

COMPARACIÓN DE UNA TURBINA Y UN DIESEL GENERADOR.

Comparación Turbogenerador - Diesel (resumen)

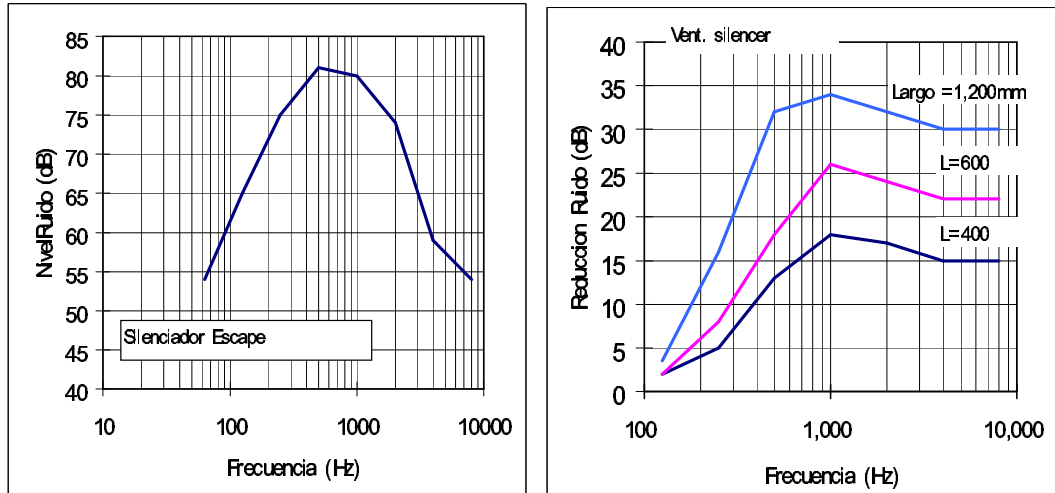
Condición:

Capacidad	Menor. 1.000kW
Combustible	Combustible Líquido (Diesel)
Turbogenerador	Turbina industrial eje unico
Diesel	Motor alternativo Industrial diesel

Item	Tipo	Turbogenerador	Diesel	GT	DE
Especificación general	Fluctuación Transitoria velocidad	± 4% (100% carga on) Recuperación 2seg.	± 10% (75% carga on) Recuperación 10seg.	o	
	Fluctuación velocidad Estado estacionario	± 0.3%	± 5%	o	
	Distorsion Onda	3% or better	10%	o	
	Capacidad Sobrecarga transitoria	Grande debido al gran momento inercia	Pequeña	o	
Motor	Principio de operacion	Combustion Continua	Combustion Intermitente		
		Mov. Rotatorio	Mov. Reciprocante		
	Dimension	Compacta	Grande	o	
	Peso	3 tons	92.0 tons	o	
	Costo	Alto	Bajo		o
	Tiempo Arranque	Aprox. 30 seg.	Aprox. 15 sec.		o
Medio Ambiente	Confiabilidad Arranque	99.8%	93%	o	
	Arranque en frio	100% en invierno	Solo con precalentador	o	
	Nivel ruido	85dB(A) a 1m o 60dB(A) a 1m	105-115dB (A)	o	
	Nivel Vibración	10-15µm	50-70µm	o	
	Peso Dinámico	Less than 1.1× static weight	More than 1.5× static weight	o	
Emission y contaminacion (Diesel oil)	NOx=85ppm(O ₂ :16%) SOx= 100ppm CO = 15ppm Carbon= negligible	NOx= 700ppm(O ₂ :13%) SOx= 100-150ppm CO = 500ppm Carbon= 500mg/ m ³	o		
Costo Operacion	Tiempo calentamiento	No necesario	Requerido	o	
	Consumo combustible	0.7 a 0.5 lt/ Kw	0.4 lt/ Kw		o
	Consumo aceite	Infimo	35 a 40 veces el Turbo	o	
	Agua enfriamiento	No necesita	Radiador de agua	o	
Costo Construccion	Precio	Alto	Bajo		o
	Fundacion, cabina acustica, etc.	Bajo	Alto	o	
	Tanque comb.	Normal	Normal		o

NIVELES DE RUIDO DEL ESCAPE

Nivel de ruido del Escape



ALGUNAS VENTAJAS INCLUIDAS EN LA INSTALACIÓN DE LAS TURBINAS KAWASAKI

DESARROLLADO CON NUESTRA PROPIA TECNOLOGÍA (KAWASAKI)

La larga historia en los motores de aviones jets hizo posible desarrollar turbinas industriales confiables y de alta eficiencia. Todas las turbinas para sistemas de base o cogeneración han sido diseñadas para T.B.O. más largos y mínimas paradas para manutención, adoptando la última tecnología para dar la máxima eficiencia térmica.

SIN AGUA DE ENFRIAMIENTO

Esto asegura estar libre de problemas por agua (derrames, enfriamiento, riles, temperatura del agua, incrustaciones, óxidos, etc.), eliminando el sistema de enfriamiento de agua, haciendo el sistema más confiable, además de evitar la generación de aire caliente en ambiente cerrado, por lo que se evita de estar instalando un sistema de escape especial para dicho aire caliente.

BAJA VIBRACIÓN

Como todo el movimiento es rotatorio, la vibración producida por las turbinas a gas es pequeña. La vibración estática de las turbinas es $\frac{1}{4}$ de la de los motores diesel, y el peso dinámico de las turbinas es $\frac{1}{10}$ del peso estático, siendo cerca de $\frac{1}{2}$ para los motores diesel.

BAJO RUIDO

Como las turbinas rotan a alta velocidad, el ruido producido es de alta frecuencia, el cual es fácil de atenuar. Por lo que el cierre acústico es de construcción simple mientras que el ruido producido por los motores diesel es de baja frecuencia y por lo tanto es mucho más difícil de atenuar. Las molestias físicas para el operador son pequeñas. Puede ser operada inclusive en calles céntricas.

PARTIDA CONFIABLE

Con el uso de un sistema de ignición confiable junto con construcción de menor fricción, la confianza de partida es de un 99.7% o más, inclusive en condiciones de bajas temperaturas.

COMPACTAS Y DE BAJO PESO

Generalmente las turbinas son $\frac{1}{4}$ en peso y un $\frac{1}{7}$ en volumen comparadas con los motores diesel (por ejemplo una turbina de 1.2 MW peso solamente 3 toneladas y tiene un volumen de 6 m³). Estas propiedades hacen posible instalar las turbinas en los techos (dada su baja vibración) y en equipos de base móvil.

GENERADORAS DE EXCELENTE ELECTRICIDAD

Las turbinas Kawasaki single-shaft proveen una regulación de frecuencia de +/- 0.3% en funcionamiento constante; un +/- 4% al 100% de carga aplicada y rechazo con aprox. 2 segundos de tiempo de recuperación, lo cual es mucho mejor que las de los motores diesel y las turbinas 2-shaft. Como la forma de la onda de la electricidad producida está cerca de una onda seno con distorsión pequeña y menos componentes de alta frecuencia, se transforma en una excelente fuente de poder para equipamiento que necesitan electricidad estable como computadores.

FÁCIL OPERACIÓN

Todas las funciones están diseñadas para la operación automática. La partida AMF (automatic mains failure) es una de las funciones estándar. Un sistema de protección automática completamente equipado asegura el funcionamiento seguro de los sets de generación y libera la atención del operador.

GAS LIMPIO EN EL ESCAPE

Debido a la combustión perfecta del combustible líquido en las turbinas, el gas de escape es mucho más limpio. Un típico ejemplo muestra que los NO_x son 1/10, el CO es 1/40 y los SO_x son 1/5 en menos en volumen que los producidos por las emisiones de diesel (en diesel N^o2). Además el polvo de carbón (como humo negro) es difícil de ver y debido a su construcción en que el circuito de aceite de lubricación

Ingen Chile S.A.

www.ingenchile.cl

está completamente separado de la parte caliente, el circuito del aceite no es mezclado en el tubo de escape de gas.

Cuando el sistema de combustible de gas natural es utilizado, el gas de escape será mucho más limpio. Esta propiedad es cada vez más importante para mantener nuestro medio ambiente limpio. Es posible reducir más el NOx instalando un sistema opcional de inyección de agua.

BAJO COSTO DE INSTALACIÓN

Cómo los sets de generadores están empacados y los sistemas consisten de módulos, son fáciles de instalar en cualquier lugar. Debido a su bajo peso y su baja vibración, las fundaciones de concreto que se requieren son 1/7 en volumen respecto a los sets de generadores diesel. Los sets abiertos de generación de diesel descargan en el ambiente, por lo tanto requiere de un gran sistema de ventilación, mientras que los sets de turbinas modulares descargan el calor irradiado hacia fuera para ahorrar esos costos. Ya que no se necesita un sistema de enfriamiento de agua, también es una ayuda para ahorrar costos.

BAJO COSTO DE MANTENCIÓN

Los motores diesel requieren una manutención semanal mientras que las turbinas solo necesitan 5 mantenciones muy pequeñas, en intervalos de 1 a 2 meses. La manutención en funcionamiento puede ser hecha sin carga, mientras que los diesel necesitan de ella. La simple construcción de las turbinas es fácil de mantener como número de partes de construcción, es sólo 1/5 a 1/2 en comparación con los motores diesel.

COMBUSTIBLE Y ACEITE DE LUBRICACIÓN

El consumo de combustible de las turbinas es más que los generadores diesel. El consumo de aceite de lubricación de las turbinas es de solo 0.08 l/hr en una turbina de 1MW, lo cual es suficientemente pequeño.

FÁCIL INSPECCIÓN

Los componentes internos de las turbinas pueden ser chequeados con un boroscopio y el desarmado generalmente no es necesario.

TIEMPO DE CARGA EN FASE

A pesar de que el tiempo de partida de las turbinas es mayor que la de los motores diesel, una carga de 100% puede ser aplicada inmediatamente después de la partida (30 Sec o menos). Esto elimina el tiempo de calentamiento para los servicios de emergencia.

PUEDE PRENDER MOTORES MAYORES

El rotor de la turbina rota a alta velocidad (22.000 – 53.000 rpm) y a esta alta velocidad se reduce a 1.500/1.800 rpm para un conductor alterno. Esto crea un gran momento de inercia para absorber un peak de corriente en la partida de un motor. Significa que, turbinas a gas pequeñas pueden encender grandes motores.

ABSORBE GRANDES FUERZAS DE REVERSA

Como las turbinas tienen un gran momento de inercia, las grandes fuerzas de reversa producidas por ejes de leva, engranajes, etc. pueden ser fácilmente absorbidas sin necesidad de bancos de carga externos. Esta capacidad está estimada en 4 veces más que la que tienen los motores diesel.

OPERA CON UNA VARIEDAD DE COMBUSTIBLES

Kerosene, diesel y gas natural son combustibles que pueden quemarse en las turbinas a gas Kawasaki. Un sistema dual de combustible (combinación de combustibles líquido y gaseoso) es una opción disponible.

COMPARACIÓN TÉCNICA ENTRE MOTORES DIESEL Y TURBINA KAWASAKI

VELOCIDAD DE ARRANQUE

	Turbina Kawasaki	Motor Diesel
Tiempo para tomar 100% carga eléctrica	30 segundos	90 segundos o más
Velocidad de rotación	53.000 rpm	1500 rpm

Los motores diesel no pueden arrancar grandes motores eléctricos o cargas eléctricas simultáneas porque la inercia de la maquina alternativa es mucho menor que aquella de la turbina Kawasaki.

Un motor diesel gira a 1500 rpm. Las turbinas Kawasaki giran a 53.000 rpm. Entonces la capacidad para dar arranque a motores grandes o cargas eléctricas es mucho mayor, porque la inercia de rotación es enorme.

¿Qué ocurre en un sistema eléctrico compuesto por cargas eléctricas variables? Por ejemplo un edificio con una carga eléctrica de base y ascensores. Los ascensores arrancan y paran continuamente creando cargas reactivas mayores que las potencias activas. Los motores diesel tienen un límite bajo en la potencia de los motores que pueden arrancar y se producen altas variaciones de tensión. Lo mismo ocurre con bombas y otros motores grandes.

Las turbinas giran con mucha mayor velocidad de rotación y pueden absorber las cargas variables de los ascensores.

Así en el arranque inicial los motores diesel se deben cargar en etapas del 25 % de la potencia nominal. En las turbinas Kawasaki se puede cargar el 100% de la potencia nominal en una etapa.

CABINA ACÚSTICA

	Turbina Kawasaki	Motor Diesel
Cabina	No precisa, es entregada con cabina acústica completa	Precisa hacerse una cabina aislada acústicamente
Costo de la cabina	Cero Costo, incluida en la instalación	Dependerá del material usado

NIVEL DE RUIDO

	Turbina Kawasaki	Motor Diesel
Nivel de Ruido	85 dBA a 1 m	110 dBA a 1 m

Las turbinas producen un silbido muy atenuado. Los motores diesel producen un altísimo ruido, a menos que se les coloque cabina acústica y bases antivibratorias.

VIBRACIÓN EN LA BASE

	Turbina a gas	Motor Diesel
Vibración	Cero	Muy Alta
Base especial de concreto	No precisa	Precisa base flotante

Los motores diesel tienen una gran vibración en el trineo de base por ser motores alternativos. A menos que se coloque una base flotante se deberá soportar una Vibración muy alta en todo el edificio.

Las turbinas son rotativas.

EMISIÓN DE NOX Y SOX

	Turbina Kawasaki	Motor Diesel
NOx emisión	25 ppm	58 ppm
SOx emisión	30 ppm	70 ppm

Cálculos hechos con NOx: 15 %, O2

ARRANQUE CON BAJAS TEMPERATURAS

	Turbina Kawasaki	Motor Diesel
Pre calentador para arranque en frío	NO	SI

El arranque de los motores diesel con bajas temperaturas ambiente es un gran problema. Esto se evita pre-calentando los motores diesel con sistemas de resistencias eléctricas sumergidas en el aceite del carter o en los radiadores. O sea que existe un consumo eléctrico continuo por 24 hrs. Además si se corta una resistencia justamente en invierno, el diesel no arranca en frío.

Las turbinas Kawasaki son enfriadas por aire y tienen arranque garantizado hasta -20 °C.

Cuanto mas frío es el aire mejor funcionan las turbinas.

VIDA ÚTIL DE LOS GENERADORES

	Turbina Kawasaki	Motor Diesel
Horas hasta el primer Overhaul	1.000 arranques o 10.000 hrs de funcionamiento	500 arranques o 5000 hrs de funcionamiento
Tiempo del generador parado durante Overhaul	4 días	60 días

El Overhaul o recorrida mayor, es hecho en las turbinas cambiando las secciones de potencia enteras por otra con Overhal ya hecho.

Instalación y montaje

	Turbina Kawasaki	Motor Diesel
Tiempo de montaje	2 días	1 mes si se construye base flotante
Sistema de agua	No precisa	Precisa agua tratada en radiador
Bases especial	No precisa	Precisa bases antivibratorias
Cabina acústica	De fábrica	Si no se hace cabina aislada el ruido es altísimo

COMBUSTIBLE

	Turbina Kawasaki	Motor Diesel
Tipo	Líquido/ diesel	Líquido/ diesel

CALIDAD EN LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD

	Turbinas Kawasaki	Motores Diesel
Distorsión de onda	0 %	> 7%
Estabilidad en frecuencia	0,18 ciclo (0,3%)	4,2 ciclos (7%)
¿Puede alimentar directamente los computadores?	SI	NO

Los motores diesel alternativos a pistón producen electricidad de baja a moderada calidad, dependiendo de la velocidad de rotación (rpm) del motor. Mayor velocidad...menor calidad.

Los grupos electrógenos de 1500 rpm tienen la peor calidad de generación.

Las turbinas Kawasaki son motores rotativos de muy alta velocidad producen electricidad con forma de onda sinusoidal perfecta.

En los motores diesel la secuencia en el movimiento de los pistones transmite la fuerza para el generador con impulsos alternativos no continuos. Aquella fuerza discontinua sobre el cigüeñal hace rotar el eje del motor con impulsos discontinuos que se transmiten al generador. En consecuencia la forma de onda eléctrica generada no es perfectamente sinusoidal. La onda tiene componentes armónicas que hacen una distorsión en la forma de onda. En equipamientos generadores de rápida rotación (1500 rpm) el efecto es más notable.

La generación de electricidad para sistemas de computación que usan sincronía con la frecuencia de la red es un problema. Deberían usarse equipamientos de baja rotación (900 rpm o menor) o turbinas.

Las turbinas Kawasaki producen electricidad de la mejor calidad porque la onda sinusoidal no tiene ninguna distorsión. La turbina es una máquina rotativa donde el impulso sobre el eje de los alabes de potencia es continuo. La onda eléctrica es perfectamente sinusoidal. Los problemas de sincronía de los sistemas con computadores son eliminados.

Todas las usinas generadoras de electricidad del mundo entero usan turbinas.

SINCRONÍA CON LA RED DE LA DISTRIBUIDORA

Las turbinas Kawasaki pueden fácilmente ser sincronizadas con la red porque la estabilidad de la frecuencia es muy alta (0,3 %), debido a la alta rotación de la turbina.

Los motores diesel pueden hacer sincronía con la red si cuentan con equipamiento opcional muy costoso porque la máquina tiene una variación de la frecuencia > 7 %. La ventana de sincronía será mucho mayor y una entrada en sincronía en una red inestable es de alto riesgo. Una entrada fuera de sincronía con la red es equivalente a un cortocircuito en el generador.

La sincronización con red se logra por medio de un tablero auxiliar que consta de relays para detección de caída de red y reposición de red.

LA FORMA DE OPERAR ES:

El interruptor principal del edificio **Ie** (aquel que conecta y desconecta el edificio de la red) debe ser motorizado o si no está actualmente motorizado hay que hacerlo o cambiarlo por uno motorizado (a veces no se pueden motorizar los interruptores).

Una vez motorizado el Interruptor principal del edificio (o cambiado) la secuencia será:

- 1.-Se cae la red
- 2.-Los relays del tablero auxiliar detectan la caída de red y ponen en marcha la turbina
- 3.-Una vez al 100% de rpm el tablero auxiliar ordena al interruptor **Ie** del edificio que se abra.
- 4.-Ya abierto se le ordena cerrar el **It** y la turbina alimenta el edificio.

El tablero de transferencia automática hace las funciones 2.- a 4.- y cuando vuelve la red, para la turbina y reconecta **Ie**.

Ese tablero auxiliar o de transferencia automática se hace con un pequeño PLC. Programmable Logic Controller. Para hacer estos pasos se necesita uno muy pequeño.

REFRIGERACIÓN DE LOS MOTORES

Las turbinas Kawasaki tienen un sistema de enfriamiento altamente tecnologizado el cual usa solo aire del medio ambiente, usándolo en la combustión y desechándolo posteriormente por el tubo de escape junto a los gases de salida.

Los motores diesel tienen enfriamiento con agua en un radiador y debe colocarse agua desionizado para no incrustarlos, generando aire caliente el cual es lanzado al medio ambiente, lo que en lugares cerrados representa aumento de temperatura con los consiguientes problemas en la operación del equipo.

Además en el invierno existe un real peligro de congelamiento.