuration with Ancillary Equipment Skid .....	27
Ventilation Requirements - Unenclosed Unit .....	31
Ventilation Requirements - Enclosed Unit .....	31
Installation Diagram - Unenclosed Unit .....	32
Installation Diagram - Enclosed Unit .....	33
Lube Oil Cooler (AC Motor Driven) .....	34
Control Battery Console .....	34
Control and DC Accessory Battery Console .....	34
Electrical Connections .....	35
Typical AC Control and Instrumentation Requirements .....	36
Solar's Customer Services Facilities .....	39

# Conversion Chart

## ABBREVIATIONS

abs	absolute
ata	atmosphere absolute
Btu	British thermal unit
Btu/hr	British thermal unit/hour
°C	Degrees Celsius
cfm	cubic foot/minute
cm	centimeter
cm <sup>2</sup>	square centimeter
cm <sup>3</sup>	cubic centimeter
cu ft	cubic foot
°F	Degrees Fahrenheit
ft/sec	foot/second
ft-lb	foot-pound
gal	gallon
hp	horsepower
in.	inch
in. Hg	inch mercury
in. H <sub>2</sub> O	inch water
kcal	kilocalorie
kg	kilogram
kJ	kilojoule
kPa	kilopascal
kW	kilowatt
L	liter
MM	millions
m	meter
mm	millimeter
m <sup>2</sup>	square meter
m <sup>3</sup>	cubic meter
m <sup>3</sup> /min	cubic meter/minute
mph	mile per hour
N	Newton
N/m <sup>2</sup>	Pascal
nm <sup>3</sup> /hr	normal* cubic meter/hour
psi	pound/square inch
psia	pound/square inch absolute
psig	pound/square inch gauge
scf	standard* cubic foot
scfd	standard cubic foot/day
scfm	standard* cubic foot/minute
sq	square

\*"Normal" = 0°C and 1.01325 × 10<sup>5</sup> Pascals

\*"Standard" = 60°F and 14.7 psia

## CONVERSION FACTORS

To Convert From English	To S.I. Metric	Multiply By	To Old Metric	Multiply By
sq in	mm <sup>2</sup>	645.16	cm <sup>2</sup>	6.4516
sq ft	m <sup>2</sup>	0.0929	m <sup>2</sup>	0.0929
lb/cu ft	kg/m <sup>3</sup>	16.0185	kg/m <sup>3</sup>	16.0185
lb <sub>f</sub>	N	4.4482	N	4.4482
lb <sub>f</sub> /ft	N/m	14.5939	N/m	14.5939
Btu	kJ	1.0551	kcal	0.252
Btu/hr	W	0.2931	kcal/hr	0.252
Btu/scf	kJ/nm <sup>3</sup>	39.3694	kcal/nm <sup>3</sup>	9.382
in.	mm	25.400	cm	2.540
ft	m	0.3048	m	0.3048
yd	m	0.914	m	0.914
lb	kg	0.4536	kg	0.4536
hp	kW	0.7457	kW	0.7457
psi	kPa	6.8948	kg/cm <sup>2</sup>	0.070
psia	kPa abs	6.8948	bars abs	0.0689
psig	kPa gauge	6.8948	ata	0.070
in. Hg	kPa	3.3769	cm Hg	2.540
in. H <sub>2</sub> O	kPa	0.2488	cm H <sub>2</sub> O	2.540
°F	°C =	(°F-32) 5/9	°C =	(°F-32) 5/9
°F (Interval)	°C (Interval)	5/9	°C (Interval)	5/9
ft-lb	N · m	1.3558	N · m	1.3558
mph	km/hr	1.6093	km/hr	1.6093
ft/sec	m/sec	0.3048	m/sec	0.3048
cu ft	m <sup>3</sup>	0.0283	m <sup>3</sup>	0.0283
gal (U.S.)	L	3.7854	L	3.7854
cfm	m <sup>3</sup> /min	0.0283	m <sup>3</sup> /min	0.0283
scfm	nm <sup>3</sup> /min	0.0268	nm <sup>3</sup> /hr	1.61
MMSCFD	nm <sup>3</sup> /min	18.62	nm <sup>3</sup> /hr	111.1
To Convert From Old Metric	To S.I. Metric	Multiply By		
cm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	100		
kcal	kJ	4.1868		
kcal/hr	W	1.16279		
cm	mm	10		
kg/cm <sup>2</sup>	kPa	98.0665		
bars	kPa	100.0		
atm	kPa	101.325		
cm Hg	kPa	1.3332		
cm H <sub>2</sub> O	kPa	9.8064		
nm <sup>3</sup> /hr	nm <sup>3</sup> /min	0.0167		

10.87

The words *Solar*, *Mars*, *Centaur*, *Taurus* and *Saturn* are trademarks of Solar Turbines Incorporated.  
*Cat* and *Caterpillar* are registered trademarks of Caterpillar Inc.  
*Heion* is a registered trademark of E. I. duPont de Nemours and Company, Inc.  
 Specifications subject to change without notice.  
 Printed in U.S.A.

T57B(1500)/1289

# Saturn T-1500 Gas Turbine and Gearbox

## BASIC SATURN T-1500 GAS TURBINE GENERATOR SET

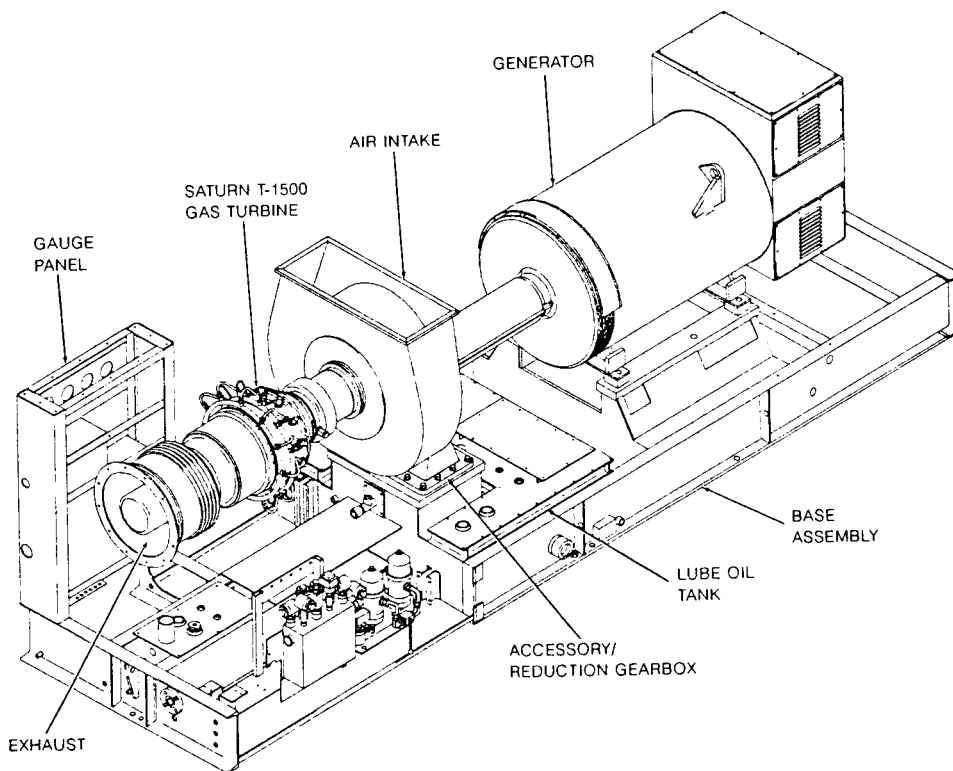
The basic generator set consists of a Saturn T-1500 industrial gas turbine and reduction gearbox mounted on a rigid base with the generator and operating systems.

Designed specifically for industrial service, the generator set is a compact, lightweight unit requiring minimum floor space for installation. The structural design of the package permits three point mounting plus excellent accessibility to package system components. Its package features greatly reduce installation costs, time, materials, and labor. In addition to standard equipment supplied with the generator set, a wide choice of optional equipment is readily available to meet varying installation and operating requirements.

The Saturn T-1500 industrial turbine design includes the fundamental principles of long life

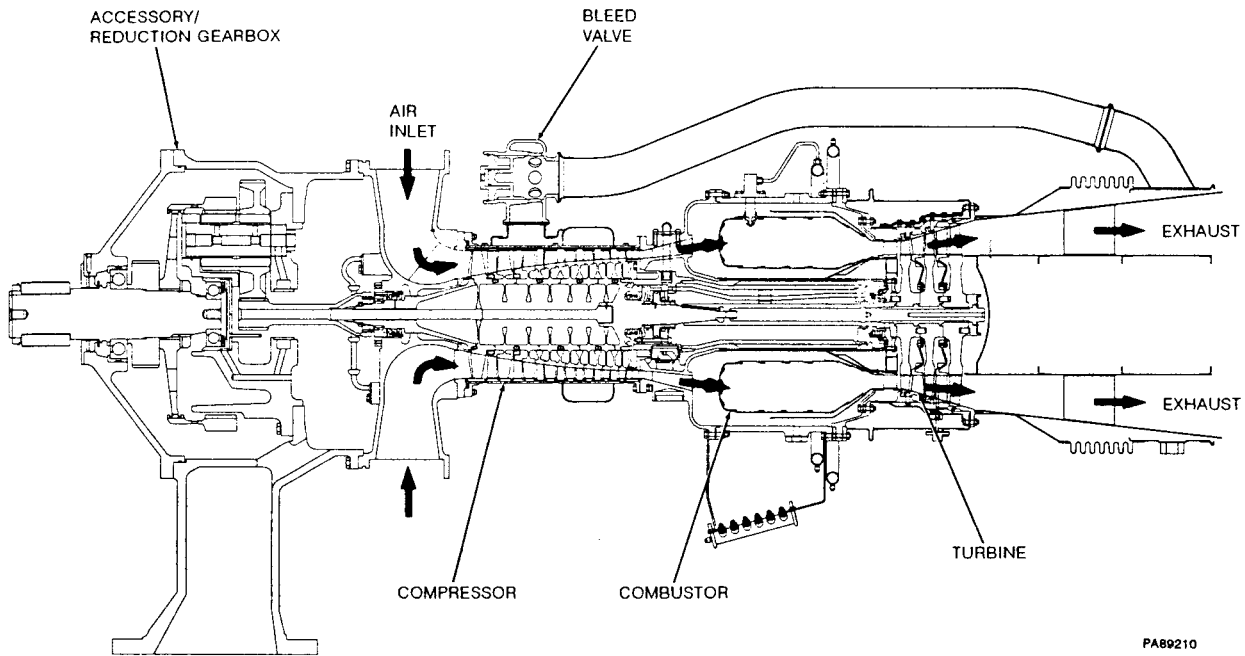
and low maintenance. One of the most important design parameters of the Saturn T-1500 turbine is for it to operate at gas temperatures and stress levels that provide maximum assurance of long life for the major rotating and stationary components. Another prime design objective is dependability. While other factors contribute to the dependability of the basic turbine, the selection of simple controls and turbine accessories is a major factor.

The design concept of the Saturn T-1500 turbine is unique in the engineering of gas turbines. With few exceptions, contemporary engines have been designed to two extremes: either they are designed specifically to aircraft practices of highly sophisticated construction for light weight but short life, or they are designed with the massiveness of industrial steam turbines to ensure long life. In keeping with an optimum philosophy, the construction of the Saturn T-1500 industrial



PA89195

*Basic Saturn T-1500 Gas Turbine Generator Set*



PA89210

*Saturn T-1500 Gas Turbine Airflow*

turbine is between the two extremes. Designed for long life, enough material is used in each component to satisfy structural and thermal requirements without excessive over design.

### Principles of Operation

The gas turbine has a marked advantage over other types of heat engines in that it has a continuous combustion power cycle. In addition, major moving parts have a continuous rotating motion as opposed to the reciprocating motion of diesel and gas engines, which helps to assure vibration-free operation.

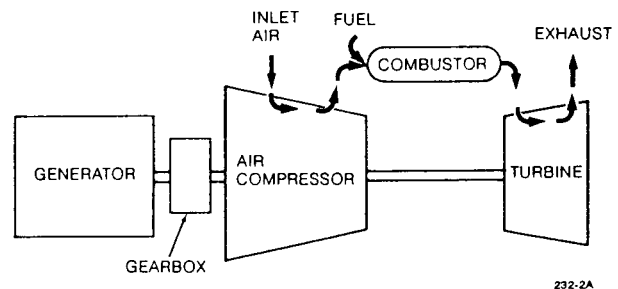
The single-shaft Saturn T-1500 gas turbine is a self-contained, completely integrated prime mover. This exceptionally compact gas turbine has three basic sections: compressor, combustor, and turbine.

Air is drawn into the air inlet of the Saturn T-1500 gas turbine and is compressed by the eight-stage axial flow compressor. The compressed air is directed into the combustion chamber in a steady flow. Fuel is injected into the pressurized air within the annular combustion chamber. During the start cycle, this fuel/air mixture is ignited by a high-voltage spark from the igniter torch, and continuous burning is maintained as long as there is adequate flow of pressurized air and fuel. The hot, pressurized gas from the combustion chamber expands through the turbine, dropping in pressure and tempera-

ture as it drives the turbine. In this way, the energy of the fuel is transformed into the rotating power of the turbine output shaft.

The gas turbine has an output load shaft which is mechanically tied to both the compressor and turbine sections. This feature contributes to the excellent speed stability of the output shaft with constant and varying loads, which is a highly desirable feature in generator applications where frequency output stability is critical.

For stoichiometric combustion, the gas turbine requires approximately one-fourth the total air handled. The excess air is used to cool the combustion chamber and mixes with the combustion products to reduce the gas temperature at the inlet to the first turbine stage. The cooling of the combustion chamber keeps metal temperatures in the turbine section at acceptable levels. All required cooling is accomplished by air.



232-2A

*Power Transfer Diagram*

## Saturn T-1500 Gas Turbine Specifications

### Compressor

Type	Axial
Number of Stages	8
Compression Ratio	6.7:1
Flow	5.8 kg/sec (12.8 lb/sec)
Speed	22 562 rpm

### Combustion Chamber

Type	Annular
Ignition	Single Igniter Plug
Number of Fuel Injectors	12

### Turbine

Type	Axial
Number of Stages	3
Rotating Speed (Design)	22 562 rpm
Direction of Rotation	Clockwise

Bearings . . . . . Multi-Ramp Sleeve-Type

Thrust Bearings . . . . . Fixed Tapered Land

### Fabrication Materials

Air Intake Housing	Nodular Iron
Compressor Case	17-7 PH Stainless Steel
Compressor Blades	17-4 PH Stainless Steel
Compressor Disks, Stators	410 Stainless Steel
Combustor Liner	Hastelloy X High Temperature Alloy
Combustor Case	CB30 Stainless Steel
Turbine Case	422 AISI Stainless Steel
Turbine Nozzle, First and Second-Stage	XM45 High Temperature Alloy
Turbine Nozzles, Third-Stage	N-155 High Temperature Alloy
Turbine Disks, First and Second-Stage	V57 Alloy
Turbine Disk, Third-Stage	A-286 Stainless Steel
Turbine Blades, First-Stage	IN-792 Alloy
Turbine Blades, Second-Stage	IN-713c Nickel Based Alloy
Turbine Blades, Third-Stage	MAR-M-421 Nickel-Cobalt Based Alloy
Exhaust Diffuser and Collector	321 Stainless Steel
Accessory Gear Housing	Nodular Iron

Oil Tank Capacity	473 liters (125 gallons)
Operating Capacity	341 liters (90 gallons)

### Main Oil Pump

Driver	Accessory Gearbox
Type	Gear
Rating (at Design Speed)	190 L/min at 310-379 kPa gauge (50 gpm at 45-55 psig)

### Pre/Post Lube Oil Pump

Driver	AC, 24-vdc Electric Motor
Type	Gear
Rating	38 L/min at 83-103 kPa gauge (10 gpm at 12-15 psig)

### Lube Oil Cooler

Type	Air-to-Oil Radiator
Fan Drive Type	AC or Hydraulic Motor

### Filter

Type	Full Flow
Number	1
Element	Replaceable

Starter . . . . . Pneumatic, AC Hydraulic or 120-vdc Electric Motor

## Mechanical Features

**Compressor Section.** The eight-stage axial flow compressor has a constant rotor tip diameter and consists of three major components: the compressor case, stator assemblies, and rotor assembly.

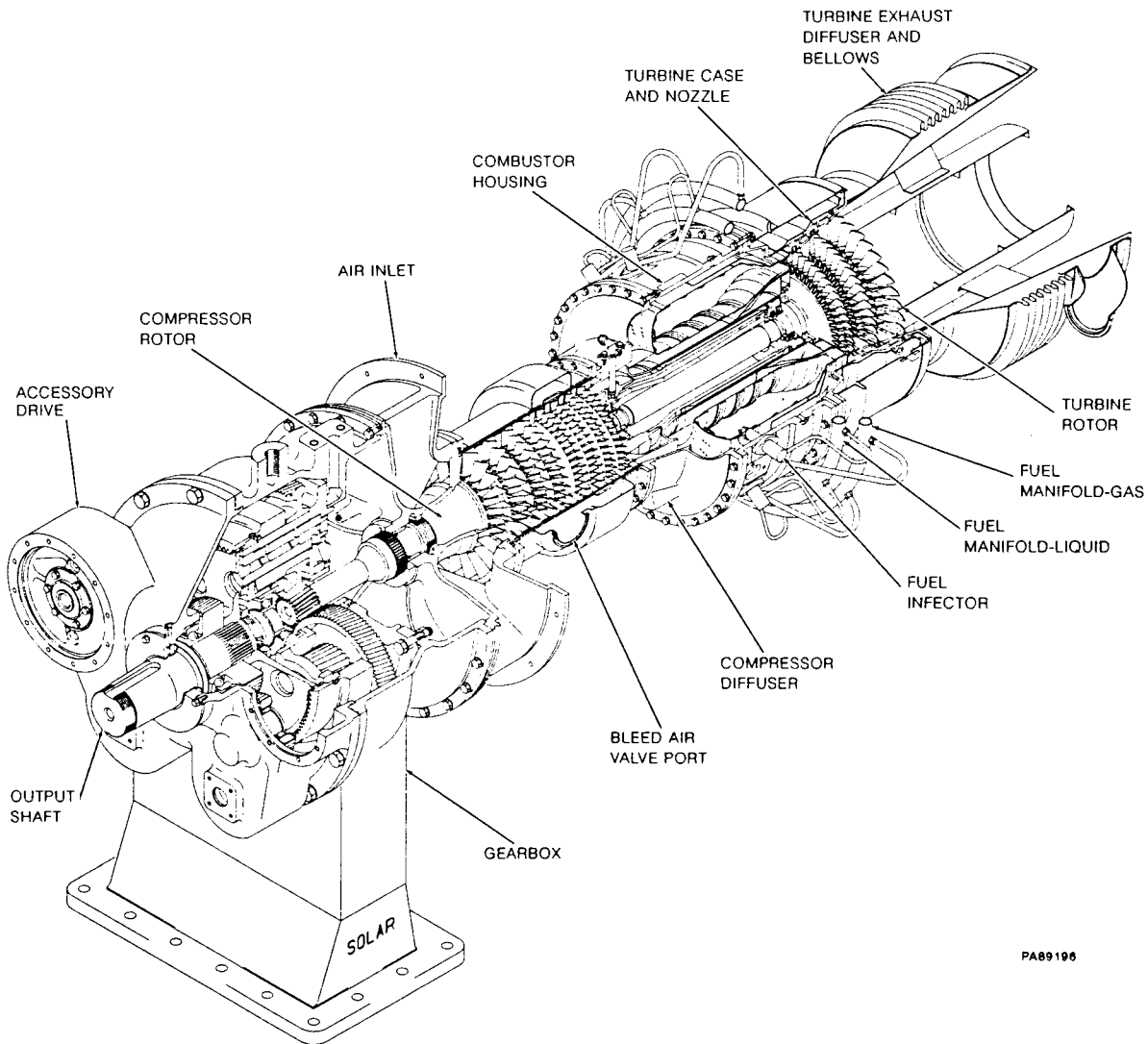
The compressor case is a stainless steel weldment and is formed as a cylinder with a machined bore. The case is not horizontally split; therefore, the highest degree of circular accuracy is attained under all temperature conditions, allowing minimum blade tip clearance for high efficiency. The split stator assemblies are stainless steel construction.

The compressor rotor assembly has a drum-type construction consisting of eight rotor disks. The eighth-stage disk incorporates the end hub, rear bearings, and oil seal surfaces. The rotor

disks are machined from Type 410 stainless steel alloy and the compressor blades are precision cast from 17-4PH stainless steel.

The rotor disks and stator rings are installed alternately. The positions of the rotor disks are maintained accurately by disk pilots and dowel pins.

**Combustor Section.** The annular combustion chamber provides a large volume for combustion resulting in high combustion efficiency and a uniform gas temperature profile entering the turbine section. The major components in the combustor section are the case, the liner assembly, and the fuel injector assembly. High temperature alloys, used in conjunction with air cooling, ensure long combustor-liner life. Ease of maintenance and inspection is achieved by components designed for easy removal.



PA89196

*Single-Shaft Saturn T-1500 Gas Turbine*



**Turbine Section.** The turbine is composed of three reaction stages that have a constant inner diameter and a flaring outer diameter. The one-piece turbine nozzles are contained in the turbine housing by dowel pins. Each rotor assembly consists of a machined disk forging and precision cast turbine blades. High temperature alloys are used throughout this assembly for high reliability and long life.

Turbine cooling is accomplished entirely with internal air as an integral part of the turbine design. No external cooling of the turbine is required other than suitable building ventilation and lubricating oil cooling.

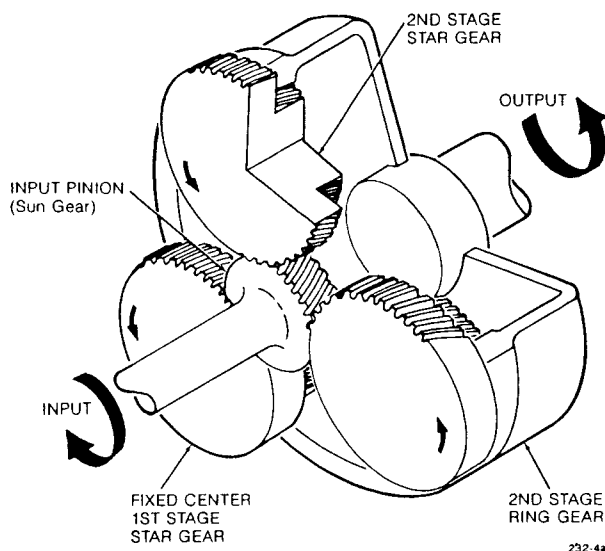
### REDUCTION GEAR

The reduction gear unit used with the Saturn T-1500 turbine generator set is a rugged industrial type designed by Solar specifically for this application. The gear unit is of the epicyclic "star-compound" design which has fewer parts than conventional epicyclic gear designs. Assembly and disassembly is thus easier.

The unit is designed for outputs up to 1268-kW (1700-hp) continuous duty operations at output speeds of 1800 rpm for 60-Hz service and 1500 rpm for 50-Hz service. It is rated in excess of standard American Gear Manufacturers Association (AGMA) design factors at a service factor of

1.10 for generator applications and 6.0 under short circuit conditions. The gearbox is designed to operate at 99% reliability for 30,000 hours without an overhaul.

The gearbox is bolted to the oil tank on the skid and the gas turbine is bolted directly to the gear unit. This close-coupled arrangement allows precision alignment. The gearbox unit has built-in accessory pads which drive the starter, lube oil pump, and liquid fuel pump (when required).



*Star Compound Epicyclic Gearbox*

# Generator and Associated Equipment

## GENERATOR

The Saturn T-1500 gas turbine generator set is designed to accept a wide range of electrical generators for maximum flexibility. Generator procurement is based on the concept that the generator, exciter, voltage regulator, and critical input transformers are all specified to ensure an overall system which is pre-engineered for optimum performance.

The construction characteristics of the generator components are given below. The generator meets or exceeds National Electrical Manufacturers' Association (NEMA) specifications and is of the self-ventilating, drip-proof type.

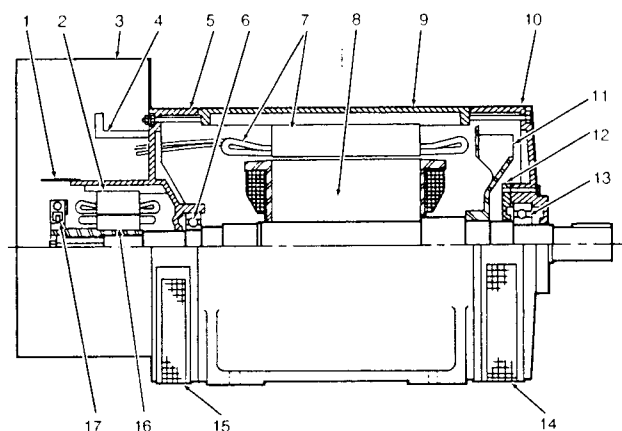
**Rotor.** The rotor is dynamically balanced to provide minimum vibration. Efficient rotor fans move cooling air through the generator and around the rotor. The rotors have layer-wound field windings which are cemented with a high-strength resin and baked. The rotor is in electrical and mechanical balance at all speeds up to 125% of rated speed.

**Stator.** The stator is built with high-grade silicon steel laminations, which are precision punched and individually insulated. Windings are typically form wound and are treated with thermosetting synthetic varnish, epoxy or VPI for maximum moisture resistance, high dielectric strength, and high bonding qualities. Windings are braced to withstand load shocks such as motor starting and short circuits. Space heaters are utilized to minimize condensation upon shutdown.

**Shaft.** The shaft diameter is sufficient to provide the stiffness necessary to preclude torsional problems. Every generator set shaft is given a complete torsional analysis.

**Frame.** The frame is heavy-duty steel, fabricated with deep welds and internal reinforcing for rigidity and strength. Lifting lugs are provided.

**Insulation.** Insulation conforms to NEMA Class F and is suitable for the environmental conditions of high humidity, sand, dust, fungus, and salt air as may be encountered on offshore oil platforms. This allows a temperature rise of 110°C (198°F) for less than 7000 volts and a 105°C (189°F) rise



- |                                       |                             |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| 1. EXCITER ASSEMBLY                   | 10. REAR BRACKET            |
| 2. EXCITER STATOR ASSEMBLY            | 11. GENERATOR FAN           |
| 3. TERMINAL BOX                       | 12. BEARING CAP             |
| 4. BUS BARS                           | 13. BALL BEARING, DRIVE END |
| 5. FRONT BRACKET                      | 14. SCREEN, DRIVE END       |
| 6. BALL BEARING, EXCITER END          | 15. SCREEN, FRONT END       |
| 7. STATOR FRAME ASSEMBLY WITH WINDING | 16. EXCITER ARMATURE        |
| 8. ROTOR ASSEMBLY WITH WINDING        | 17. RECTIFIER ASSEMBLY      |
| 9. FRAME                              |                             |

133-36

### Typical Sleeve Bearing Generator with PMG Brushless Exciter

for over 7000 volts in accordance with NEMA continuous duty temperature rise requirements, measured by embedded detectors on the stator, and 105°C (189°F) as measured by resistance of the rotor with a maximum ambient temperature of 40°C (104°F). This corresponds to NEMA Class F rise requirements. Class B rise machines are also available.

Temperature rises for peaking duty are in accordance with NEMA specifications for such service. This allows temperature rises up to 25°C (45°F) above those for continuous duty operation.

The generator nameplate rating for continuous duty service is 1050 kW at 0.8 power factor (pf), and 1150 kW at 0.8 pf for peak duty service.

**Bearing System.** The generator is supplied with anti-friction bearings.

**Generator Selection.** The following table presents typical voltages and frequencies available. Generally, output voltages lower than 14,000 volts are available upon request.

### Available Voltages

(60 Hz)	(50 Hz)
240	380
480	415
2400	3300
4160	

**Voltage Regulation (Steady-State).** The generator, exciter, and regulator package provides steady-state voltage regulation within  $\pm 0.5\%$  of rated voltage when the load is varied from no load to rated kva at rated power factor and all transients have decayed to zero.

**Voltage Regulation (Transient Response).** Sudden application of rated nameplate kW at 0.8 pf, when the generator, exciter, and regulator are operating at no load, and rated voltage and frequency, results in less than  $\pm 17\%$  excursion from rated voltage. Recovery is to within  $\pm 5\%$  of rated voltage in less than one second, with no more than one undershoot or one overshoot. Similar performance is obtained upon starting a motor across the line with a starting kva equal to rated generator kva.

In applications where low voltage dip is required for motor starting, high performance generators are available.

**Voltage Drift.** With the generator initially operating at rated voltage, and with a constant load between 0 and 100% at rated pf, the change in the regulated output will not exceed  $\pm 1\%$  of rated voltage for any 30-minute period at a constant ambient temperature.

**Load Sharing.** Multiple units are capable of reactive load sharing within 5% of nameplate rating, using the droop cross-current compensation system.

**Efficiency.** The combined generator, exciter, and regulator efficiency at full load is a nominal 95%.

**Overload Capacity.** The generator is capable of carrying a one-minute load of 150% normal rated current with the field set for normal rated load excitation, and a 10% overload for two hours without injurious heating at rated power factor.

**Short Circuit Capability.** The generator, regulator, and exciter system will sustain at least 300% of the continuous nameplate rated generator current for 10 seconds when a 3-phase, symmetrical short circuit is applied at the generator terminals. This provision provides adequate time for selective tripping of circuit breakers under short circuit conditions.

### Wave Form Characteristics

Wave Form	Standard Performance	High Performance
Deviation Factor (max.),%	10	6
Content (max.), %	5	5
Telephone Interference Factor (TIF)	125	50

### VOLTAGE REGULATOR

The voltage regulator is completely static, of the silicon-controlled rectifier type, employing a Zener reference, and arranged for 1-phase sensing. All rectifiers are silicon and hermetically sealed. Regulators include droop-type cross-current compensation for parallel operation. The regulator has a  $\pm 10\%$  voltage adjustment range controlled by a rheostat which can be mounted at distances up to 61 m (200 ft) from the generator. This rheostat is mounted on the electrical metering panel or supplied separately for customer mounting. Also available is a motorized voltage adjustment system which allows the voltage to be adjusted from two different locations.

### EXCITATION SYSTEM

The generator excitation system consists of four basic components: a permanent magnet generator to provide power to the voltage regulator; the voltage regulator; a three-phase, rotating armature-type ac exciter generator; and a three-phase, full-wave rectifier with diodes mounted on a rotating heat sink. The exciter armature is mounted on the main generator rotor and generates an ac voltage as it revolves in the magnetic flux produced by the stationary field. The stationary field is wound on salient poles supported by the stator core or frame. The permanent magnet generator consists of permanent magnets on the generator rotor and a stationary armature, also supported by the generator frame.

The exciter armature ac output power is rectified to dc power by the rotating rectifier assembly and, in turn, the dc power is applied to the main generator rotating field windings. The complete exciter is enclosed and protected by a removable cover.

When the rotor operates at synchronous speed, the permanent magnet generator provides power to the voltage regulator. The voltage regulator provides the appropriate exciter field current to control the exciter armature output

which is rectified to provide dc power to the main generator rotating field winding.

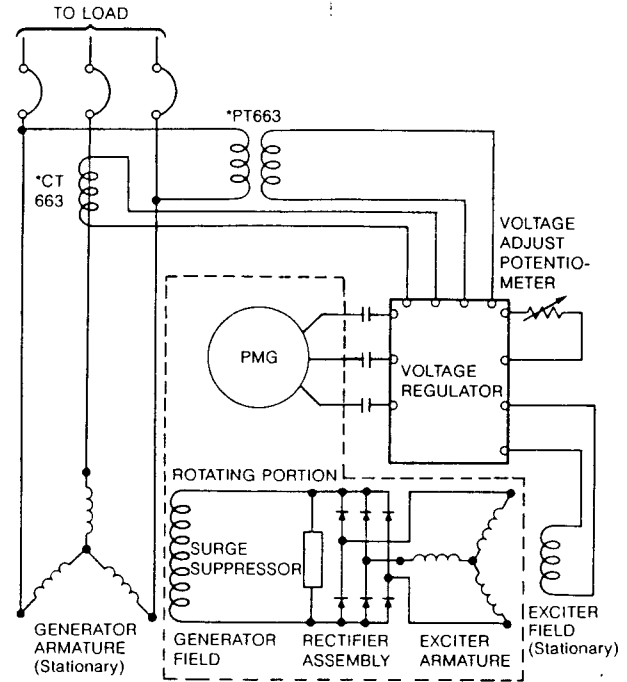
The excitation system is designed to have sufficient capacity to provide up to 150% rated current for one minute without damage.

During initial turbine generator acceleration, the voltage regulator power supply is switched off. At about 80% speed, the permanent magnet generator output is connected to the voltage regulator and voltage build-up begins. The voltage regulator then provides controlled exciter field current at a level to maintain generator terminal voltage at a predetermined value established by the voltage rheostat position. A voltage sensing transformer (provided by others) provides a voltage level signal to the voltage regulator. By sensing the generator terminal voltage and controlling the power to the brushless exciter and, thus, the main generator field, the voltage regulator automatically acts to maintain the generator terminal voltage at a constant level at all load conditions.

Since the permanent magnet generator output power is independent of the main generator line voltage and current levels, there is no need for additional auxiliary equipment to provide power to the voltage regulator during transient conditions. The permanent magnet generator provides sufficient power for sustaining generator terminal voltage during conditions of high generator line current from motor starting or other overload

conditions and to allow for selective tripping during a short circuit condition.

A cross-current compensating circuit is included to accommodate reactive load sharing between multiple units in parallel.



\*Supplied by Switchgear Supplier

134-17a

**Generator, Exciter, and Regulator System**

# Control Systems

---

## GOVERNOR SYSTEMS

**Model 2301 Governor.** The Woodward Model 2301 Load Sharing and Speed Control Governor is an electronic governor housed in a single sheet steel chassis containing a single printed circuit board.

The governor control system provides excellent speed control characteristics. The system maintains generator frequency by controlling turbine speed and generator load distribution when operating in parallel. Output signals to the main fuel actuator provide mechanical control of the fuel control valve. Provisions are included for selection of isochronous (constant speed) or droop (speed regulation) mode of operation. Manual speed regulation is provided by means of a remote speed trim potentiometer. Control characteristics consist primarily of:

- **Operation:** Isochronous or droop: 0-5% range
- **Steady-State Control:**  $\pm 0.25\%$
- **Transient Speed Deviation:** 4% upon application of 100% load; 4% upon rejection of full load
- **Transient Recovery Time to Steady-State Condition:** 4 seconds upon application of 100% load

## MICROPROCESSOR-BASED CONTROL SYSTEM

Solar's control system is a microprocessor-based system designed for Solar's Saturn gas turbine product line. Unit sequencing can be reprogrammed in the field and control parameters changed to adjust to new requirements (with optional programming software). Internal diagnostics and modular design permit rapid troubleshooting and easy maintenance of the control system. The 16-character digital display provides alarm and status indication. The microprocessor-based control system is designed for use in nonhazardous locations over a wide range of applications, for enhanced reliability and maintainability, and maximum operator convenience. The temperature and pressure data displayed can be in English units or in SI Metric units.

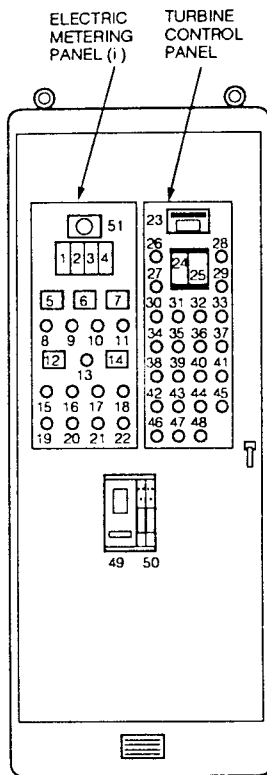
## CONTROLS AND INSTRUMENTATION

In keeping with the total package concept, the generator set comes equipped with a microprocessor-based control system that includes circuitry and indicating instruments required for turbine operation. The system functions primarily to sequence operating systems during starting, running, and shutdown, to provide necessary protection during all phases of operation, and to monitor parameters during operation.

**Start Sequence.** The generator set can be started locally by push button, remotely by push button, or by automatic contact closure of a remote device. Assuming the malfunction circuits are reset and the operation selector switch is positioned properly, a start signal will initiate the following:

1. The pre/post lube oil pump is started for the pre-lube cycle, all start and control relays are energized, the start system is energized, the gas turbine begins to crank, and signals are sent to auxiliary equipment (fuel boost pump).
2. At 13% gas turbine speed, the ignition system and fuel valve solenoid are energized, fuel feeds to the combustor, and light-off occurs as the gas turbine speed accelerates.
3. At 60% speed, the start contactor and ignition exciter are de-energized and the gas turbine becomes self-sustaining. At this point, the field is applied to the generator and the voltage regulator control circuit is energized.
4. At 90% gas turbine speed, the hourmeter is energized and a ready-to-load indicator illuminates.
5. At 100% speed, the governor assumes control of the set.

**Running Sequence.** During normal operation, turbine speed is automatically controlled by the governor and the generator is automatically controlled by the voltage regulator; however, speed and voltage may be manually adjusted as required.



1. AMMETER AC
  2. METER, VOLTAGE AC
  3. METER, FREQUENCY
  4. METER, kW/KVAR
  5. SWITCH, AMMETER SELECT
  6. SWITCH, VOLTMETER SELECT
  7. SWITCH, kW/KVAR SELECT
  8. LIGHT, SYNC (white)
  9. LIGHT, SYNC (white)
  10. LIGHT, CB OPEN (green)
  11. LIGHT, CB CLOSED (red)
  12. SWITCH, SYNC
  13. SWITCH, VOLTAGE ADJUST
  14. SWITCH, CIRCUIT BREAKER
  15. LIGHT, STANDBY (green) (a)
  16. LIGHT, POWER FAILURE (amber) (a)
  17. SWITCH, SYNC INITIATE (h)
  18. LIGHT, FAIL TO SYNC (h)
  19. SWITCH, kW CONTROL (b)
  20. SWITCH, kW LOAD ADJUST (b)
  21. SWITCH, KVAR/PF CONTROL (c)
  22. SWITCH, KVAR/PF LOAD ADJUST (c)
  23. MESSAGE DISPLAY, ALARM AND SHUTDOWN
  24. METER, TURBINE TEMPERATURE (T5)
  25. METER, TURBINE SPEED
  26. SWITCH, SYSTEM RUN
  27. LIGHT, TURBINE READY TO START
  28. SWITCH, FAST STOP PUSH BUTTON
  29. LIGHT, STOPPING
  30. LIGHT, STARTING
  31. LIGHT, TURBINE RUNNING
  32. LIGHT, BACKUP SYSTEM ACTIVE
  33. SWITCH, NORMAL STOP PUSH BUTTON
  34. SWITCH, SYSTEM CONTROL
  35. SWITCH, MALFUNCTION RESET PUSH BUTTON
  36. SWITCH, SYSTEM START PUSH BUTTON
  37. SWITCH, HORN SILENCE PUSH BUTTON (d)
  38. LIGHT (spare)
  39. LIGHT (spare)
  40. SWITCH, TURBINE SPEED ISOCH/DROOP SELECT
  41. SWITCH, TURBINE SPEED INCREASE/DECREASE ADJUST
  42. SWITCH, GAS FUEL SELECT (e)
  43. SWITCH, LIQUID FUEL SELECT (e)
  44. SWITCH, TURBINE WATER WASH SELECT (f)
  45. SWITCH, TURBINE CRANK ON/OFF SELECT
  46. SWITCH, T5 TEMPERATURE CONTROL
  47. LIGHT, SUMMARY ALARM
  48. LIGHT, SUMMARY SHUTDOWN
  49. MONITOR, VIBRATION AND VIBRATION CARD, GAS TURBINE (g)
  50. VIBRATION CARD, GEARBOX (g)
  51. SYNCHROSCOPE (i)
- NOTES:
- (a) Supplied with auto start, auto restore/single unit system
  - (b) Supplied with kW controller system
  - (c) Supplied with KVAR/PF controller system
  - (d) Supplied with audible alarm system
  - (e) Supplied with dual fuel units
  - (f) Supplied with water wash system
  - (g) Supplied with vibration monitoring system
  - (h) Supplied with single unit auto sync system
  - (i) Optional

PAB01 22M

### Control Console

**Stop Sequence.** Unit shutdown can be accomplished by local or remote push-button control, by automatic contact opening from a remote device, or by a unit malfunction. The shutdown sequence is as follows:

1. When all gas turbine run circuits are de-energized, the main fuel valves close and fuel flow to the gas turbine ceases. A signal is initiated to trip the main power circuit breaker and the generator field is removed as the gas turbine begins to decelerate.
2. When the stop button is depressed, the pre/post lube oil pump is started. The post operation lube oil cycle lasts approximately 30 minutes.
3. Gas turbine speed decreases below 90% and the hourmeter is de-energized. Gas turbine speed drops below 15% and the restart time-delay device is de-energized and begins to time out, ensuring that the gas turbine will coast to a complete stop before a subsequent start can be initiated.
4. After gas turbine rotation has stopped, the re-start device re-sets the electrical system

sequencer for re-start. When shutdown is initiated by a malfunction, the start sequence is blocked until the reset button is depressed.

### CONTROL SYSTEM COMPONENTS

The basic control system is contained within a 2286-mm (90-in.) high NEMA I free-standing console which provides the controls necessary to sequence operation during start-up and shutdown and to monitor and protect the package while in operation. The electrical system is designed for use with a three-wire distribution system. The control console is designed for installation in a nonhazardous area. Components within the console are factory interconnected and are wired to terminal strips for customer connection to other components. The ac transformers required for governor and control system operation are not included. Control console labels and labeled customer connections are in English, but can be provided in French, Spanish, German, Italian, Portuguese or Russian.

## Operation Switches

- Select gas
- Select liquid
- Control selector
- Normal stop
- Fast stop
- Isoch/droop
- Horn silence
- Acknowledge (alarms and shutdowns)
- Reset/lamp test (alarms and shutdowns)
- Start
- Stop (normal cooldown)
- T5 temperature
- Speed control (increase and decrease)
- Turbine water wash
- Turbine crank

## Operation Indication Lights

- Ready
- Starting
- Turbine running
- Backup active
- Stopping
- Alarm
- Shutdown (lockout)

**Alarm and Status Display.** A 16-character alphanumeric display eliminates numerous meters, gauges and indicators, and allows the operator to address and monitor most vital parameters in the system.

## CONTROL SYSTEM OPTIONS

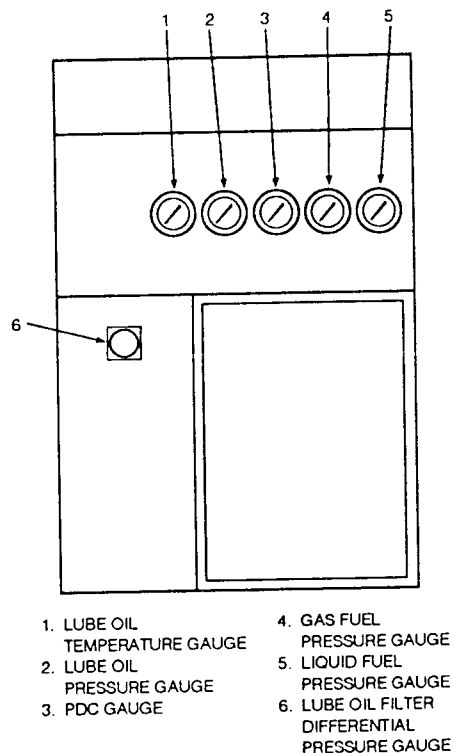
**CRT Display Unit.** (Optional) A color CRT is available, mounted on the control console, which displays selected engine parameters, alarms, shutdowns, and meters, as well as providing turbine status.

**Auxiliary CRT Display.** (Optional) A remote display terminal is available which repeats all of the display information shown on the local control console. It operates over a serial link connected to the local turbine control console, and can be connected over a direct wire up to 15 m (50 ft) via an RS232C, 1524 m (5000 ft) via an RS422, or unlimited distances over telephone lines.

**Additional Input/Output (I/O) Channels.** (Optional) There are additional channels available for input signal from the customer to the microprocessor control system as well as additional output signals for customer use. Input signals are supplied from the customer sensing devices.

Both input and output channels for either discrete or analog signals are available. Any of the input signals sent to the control system can be displayed. If calculations are to be performed on any of the input signals, then additional software or programming may apply. Available inputs/outputs include:

- Discrete inputs, in increments of eight, provide on/off signals to the control system.
- Discrete inputs, in increments of eight, provide contacts for customer use. Contact rating is 2 amps at 24 volts, but limited to total module power output of 8 amps.
- Analog inputs, increments of eight differential or 16 single-ended channels, provide options for an analog 4-to-20 ma signal input to the control system used for display, alarm or shutdown.
- Analog outputs, in increments of four, provide 4-to-20 ma output signals for customer use. These signals may be selected from customer-supplied analog inputs or from signals internal to the microprocessor that are not normally provided as 4-to-20 ma outputs.



PAB9143M

*Onskid Gauge Panel*

- RTD input, in increments of six, for temperature monitoring used for display, alarm or shutdown.
- Thermocouple input, in increments of four, used for display, alarm or shutdown.

**PLC Programming Software.** (Optional) This allows the user, through predefined security access, to change the programming sequence and values within the microprocessor. Kit includes programming software, instruction manual, and an interface module that can be used with the customer's computer.

**PLC Programming Software and Terminal Interface.** (Optional) This option includes the instruction manual and software described above, plus a terminal for interface to the microprocessor.

**Audible Alarm with Silence Button.** (Optional, but recommended when a fire detection system is provided) Provides a horn in the control console that sounds whenever the unit has an alarm or shutdown condition. A silence button is mounted on the face of the console.

**Data Transmission - Serial Link.** (Optional) Consists of RS232C/RS422 interface. The customer's computer or data acquisition system must be compatible with Solar's communication protocol. Otherwise, this option may require additional programming. The following are examples of data that can be transmitted on demand:

- Kilowatt load
- Turbine speed
- Engine compressor discharge pressure (Pcd)
- Turbine T5 temperature
- Lube oil header pressure
- Lube oil temperature
- Ambient temperature
- Generator circuit breaker status
- All alarm and shutdowns
- All panel light status

In addition to transmitting the above data, the serial link provides for remote starting and normal stop.

**Condition Monitoring.** (Optional - CRT option must be selected) Several useful maintenance and diagnostic programs are available to assist in the routine monitoring of the turbine's condition as well as to make selective predictions on its future health. They range from simple accumula-

tion and display of historical data to specialized reports.

The condition monitoring may be provided as a total software package or as individual software modules:

- Running Time Display.** This feature provides a 3-channel, strip-chart recorder format displayed on the CRT. It provides simultaneous plots of multiple operator-selected analog variables in real-time. The data are displayed in one-second increments. Each of the plots is scaled for the selected variable and displays the actual numerical value of the raw data for each variable.
- Elapsed Time Display.** The elapsed time data trending feature provides a monthly data file of all analog parameters saved every hour, whether the unit is running or not.
- Predictive Trend Monitoring.** The predictive trend monitoring feature analyzes the historical data base and approximates the future analog signal trends. Changing trends in a harmful direction will result in a display that has the trend line intersecting a predetermined alarm and shutdown level at a defined future time.
- Printer/Logger.** This option includes event logger, standard report form and screen print. The data logging and print system consists of a table top 80/132 column dot matrix printer and 7.6-m (25-ft) interconnect cable. The following functions are provided:
  - Event log which prints the time and date of significant operational events, such as alarms and shutdowns, start stops and control settings.
  - Status report which prints on demand significant analog values and status indications.
  - Printing of any screen image.
- Engine Performance Map.** (Optional) This displays real-time turbine generator performance corrected to standard conditions. The performance map is essentially for reference and is used to monitor trends in engine performance.
- Energy Accounting System.** (Optional) This provides displays and reports to account for the energy balance of a cogeneration system. The system monitors energy inputs to fuel and water and outputs of electricity and

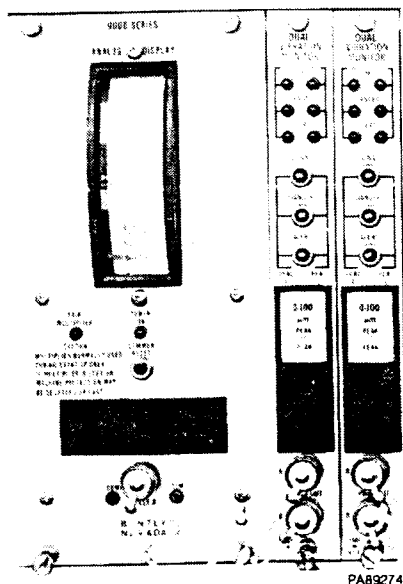


steam. Real-time displays show current operating conditions and financial operating parameters. Revenue, costs, operating profit, thermal output, and efficiency are examples of data displayed.

**Non-Integrated Hardware Displays.** (Optional) This option allows certain signals to be sent to recorders and recorded on pen recorders. Variables may be any analog signal that is being monitored or used within the control system.

**Vibration Monitoring System.** (Optional) The vibration monitoring system is available to protect the gas turbine and reduction gearbox from adverse vibration. The system consists of two channels monitoring one velocity transducer on the turbine casing and one accelerometer on the gearbox casing. Each channel has an alarm (indication only) and a shutdown (indication and shutdown) light on the monitor. Included is a vibration meter with switch to select which channel the meter is reading. The vibration monitor is mounted on the face of the console.

**Vibration Displays.** (Optional - CRT option must be selected) Individual signals from each vibration measurement may be connected from the vibration monitor to the control system and displayed on the CRT. Primary vibration protection, however, is still accomplished by a dedicated vibration monitor.



*Typical Vibration Monitor*

**Generator Stator Winding Temperature Monitoring System.** (Optional) Provides added protection against unacceptable temperature levels in the generator stator windings. The system utilizes RTDs embedded in each phase of the generator stator windings. Temperature level, warning alarm, and shutdown alarm indication for each phase are displayed.

**Turbine Compressor Cleaning System, Water Wash.** (Optional) Units operating in a salt-laden atmosphere or in an extremely dusty environment should be equipped with this system to facilitate turbine compressor cleaning. System includes an air inlet manifold with spray nozzles and associated onskid piping and solenoid operated shutoff valves. Requires a distilled or deionized water supply with water quality per Solar's Specification ES 9-62 regulated between 103 and 413 kPa gauge (15 to 60 psig) at the package skid connection. Water flow rate is 15 L/min (4 gpm) with a minimum of 38 liters (10 gallons) per wash cycle. This is an on-crank system. The engine is operated at the maximum speed obtainable from the start system, with fuel and ignition systems deactivated. Engine cranking is initiated from the onskid gauge panel or the control console keyboard, and water flow is activated from the keyboard.

**Electrical Metering Panel.** (Optional) The metering panel monitors the ac electrical power output of the generator and provides necessary controls to adjust the generator voltage level and to synchronize and parallel the unit with another electrical source. The metering panel is fully compatible with the turbine controls and is normally mounted on the face of the turbine control console.

Current and potential transformers required for input to the meters are not included. These items are normally provided by the switchgear supplier.

**Display of Generator Operating Parameters.** (Optional - CRT option must be selected) Generator operating data can be sent to and displayed on the CRT as both numeric and bargraph data. This can be provided in addition to or in place of the electric metering panel. The following signals are provided by transducers to the CRT for display:

- AC Ammeter
- Frequency meter
- KW/KVAR meter
- AC voltmeter

## Alarm and Shutdown Indications

Indication	Alarm (Indication Only)	Shutdown (Indication and Shutdown)	Supplied with
<b>Gas Turbine System</b>			
Impending High Gas Turbine Temperature	X		Basic set
High Gas Turbine Temperature		X	Basic set
Fail to Crank		X	Basic set
Fail to Start		X	Basic set
Ignition Failure		X	Basic set
Backup Overspeed		X	Basic set
Overspeed		X	Basic set
High Vibration	X	X	Vibration detection system**
<b>Gearbox System</b>			
High Vibration	X	X	Vibration detection system (optional)**
<b>Generator Systems</b>			
Overvoltage		X	Basic set
Undervoltage		X	Basic set
High Generator Bearing Temperature	X	X	Generator bearing temperature detection system**
High Generator Winding Temperature	X	X	Generator winding temperature detection system**
<b>Fuel System</b>			
Liquid Fuel Filter High Delta P	X		Liquid or dual fuel
Low Liquid Fuel Pressure		X	Liquid or dual fuel
High Gas Fuel Pressure		X	Gas or dual fuel
Gas Valve Fail		X	Gas or dual fuel
Purge Tank - High Liquid Level	X		Liquid or dual fuel
<b>Lube System</b>			
Oil Tank High Pressure	X		Lube oil vent separator
High Oil Temperature	X	X	Basic set*
Low Oil Pressure	X	X	Basic set*
Low Prelube Oil Pressure		X	Basic set
Low Oil Level	X	X	Basic set*
Lube Filter High Delta P	X		Basic set*
Low Oil Pressure, Generator Bearings		X	Generator lube system (optional)
<b>Ancillary Systems</b>			
Battery Charger Failure	X		Control battery system
Inlet Air Filter - High Delta P	X	X	Inlet air filter (optional)
Inlet Air Filter - Blower Motor Failure	X		Inlet air filters that include a scavenge fan (optional)
Inlet Air Filter - Blow In Door Open	X		Inlet air filter (optional)
High Enclosure Temperature	X		Enclosures (optional)
Low Enclosure Pressure	X		Pressurized enclosures (desert application)
High Gas Level (Enclosure)	X	X	Gas detection system (optional)
Gas Monitor Failure (Enclosure)		X	Gas detection system (optional)
Fire System Locked Out	X		Fire protection system (optional)
Fire System Discharged		X	Fire protection system (optional)
Switchgear		X	Circuit breaker cubicle (optional)
High Fuel Gas Scrubber Level		X	Requires input signal from external equipment (optional)
High Fuel Gas Filter - Delta P	X		Requires input signal from external equipment (optional)

\* Shutdown is standard and alarm is optional with lube system indications.

\*\* Indicated as vibration/temperature malfunction summary. Individual alarms are indicated on the vibration/temperature monitor.

**Synchroscope.** (Optional) This can be provided in addition to the standard synchronizing lights to enhance the indication of the relative speed and phase angle between the unit and bus during manual paralleling. The synchroscope is located on the optional electrical metering panel and is activated by the synchronizing switch.

**Individual Automatic Synchronizer.** (Optional) The individual auto synchronizer is available to provide automatic synchronization of the unit to the bus. Automatic synchronization can be initiated by push-button control on the electrical metering panel or by receipt of an appropriate remote signal. The control logic, including the automatic synchronizer, is located in the control console.

**Motorized Voltage Adjust System.** (Optional) The motorized voltage adjust system replaces the standard voltage adjust rheostat that is mounted on the electrical metering panel (or shipped separately if this panel is not supplied) with a raise/lower switch controlling a motorized potentiometer for voltage control. This allows an additional raise/lower switch to be introduced into the system to control voltage from a remote location.

**Kilowatt Controller.** (Optional) Recommended on all applications requiring operation in parallel with a large power source, such as an electric utility or other infinite bus system, and unit load level control is desired. (Protection against excessive kW load while in parallel with a large source is provided by the turbine T5 temperature limited system.) This system provides additional operational flexibility by allowing unit kW load level to be set at any desired load within the capability of the unit while the turbine T5 temperature control limits the kW load level to the unit's full site-rated load only. The kilowatt load level select switch and adjustment is located on the turbine control console and the controller is located inside the control console.

**KVAR/PF Controller.** (Optional) Mandatory on all applications requiring operation in parallel with a large power source such as an electric utility or other infinite bus system. Maintains a constant reactive load (kvar) or constant power factor (pf) on the unit while operating in parallel with a large power source. The controller output signal is applied directly to the voltage regulator adjust circuit to maintain a constant reactive load or

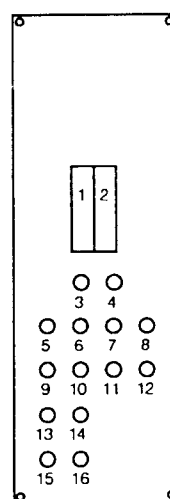
power factor with changes in the infinite bus voltage level. The system incorporates a set point adjust rheostat to set the desired kvar or pf, a selector switch to choose kvar or pf control mode, and a switch to turn the controller on and off. The switches and level adjust rheostat are located on the electrical metering panel, and the controller is located inside the control console.

## CONTROL SYSTEM ACCESSORIES

**Turbine Control Panel – Auxiliary.** (Optional) The auxiliary turbine control panel controls generator set operation from a location other than the main control console. This panel can be supplied for installation in a remote control center or supplied in a NEMA 1 free-standing console for remote location.

**Control Battery System.** (Optional) The control battery system supplies the necessary 24-vdc power for operation of the control system. The batteries are located in an indoor console assembly which also contains the battery charger and selected dc circuit breakers. Input to the battery charger is 120/240-volt, 50 or 60-Hz, 1-phase power.

**Start Battery System.** (Optional) The start battery system supplies the necessary 120-vdc power for operation of the starter motor. The batteries are mounted on an open battery rack. The battery system contains the start contactor, the battery charger and selected dc circuit breakers. Input to the battery charger is 120/240-volt, 50 or 60-Hz, 1-phase power.



1. METER, TURBINE TEMPERATURE
2. METER, TURBINE SPEED
3. LIGHT, ALARM (amber)
4. LIGHT, MALFUNCTION (red)
5. LIGHT, LOCAL CONTROL (white)
6. LIGHT, REMOTE CONTROL (white)
7. LIGHT, READY TO RUN (amber)
8. LIGHT, READY TO LOAD (green)
9. SWITCH, START PUSH BUTTON
10. SWITCH, STOP PUSH BUTTON
11. SWITCH, RESET PUSH BUTTON
12. SWITCH, SPEED ADJUST
13. LIGHT, GAS FUEL ON (green) (a)
14. LIGHT, LIQUID FUEL ON (blue) (a)
15. SWITCH, GAS FUEL SELECT PUSH BUTTON (green) (a)
16. SWITCH, LIQUID FUEL SELECT PUSH BUTTON (blue) (a)

NOTE: (a) Supplied with dual fuel units

PAB0272M

*Turbine Control Panel – Auxiliary*

**Automatic Control Systems.** (Optional) In power generation systems, completely automatic operation is often desirable. In standby applications, it is desirable to have the standby power source automatically start and the load transferred to the standby unit when a commercial power failure occurs. In continuous duty applications, it is desirable to automatically shed load, start the remaining unit(s), and reapply the shed load, when one of the continuous duty machines has a malfunction shutdown.

To meet the needs for automatic controls, Solar offers several automatic starting and loading systems for both standby and continuous duty applications:

- **Automatic Start/Automatic Restore, Single Unit.** The automatic start/automatic restore system for a single standby unit provides the logic to control the unit on loss of commercial power. Controls for this

system are located in the turbine control console.

- **Automatic Start/Automatic Synchronization/Automatic Restore, Multiple Units.** The automatic start/automatic synchronization/automatic restore system for multiple standby units provides the logic to control a maximum of six units on loss of commercial power.
- **Standby Start to a Hot Bus, Multiple Units.** The standby start to a hot bus system provides the logic to start the standby unit, in the event of a failure of one unit in a continuous duty application. Signals of the number of units on line are provided for load control purposes. Also provided are controls to allow automatic paralleling of a unit whose start is manually initiated from this panel.

# Start Systems

## PNEUMATIC START SYSTEM

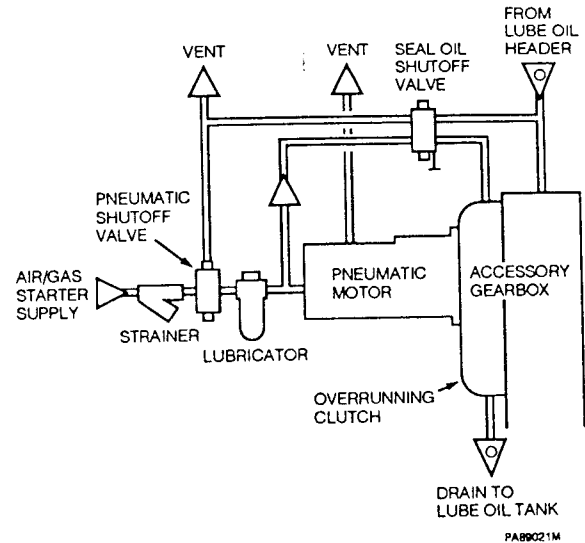
The pneumatic start system is especially suited for gas turbine requirements and can use either gas or compressed air as a power source. During a normal purge and start, the starter motor requires a pneumatic supply of 24 m<sup>3</sup>/min (850 cfm) at 1103 to 1241 kPa gauge (160 to 180 psig) for approximately 60 seconds for continuous duty packages and 40 seconds for standby duty packages. Components of the standard system included with the package are: strainer, main start valve, gas line lubricator, and gas expansion starter motor.

The vane-type pneumatic starter motor is mounted on the accessory drive housing. Starting torque is transmitted to the turbine through an overrunning clutch and a splined shaft to the accessory gear train. When turbine speed reaches a preset value, typically 60%, supply pressure to the starter motor is shut off. The overrunning clutch permits the gas turbine to accelerate to governed speed while the starter motor comes to a stop condition.

The lubricator, installed in the supply line to the motor, furnishes atomized lubricating oil to the starter motor.

## DC ELECTRIC START SYSTEM

The dc electric start system consists of a 120-vdc starter, start contactor, and starting batteries. The starter assembly, including an overrunning clutch, is mounted on the accessory drive gearbox. Upon a signal from the control system, the main contacts of the start contactor close and the starter motor is energized. Starting torque is transmitted to the gas turbine through an overrunning clutch and a splined shaft to the accessory gearbox. After combustion is obtained and



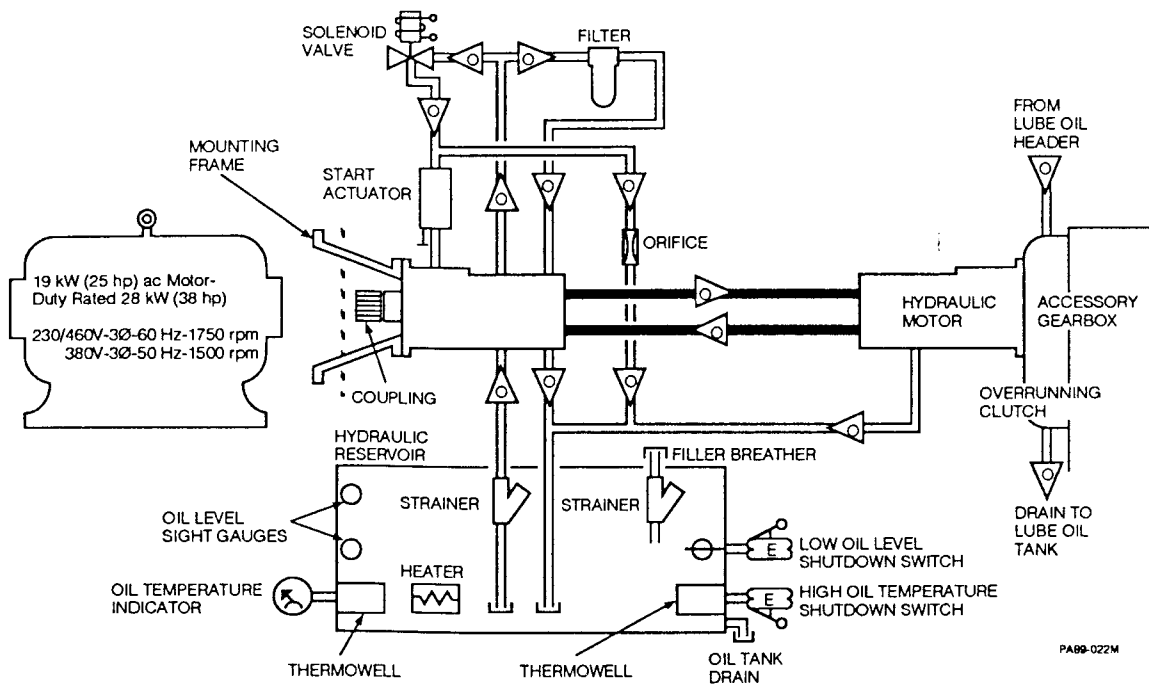
*Pneumatic Start System*

gas turbine speed reaches approximately 60% speed, the start contactor is de-energized and the starter motor is shut off. The overrunning clutch permits the gas turbine to accelerate to governed speed while the starter motor comes to a stop condition.

An oil line is used to lubricate the overrunning clutch assembly within the starter housing.

## ELECTROHYDRAULIC START SYSTEM

The ac electrohydraulic start system uses a 230/460-volt (reconnectable), 3-phase, 60-Hz or 380-volt, 50-Hz induction motor, nameplate rated at 19 kW (25 hp) to drive a hydrostatic starter. Hydraulic oil is provided from a separate hydraulic oil reservoir mounted on the turbine skid frame. An optional oil reservoir heater system is available.



*Electrohydraulic Start System*

# Fuel Systems

---

## NATURAL GAS FUEL SYSTEM

The natural gas fuel system includes all components necessary to control fuel at the proper schedule during starting and operation from no load to full load. The system requires a natural gas supply at a regulated pressure of 1103 to 1241 kPa gauge (160 to 180 psig) and a flow rate of approximately 8 Nm<sup>3</sup>/min (300 scfm) from maximum operation. Gas supply must conform to Solar's Specification ES 9-98. Basically, the gas should have a lower heating value of 31 496 to 39 370 kJ/Nm<sup>3</sup> (800 to 1000 Btu/scf) and should be free of sulfur, contaminants, and entrained water.

Simplex or duplex gas fuel filters for offskid mounting are available as optional items. A fuel gas strainer is supplied separately for installation in the fuel supply line.

Fuel passes from the supply connection at the package base through the major portion of the fuel system in the following sequence:

1. Pilot solenoid-operated primary and secondary fuel shutoff valves
2. Fuel control valve (controls acceleration and metering)
3. Throttle valve - controlled by governor actuator
4. Gas manifold with 12 injectors

The primary fuel valve includes an integral solenoid-operated valve. When energized, the solenoid valve opens, permitting pilot gas pressure to open the primary fuel valve. When de-energized, the solenoid valve vents the pilot gas and the primary fuel valve closes.

The secondary fuel valve normally remains open and is closed by pressure from its pilot valve. The solenoid-operated pilot valve operates in parallel with the primary fuel valve solenoid. When energized, the solenoid valve opens to provide pilot gas pressure to open the secondary fuel valve. When de-energized, differential pressure closes the secondary fuel valve.

The gas fuel control valve regulates fuel pressure to the throttle valve during turbine operation, maintains a balance between fuel pressure and compressor discharge pressure, and senses load requirements.

The assembly consists of a diaphragm-operated main poppet valve, controlled by two servo valves operated by two loader diaphragms and a combination filter/restrictor. The loaders sense the pressure from the compressor discharge to regulate pressure on the top side of the main poppet valve diaphragm.

The throttle valve is linked to the fuel control governor actuator and maintains fuel supply to meet load requirements.

The actuator is controlled by the microprocessor control system and meters the proper amount of fuel to meet power demands. The hydraulic power for the actuator is supplied by a positive displacement pump driven off the accessory gearbox.

## LIQUID FUEL SYSTEM

Acceptable fuels for use with this system include Grades 1 and 2 fuel oils, Grades 1 and 2 diesel, and kerosene (JP-4, JP-5, or commercial grade). The detailed requirements for liquid fuels are listed in Solar's Specification ES 9-98.

The liquid fuel system is completely integrated within the generator package. Fuel passes from the supply connection and through the major part of the fuel system in the following sequence:

1. Optional boost pump and strainer
2. Optional low-pressure filter (10-micron)
3. Main turbine-driven fuel pump
4. High-pressure filter (25-micron)
5. Main fuel control (combines the functions of the acceleration control and the fuel metering valve) - controlled by governor actuator
6. Fuel manifold block (distributes fuel to the 12 fuel injectors equally spaced in the combustor.

The fuel pressure required at the 10-micron fuel filter inlet is 241 to 345 kPa gauge (35 to 50 psig). A 24-vdc motor-driven fuel boost pump with a 75-micron suction strainer can be supplied to obtain this inlet pressure. The pump has a 6.1-m (20-ft) wet lift capability.

The onskid liquid fuel filter system is available with simplex or duplex filters.

## DUAL FUEL SYSTEM

The dual fuel system combines the features of the liquid fuel and natural gas fuel systems previously described and includes the control for fuel changeover during operation. Starting can be accomplished on either fuel, and switching from one fuel to the other can be accomplished under any load condition with a frequency variation approximately equal to a full-load transient. The time between initiation of a fuel change until the unit is completely on the new fuel is approximately five seconds.

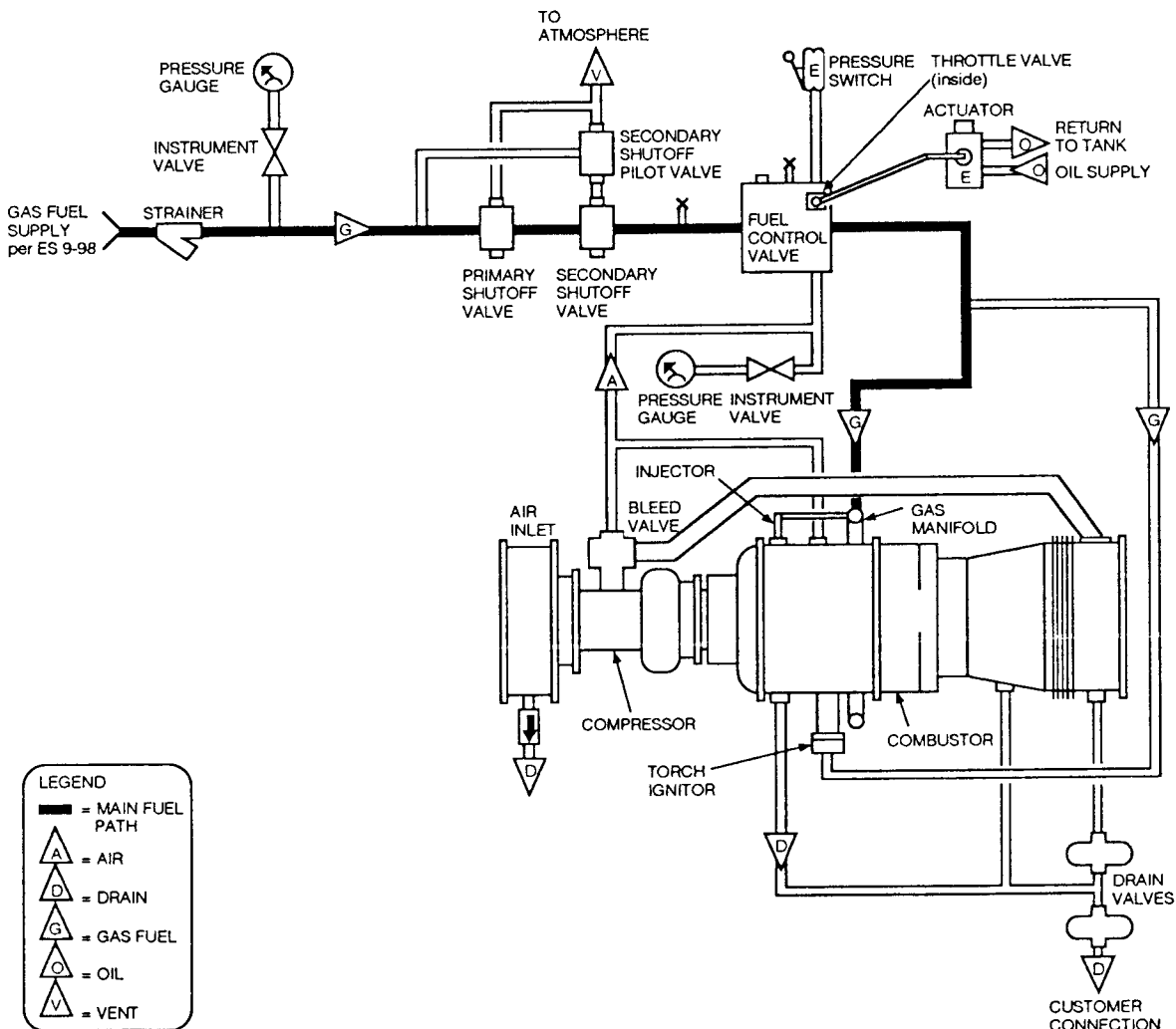
A dual fuel system is ideal for applications where gas is furnished on an interruptible or unreliable basis. Transfer from one fuel to the other can be accomplished at anytime with prac-

tically no prior notice, thus avoiding costly downtime.

Dual fuel systems are available which permit operation on natural gas and liquid distillates (diesel) or natural gas and a wide range of LPG fuels.

## START AIR ASSIST SYSTEMS

A supply of clean, dry, boost air must be used to initiate a start on liquid fuel. The required air pressure is from 483 to 1379 kPa gauge (70 to 200 psig) with a maximum demand rate of 0.42 nm<sup>3</sup>/min (15 scfm). Two air assist systems are available as standard modifications. One uses customer-furnished air; the other uses turbine compressor discharge air boosted through an air pump.



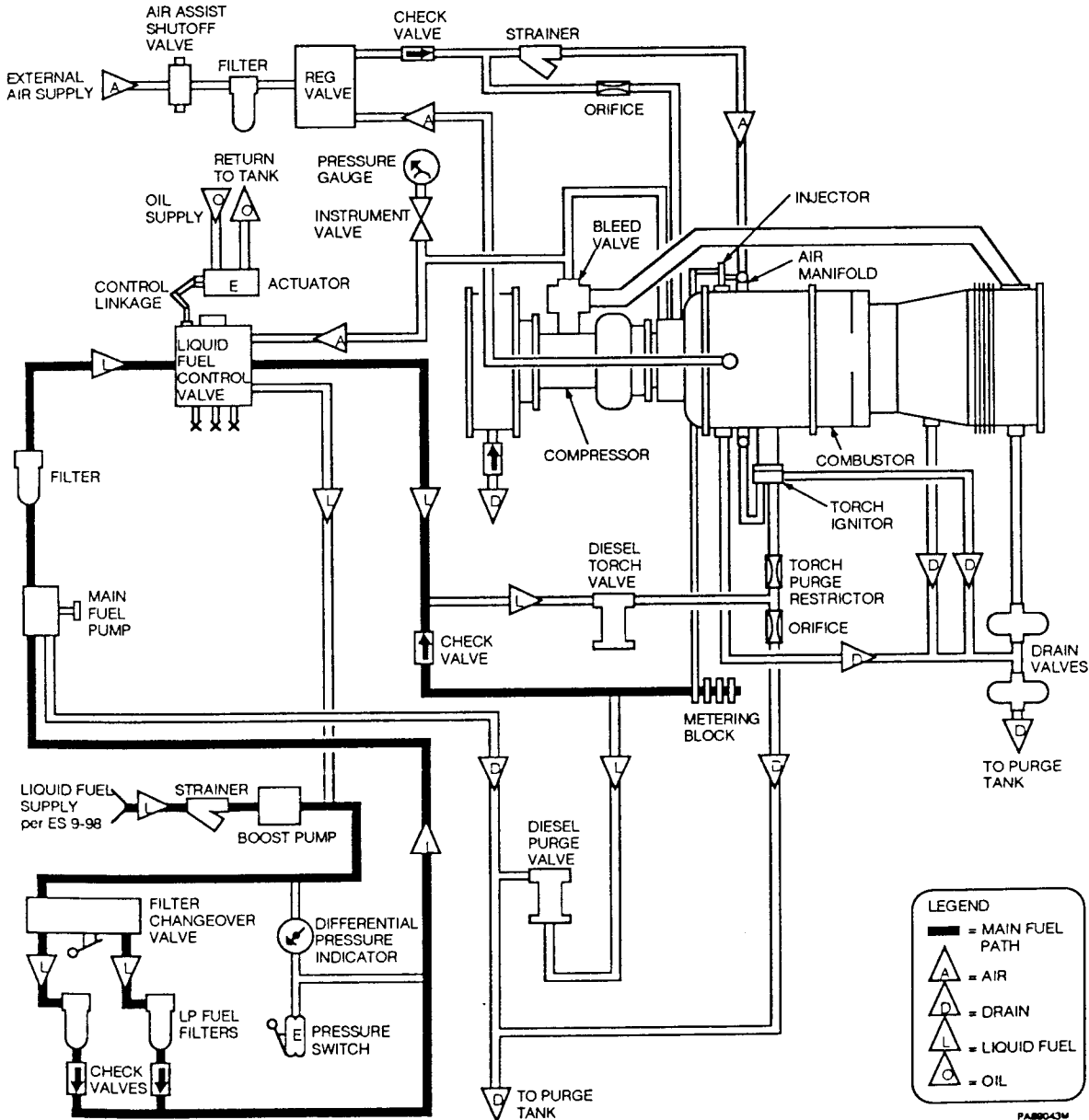
*Natural Gas Fuel System*



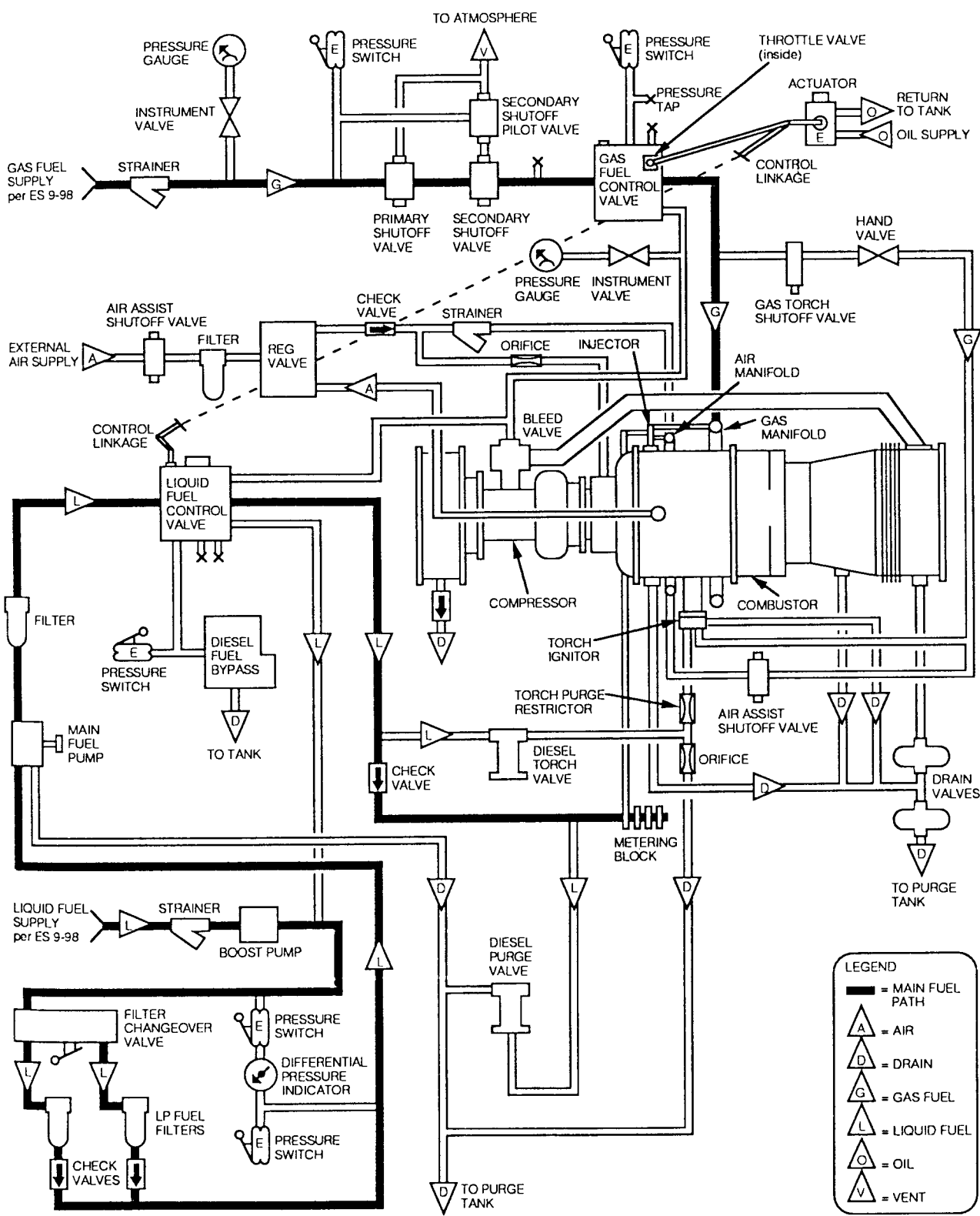
## WATER INJECTION

Water injection can be used to reduce NOx emissions. For most applications, however, water injection will not be required. It should be noted that water injection may have a detrimental effect on the economics of an installation and could also have a negative impact on the overall air quality. Solar can review your specific requirements to determine if water injection is required

and provide recommended water flow rate and emissions data to support permitting requirements. Please refer to Solar's Specification ES 9-98 for information regarding water quality - requirements. Generally, the water injection rate will fall between 0.2 and 0.8 water-to-fuel ratio (water/fuel) corresponding to approximately 1.14 to 4.54 L/min (0.30 to 1.20 gpm) at ISO conditions.



Liquid Fuel System

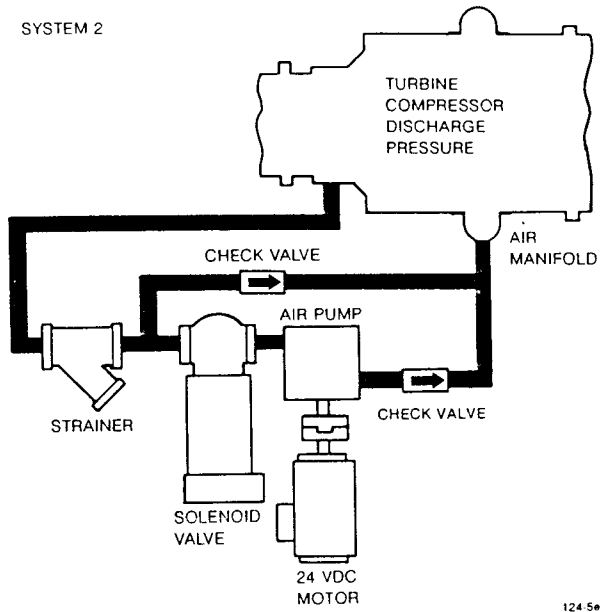
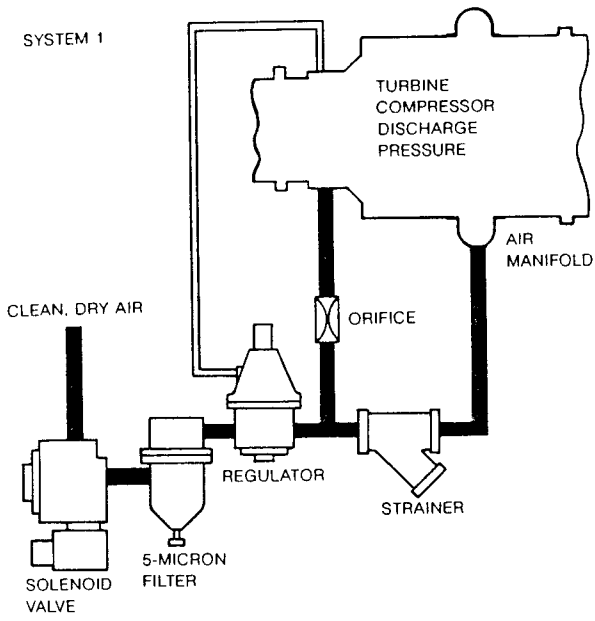


**LEGEND**

- = MAIN FUEL PATH
- △ (A) = AIR
- △ (D) = DRAIN
- △ (G) = GAS FUEL
- △ (L) = LIQUID FUEL
- △ (O) = OIL
- △ (V) = VENT

PA89026M

Dual Fuel System – Natural Gas/Distillate



124-5e

*Start Air Assist Systems*

# Lubrication System

---

## BASIC LUBRICATION SYSTEM

The lubrication system is a hot-sump type with a skid-mounted oil reservoir. All bearings and gears in the turbine, accessory drive, and output drive are lubricated and cooled by the lube oil system, which operates at 345 to 379 kPa gauge (50 to 55 psig) and a temperature range of 54 to 82°C (130 to 180°F) depending upon ambient temperatures. Lube oil must comply with the requirements of Solar's Specification ES 9-224. Most turbine oils meet this specification.

The lubrication system includes:

- 473-liter (125-gallon) oil tank with an operating capacity of 341 liters (90 gallons)
- Turbine-driven main lube oil pump
- 24-vdc, or 230/460-vac, 60-Hz or 380-vac, 50-Hz pre/post lube pump
- Temperature and pressure switches
- Filter
- Pressure regulator and relief valves
- Air-to-oil cooler

**Lube Oil Filter System.** The filter system includes a duplex filter with changeover valves and a warning signal to indicate when filter changeout is required. The filters may be switched during operation.

**Pre/Post Lube Oil System.** An electrically driven pre/post lube oil pump supplies oil prior to start-up and after shutdown. The pump is a rotary, positive-displacement type. A 24-vdc, or 230/460-vac, 60-Hz or 380-vac, 50-Hz motor is offered.

**Lube Oil Tank Heater System.** (Optional) Maximum viscosity in the tank and piping at start-up is 500 ssu (88 cSt) for the oil selected. An optional 3-kW (4-hp) circulation heater controlled by a resistance temperature detector in the oil tank is available to maintain oil temperature above 10°C

(50°F). The heater requires 110-vac, single-phase, 50/60 Hz power.

**Lube Oil Cooler System.** The standard lube oil cooler system is suitable for ambient temperatures up to 43°C (110°F). For ambient temperatures up to 60°C (140°F), a high ambient temperature lube oil cooler system is available.

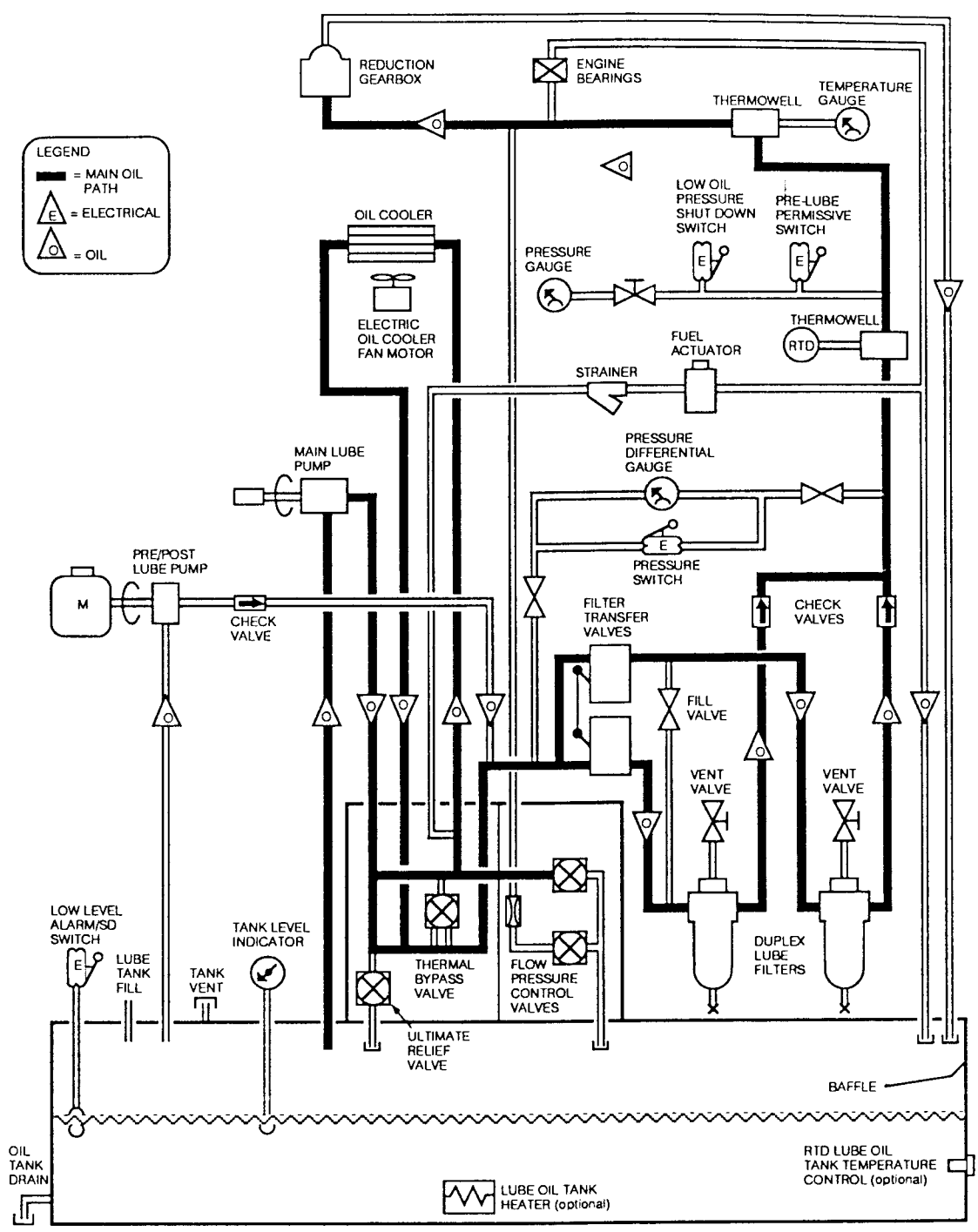
The oil cooler fans are driven by 3.7-kW (5-hp), hydraulic or 230/460-volt, 3-phase, 60-Hz, or 2-kW (3-hp), 380-volt, 3-phase, 50-Hz motors.

**Lube Oil System Control.** When the start button is engaged, oil is delivered to the gas turbine bearings by the pre/post lube oil pump for a predetermined period of time. As the gas turbine accelerates, the pre/post oil pump is shut down and all lube oil is supplied by the gas turbine-driven main lube oil pump. When the set starts with cold oil in the cooler, oil from the pumps bypasses the cooler through a valve in the control module.

**Lube Oil Vent Separator.** (Optional) A coalescer element can be provided on the package to remove oil from the lube oil tank vent. The oil is allowed to drain back to the lube oil tank while the remaining oil vapor is exhausted to atmosphere. A lube oil tank overpressure alarm is included for use in nonhazardous areas.

**Lube Oil Vent Separator and Disperser.** (Optional) This system is the same as the lube oil vent separator above except the oil vapor is dispersed using turbine exhaust draft. A flame trap is provided for remote mounting downstream of the coalescer. A lube oil tank overpressure alarm is included for use in nonhazardous areas.

**Stainless Steel Lube Oil Piping.** (Optional) 316L stainless steel piping can be provided downstream of the lube oil filter to supply oil to the gas turbine, gearbox and generator bearings. This option includes supply line piping and manifolds but does not include branch lines, instrument line fittings, valve bodies, or blocks.



PAP9053M

Lube Oil System

# Ancillary Equipment

## ENCLOSURE

The enclosed, skid-mounted Saturn T-1500 turbine generator set is a self-contained, weather-proof structure, designed to be part of an integrated power system. Optional features include supports for ancillary equipment, safety systems, maintenance provisions, and acoustical treatment for special sound attenuation.

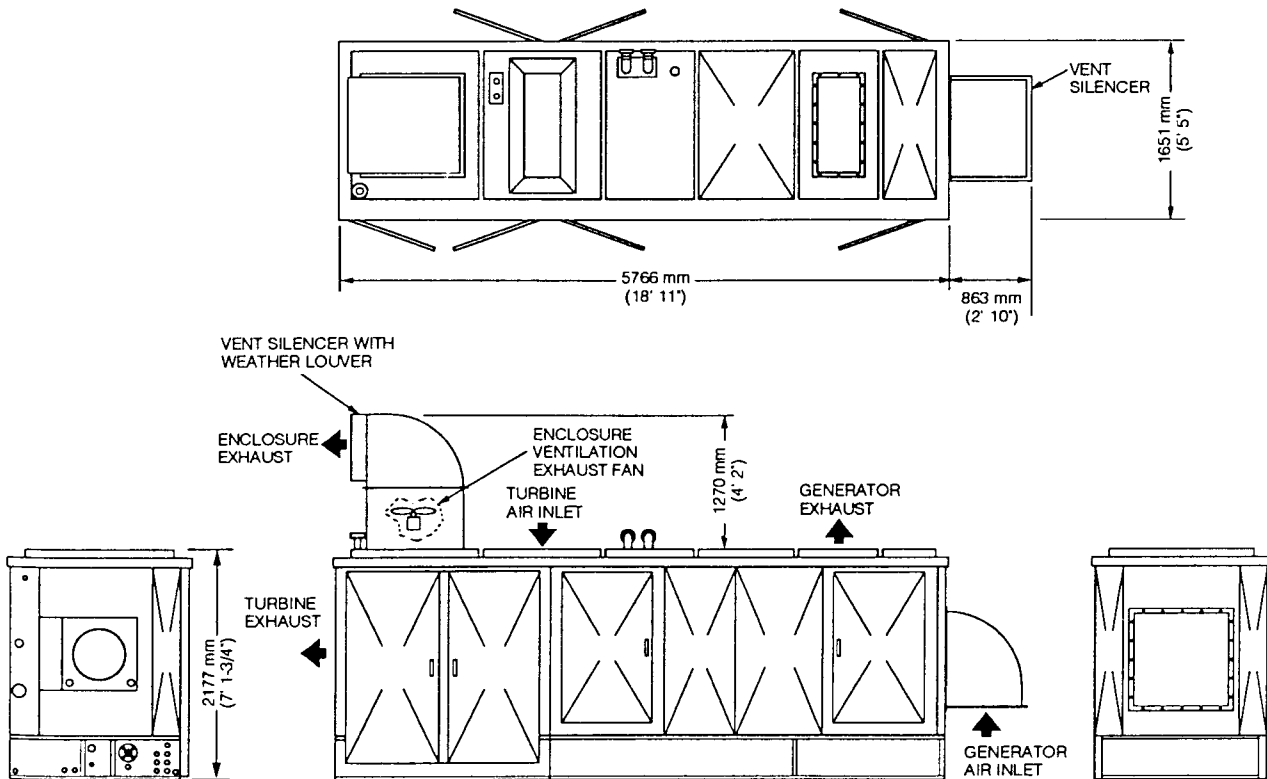
The all-steel enclosure consists of a series of panels and access doors supported on a heavy-duty frame. These panels can be removed individually for access to major components for maintenance or replacement. Each panel is treated with fiberglass material for noise reduction and thermal insulation purposes, and weather stripping is installed between all panels for sealing and sound attenuation.

All exposed surfaces are painted using Solar's 3-coat polyurethane process with a grey finish to match the skid and gas turbine accessories.

Connections for oil vent lines, enclosure lights, ventilation fan wiring, fire and gas suppression/detection systems, and turbine air inlet and exhaust, are provided outside of the enclosure at the skid edge. These connections are defined in detail on the final submittal drawings.

Doors are provided in the enclosure for access, inspection, or maintenance. Side and roof panels are removable for component removal by forklift or overhead crane. Additional access doors can be provided.

Enclosure ventilation is provided by means of a built-in fan located on top of the roof. The fan is driven by either a 230/460-volt, 60-Hz or 380-volt, 50-Hz motor. The large fan size ensures that the internal air temperature around the gas turbine and gearbox remains within acceptable limits. Suitable openings are provided so that adequate ventilation is available through the enclosure.



Enclosure Configuration with Vent Silencers

PA891704

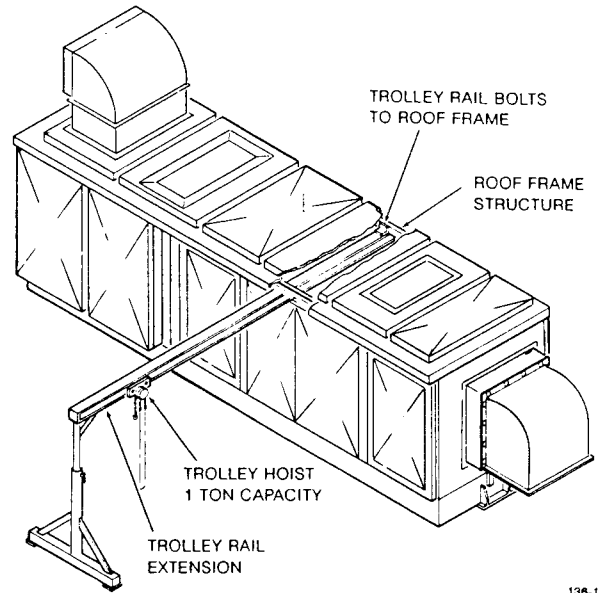
**Sound Attenuation.** The sound attenuated enclosure is intended for use with suitable turbine air inlet and exhaust silencing systems in environments where low noise levels are required. Ventilation openings are equipped with silencers to achieve maximum sound attenuation.

The actual noise reduction to be achieved is a function of the noise source, installation considerations, other equipment in close proximity, and the acoustical characteristics of existing buildings and barriers. The intent of the enclosure design is an average of 85 dBA at 3 ft.

**Turbine Handling Kit.** A kit consisting of a 3-m (10-ft) external extension to the maintenance frame trolley rail, installed within the enclosure, and a 1-ton capacity rail hugger chain-fall hoist is available to allow gas turbine removal through the side of the enclosure. One end of the beam extension attaches to the inside trolley rail; the other end is floor-standing.

The hoist and beam extension may be purchased separately, if desired.

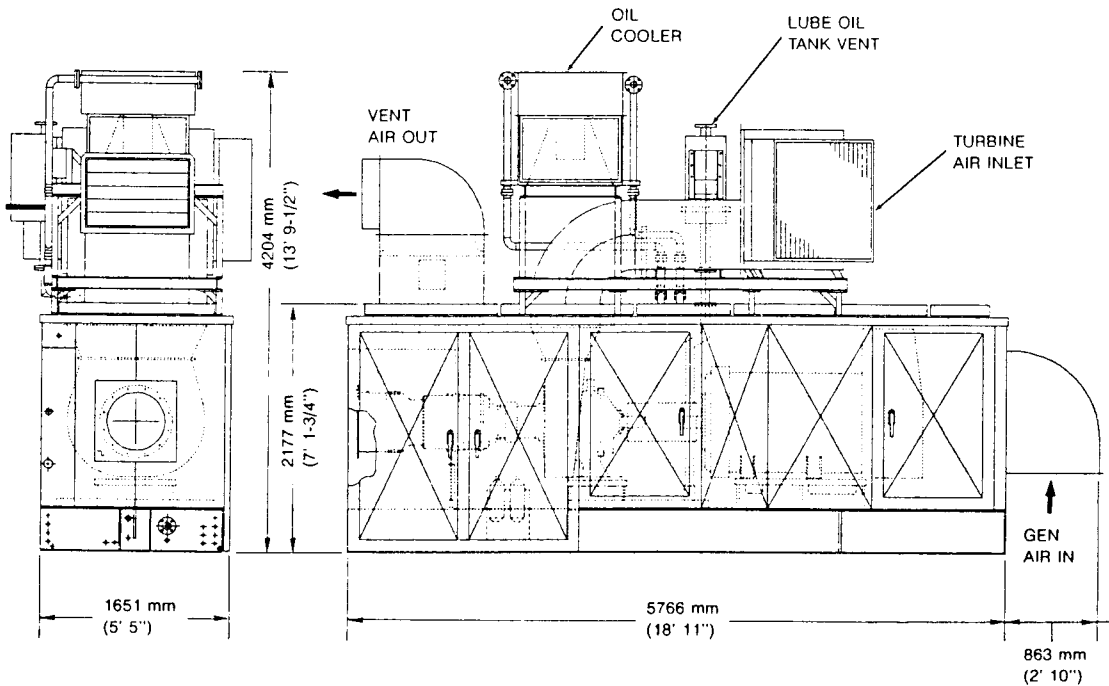
**Lights.** Three ac, internal, explosionproof, incandescent lights are available to illuminate the gas turbine and driven equipment areas inside the enclosure, with an On/Off switch conveniently located at the door.



136-1c

*Turbine Handling Equipment*

**Ancillary Equipment Skid.** An available option is a single-lift ancillary skid to mount the air inlet system and exhaust silencer, with or without the lube oil cooler, including all interconnect piping and vents on the enclosure roof. This skid is shipped complete with all ancillary equipment mounted and ready for installation.



PA80275

*Enclosure Configuration with Ancillary Equipment Skid*

**Fire Suppression/Detection System.** (Optional) A CO<sub>2</sub> or Halon® 1301 suppression system is available which has been designed in accordance with the U.S. National Fire Protection Association (NFPA) Codes 12 and 12A, respectively. The cylinders used in the system are sized to provide the concentrations specified by the NFPA for "flame extinguishant."

Primary and secondary fire detection is also available. The primary ultraviolet (UV) system consists of a controller and UV detectors to provide instantaneous response to flames. An automatic optical integrity (AOI) feature provides continuous visual monitoring of the entire system to ensure that the fire detection system is ready to respond.

A Halon inerting fire system is available to increase the quantity of Halon to 7.7%. Another fire system is available to provide metered quantities of extinguishant, along with a second distribution system to extend the concentration time for specified periods. A weatherproof cabinet is also available to house the extinguishant cylinders.

The secondary detection system consists of thermally actuated detectors installed in parallel with the primary UV detectors. This back-up system provides a "fail-safe" fire detection system. A portable ultraviolet light source complete with built-in charger is available to test the fire detection system.

**Fire and Gas System Test Kit.** (Optional) The fire system ultraviolet test light and the combustible gas calibration equipment, with carrying case, can be provided.

**Enclosure High Temperature Alarm.** (Optional) A heat detector, which is completely separate from the fire system thermal detectors, can be mounted in the enclosure. The detector is factory set to give an alarm if enclosure temperatures are abnormally high.

**Combustible Gas Monitoring System.** (Optional) This compact system, which continually monitors for the presence of combustible gases within the enclosure, includes visual low-level (yellow) and high-level (red) alarms on the control console. High-level alarm initiates turbine shutdown. A portable purge calibration cylinder is also available for periodic calibration of this system.

**Dust Protection.** (Optional) Inertial separator blowers or barrier-type filters are available as an

option on all ventilation air inlet openings for protection in a desert or high dust environment. Under certain conditions, pressurization is also available.

**Turbine Water Wash Cart.** (Optional) A water wash cart is available which contains a 257-liter (68-gallon) stainless steel tank and systems capable of supplying 23 to 30 liters/min (6 to 8 gpm) at 138 to 276 kPa gauge (20 to 40 psig) to the turbine water wash manifold. A storage area is provided on the cart for 6.1 m (20 ft) of hose and 15.2 m (50 ft) of four-wire electrical cable.

**Silencer Supports.** (Optional) Individual roof-mounted supports for turbine air inlet and exhaust silencers are available to accommodate both vertical and horizontal silencer configurations in various sizes. The typical arrangement has the turbine air inlet or exhaust through the enclosure, although right and left hand system supports can be provided as a custom feature.

## AIR INTAKE SYSTEM

The air intake system for the Saturn T-1500 gas turbine generator set normally consists of an air inlet filter, air inlet silencer, and connecting ducts capable of providing clean air. Solar can recommend and supply suitable filtration, silencers, and ducting for any installation or site conditions.

**Compressed Air for the Self-Cleaning Filter.** Clean, dry air at 0.25 m<sup>3</sup>/min (8 cfm) and 630 to 700 kPa (90 to 100 psi) must be supplied to the self-cleaning turbine air inlet filter. This can be accomplished with a separate compressed air source or by using turbine compressor bleed air. The high temperature bleed air is cooled by a heat exchanger from Solar designed to be installed in the turbine air inlet ducting system between the air inlet filter and the turbine engine air inlet.

## TURBINE EXHAUST SYSTEM

When heat exchange equipment or silencers are used, the ducting must be adequately supported and, if necessary, expansion joints used to avoid exceeding the allowable loading of the turbine exhaust flange. Typically, the turbine exhaust system will consist of the following:

**Exhaust Joint.** A single convoluted joint to allow for heat expansion is available for attaching to the customer's ducting system.



**Exhaust Silencer.** Two standard exhaust silencers are available for use with the Saturn T-1500 gas turbine generator set. A 1.8-m (6-ft) tubular exhaust silencer meets most industrial environmental regulations, or a 3.7-m (12-ft) silencer can be supplied to satisfy the requirements of most residential areas. Special 3.1-m (10-ft) bottom inlet/end outlet or bottom inlet/top outlet silencers are also available.

## **EXHAUST HEAT RECOVERY**

High thermal efficiencies can be obtained by utilizing the gas turbine exhaust heat energy. There are several methods for using the exhaust heat and attaining greater than 70% thermal efficiency. The method used and efficiency achieved are primarily dependent on the type of application. The most common uses are: (1) producing steam with a heat recovery steam generator (HRSG) or heating a process fluid with a waste heat recovery fluid heater, (2) using the turbine exhaust as a source of preheated com-

bustion air in a boiler or furnace (the turbine exhaust contains 15 to 18% oxygen), and (3) using the turbine exhaust directly for a drying or heating process where high temperature air is necessary. A mixture of turbine exhaust and fresh air can be used in a reduced air temperature process. An air-to-air heat exchanger is required when the process involves any products in the human food chain.

The exhaust heat recovery system must be designed to minimize the back pressure imposed on the gas turbine exhaust and provide for smooth flow transition into the exhaust heat recovery device. The recommended maximum back pressure on the Saturn T-1500 gas turbine is 203 mm (8 in.) water column. The exhaust back pressure should be less than 25.4 mm (1 in.) water column during gas turbine starting.

Several manufacturers meet Solar's design requirements for turbine exhaust heat utilization equipment. Solar can design and provide a complete exhaust heat recovery system to meet specific application requirements.

# Installation Requirements

---

## SITE REQUIREMENTS

The Saturn T-1500 turbine generator set is a compact, lightweight, unitized module, requiring minimum site preparation. These features contribute to ease of handling and permit installation on rooftops, upper stories, basements, in portable modules, or on trailers. Since the set is generally supplied with completely self-contained operating systems, it requires a minimum of piping and wiring connections to complete the installation. Installation requirements and the use of standard ancillary equipment are described in this section. In addition, Solar's installation engineers will make a comprehensive review of proposed customer equipment layout and installation drawings.

## MECHANICAL INSTALLATION REQUIREMENTS

**Mounting.** Correct mounting of the generator set is vital to the success of the installation and is the responsibility of the user. The site pad thickness is governed by soil condition, size of the building, and weight of the generator set, air inlet system, exhaust system, and switchgear. Package weights will differ with each package depending on options selected.

The equipment layout should provide adequate floor space for major components with sufficient access space around the set for routine maintenance. Space between units in multiple-unit installations should be a minimum of 1.2 m (4 ft).

**Ventilation.** The generator set requires adequate ventilation for heat rejection to the surrounding air space. The amount of heat rejected by the contributing components is as follows:

- Gas Turbine Casing  
15 kW (50 000 Btu/hr)
- Generator  
63 kW at 223 m<sup>3</sup>/min (215 000 Btu/hr at 7900 cfm)

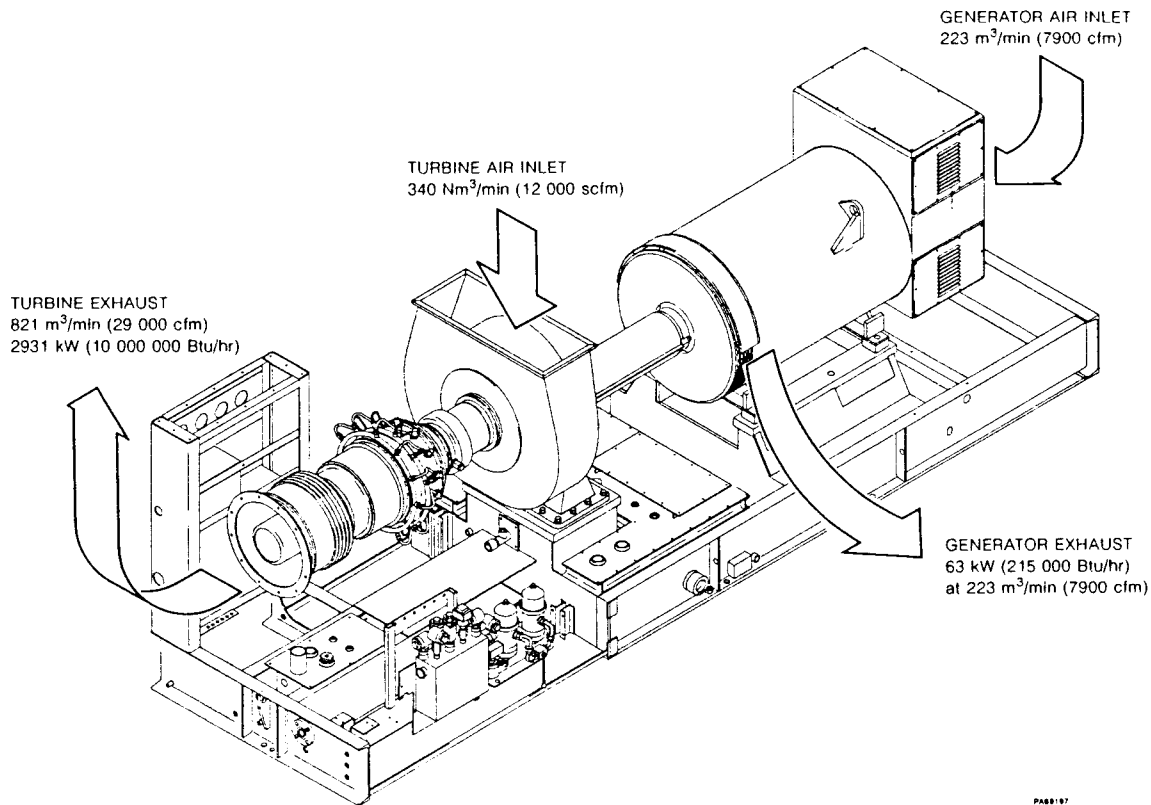
**Air Intake System.** Approximately 340 m<sup>3</sup>/min (12 000 cfm) inlet air is required for operation of the gas turbine. Total pressure drop across the inlet system package should also be kept to a

minimum. Recommended maximum is 76 mm (3 in.) H<sub>2</sub>O. The air intake should be located so that entry of turbine or generator exhaust, oil tank vent vapor, or other contaminants is minimized. The air inlet duct must be free of accumulated water prior to starting the gas turbine.

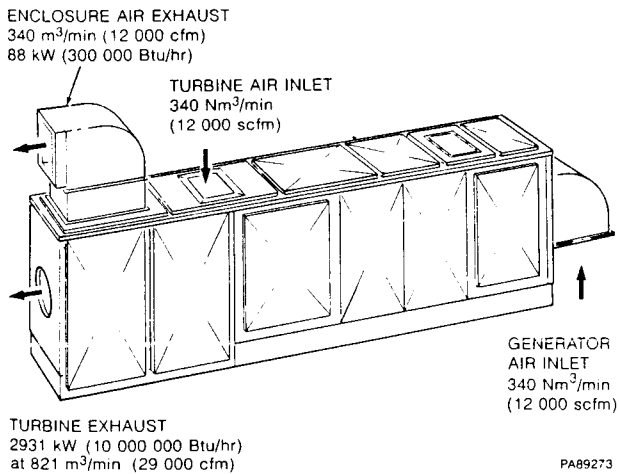
Units to be installed in a salt-laden atmosphere or in an extreme dust environment should incorporate a water wash system to facilitate gas turbine compressor cleaning. Water requirements include a distilled or deionized water supply to be regulated between 103 and 413 kPa gauge (15 and 60 psig) at the package connection. Wash flow rate is 15 liters/min (4 gpm), and a minimum quantity of 38 liters (10 gallons) is required per wash cycle. The water wash system is available as a modification by Solar. See Solar specification ES 9-98 for water quality requirements.

**Turbine Exhaust System.** The importance of having an exhaust system properly designed and installed is sometimes underestimated. A poorly designed or installed system can cause loss of turbine power capability and impose severe mechanical strains on the gas turbine. The exhaust duct system must be terminated in a manner that precludes recirculation of exhaust products through the turbine air inlet or lube oil cooler. Exhaust requirements include consideration of the relative height of the exhaust duct above the air inlet, building roof design, direction of prevailing winds, and the proximity of adjacent structures. In general, the exhaust system should be designed to meet the following requirements:

- Total system pressure loss should not be excessive. Recommended maximum is 152 mm (6 in.) H<sub>2</sub>O.
- Duct design must be based on an exhaust flow of 821 m<sup>3</sup>/min (29 000 cfm) at 510°C (950°F).
- The turbine must not be started against an excessive exhaust back pressure.
- Where two or more units exhaust into a common header such as used for heat recovery equipment, provision must be made to prevent hot gas from flowing into the non-operating unit.



*Ventilation Requirements – Unenclosed Unit*



*Ventilation Requirements – Enclosed Unit*

- Final termination of the ducting must not allow exhaust gas to be drawn into the turbine inlet.

When exhaust silencing is required, provisions must be made to adequately mount and support the equipment and limit the exhaust silencer pressure. Silencers and expansion joints can be provided by Solar.

## ELECTRICAL INSTALLATION REQUIREMENTS

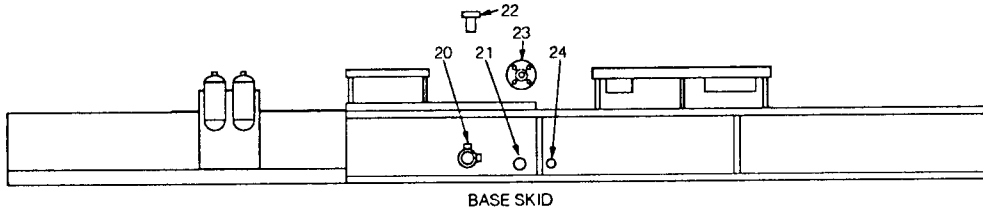
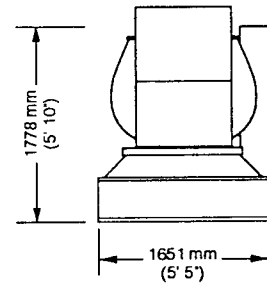
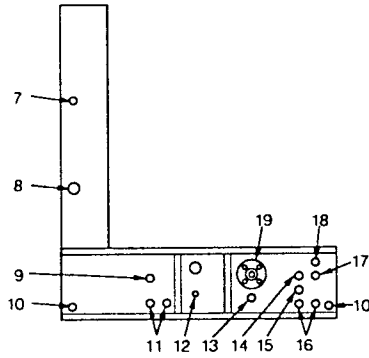
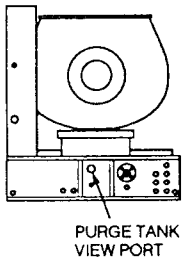
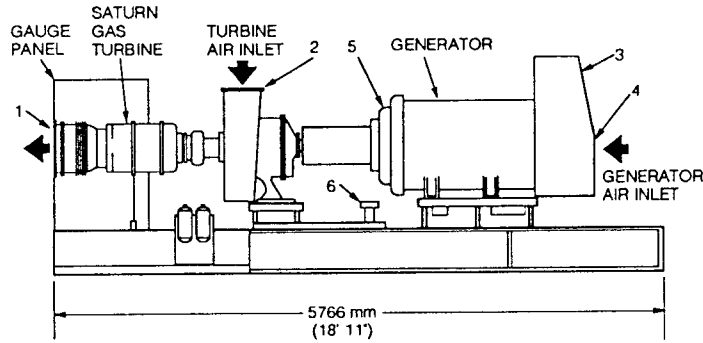
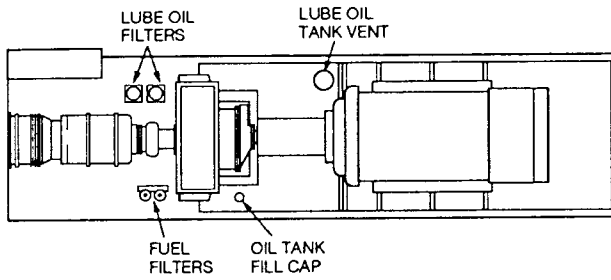
Onsite electrical interconnection requirements vary widely according to basic unit configuration and standard modifications selected. Required conduit runs vary depending on which modifications are selected. Complete interconnect wiring diagrams will be provided for each set.

## OPERATION AND MAINTENANCE MANUALS

A total of four copies of an operation and maintenance manual is supplied for each type of equipment on each order.

In addition to operating instructions, the manual contains recommended maintenance procedures for field level onsite maintenance and troubleshooting, an illustrated parts list for the entire turbine and accessories, and detailed system descriptions.

Installation drawings (dimensional outline), electrical schematics, and wiring diagrams are provided with each operation and maintenance manual.

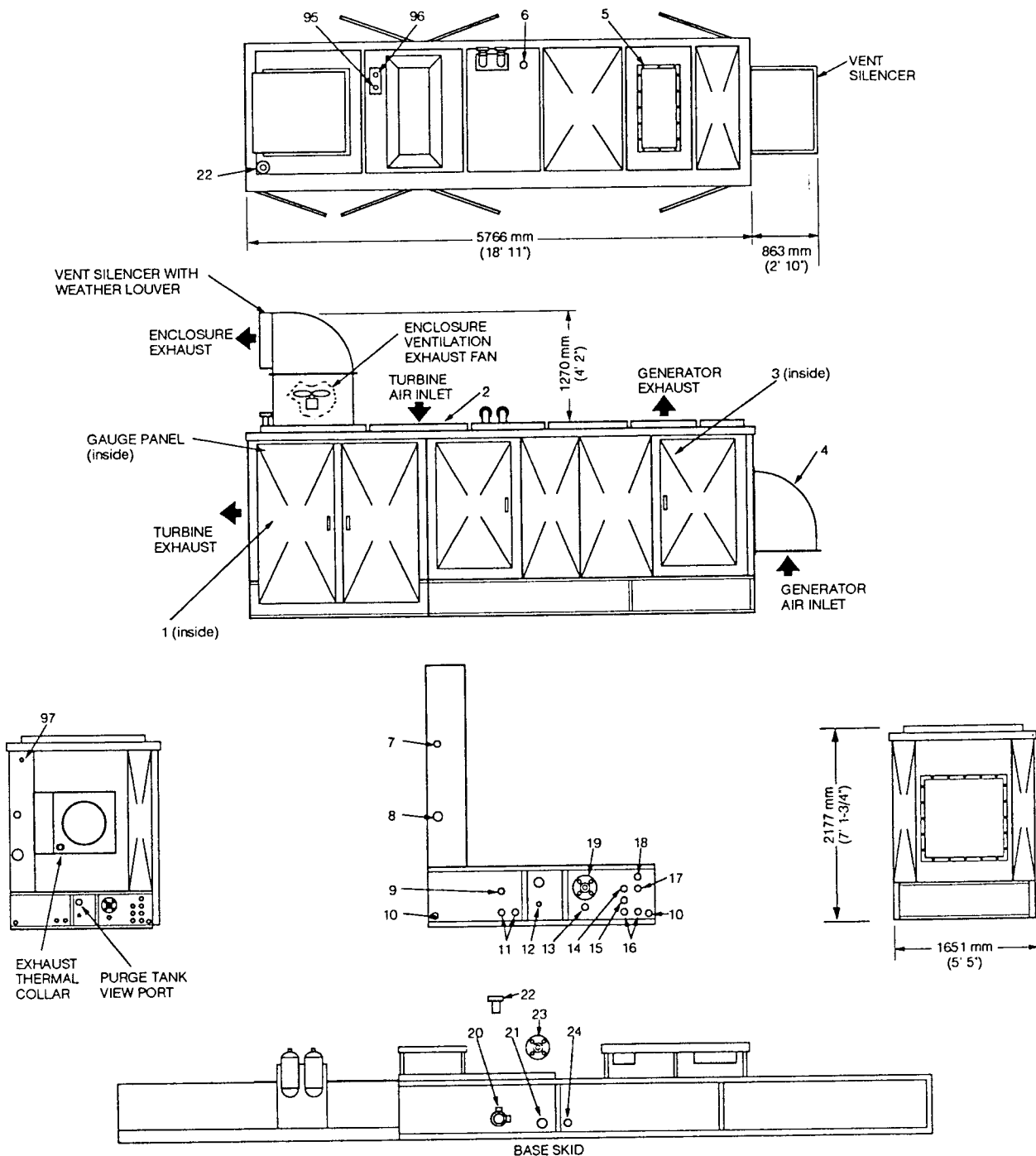


CUSTOMER CONNECTIONS:

- |                             |                                  |                               |
|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| 1. TURBINE EXHAUST          | 9. PACKAGE GROUND TERMINAL       | 17. WATER WASH SUPPLY INLET   |
| 2. TURBINE AIR INLET        | 10. TURBINE DRIP TRAY DRAIN      | 18. TURBINE BEARING SEAL VENT |
| 3. MAIN POWER LEADS         | 11. LUBE OIL FILTER DRAIN        | 19. GAS FUEL INLET            |
| 4. GENERATOR AIR INLET      | 12. PURGE TANK DRAIN             | 20. LUBE OIL TANK HEATER      |
| 5. GENERATOR EXHAUST        | 13. LIQUID FUEL INLET            | 21. LUBE OIL TANK DRAIN       |
| 6. LUBE OIL TANK VENT       | 14. LIQUID FUEL ATOMIZING INLET  | 22. PNEUMATIC START VENT      |
| 7. PACKAGE JUNCTION BOX, AC | 15. TURBINE AIR INLET DUCT DRAIN | 23. PNEUMATIC START INLET     |
| 8. PACKAGE JUNCTION BOX, DC | 16. LIQUID FUEL FILTER DRAIN     | 24. GENERATOR DRIP TRAY DRAIN |

PAB6000M

Installation Diagram – Unenclosed Unit

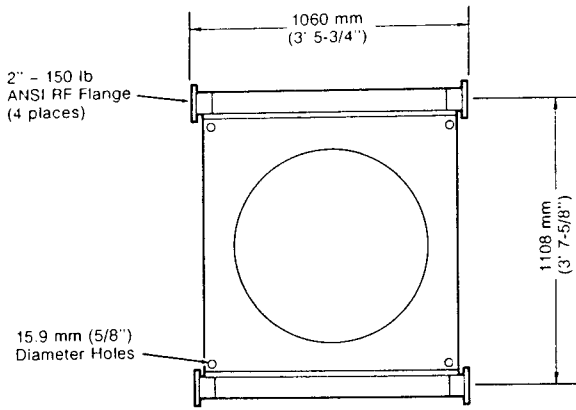


CUSTOMER CONNECTIONS:

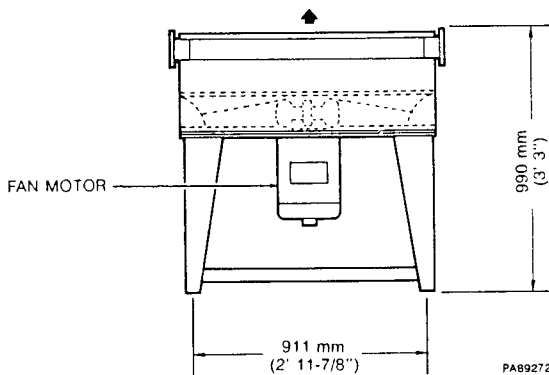
- |                             |                                  |                                     |
|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. TURBINE EXHAUST          | 9. PACKAGE GROUND TERMINAL       | 17. WATER WASH SUPPLY INLET         |
| 2. TURBINE AIR INLET        | 10. TURBINE DRIP TRAY DRAIN      | 18. TURBINE BEARING SEAL VENT       |
| 3. MAIN POWER LEADS         | 11. LUBE OIL FILTER DRAIN        | 19. GAS FUEL INLET                  |
| 4. GENERATOR AIR INLET      | 12. PURGE TANK DRAIN             | 20. LUBE OIL TANK HEATER            |
| 5. GENERATOR EXHAUST        | 13. LIQUID FUEL INLET            | 21. LUBE OIL TANK DRAIN             |
| 6. LUBE OIL TANK VENT       | 14. LIQUID FUEL ATOMIZING INLET  | 22. PNEUMATIC START VENT            |
| 7. PACKAGE JUNCTION BOX, AC | 15. TURBINE AIR INLET DUCT DRAIN | 23. PNEUMATIC START INLET           |
| 8. PACKAGE JUNCTION BOX, DC | 16. LIQUID FUEL FILTER DRAIN     | 24. GENERATOR DRIP TRAY DRAIN       |
|                             |                                  | 95. ANCILLARY EQUIPMENT, AC         |
|                             |                                  | 96. ANCILLARY EQUIPMENT, DC         |
|                             |                                  | 97. FIRE EXTINGUISHING MEDIUM INLET |

PA80100M

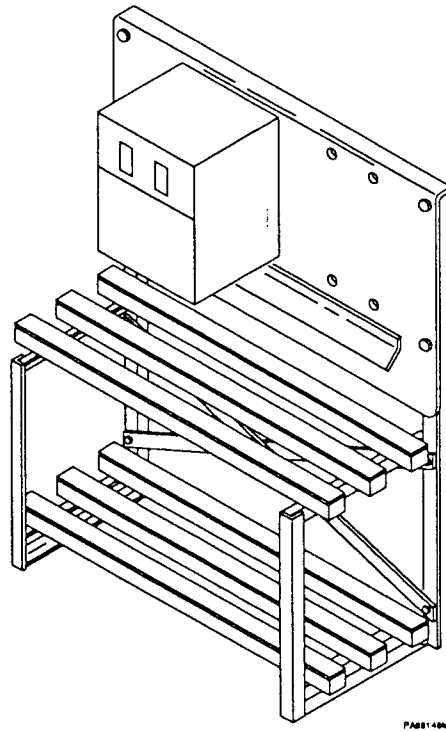
Installation Diagram – Enclosed Unit



281 m<sup>3</sup>/min (9920 cfm) for 50 Hz Each Cooler  
 337 m<sup>3</sup>/min (11 900 cfm) for 60 Hz Each Cooler



**Lube Oil Cooler (AC Motor Driven)**



**Control and DC Accessory Battery Console**

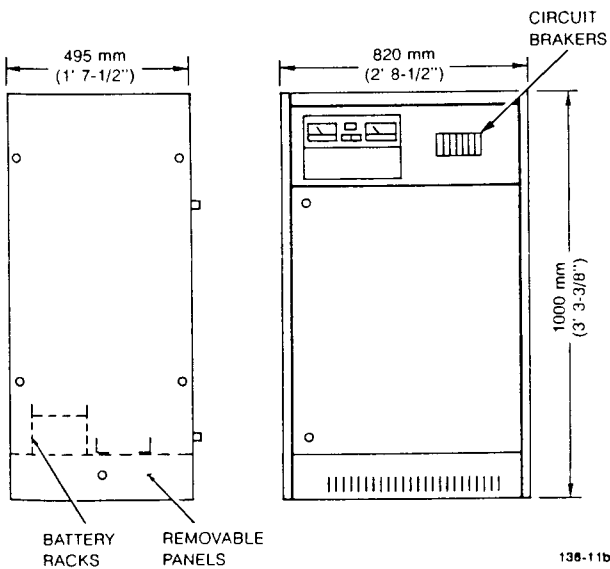
**DRAWINGS**

Three sets of prints and one reproducible or 35-mm aperture card of the following drawings are provided:

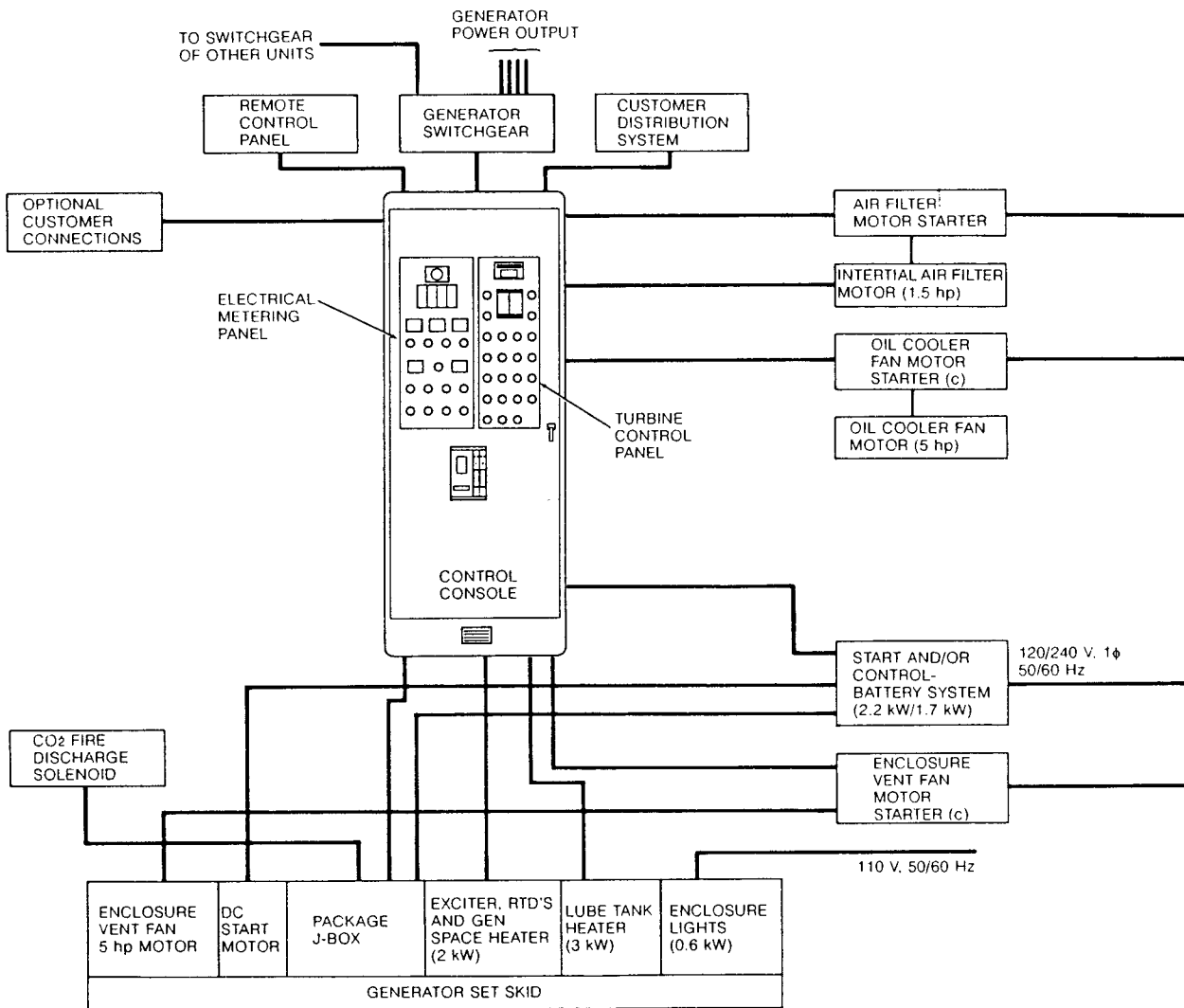
- Electrical Schematic
- Electrical Wiring Diagram/Interconnect
- Electrical Interface
- Mechanical Installation Drawing
- Inlet System (If Applicable)
- Exhaust System (If Applicable)
- Lube Oil System Schematic
- Fuel System Schematic
- Start System Schematic

**SWITCHGEAR INTERFACE**

Generator output power is controlled, monitored and distributed by electrical switchgear, feeder breakers, load centers and local distribution panels. The AC Control and Instrumentation Requirements diagram highlights typical requirements for generator control and metering circuits.



**Control Battery Console**

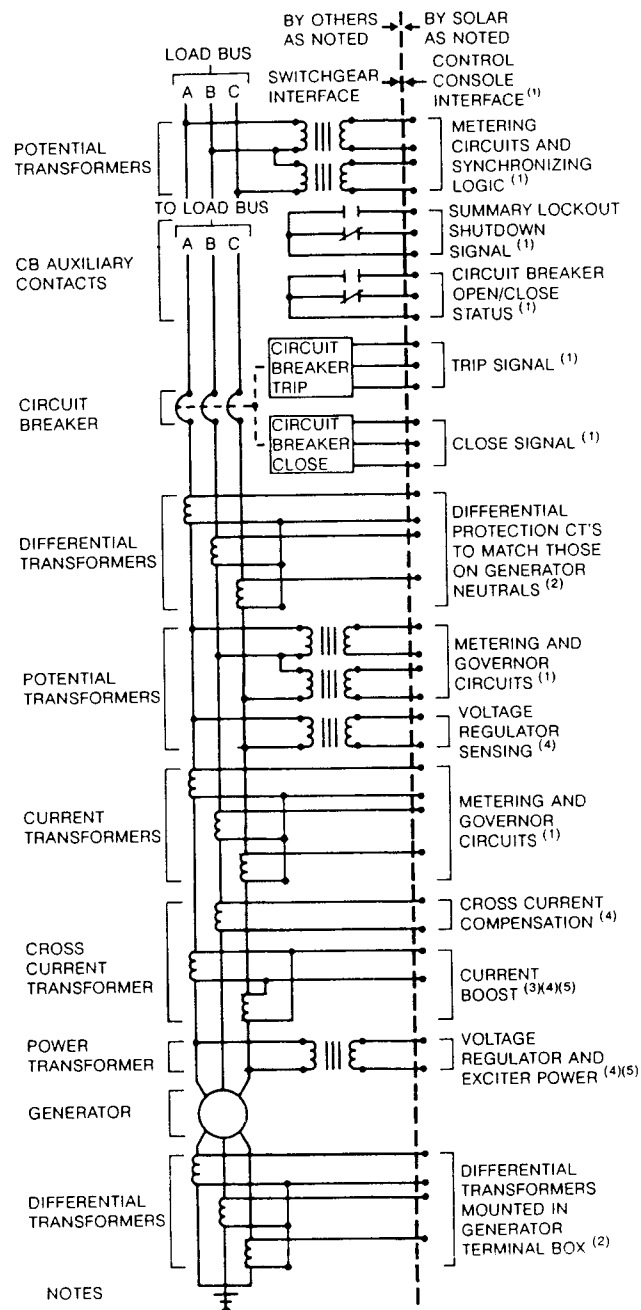


NOTES:

- (a) These ac motors may be either 230/460 volts (reconnectable) 60 Hz, 3 $\phi$ , or 380 volts, 3 $\phi$ , 50 Hz
- (b) Required with offskid oil cooler
- (c) All motor starters are customer supplied and must have a 24 Vdc coil

137-20d

*Electrical Connections*



- NOTES
- (1) These control and indicating devices are supplied by Solar with the optional electrical metering panel.
  - (2) If differential current protection is specified, Solar must be advised in order to properly size the generator terminal box to accommodate the required current transformers. Purchaser may provide the transformers to Solar for mounting in the generator terminal box at an additional charge.
  - (3) The current boost transformer is provided by Solar for installation in switchgear by others. All other transformers are provided by others.
  - (4) The voltage regulator is provided by Solar with the basic set and is located in the turbine generator set control console.
  - (5) Not required with PMG type excitation system.

PA89211

### Typical AC Control and Instrumentation Requirements



# Testing and Quality Assurance

---

## TEST FACILITIES

**Test Phases.** Solar's production test facilities are arranged to provide for a three-phase test program. The first phase utilizes simulation equipment to perform static testing of the control console and package systems to verify electrical and fluid system continuity and calibration prior to dynamic test preparation.

The second phase consists of interconnecting the turbine generator set package and control console in the pre-test area to undergo additional simulated systems tests of the total package and prepare the unit for interconnection with the test cell facilities.

In the final phase, the unit is installed in the test cell where it is controlled and monitored by its own control console and the computerized test facility.

**Computerized Test Facility.** Design of the test cells provides for flexibility so that all types of turbine packages can be tested with a minimum of time required for connection of fluid, electrical and instrumentation services needed for each test run. The computer-controlled test system includes a real-time data acquisition system which collects raw digital and analog data from the turbine package and displays or prints out results in customary engineering forms and units.

The control and display units provide the capability of monitoring and controlling the power and test stimuli to operate the unit under test and to measure and evaluate its performance. The system is used to establish specified test conditions, by keying in calibration coefficients, constants and operating limits. Test data are displayed by a video terminal as instructed by the test agenda, selecting various parameters for display, checking values and limits and generating hard copy records as needed. When performance levels have been achieved, the test technician initiates a command to capture all instrumented points, which initiates automatic performance computations and prints the results for a permanent test record.

## TESTING

**Generator Package Acceptance Testing.** The basic package assembly, including the gas turbine, gearbox, generator (when available), and package-mounted accessories, together with the control console, is tested as a complete system to ensure proper integration and function of the total package in accordance with the applicable Solar-test specifications. Results are recorded and maintained by Solar. The acceptance test generally includes the following:

- Starting and combustion cycles
- Lubricating oil system flow, temperature and pressure measurements
- Vibration measurement
- Power and heat rate
- Water injection system and emissions (optional)
- Turbine temperature measurement
- Adjustment and calibration of the voltage regulator, fuel control and speed governing system for generator output, frequency regulation and transient response
- Fuel changeover (dual fuel units)
- Speed transient test
- Testing of malfunction and safety devices and circuitry
- Testing of control and logic circuitry
- AC metering and control circuitry tests (if supplied). Calibration of ac metering circuits is performed by bench testing.

All packages are tested with the purchased generator whenever possible. When required because of schedule, availability or test cell limitations, the package may be tested with a slave generator. If available at the completion of testing, the purchased generator will be mounted and aligned prior to shipment. Full load package tests are performed at 1.0 power factor.

**Generator Testing.** The generator is tested in accordance with IEEE Standard Specifications and Solar's specifications at the manufacturer's plant. These tests satisfy requirements for NEMA

and Solar. Supplier testing is under periodic Solar-quality control review to ensure compliance with required specifications.

## PERFORMANCE REVIEW

**Acceptance Test Data.** Acceptance test data are furnished approximately four weeks after completion of acceptance testing. The report provides test results and compares the results to Solar's acceptance test specification requirements by means of calculations, graphs, strip charts and descriptions. Data are provided for each turbine generator set. The acceptance test data will include but will not be limited to four specific areas summarized below:

**Starting and Control.** A record of average starting time (zero speed to rated speed) and maximum turbine gas temperature reached during the start cycle.

**Turbine Fuel Consumption Rates.** A comparison of measured fuel consumption versus specified fuel consumption showing correlation of fuel consumption, power output, and turbine gas temperature at full load. A typical calculation of correction of test data to standard conditions of 80°F (27°C), sea level, zero duct losses and rated speed is provided.

**Voltage and Frequency Transients.** Copies of strip-chart recorder traces are provided showing voltage and frequency deviations during load application and removal.

**Emissions.** (Optional) Emission levels for NO<sub>x</sub>, UHC and CO, along with the required water injection rate, can be provided as an option.

**Operating Values.** A chart showing operating values of the following parameters from no load, with step increments, to full load is included:

- Lubricating oil pressure, temperature and flows
- Turbine gas temperature
- Generator terminal power
- Generator voltage, amperage and frequency
- Engine compressor discharge pressure
- Package vibration levels

## QUALITY ASSURANCE

All testing operations are conducted under the direct control of Solar's Quality Assurance Activity. This Activity ensures absolute compliance with the test procedures specified.

In addition to final in-plant testing of the finished generator set, Quality Control engineers maintain surveillance over the manufacture of all purchased parts and subassemblies, and are responsible for functional testing of incoming components. The same rigid standards applied to parts manufactured by Solar are applied to all parts from suppliers.

## PRODUCT IMPROVEMENT PROGRAM

The continuing design activity in Solar's Product Improvement Program utilizes new technologies, processes and equipment to upgrade and improve all of Solar's products. These activities cover a broad scope and are aimed at improving reliability and useful life of equipment manufactured by Solar. Special effort is made to maintain interchangeability with previous designs so that the improvements can be retrofitted economically into existing units.

# Support Services

## CONSTRUCTION SERVICES

Construction Services projects can range from turbomachinery equipment only to engineered systems to complex offshore modules or land-based, turnkey stations with control rooms, air conditioning, switchgear rooms, overhead cranes, and other associated equipment. Capabilities required to successfully install turbomachinery systems can include feasibility studies, proposal preparation, engineering and design, material procurement, fabrication, project management, onsite construction, quality control, start-up, and commissioning.

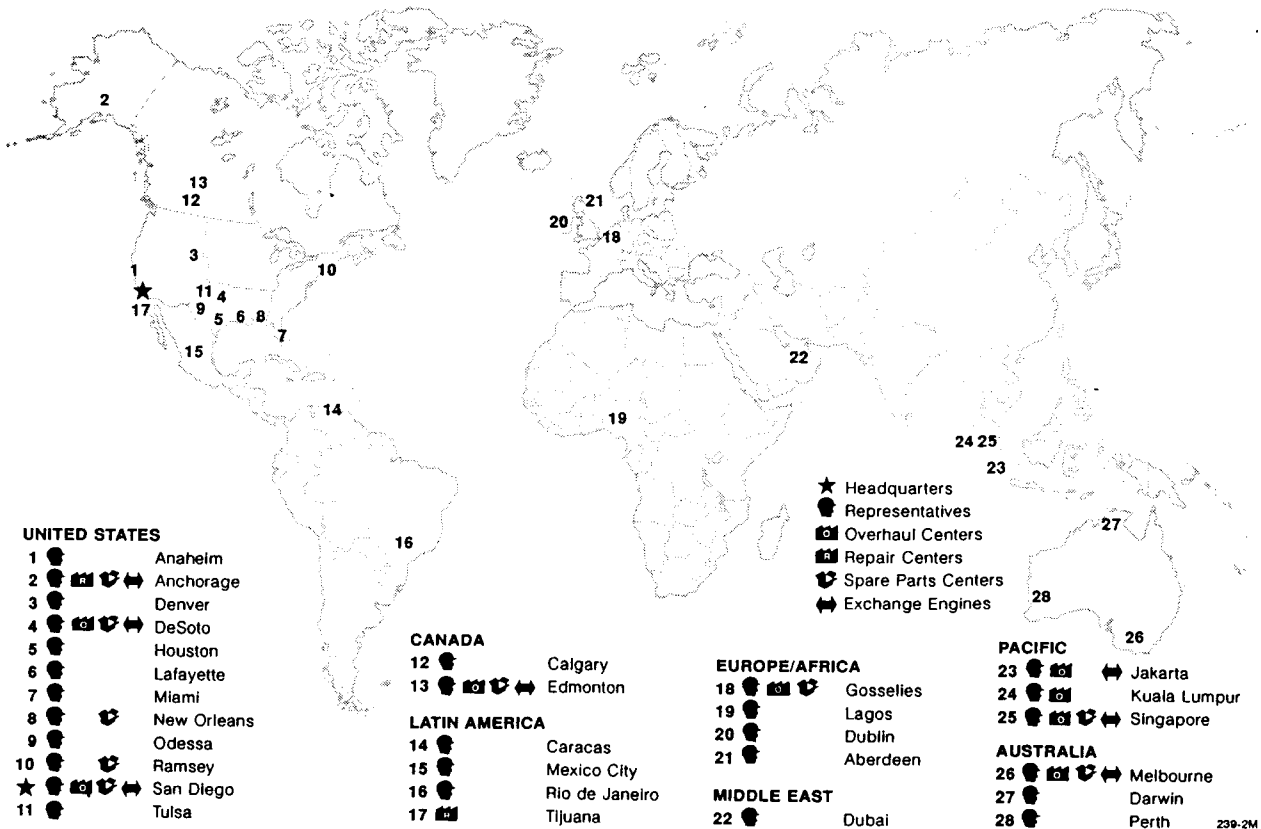
Solar offers single-source engineering and project management expertise, which optimizes economical system design, scheduling, procurement, construction supervision, installation, testing, and commissioning. Single-source responsibility provides turbomachinery system users with contractual and technical interfaces,

as well as design continuity for all station components. Budget control augments the project's viability through firm-price contracts.

## CUSTOMER SERVICES

Solar's Customer Services organization is dedicated to the support of Solar's equipment. Contained within the organization are the critical elements integral to providing a broad range of after-sale services.

Customer Services from Solar integrates factory engineering and manufacturing experience with technical field capabilities to provide support programs that keep operational costs down and maintain reliability at the level of excellence designed into the equipment. Worldwide technical support, replacements parts, maintenance programs, overhaul, training, and updating of existing equipment are but a few of the responsibilities of Customer Services.



Solar's Customer Services Facilities

## vi) Outras Hipóteses





**CENTRAX**  
**CENTRAX**  
**CENTRAX**  
**CENTRAX**  
**CENTRAX**  
**CENTRAX**  
**CENTRAX**

**TURBINAS  
DE GAS**

**CX 501**

**Potencia  
y  
Rendimiento**



## COGENERACION

La línea de generadores **CX501** son los más adecuados para las demandas actuales de calor y potencia simultánea. Las unidades Centrax ofrecen la capacidad de operaciones de carga pesada de larga duración, con un gran rendimiento térmico, un bajo flujo másico y un bajo trabajo específico que redundan en un excelente retorno económico de la inversión. Las unidades en funcionamiento operan a su máxima potencia de generación eléctrica mientras que la demanda de calor está variando independientemente, esto ofrece una gran flexibilidad operacional.

Centrax sitúa dentro de sus unidades **CX501** la línea más famosa y de mayor éxito de turbinas Allison 501. Estas turbinas son la versión industrial de las T56, turbinas de aviación que han acumulado hasta ahora muchos millones de horas de operación. La máquina propulsa una gran variedad de aviones incluido el avión de transporte Lockheed Hercules C-130, que tiene el inigualable record mundial de fiabilidad.

El calor extraído de los gases de combustión puede ser utilizado de diversas formas, la más común de ellas es la utilización de una caldera de recuperación de calor para generación de vapor en distintas aplicaciones. Alternativamente el calor de los gases puede ser usado directamente en procesos de uso tales como, secado de arcilla, secado de hierba, o producción de agua caliente para planes de calentamiento de zonas habitadas.

## CICLOS COMBINADOS

Cuando el calor demandado es variable y más bajo en proporción a la demanda eléctrica, es posible añadir una turbina de vapor al ciclo. De esta forma la potencia eléctrica y el rendimiento se incrementan a expensas del calor de recuperación. Puesto que la potencia obtenida es más valiosa que el calor, el periodo de retorno de la inversión se mejora, de igual forma que la potencia llega a incrementarse en un 40%.

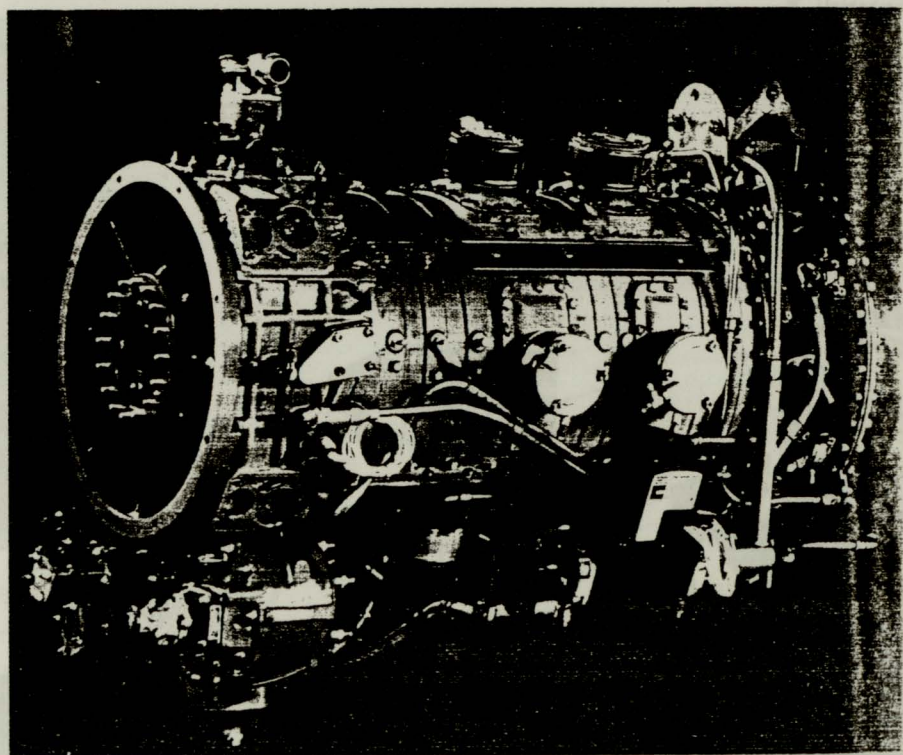
## SISTEMA DE INYECCION DE VAPOR

Centrax ofrece el sistema de inyección de vapor usando la turbina Allison 501KH, incorporando la tecnología del ciclo Cheng. Todo el vapor producido por los gases de escape sin combustión posterior en la caldera es inyectado en la cámara de combustión de la turbina para elevar la potencia de la KH hasta un 60%, por ejemplo desde los 3.7 MWe nominales hasta los 5.6 MWe. Variando la cantidad de inyección de vapor entre cero y un máximo se posibilita la completa flexibilidad de la operación.

Disponibilidad Fiabilidad



▲ El Hercules. El avión de transporte de mayor éxito en el mundo está propulsado por la turbina de gas T56

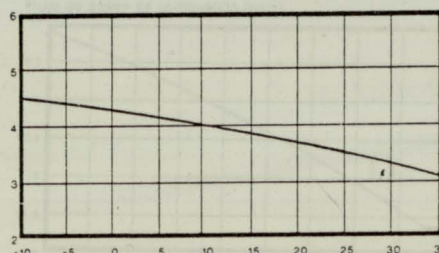


▲ El generador de fuerza motriz en el rango de CX501 es la Turbina Allison 501K - una versión industrializada de la T56

**CENTRAX**

Potencia - Temperatura ambiente  
CX 501KB5 - Gas Fuel

Potencia (MW)

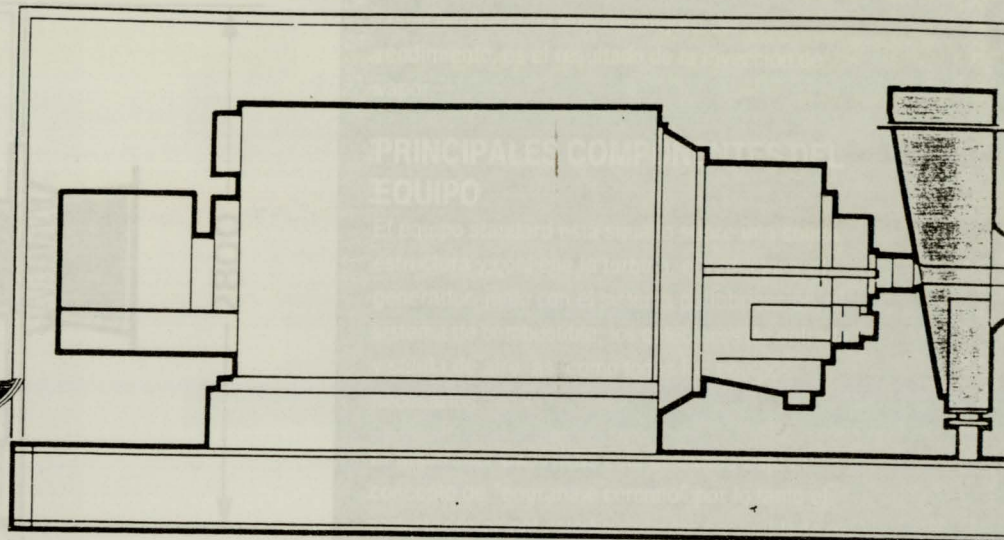
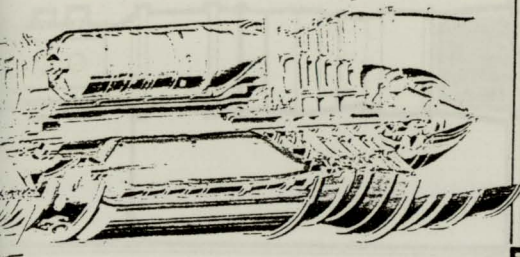


Temp. ambiente (°C)

▲ Datos de Rendimiento



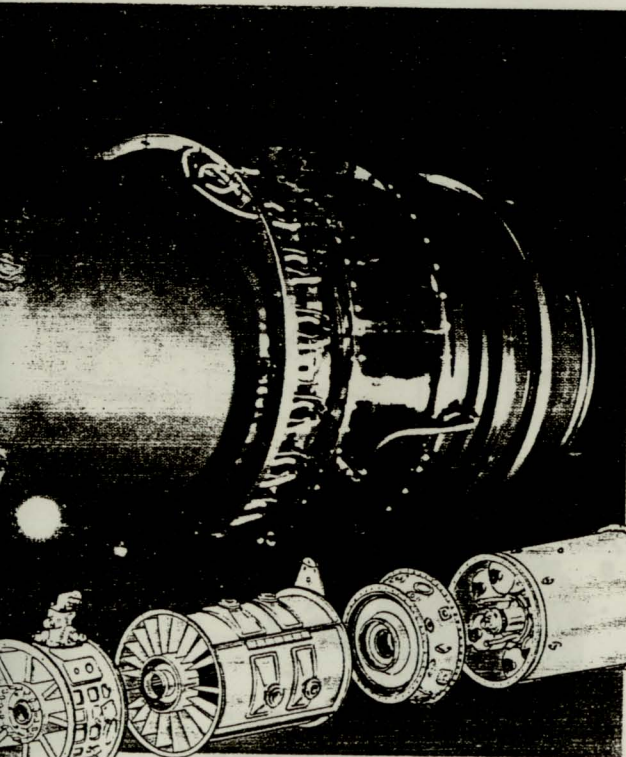
# Seguridad Disponibilidad Fiabilidad



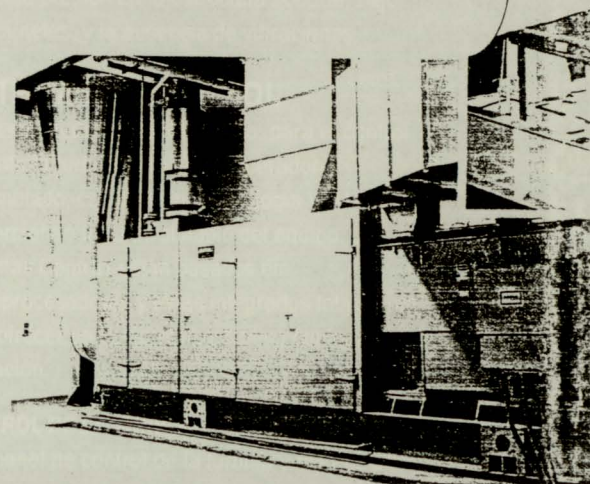
8400

ANCHURA: 2650mm  
PESO APROX. 30,000kg

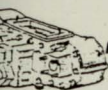
▼ Unidad de



▲ Las características del diseño modular de la Allison 501K facilitan el mantenimiento y el servicio "in situ"



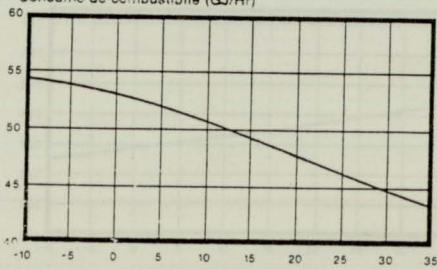
▲ 3.7 MWe Aplicación directa en secado



CENTRAX

Consumo de combustible - Temp. ambiente  
CX 501KB5 - Gas Fuel

Consumo de combustible (GJ/Hr)

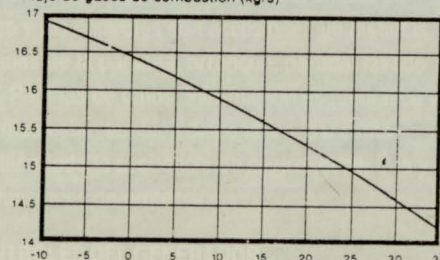


Temp. ambiente (°C)

CENTRAX

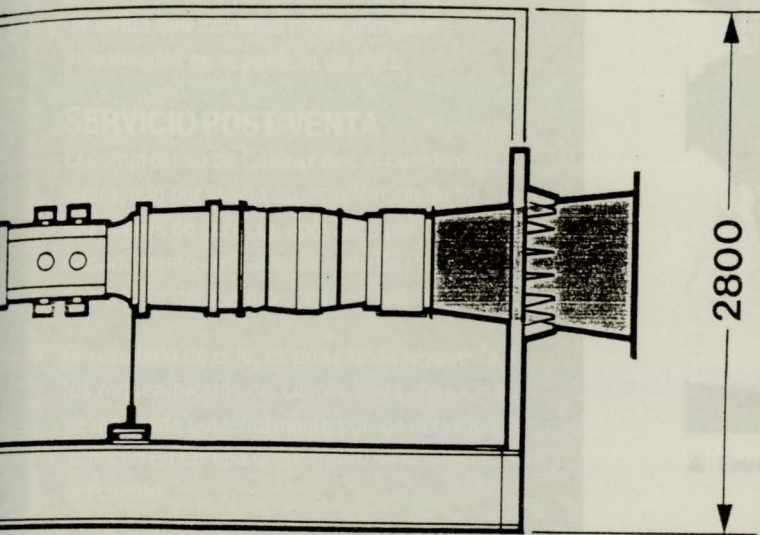
Flujo de gases de combustión - Temp. ambiente  
CX 501KB5 - Gas Fuel

Flujo de gases de combustión (kg/s)

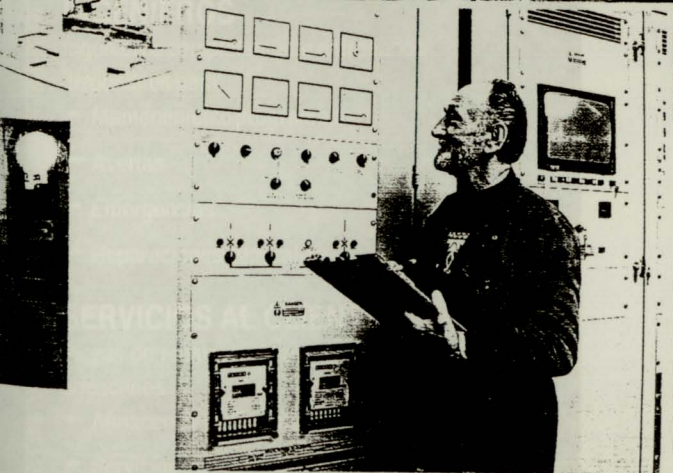
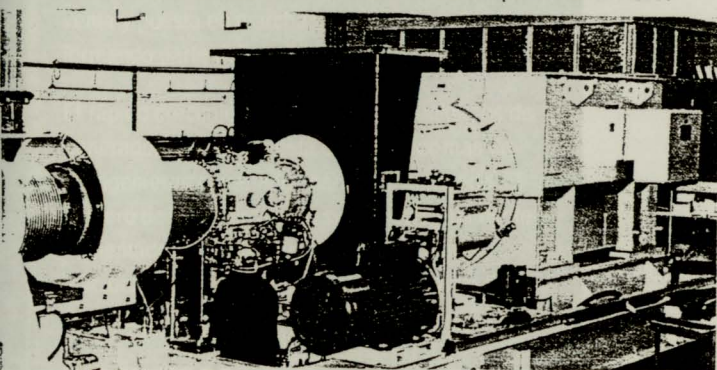


Temp. ambiente (°C)



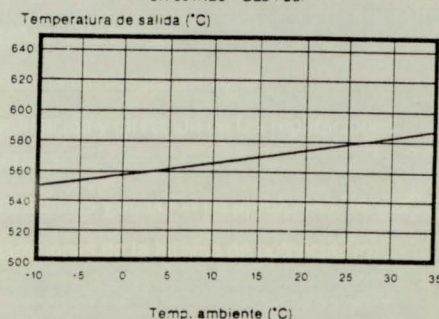


...n de 3.7MWe casi completa en la sección de ensamble de Newton Abbot



El sistema de control completamente integrado proporciona un simple y fiable control monitorización de la unidad de generación Centrax

**CENTRAX** Temperature de salida - Temp. ambiente  
CX 501KB5 - Gas Fuel



Ninguna otra turbina de gases en el rango de tamaño de la 501 ofrece la posibilidad de inyección de esta cantidad de vapor. Una sustancial reducción en emisiones de NOx así como también una enorme mejora del rendimiento, es el resultado de la inyección de vapor.

## PRINCIPALES COMPONENTES DEL EQUIPO

El equipo standard está situado sobre una sólida estructura y contiene la turbina, el reductor y el generador, junto con el sistema de lubricación, el sistema de combustible, los colectores de entrada y salida de aire, así como todos los equipos necesarios.

El generador CX501KB5 está diseñado bajo el concepto de "engranaje cercano" por lo tanto el reductor principal está físicamente ensamblado a la estructura del generador. La potencia se transmite al eje desde la turbina directamente al reductor, el par de reacción es absorbido por la barra de par de interconexión.

El reductor es un diseño de estrella espiciclica con un generoso sobredimensionamiento en capacidad de carga y velocidad. Existe un amplio rango de generadores de 50 y 60 Hz, 4 polos, cubriendo voltajes desde 3 a 15KV.

No se requieren cimentaciones especiales debido a la baja presión en la estructura soporte, bajo los cojinetes, y la ausencia de vibraciones.

## SISTEMAS DE CONTROL

Los paneles de control completo, para el control de tanto la turbina como del generador ensamblado, con la última tecnología VDU, proporcionan un control fiable del equipo. Los sistemas Centrax están basados en microprocesadores y están integrados totalmente para ofrecer un completo control en cualquier aplicación.

## CONTROL DE LA TURBINA

Este panel de control de la turbina y del equipo asociado contiene la unidad de control de combustible de la turbina Allison así como el principal PLC, para requerimiento, monitorización y protección del equipo. La información para los operarios se proporciona sobre una unidad de video y los controles son accesibles en distintas páginas de la pantalla; arranque, parada, lavado etc.. Páginas de datos, información esquemática y alarmas están también disponibles, así como también toda la secuencia de control necesaria y las funciones de protección.

## CONTROLES DEL GENERADOR

Este panel contiene el regulador automático de



tensión para el generador, así como el equipo para la sincronización con la red además de la monitorización del generador. El panel está conectado con el panel de control de la turbina de forma que los datos necesarios son visualizados en la pantalla de VDU.

## SERVICIO POST-VENTA

El compromiso de Centrax con el cliente está subrayado por la alta especialización de sus ingenieros de servicio, apoyados por un gran departamento de Mantenimiento de Productos, como base para operaciones en todo el mundo.

El resultado de esto, es una rápida respuesta a los requerimientos del cliente, cuya atención se ve mejorada posteriormente por los servicios de almacén en Europa que garantizan la satisfacción del cliente.

No solo son los equipos cuidadosamente diseñados por el departamento de ingeniería y ensamblados en un mínimo de unidades autoportantes, sino que todos los servicios de venta y puesta en marcha son suministrados formando parte del equipo completo.

El rápido crecimiento del número de unidades de generadores Centrax, está cubierto por más de 30 ingenieros entrenados para este cometido. El número de ingenieros está siendo continuamente aumentado para adaptarse a las unidades adicionales. Esto demuestra el compromiso de Centrax para satisfacer al cliente.

## INGENIEROS

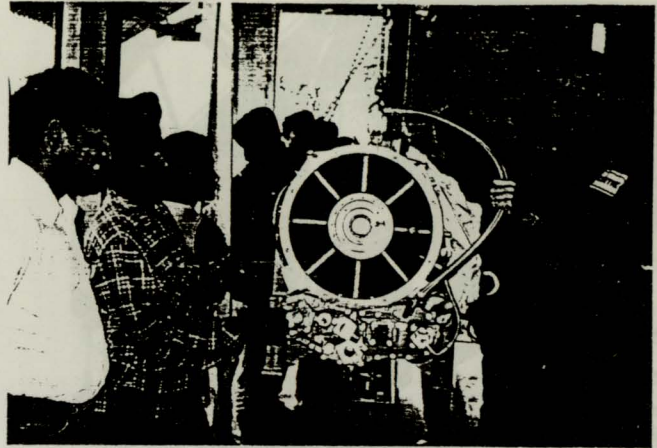
Ingenieros completamente entrenados disponibles para:

- Mantenimiento programado
- Averías
- Emergencias
- Reparaciones generales

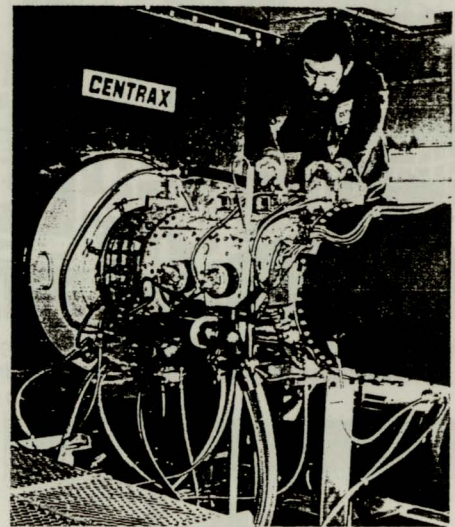
## SERVICIOS AL CLIENTE

Piezas de recambio y herramientas en todos sus almacenes

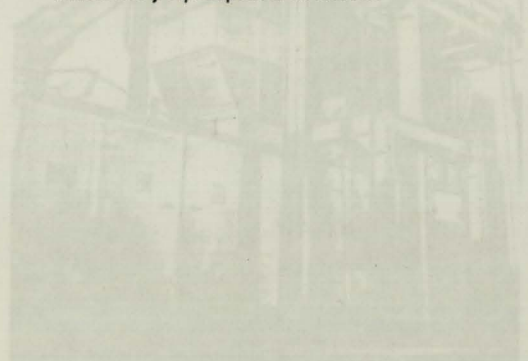
- Almacenes en España y Holanda
- Servicios de mantenimiento programado (SMI)
- Contratos de mantenimiento global, disponibles
- Entrenamiento técnico
- Asistencia técnica por teléfono
- Coordinación y dirección de las reparaciones generales
- Reparaciones y solución de problemas "in situ"
- Reparaciones de la turbina de potencia "in situ"



▲ Entrenamiento personalizado durante una instalación en la India



▲ Las posibilidades de test en Newton Abbot aseguran que todas las unidades dejen la factoría listas para una inmediata instalación y rápida puesta en marcha



▲ Una unidad generadora Centrax completa para trabajar al exterior en el templo BPP, Salafud

CE  
inv  
equ  
Est  
Euro  
Una  
bord  
Nas  
inv  
Otra  
mar  
mod  
com  
cua  
que  
CA  
Tod  
para  
fiab  
mar  
Para  
Com  
Para



## CENTRAX Y EL MEDIO AMBIENTE

Centrax ha reforzado su compromiso con el medio ambiente ofreciendo las opciones de la inyección de agua y vapor para su rango de equipos generadores con turbinas de gas.

Estas opciones cumplen las regulaciones Europeas.

Una ventaja añadida es que la potencia en bornes del generador se incrementa también hasta un 10, 12.5, ó un 50% dependiendo de la inyección de agua ó vapor elegida.

Otras áreas donde Centrax ha contribuido a mantener limpio el medio ambiente, han sido la modificación de los modelos existentes para la combustión del gas de mina ó del landfill gas el cual de otra forma sería enviado a la atmósfera ó quemado inútilmente.

## CALIDAD

Todos los equipos son rigurosamente controlados para asegurar que la alta calidad standard y la fiabilidad demandada por la compañía se mantienen.

Para lograr este objetivo el control de la Compañía tiene un efectivo "Sistema de Control de Calidad" el cual cumple los requerimientos de la BS 5750 parte 1.

Para más información contactar con:



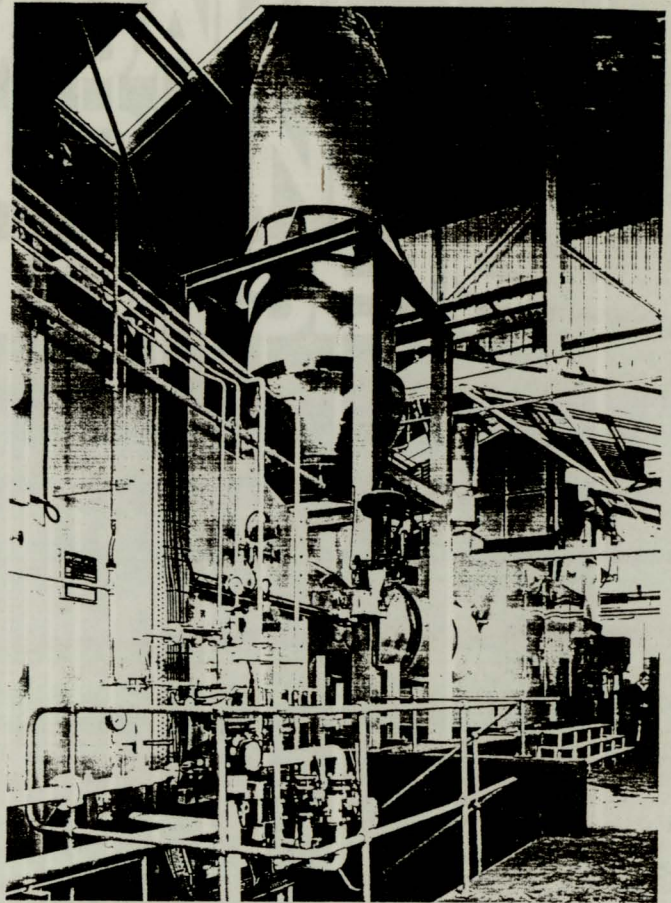
## CENTRAX LIMITED (Gas Turbine Division)

Staldon Road  
Newton Abbot  
Devon TQ12 4SQ  
ENGLAND

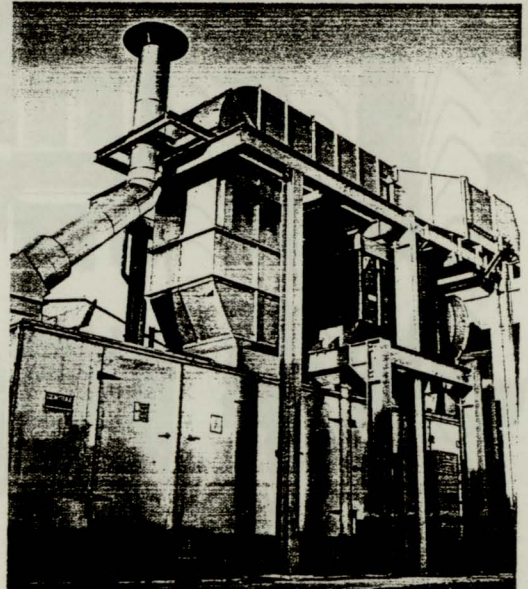
Teléfono + 44 626 52251  
Fax + 44 626 52250  
Telex 42935

Publicación 76/1SP

La información incluida en este folleto está prevista para información solamente, y no para motivos contractuales.



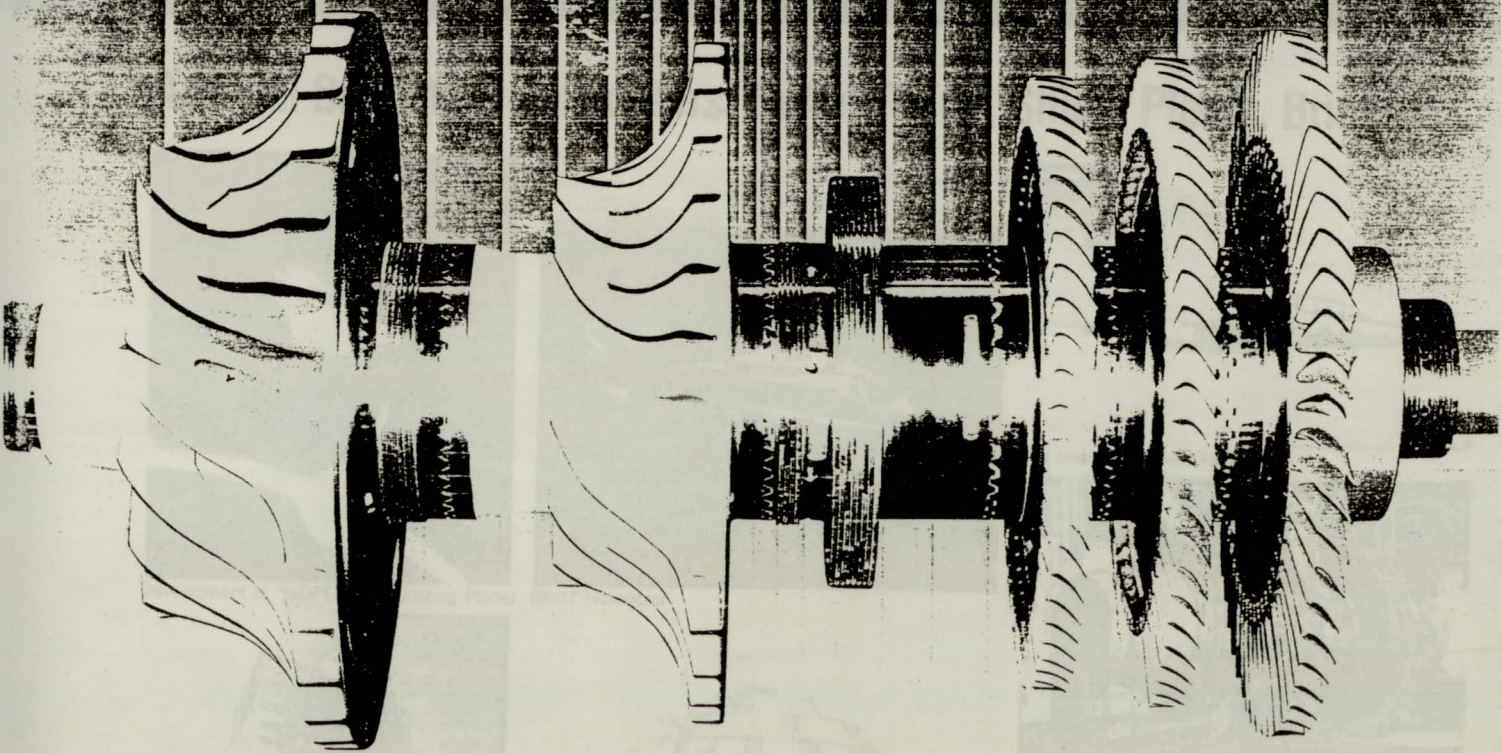
▲ Una unidad generadora CX501 KB5 unida a una caldera de recuperación con postcombustión adicional en una industria papelera en Birmingham GB



▲ Una unidad generadora Centrax completa para trabajo al exterior en el complejo BNFL Sellafield



# KAWASAKI GAS TURBINE GENERATOR SETS



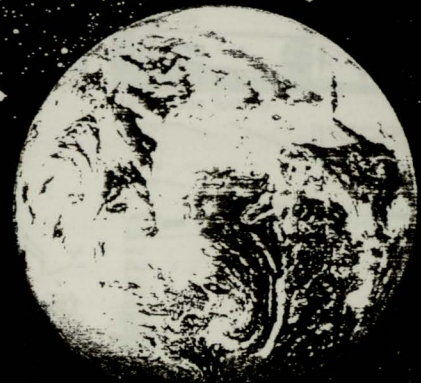
**KAWASAKI**  
HEAVY INDUSTRIES, LTD.



# KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD.

## An Integrated Engineering Manufacturer Spreading Its Interests by Land, Sea and Air.

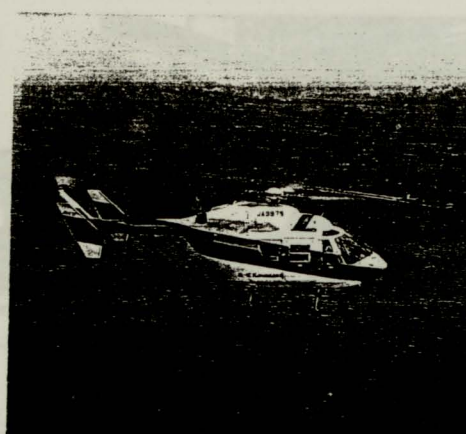
With its establishment in 1878, the history of Kawasaki Heavy Industries already exceeds 110 years. In this long and steady trip, our business has widely expanded to include the manufacturing of ships, railway rolling stock, aircraft, a variety of industrial plants, steel structures, general machinery, motorcycles, etc. extending over land, sea and air. Of course, not only by constant production alertness but also through exclusive technologies accumulated in each engineering field, we are working to develop technologies related to transportation innovations, national land and marine resources development, space developments, environmental controls, new energy developments and biotechnology developments. The range of our technologies are greatly expanding to encompass large, diverse projects.



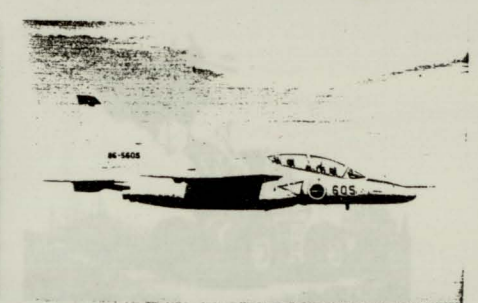
### Artificial Satellites, Helicopters, Bullet Trains, Ships, Plants, Bridges...



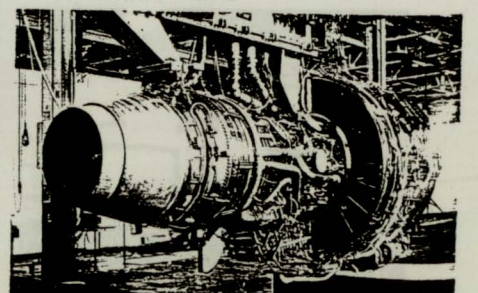
Development of "HOPE" (H-II Orbiting Plane)



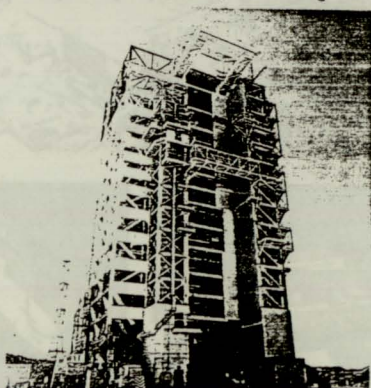
BK117 Helicopter



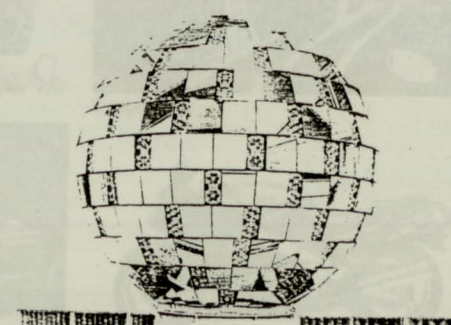
T-4 Intermediate Jet Trainer



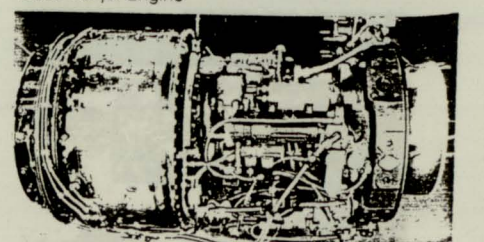
V2500 Fanjet Engine



H-II Vehicle Launch Complex

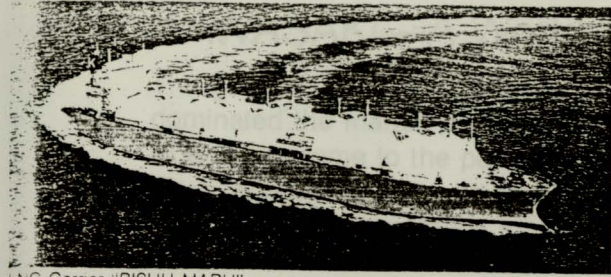


Geodetic Satellite "AJISAI"

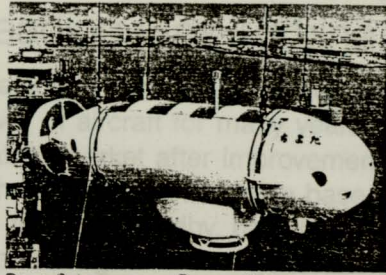


T53 Turbo-Shaft Engine

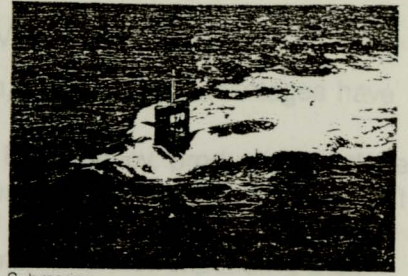




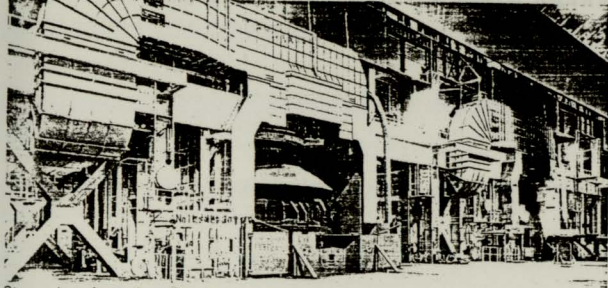
LNG Carrier "BISHU MARU"



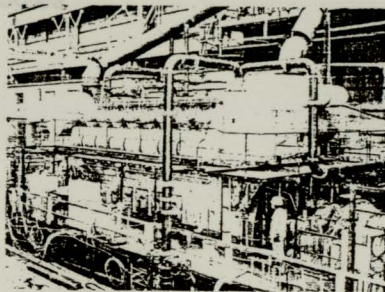
Deep Submergence Rescue Vehicle



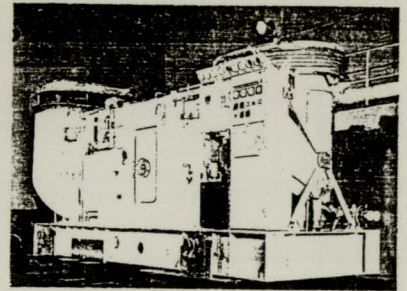
Submarine



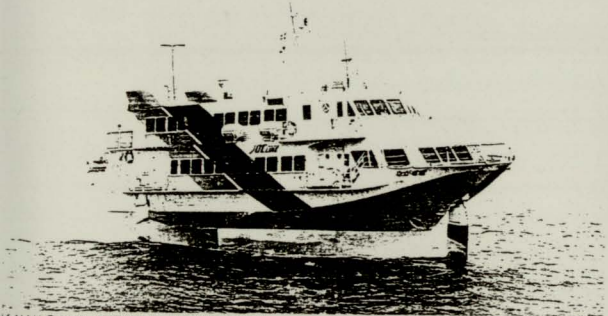
Steel Manufacturing Plant



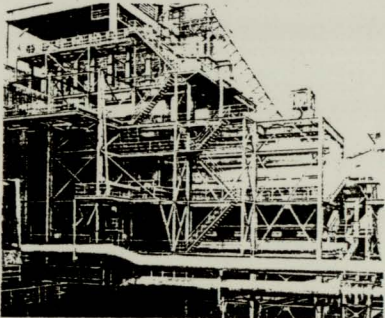
Marine Diesel Engine



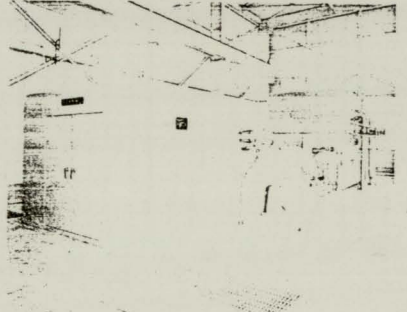
Marine Gas Turbine



KAWASAKI JETFOIL "TSUBASA"

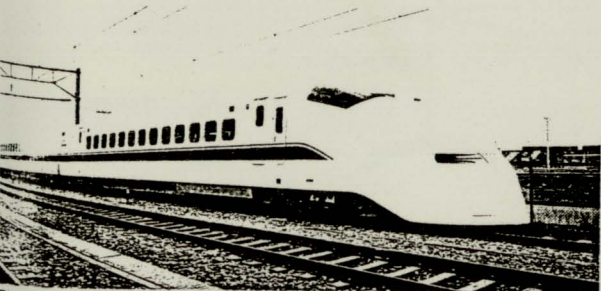


Waste-Heat Boiler for Nonferrous Metal Smelting Plant

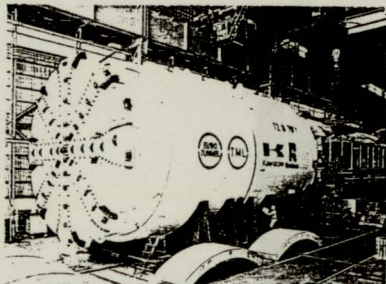


Steam Turbine

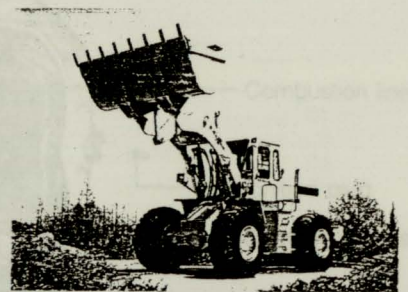
## We also produce Motorcycles and Jet Skis.



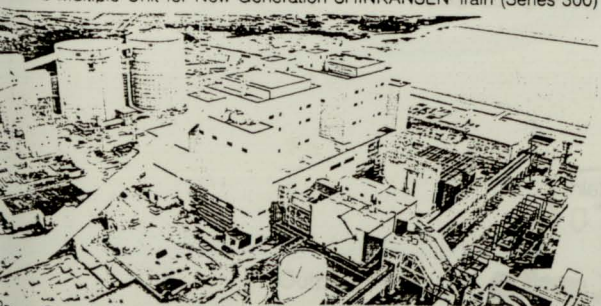
Electric Multiple Unit for New Generation SHINKANSEN Train (Series 300)



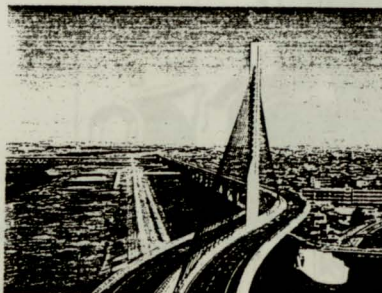
Tunnel Boring Machine



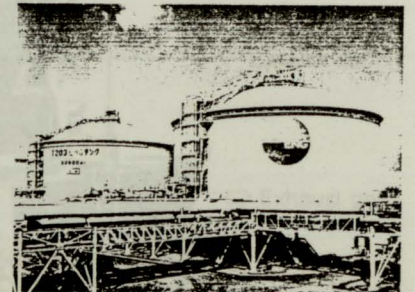
Wheel Loader



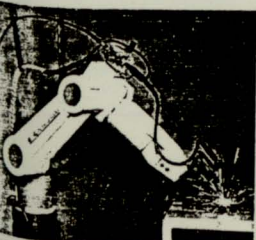
Power Plant



Bridge



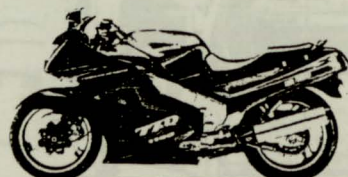
LNG Tank



Industrial Robot



Portable Generator



Motorcycle



Watercraft "Jet Ski"



# GAS TURBINE—An Ideal Prime Mover for Generator Set

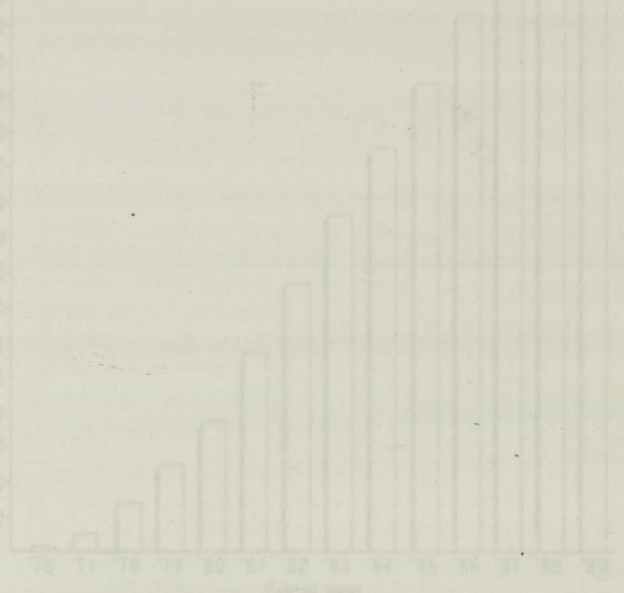
## KAWASAKI—A World-Leading Gas Turbine Manufacturer

The gas turbine was invented in the late 18th century, and since then, its excellent advantages have dominated the market as a prime-mover of aircraft for many years.

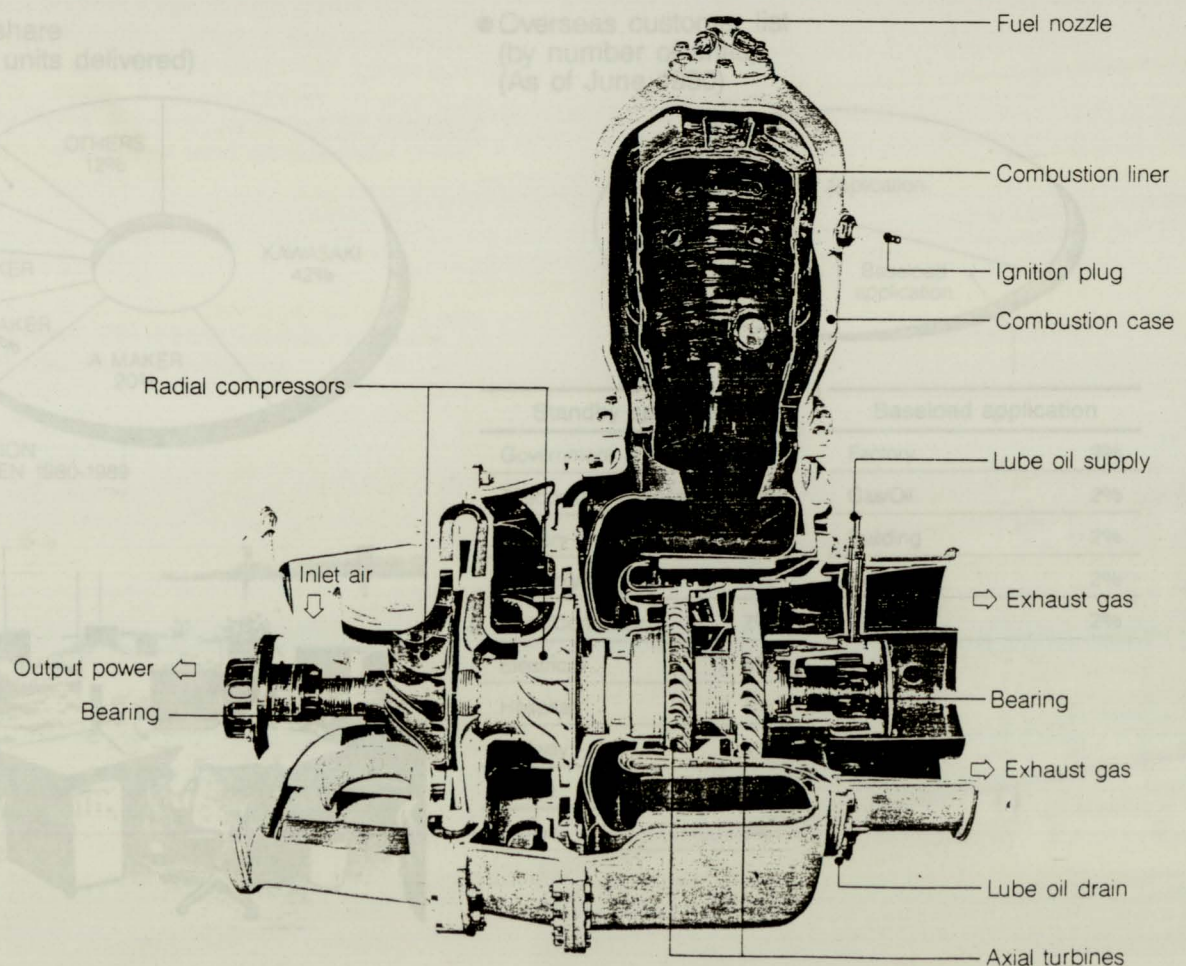
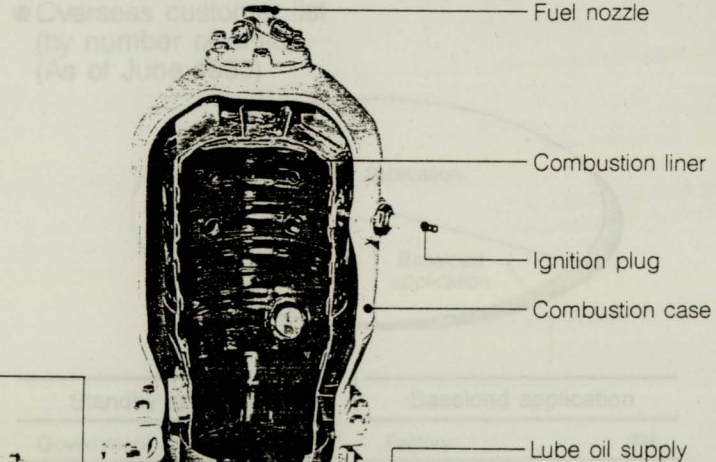
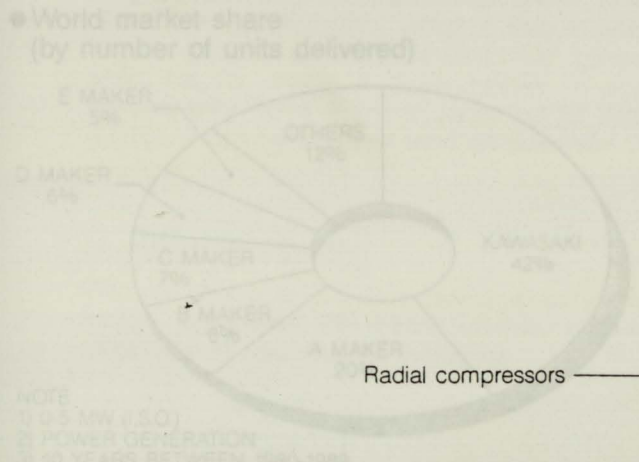
Now it has come to the power generation market after improvements in efficiency, production costs, etc. Kawasaki gas turbines, developed with our own technologies based on years of experience in aircraft jet engines, are now ready for service for your standby, baseload and co-generation requirements.

Kawasaki, now ranked as a market leader in gas turbine generator sets, is further expanding their production line with the latest technologies.

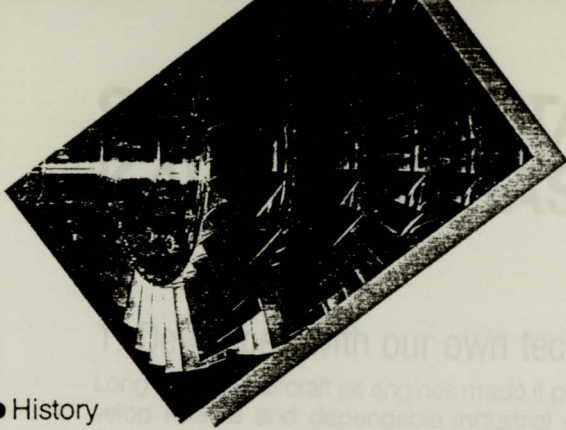
- 1948 Manufactured a total of 11,850 aircraft
- 1952 Started overhauling jet engines
- 1955 have overhauled a total of 15,000 jet engines as of 1955
- Started mass producing helicopters
- 1967 Completed first gas turbine engine for aircraft
- 1972 Started development of industrial gas turbines
- 1974 Completed first STA-01 type gas turbine
- 1975 First Kawasaki gas turbine genset completed
- 1977 First gas turbine genset delivered
- 1979 First mobile type gas turbine genset delivered
- First gensets to overseas customer delivered
- 1984 Co-generation system delivered
- 1985 Accumulated delivery of 1000th jet
- 1988 First Cheng cycle co-generation system delivered
- High efficiency MTA-13 type gas turbine completed
- 1989 Accumulated delivery of 2000th jet
- 1990 Industrial gas turbine division established



Akashi Works



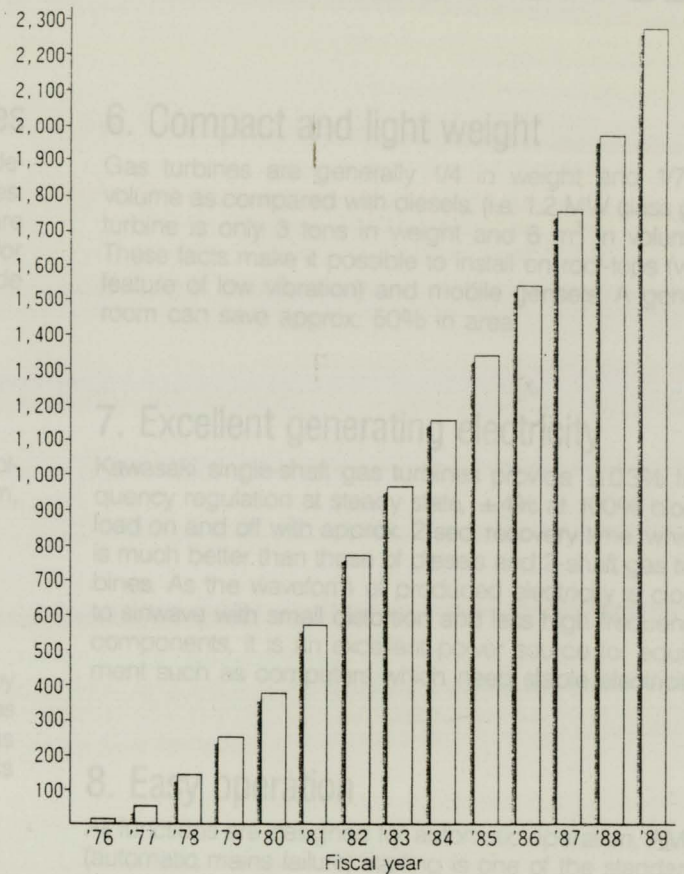




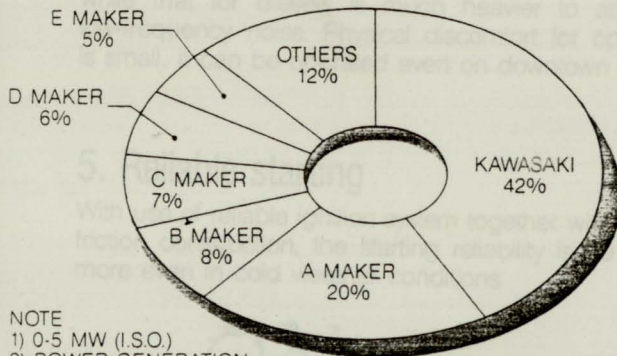
● History

- 1903 First successful flight by the Wright Brothers
- 1918 ~ Began manufacturing aircraft
- ~ 1948 Manufactured a total of 11,650 aircraft
- 1952 Started overhauling jet engines, have overhauled a total of 15,000 jet engines as of 1988
- Started manufacturing helicopters
- 1967 Completed first gas turbine engine for aircraft
- 1972 Started development of industrial gas turbines
- 1974 Completed first S1A-01 type gas turbine
- 1976 First Kawasaki gas turbine genset completed
- 1977 First gas turbine genset delivered
- 1979 First mobile type gas turbine genset delivered
- First gensets to overseas customer delivered
- 1984 Co-generation system delivered
- 1985 Accumulated delivery of 1,000th set
- 1988 First Cheng-cycle co-generation system delivered
- High efficiency M1A-13 type gas turbine completed
- 1989 Accumulated delivery of 2,000th set
- 1990 Industrial gas turbine division established

● Accumulated number of orders received.

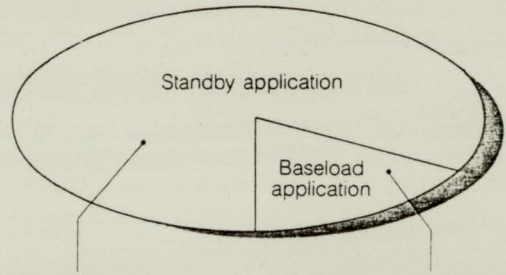


● World market share (by number of units delivered)



NOTE  
 1) 0-5 MW (I.S.O.)  
 2) POWER GENERATION  
 3) 10 YEARS BETWEEN 1980-1989

● Overseas customer list (by number of units) (As of June 1990)



Standby application		Baseload application	
Government	23%	Factory	9%
Telecommunications	12%	Gas/Oil	2%
Factory	8%	Building	2%
Building/Hotel	8%	Hospital	2%
Bank/Computer	7%	Others	2%
Electricity	6%		
Hospital	4%		
Railway	4%		
Airline	3%		
Others	8%		





# SOME ADVANTAGES INCORPORATED IN KAWASAKI GAS TURBINE GENERATOR SET'S

## 1. Developed with our own technologies

Long history in aircraft jet engines made it possible to develop reliable and dependable industrial gas turbines. All gas turbines for baseload/co-generation systems are designed for longer T.B.O. and minimum shut-down for maintenance, and adopt the latest technology to provide maximum thermal efficiency.

## 2. No cooling water

This ensures freedom from water troubles (leakage, cooling, boiling, waste) and eliminates water cooling system, making the system more reliable.

## 3. Low vibration

As all mechanical motion is rotary, vibration produced by gas turbines is small. The static vibration of gas turbines is 1/4 of that of diesels, and the dynamic weight of gas turbines is less than 10% of the static weight while it is about 50% for diesels.

## 4. Low noise

As gas turbine engines rotate at high speed, produced noise is at high frequency, which is easy to attenuate. So the acoustic enclosure is simple in construction while that for diesels is much heavier to attenuate low-frequency noise. Physical discomfort for operators is small. It can be operated even on downtown streets.

## 5. Reliable starting

With use of reliable ignition system together with its less friction construction, the starting reliability is 99.4% or more even in cold weather conditions.

## 6. Compact and light weight

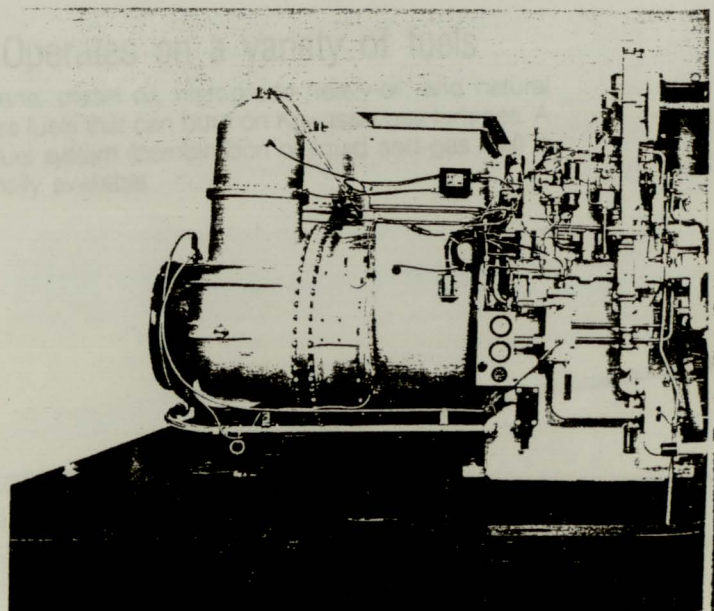
Gas turbines are generally 1/4 in weight and 1/7 in volume as compared with diesels. (i.e. 1.2 MW class gas turbine is only 3 tons in weight and 6 m<sup>3</sup> in volume.) These facts make it possible to install on roof-tops (with feature of low vibration) and mobile gensets. A genset room can save approx. 50% in area.

## 7. Excellent generating electricity

Kawasaki single-shaft gas turbines provide  $\pm 0.3\%$  frequency regulation at steady state,  $\pm 4\%$  at 100% block load on and off with approx. 2-sec. recovery time, which is much better than those of diesels and 2-shaft gas turbines. As the waveform of produced electricity is close to sinwave with small distortion and less high frequency components, it is an excellent power source for equipment such as computers which need stable electricity.

## 8. Easy operation

All functions are designed for automatic operation. AMF (automatic mains failure) starting is one of the standard functions. Fully equipped automatic protection system ensures safety running of gensets and saves operator's attention.





# STANDBY MODEL (GPS series)

Standby generator sets are used and they are used in many cases of emergency supply. These generator sets are much different from the normal ones of the same capacity. They are used in many cases of emergency supply. They are used in many cases of emergency supply.

## 9. Clean exhaust gas

Due to perfect combustion of fuel oil in gas turbines, exhaust gas is much clean. Typical example shows that NOx is 1/10, CO is 1/40, SOx is 1/5 in volume less than those of diesel emissions on No.2 diesel oil. Furthermore, carbon powder (as black smoke) is hard to see and due to its construction that lube oil is completely separated from the hot part, lube oil is not mixed into the exhaust gas passage. When an optional gas fuel system is employed, the exhaust gas will be much cleaner. This feature is becoming more important in keeping our environment clean. It is possible to reduce NOx further by using an optional water injection system.

## 10. Low installation cost

As the generator sets are packaged and the system consists of modules, they are easy to install anywhere. Due to light weight and low vibration, a concrete foundation requires only 1/7 in volume as that for diesel gensets. Open type diesel gensets discharge their heat in a genset room, thus requiring a large ventilation system, while packaged gas turbine gensets discharge their radiated heat outdoors to save such costs. No cooling water system is also a help in saving costs.

## 11. Low maintenance cost

Diesel engines require weekly maintenance while gas turbines need only a 5-minute operation at intervals of 1~2 months. Maintenance run can be done at no-load while diesels need on-load run. Simple construction of gas turbines is easy to maintain as number of construction parts is only 20~40% that of diesels. Maintenance parts are also light in weight.

## 12. Low fuel oil/lube oil consumption

Fuel consumption of gas turbines itself is more than that of diesels. But when fuel oil for maintenance run is included ( item 11 ), gas turbine gensets save costs. Lube oil consumption of gas turbines is only 0.08 l/hr at 1 MW class, which cost is small enough.

## 13. Easy inspection

Internal components of gas turbines can be checked with a bore scope and disassembly is normally not required.

## 14. Loading time is fast

Although the starting time of gas turbines is longer than that of diesel engines, a 100% rated load can be applied immediately after starting. This eliminates warm-up time for immediate service.

## 15. Can start large motors

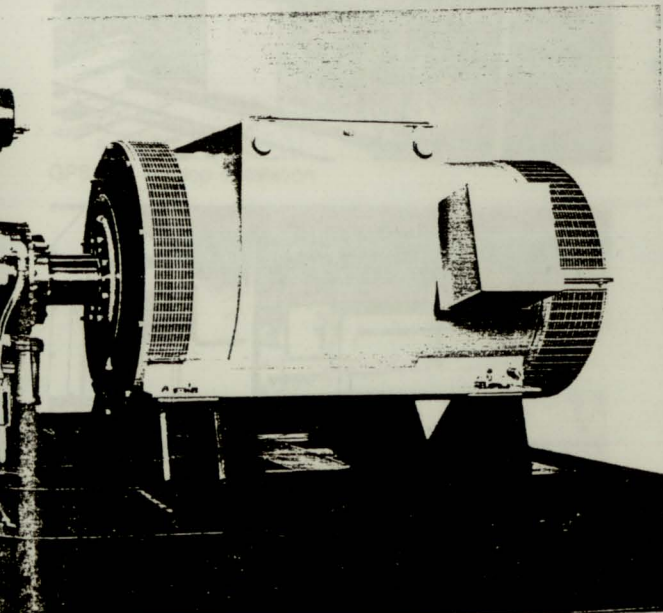
Gas turbine rotor rotates at high speed (53,000~22,000 rpm) and this high speed is reduced to 1,500/1,800 rpm for an alternator drive. This creates large inertia moment to absorb an inrush current at motor startings. It means small gas turbines can start-up large motors.

## 16. Absorbs large reverse-power

As gas turbines have large inertia moment, large reverse power produced by elevators, cranes, etc. can easily be absorbed with no external load banks. This capacity is estimated as much as 4 times that of diesels.

## 17. Operates on a variety of fuels

Kerosene, diesel oil, high-grade heavy-oil, and natural gas are fuels that can burn on Kawasaki gas turbines. A dual fuel system (combination of liquid and gas fuel) is optionally available.





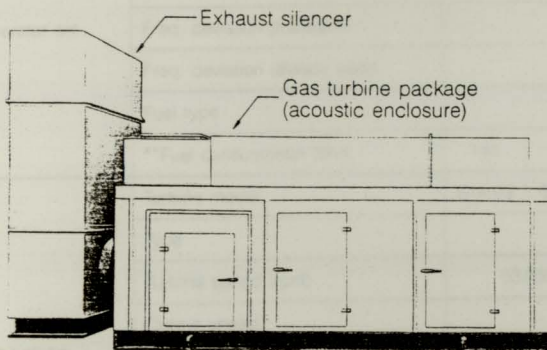
# STANDBY MODEL (GPS series)

Standby genset must start and supply its power in case of loss of utility supply. These functions much depend on prime-mover of the standby system. This is more important than financial conditions such as initial cost of equipment, etc.

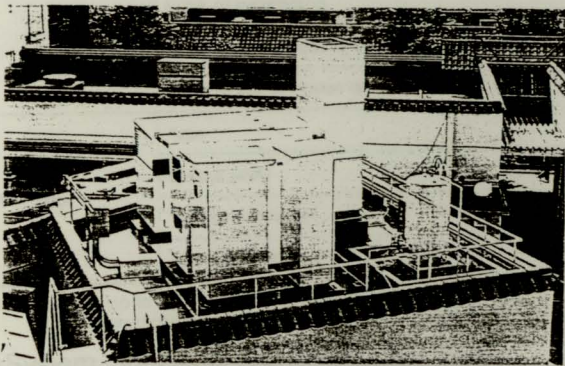
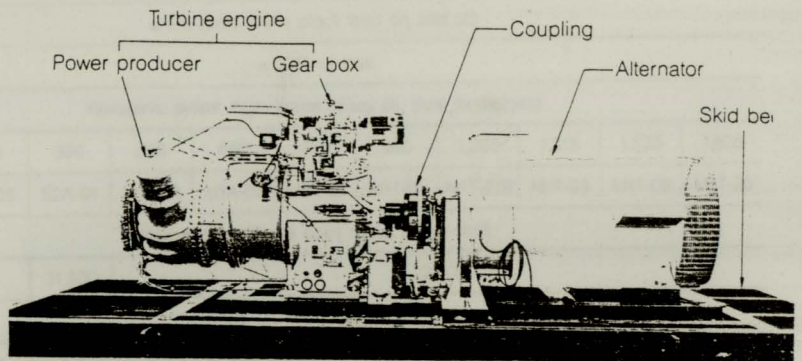
Kawasaki standby GPS series are suitable for standby power supply when utility power fails.

All the models are designed for automatic operation (start/power supply/stop) and equipped with alarm/protection systems.

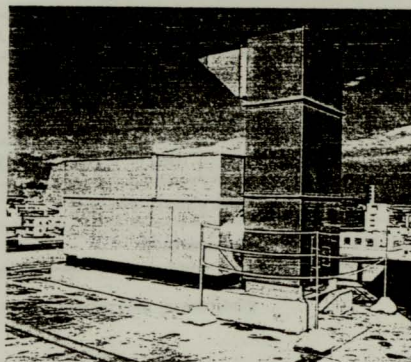
## ● Gas turbine package with exh. silencer



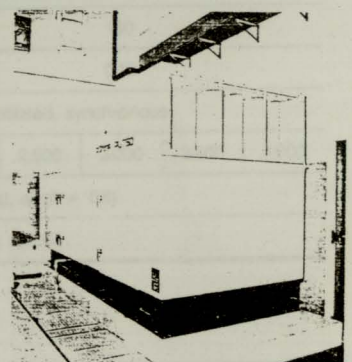
## ● Internal view of gas turbine package



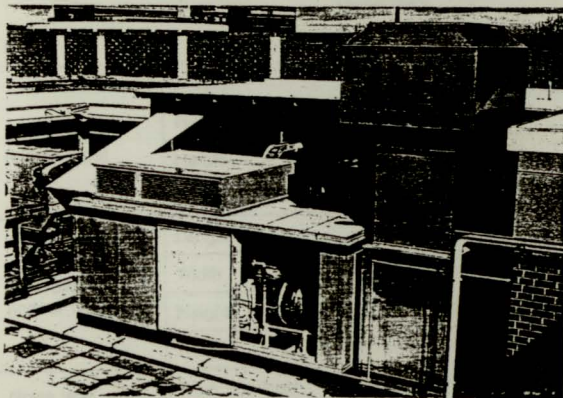
GPS500 narrow roof-top installation



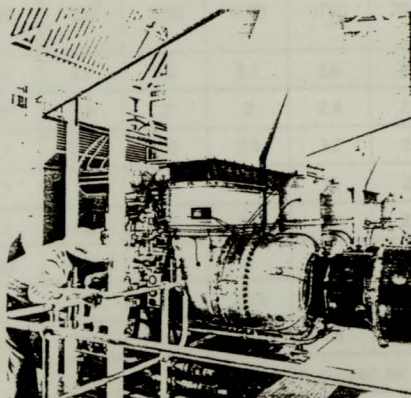
GPS750 roof-top installation



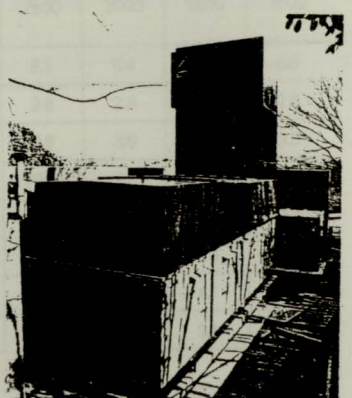
GPS750 indoor installation



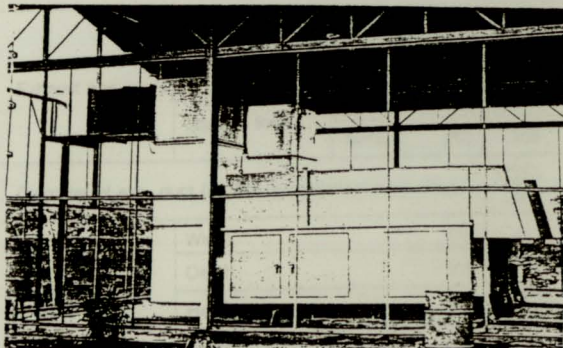
GPS1250 roof-top installation



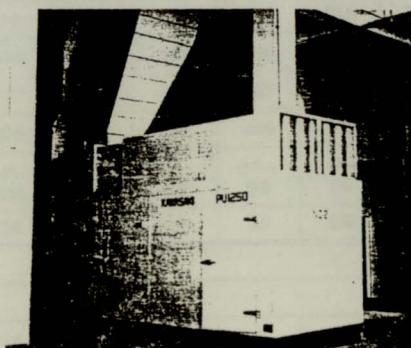
3 x GPS3000 indoor installation



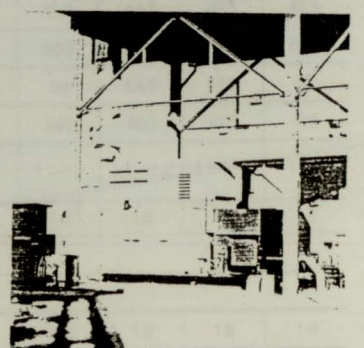
GPS2500 outdoor installation



2 x GPS750 pent-house installation



2 x GPS1250 indoor installation



GPS1500 pent-house installation

# GPS Series Specifications

## ● Basic Specifications

Model GPS		Item											
		250	500	750	1250	1500	1750	2000	2500	3000	3500	4000	
Generator set	*Output (kW)	200	400	600	1,000	1,200	1,400	1,600	2,000	2,400	2,800	3,200	
	Starting time	Within 40-sec. (Full load is applied within the starting time)											
	Load application capability	100% (resistive load)											
	Freq. deviation (transient)	±4% (with 100% block load on and off)											
	Freq. deviation (steady state)	±0.3% or less											
	Fuel type	Kerosene, diesel, high-grade heavy oil, dual (liquid/gas)											
	**Fuel consumption (#/hr)	140	275	320	555	655	750	980	1,235	1,315	1,520	1,635	
Gas turbine	Turbine model	S1A-03	S1T-03	S2A-01	M1A-01	M1A-03	M1A-06	M1T-01	M1T-01S	M1T-03	M1T-06	M1T-23	
	Type	Heavy-duty, simple open cycle, single-shaft											
	Turbine speed (rpm)	53,000			31,500			22,000					
	Output speed	1,500 rpm (50 Hz)/1,800 rpm (60 Hz)											
	Dry weight (ton)	0.39	0.64	1.3	30				5.7				
	Lube oil type/brand	Synthetic ester oil/SHELL ASTO-500 or MOBIL JET II											
	Lube oil tank capacity (approx. ℓ)	32	50	60	120				160				
	Lube oil consumption (#/hr)	0.05	0.1	0.08				0.16					
Alternator	Type	3-phase, open screen-protected, brushless, self-ventilated, synchronous											
	Output (kVA)	250	500	750	1,250	1,500	1,750	2,000	2,500	3,000	3,500	4,000	
	Voltage regulation	±1.5% (Steady state from no-load to full-load, at pf = 0.8)											
	Excitation system	Brushless by A.C. exciter and rotating diodes											

Note: \*Output: Up to 40°C of ambient temp.

\*\*Fuel consumption: At full load, 15°C, 150 m sea level with LHV = 10,300 kcal/kg (not guaranteed)

## ● System Specifications (Generator Set)

Model GPS		Item											
		250	500	750	1250	1500	1750	2000	2500	3000	3500	4000	
GT package (indoor type)	Length (m)	2.4	3.1	4.1	5.2	5.2	5.8	6.1	6.1	6.4	6.4	6.6	
	Width (m)	1.4	1.5	1.8	2	2	2.4	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	
	Height (m)	1.8	2.1	2.4	2.6	2.6	3.2	3.6	3.6	3.6	3.6	3.3	
	Weight (ton)	3	5.7	8	12	13	15	25	26	27	28	28	
Exh. Silencer (indoor type)	Length (m)	0.6	1.2	1.2	1.4	1.4	1.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	
	Width (m)	0.6	0.67	0.85	1	1	1	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	
	Height (m)	3	3.8	3.6	3.75	3.75	3.75	4	4	4	4.1	4.2	
	Weight (ton)	0.5	0.9	1.4	1.5	1.5	1.5	3	3	3	3.1	3.2	
Noise level at 1 m	From package	Approx. 85 dBA in open air											
	From exh. silencer outlet	Approx. 90 dBA											
Exhaust gas	Independent flow	Volume (m <sup>3</sup> /sec)	4.9	9.8	11.8	19.2	22.5	23.8	35.8	41.2	44.2	47.5	45.5
		Temp. (°C)	590	590	590	600	590	650	540	530	590	650	640
	Eductor flow	Volume (m <sup>3</sup> /sec)	6.5	12.7	15.5	23.3	26.7	28.3	43.3	50	54.3	57.5	57
		Temp. (°C)	365	375	370	425	420	420	390	385	405	435	410
Diameter of exh. duct (m) (for independent type only)		0.3~0.4	0.45~0.55	0.6~0.65	0.7~0.8	0.7~0.9	0.7~0.9	1~1.1	1~1.2	1.1~1.2	1.1~1.2	1.1~1.2	
Control panel (indoor type)	Width (m)	0.8											
	Depth (m)	1.6											
	Height (m)	2.35											
	Weight (ton)	0.8	0.8	1	1	1	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	

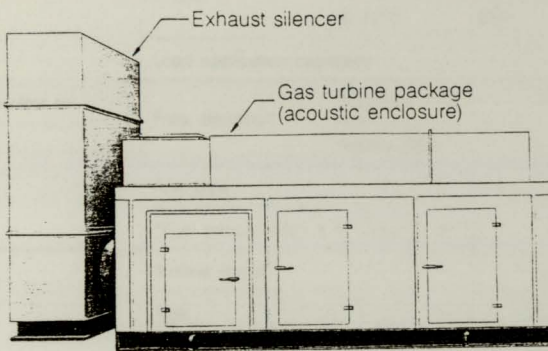
Above specs subject to change without notice.



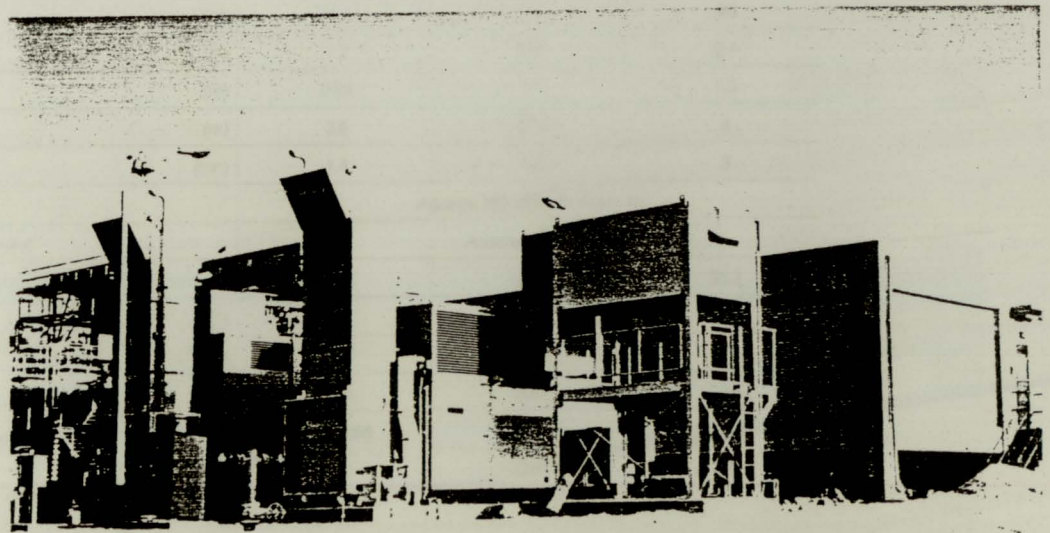
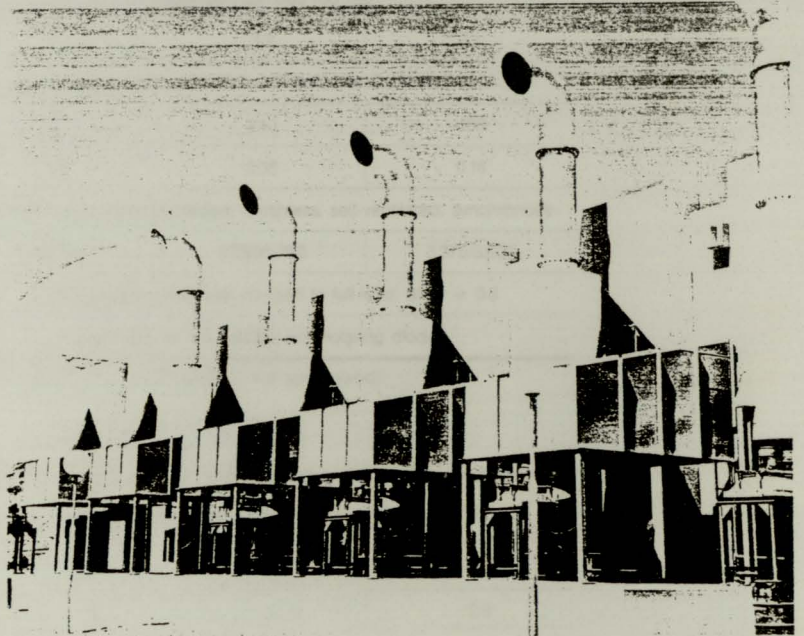
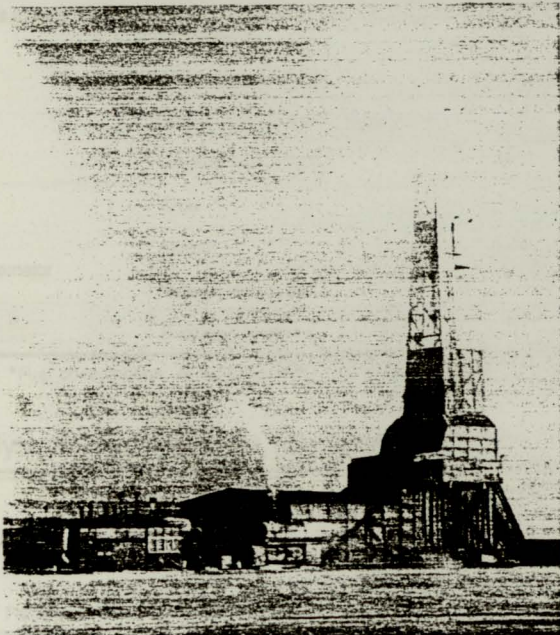
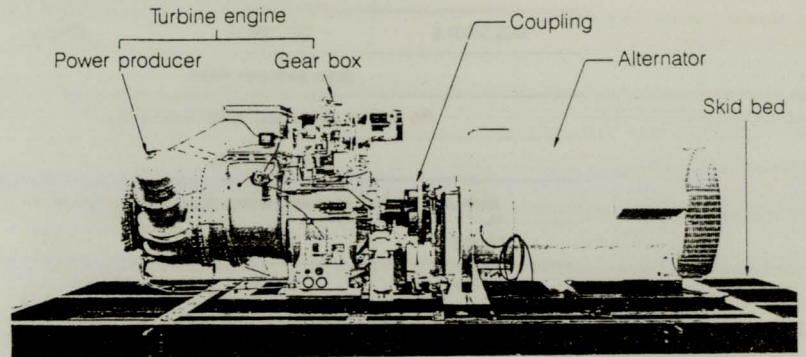
# BASELOAD MODEL (GPB series)

Kawasaki baseload GPB series are suitable for continuous power supply where no electricity is available or short in electricity supply. All the models are designed for automatic operation (start/power supply/stop) and equipped with alarm/protection systems.

● Gas turbine package with exh. silencer



● Internal view of gas turbine package



# GPB Series Specifications

## ● Basic Specifications

(liquid fuel/gas fuel)

Item		Model GPB		06	15	30
Generator set	Output	at 15°C	(kW)	600/620	1,400/1,430	2,700/2,800
		at 40°C	(kW)	445/465	1,100/1,120	2,100/2,200
	Load application capability	100% (resistive load)				
Generator set	Freq. deviation	Transient	± 4% (with 100% block load on and off)			
		Steady state	± 0.3% or less			
	Fuel type	Kerosene, diesel, high-grade heavy-oil, natural gas, dual				
	*Fuel consumption × 10 <sup>6</sup> (kcal/hr) at 15°C			2.6/2.6	5.0/5.0	9.9/10.1
	Turbine model			S2A-01	M1A-13	M1T-13
	Type	Heavy-duty, simple open cycle, single-shaft				
Gas turbine	Turbine speed	(rpm)		31,500	22,000	
	Output speed	(rpm)		1,500 (50 Hz)/1,800 (60 Hz)		
	Dry weight	(ton)		1.3	3.3	6.1
	Lube oil type/brand	Synthetic ester oil/SHELL ASTO 750 or CASTROL 98				
	Lube oil tank capacity (approx. ℓ)			60	240	160
	Lube oil consumption	(ℓ/hr)		0.08	0.08	0.16
Alternator	Type	3-phase, open screen-protected, brushless, self-ventilated, synchronous				
	Output	(kVA)		750/775	1,750/1,790	3,375/3,500
	Voltage regulation	± 1.5% (Steady state from no-load to full-load, at pf = 0.8)				
	Excitation system	Brushless by A.C. exciter and rotating diodes				

Note: \*Fuel consumption: At full load, 15°C, 150 m sea level with LHV = 9,940 kcal/Nm<sup>3</sup> or 10,100 kcal/kg (not guaranteed)

## ● System Specifications (Generator set)

Item		Model GPB		06	15	30
GT Package (indoor type)	Length	(m)		4.1	5.5	6.5
	Width	(m)		1.8	2.2	2.8
	Height	(m)		2.4	3.3	3.6
	Weight	(ton)		8	14	28
Exhaust silencer (indoor type)	length	(m)		1.2	1.4	2.4
	Width	(m)		0.85	1	1.3
	Height	(m)		3.6	3.75	4
	Weight	(ton)		1.4	1.5	3
Noise level at 1 m	From package	Approx. 85 dBA in open air				
	From exh. silencer outlet	Approx. 90 dBA				
Exhaust gas	Independent flow	Volume	(m <sup>3</sup> /sec)	100	21.4	35.3
		Temp.	(°C)	495	550	555
	Eductor flow	Volume	(m <sup>3</sup> /sec)	15.5	25.9	44.1
		Temp.	(°C)	370	400	380
Control panel	exh. duct (for independent flow type only)	(m)		0.6 - 0.65	0.7 - 0.9	1 - 1.1
	Width	(m)		0.8	0.9	1.8
	Depth	(m)		1.6		
	Height	(m)		2.35		
	Weight	(ton)		0.8	1	1.8

change without notice.



# CO-GENERATION MODEL (GPC/GPCC series)

Kawasaki co-generation GPC series are suitable for supply of both electricity and heat simultaneously. The heat in exhaust gas can be utilized in a waste heat boiler into steam for an absorption chiller, process steam, drying-process, etc. The complete co-generation system is designed for automatic operation including start-up/power and heat supply/shut-down of the system with alarm/protection systems.

Kawasaki Cheng-cycle co-generation system (GPCC series) is available as a flexible co-generation system. The excess steam is injected into the turbine to increase power and to save fuel consumption.

Kawasaki provides complete co-generation systems as Kawasaki is the only company in the world to manufacture gas turbines, waste heat boilers, absorption chillers, and other related equipment under one name.

## PARTICULAR ADVANTAGES

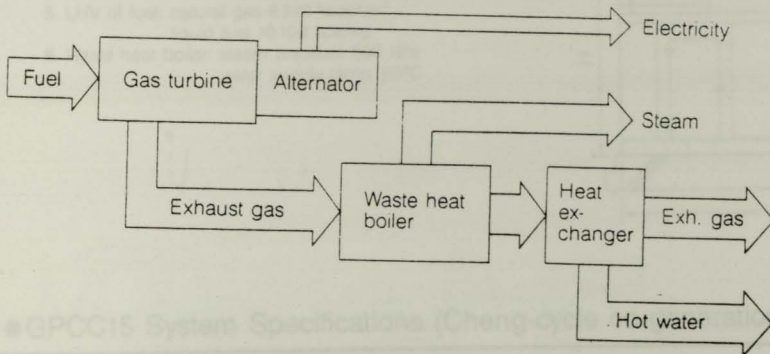
### 1. High temperature exhaust gas

The exhaust gas of gas turbines is at high temperature and clean. It can be utilized for direct drying purposes.

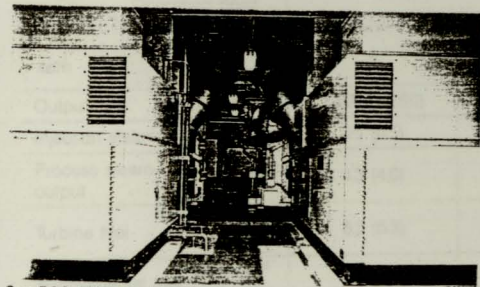
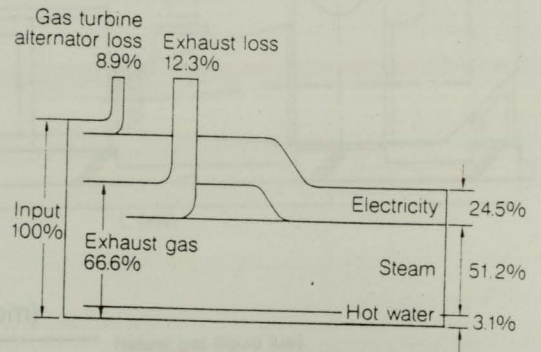
### 2. High pressure steam

High temperature exhaust gas makes it possible to be recovered in a waste heat boiler to produce high pressure steam.

### ● Typical system schematic



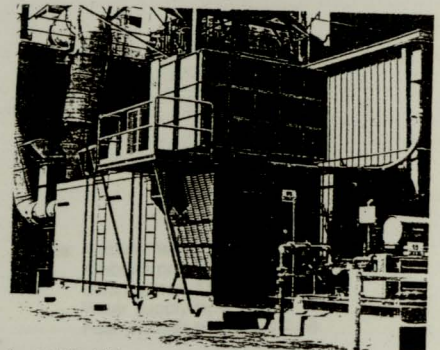
### ● Heat balance



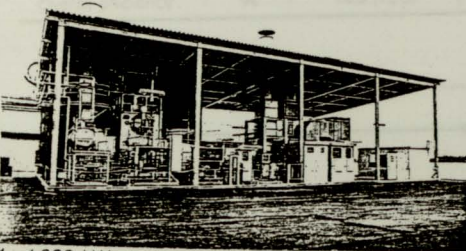
2 x 500 kW at chemical factory



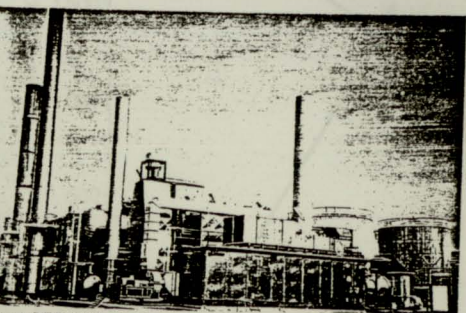
1 x 1,000 kW at food factory



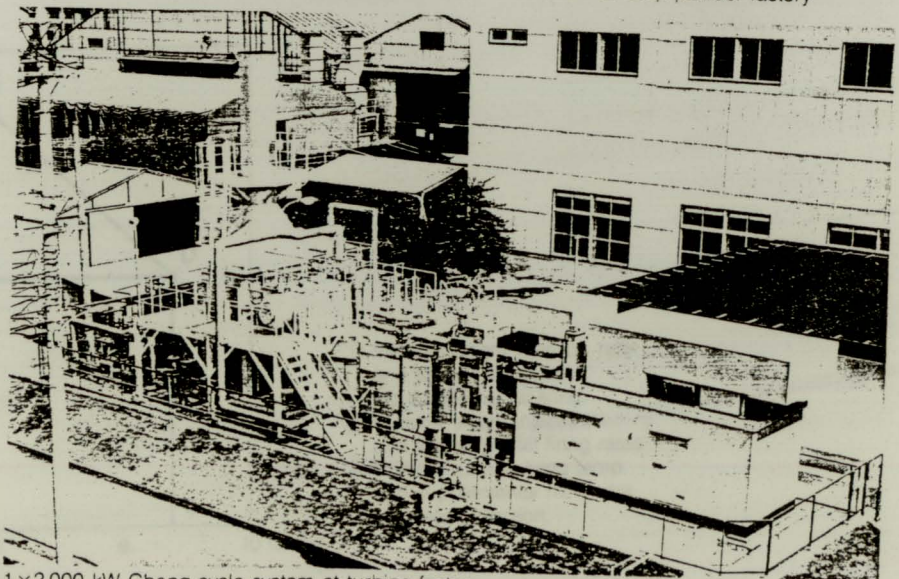
1 x 1,400 kW at soap-powder factory



1 x 1,320 kW at rubber factory



1 x 1,350 kW at chemical factory



1 x 2,000 kW Cheng-cycle system at turbine factory

## ● System Specifications (Complete co-generation system)

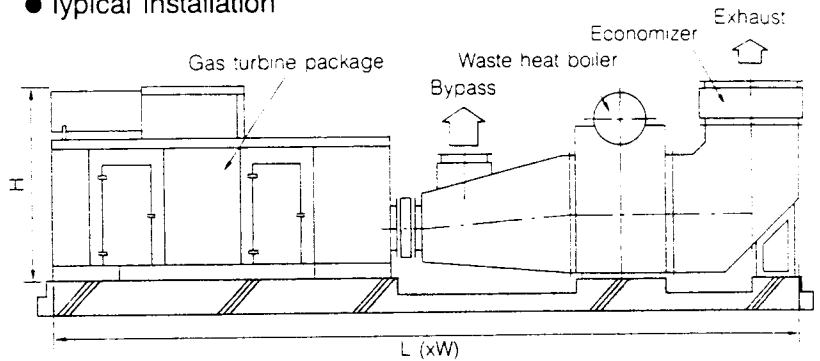
Model	Turbine model	Fuel type	Output (kW)	Fuel consumption	Steam production		Air conditioning with steam			System dimensions (m)		
					Evaporation (kg/hr)	Hot water (Mcal/hr)	Chilling capacity (USRT)	Heating (Mcal/hr)	Hot water (Mcal/hr)	L	W	H
GPC06	S2A-01	Natural gas	620	265 Nm <sup>3</sup> /hr	2,250	100	480	1,350	100	11.5	2.0	2.5
		Liquid fuel	600	260 kg/hr		—			—			
GPC15	M1A-13	Natural gas	1,430	505 Nm <sup>3</sup> /hr	4,300	160	910	2,530	160	13.5	2.4	3.2
		Liquid fuel	1,400	493 kg/hr		—			—			
GPC30	M1T-13	Natural gas	2,800	1,016 Nm <sup>3</sup> /hr	8,400	300	1,820	5,060	300	15.5	2.8	3.6
		Liquid fuel	2,700	981 kg/hr		—			—			

Above specs subject to change without notice.

Note: Conditions:

1. Ambient temp: 15°C
2. Altitude: 150 m above sea level
3. Inlet/Exhaust dust loss: 100/250 mmWg
4. Alternator efficiency: 93% (GPC 06), 95% (GPC 15/30)
5. LHV of fuel: natural gas 9,940 kcal/Nm<sup>3</sup>, liquid fuel 10,100 kcal/kg
6. Waste heat boiler: steam pressure 830 kPa, water supply temp. 60°C

## ● Typical installation

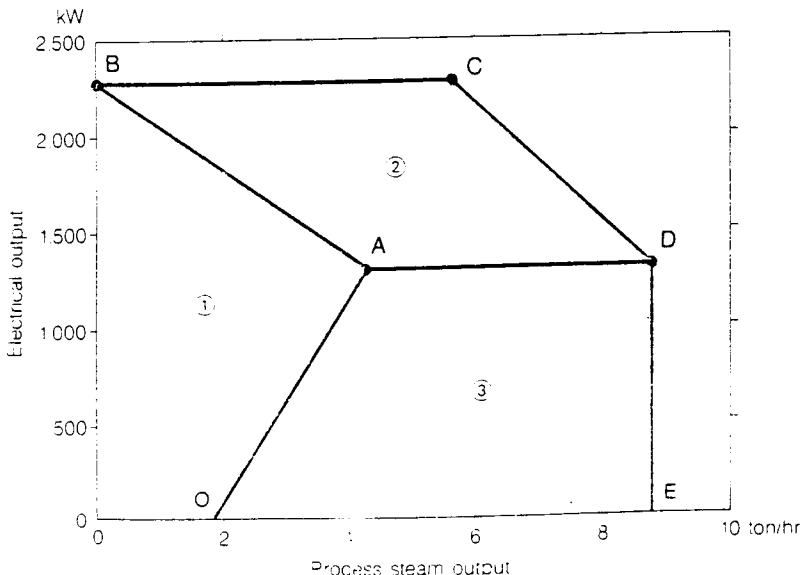


## ● GPCC15 System Specifications (Cheng-cycle co-generation system)

Item	Operating point	With optional duct burner			
		A	B	C	D
Output	kW	1,300 (1,250)	2,300 (2,230)	2,300 (2,230)	1,300 (1,250)
Injection steam	ton/hr	0.5 (0.5)	4.7 (4.5)	4.7 (4.5)	0.5 (0.5)
Process steam output	ton/hr	4.3 (4.0)	0 (0)	5.5 (5.3)	8.5 (8.2)
Turbine fuel	× 10 <sup>6</sup> kcal/hr	5.3 (5.3)	6.2 (6.1)	6.2 (6.1)	5.3 (5.3)
Supplemental fuel	× 10 <sup>6</sup> kcal/hr	0 (0)	0 (0)	3.6 (3.6)	2.6 (2.5)
Electrical efficiency	%	21.0 (20.5)	32.0 (31.5)	—	—
Overall efficiency	%	74.0 (70.0)	32.0 (31.5)	56.5 (55.5)	84.0 (82.0)

Natural gas (liquid fuel)

Note: Ambient temp.: 15°C  
Ambient press: Sea level  
Steam press: 1,520 kPa  
Water supply temp.: 15°C  
Fuel: Natural gas (liquid fuel)



- ① Variable steam injection rate and turbine firing temp. No supplemental firing.
- ② Variable steam injection and supplemental firing rates.
- ③ Variable turbine firing temp. and supplemental firing rate. No steam injection.



# MOBILE/TRAILER MODEL (MGP/TGP)

Kawasaki MGP/TGP series gas turbines are mounted on trucks or on trailers for self-transportable generator sets. The MGP/TGP series generator sets integrate all necessary equipment including AMF (automatic mains failure) function and fully automatic operation without external energy supply.

Better maneuverability, high durability against vibration and shock, and reliable operation are important for this application. Kawasaki MGP/TGP series are fully designed to meet such demands.

## PARTICULAR ADVANTAGES

### 1. Developed with deep field experiences

Gas turbines on trucks or on trailers receive large vibration and shock when they run on roads. Kawasaki industrial gas turbines are designed based on aircraft jet engines which are operated under much severe environmental conditions.

### 2. Low center of gravity and large tumble-down angle

Due to light weight of gas turbines, the center of gravity of gensets is lower and this makes it possible to have stable maneuverability.

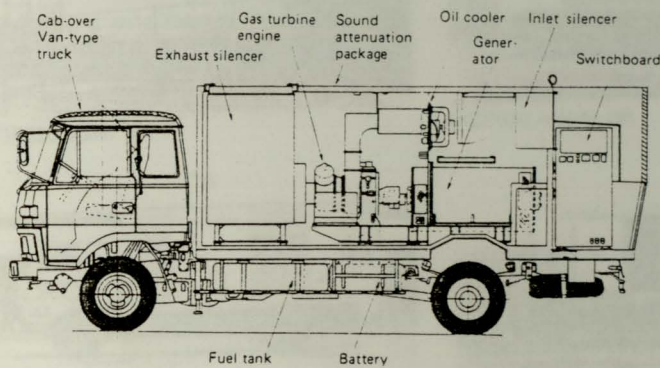
### 3. Compact integration

All necessary equipment is incorporated in gensets, including fuel tank, batteries, exhaust silencer, cable reel, etc., with compact aluminum enclosure. Maintenance of the gensets is thus easy.

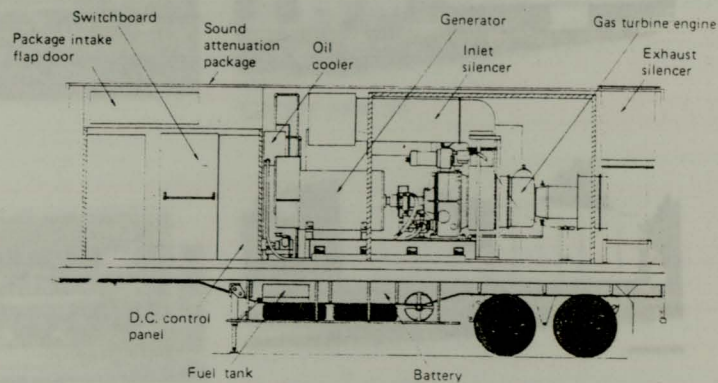
### 4. Start-up without external energy supply.

Without external supply of electric power, fuel oil, etc., it can start-up and supply electricity.

### ● MGP series generator set



### ● TGP series generator set



## OPTIONAL SYSTEMS

		Standard system	Optional system
Turbine start system		Electric start with D.C. motors	Compressed air start with air turbines
Fuel system		Kerosene, diesel oil, high-grade heavy-oil	Natural gas, Dual fuel (liquid + gas)
NOx reduction system		—	Water injection system
Low noise	Enclosure	85 dBA at 1 m	80~70 dBA at 1 m
	Exh. silencer outlet	90 dBA at 1 m	85~65 dBA at 1 m with a secondary silencer
Type of enclosure		Indoor	Outdoor
Cold weather installation		0°C or higher	-25°C or higher
Type of batteries		Lead-acid stationary or automotive batteries	Alkaline Ni-Cd batteries
Electrical panels		Control panel	Remote monitor/control panel, Synchronizing panel, Aux. panel
Other equipment			Fuel day tank, fuel transfer pump, ventilation fan, explosion-proof devices, fire extinguisher, etc.

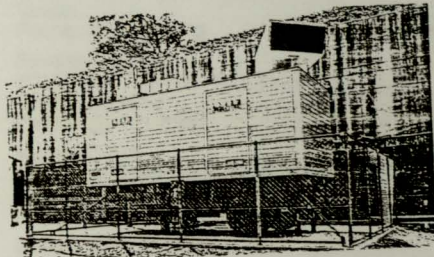


## MGP Series Specifications

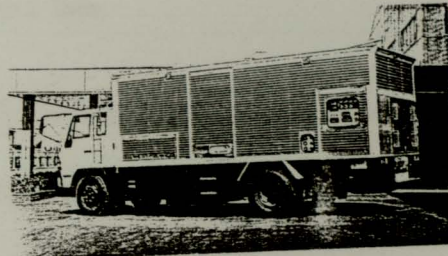
### ● System Specifications

Item	Model MGP	250	500	750	1250 1500	1750	
Output	(kW)	200	400	600	1,000 1,200	1,400	
Fuel type	Kerosene, diesel oil						
Typical fuel tank capacity	(ℓ)	500	500	1,000	1,000	1,000	
Dimensions including truck	Length	(m)	7.5	7.9	8.8	9.9	10
	Width	(m)	2.25	2.25	2.4	2.4	2.5
	Height	(m)	3.1	3.0	3.4	3.45	3.5
Overall weight	(ton)	8	14	18	23	24	
Max. driving speed	(km/h)	50					
Noise level at 1 m	(dBA)	80	80	80	85	85	

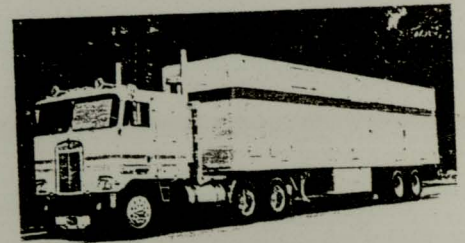
Above specs subject to change without notice.



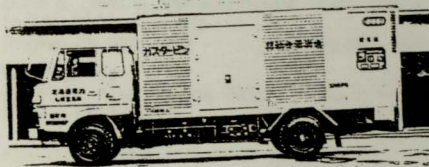
MGP250 trailer set



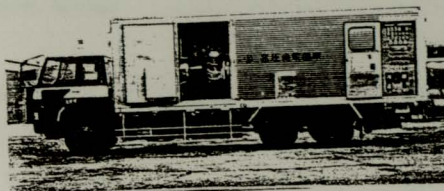
MGP500 mobile set



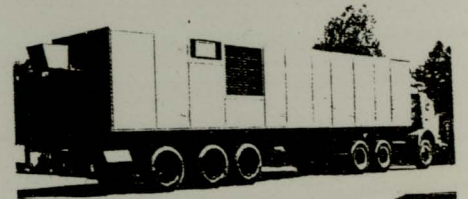
TGP1250 trailer set



MGP250 mobile set



MGP1250 mobile set



TGP2000 trailer set

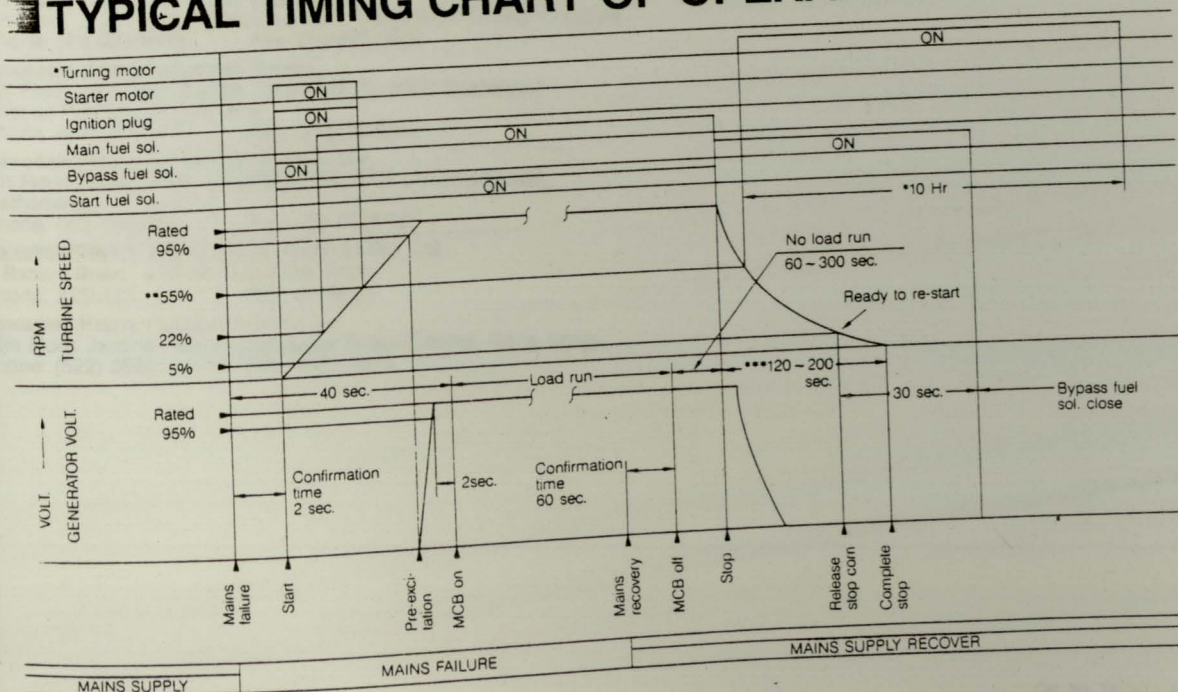
## TGP Series Specifications

### ● System Specifications

Item	Model TGP	250	500	750	1250 1500	1750	2000 2500 3000	3500 4000	
Output	(kW)	200	400	600	1,000 1,200	1,400	1,600 2,000 2,400	2,800 3,200	
Fuel type	Kerosene, diesel oil								
Typical fuel tank capacity	(ℓ)	500	500	1,000	1,000	1,000	2,000	2,000	
Dimensions including semi-trailer	Length	(m)	7.14	7.74	9.34	11.6	12	13	14
	Width	(m)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	Height	(m)	3.74	3.76	3.74	3.75	3.75	4.1	4.0
Overall weight	(ton)	11	14.5	19.5	28.5	29	37	37	
Max. driving speed	(km/h)	50							
Noise level at 1 m	(dBA)	85							

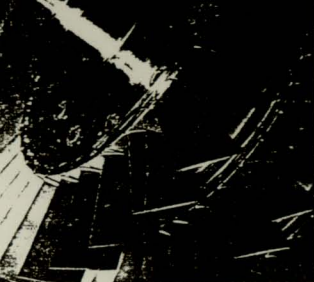
Above specs subject to change without notice.

## TYPICAL TIMING CHART OF OPERATION



Note: 1.  
 • Equipped with GP250 or larger model.  
 •• 70% rpm for GP500 or smaller model.  
 ••• 60 sec. for GP500 or smaller model.





# KAWASAKI GAS TURBINE GENERATOR SETS

## KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD.

**Tokyo Head Office**  
World Trade Center Bldg., 4-1, Hamamatsu-cho 2-chome, Minato-ku,  
Tokyo 105, Japan  
Phone: (03) 3435-2111 Fax: (03) 3436-3037  
Telex: 242-4371 KAWAJU J

**Akashi Works**  
1-1, Kawasaki-cho, Akashi 673, Japan  
Phone: (078) 921-1335 Fax: (078) 913-3344, 923-3780  
Telex: 5628-951

**Beijing Office**  
Room No. 2602-05, China World Tower, China World Trade Center,  
No. 1, Jian Guo Men Wai Avenue, Beijing 100004,  
People's Republic of China  
Phone: (1) 505-1350 Fax: (1) 505-1351

**Taipei Office**  
15th Floor, Fu-key Bldg., 99 Jen-Ai Road, Section 2, Taipei,  
Taiwan  
Phone: (2) 322-1752 Fax: (2) 322-5009

**Bangkok Office**  
20th Floor, Thaniya Plaza Business Complex, No. 52, Silom Road, Bangkok  
10500, Thailand  
Phone: (2) 231-2360 Fax: (2) 231-2363

**Manila Office**  
20th Floor, Metrobank Plaza Bldg., Sen. Gil J. Puyat Avenue, Makati, Metro  
Manila, Philippines  
Phone: (2) 818-2786 Fax: (2) 818-2787

**Jakarta Office**  
7th Floor, Skyline Bldg., Jalan M.H. Thamrin 9, Jakarta, Indonesia  
Phone: (21) 320737 Fax: (21) 321049

**Sydney Office**  
Suite 6, Level 8, Barrack House 16-20, Barrack Street, Sydney,  
N.S.W. 2000, Australia  
Phone: (2) 262-4412 Fax: (2) 262-4409

**Cairo Office**  
9th Floor, Abu El Feda Bldg., 3 Abu El Feda Street, Zamalek, Cairo, Egypt  
Phone: (2) 3411361 Fax: (2) 3411358

**Kawasaki Heavy Industries (U.S.A.), Inc.**  
599 Lexington Avenue, Suite 2705, New York, NY 10022, U.S.A.  
Phone: (212) 759-4950 Fax: (212) 759-6421

**Houston Branch**  
601 Jefferson Street, Houston, TX 77002, U.S.A.  
Phone: (713) 654-8981 Fax: (713) 654-8171

**Kawasaki do Brasil Industria e Comércio Ltda.**  
Avenida Paulista, 1294/1318-5, Andar, São Paulo, CEP 013010, Brazil  
Phone: (11) 289-2388 Fax: (11) 289-2788

**Kawasaki Heavy Industries (UK) Ltd**  
4th Floor, 3, St. Helen's Place, London, EC3A 6EB, United Kingdom  
Phone: (71) 628-9915 Fax: (71) 628-8907

**Kawasaki Heavy Industries GmbH**  
5th Floor, Wahrhahn Center, Oststrasse 10, 4000 Düsseldorf,  
Federal Republic of Germany  
Phone: (211) 3504411 Fax: (211) 1618441

**Kawasaki Heavy Industries (Europe) B.V.**  
7th Floor, Rivier Staete, Amsteldijk 166, 1079 LH Amsterdam,  
Netherlands  
Phone: (20) 6446869 Fax: (20) 6425725

**Kawasaki Heavy Industries (Singapore) Pte. Ltd.**  
6 Battery Road, #18-04, Singapore 0104  
Phone: 2255133 Fax: 2249029

**Kawasaki Heavy Industries (H.K.) Ltd.**  
16th Floor, Jardine House, Connaught Road, Central, Hong Kong  
Phone: (522) 3560 Fax: (845) 2905

## PARECER

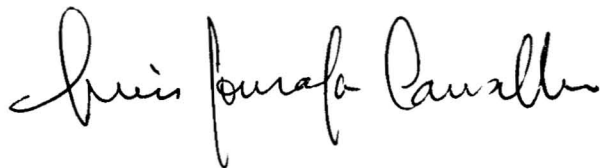
O aluno finalista do Curso de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial **ERNESTO AMADEU DE PINHO COELHO**, realizou no INEGI, no âmbito do programa PRODEP, medida 4.3/7/7/92/93, um estágio cujo trabalho se encontra descrito no relatório apresentado com o título "**Projecto de Instalações Térmicas**".

Durante a execução do conjunto de tarefas que lhe foram atribuídas, o referido estagiário atingiu os objectivos que lhe foram propostos, mostrando ter conhecimentos adequados e empenho.

Face à qualidade do trabalho produzido cumpre-me informar que o estágio realizado se revestiu de grande interesse para a formação de alunos, como futuros engenheiros.

Porto, 27 de Dezembro de 1993

O Supervisor





FACULDADE DE ENGENHARIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000101513