

ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO

INFORME 4: LABORATORIO DE MAQUINAS

Ensayo de un Grupo Electrónico.

Tomás Fierro Sánchez
Profesores:
Cristóbal Galleguillos Ketterer
Tomás Herrera Muñoz
Fecha: 9 de octubre de 2020.

Introducción:

Los grupos electrógenos son una excelente solución para la generación eléctrica en casos de emergencia como los cortes de luz, especialmente en lugares donde es esencial tener suministro eléctrico como puede ser un hospital, o un centro de datos. Estas máquinas, generan energía eléctrica a través de un motor de combustión interna que mueve un generador, lo que les proporciona una gran autonomía y confiabilidad, sobre todo si se comparan con alguna alternativa verde, ya que simplemente se les debe alimentar con combustible para funcionar. Sin embargo, los costes de este medio para generar energía son mas altos que los métodos convencionales para generar grandes cantidades de electricidad, y, además, son muy contaminantes gracias al uso de combustibles fósiles, por lo que su uso queda particularmente ligado a la generación de energía de emergencia, o a ser un apoyo en lugares con acceso restringido a la electricidad.

En este informe se analizará un grupo electrógeno que funciona con un motor Diesel, se analizara el comportamiento de este equipo, los costos que tiene generar energía mediante este y una comparación con los precios de la electricidad entregada por chilquinta.

Objetivos:

- Analizar el comportamiento de un motor de combustión interna en aplicación a un grupo electrógeno.

Determinar el costo kWh generado.

- Determinar el punto de funcionamiento óptimo ¿A qué RPM?

Ecuaciones:

Corriente media:

$$I_m = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} [A]$$

Ecuación 3.1

Tensión media:

$$V_m = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3} [V]$$

Ecuación 3.2

Potencia eléctrica:

$$P_{el} = \cos \varphi * V_m * I_m [W]$$

Ecuación 3.3

Consumo específico en bornes alternador:

$$b_{el} = \rho_c * \frac{\dot{Q}_{cb}}{P_{el}} \left[\frac{kg}{kWh} \right]$$

Ecuación 3.4

Costo del *Kwh* generado:

$$C_{kWh} = \frac{\dot{Q}_{cb} * c}{P_{el}} \left[\frac{\$}{kWh} \right]$$

Ecuación 3.5

Información técnica generador:



Ilustración 1

Datos importantes que considerar:

$\cos \varphi = 0.8$

Velocidad = 1500 [rpm]

Parámetros por calcular:

P_{el} = Potencia eléctrica en los bornes del alternador [W]

b_{el} = Consumo específico en los bornes del alternador [kg/kWh]

\dot{Q}_{cb} = Caudal volumétrico de combustible [m^3/s]

C_{kWh} = Costo del kWh generado [\$CLP/kWh]

Datos previos.

Previo a realizar el experimento es útil contar con la siguiente información.

- Determinar el volumen de la bureta a ensayar (en este caso 375 cm^3).
- Densidad del combustible Diésel [ρ_c]. = 850 [kg/m^3]
- Costo del combustible [c]: 476.0 [\$CLP/l] ^[1]

Grafique, comente y explique:

- Tabule todos los datos calculados.

Tabla 1

	Im	Vm	Pel	Qc	bel	ckwh
#	Corriente media [A]	Tensión media [V]	Potencia eléctrica [W]	Caudal volumétrico [m ³ /s]	consumo específico [kg/kWh]	Costo kWh generado [\$CLP/kWh]
1	26.3333	404.0000	8510.9333	2.500E-06	0.8988	503.3526
2	28.6667	402.0000	9219.2000	2.568E-06	0.8525	477.4134
3	38.3333	400.0000	12266.6667	2.841E-06	0.7087	396.8626
4	42.0000	400.0000	13440.0000	3.000E-06	0.6830	382.5000
5	45.8333	399.9000	14663.0000	3.125E-06	0.6522	365.2049

- ¿Existe alguna fórmula que relacione las RPM con la frecuencia, si es así a cuantas RPM funcionó el motor?

Si, es la siguiente: ^[2]

$$n = \frac{2f(60)}{p}$$

Donde:

n= Velocidad en [rpm]

f= Frecuencia en [Hz]

p= Número de polos [-]

Considerando que el alternador posee 4 polos:

Tabla 2

#	f [Hz]	n [rpm]
1	51.5	1545
2	51	1530
3	50.5	1515
4	50	1500
5	50	1500

Se observa que el motor trabaja 1500 rpm aproximadamente, lo que coincide con los datos provistos por la placa mostrada en la ilustración 1.

- Identifique las constantes que se presentan en la guía, que valor físico representan.

Entre las constantes presentadas se pueden encontrar la densidad del combustible, el costo del combustible y el factor de potencia. Lo que representa cada uno se describirá a continuación:

-Densidad del combustible: cantidad de masa de una sustancia en un determinado volumen, en este caso, del Diesel.

-Costo del combustible: valor monetario del combustible por cada unidad de volumen, para este informe, valor en pesos chilenos (CLP) por cada litro de Diesel.

-Factor de potencia: se define como la relación entre la potencia activa (P) y la potencia aparente (S). Para el caso visto en el informe es la relación entre $P=48$ [kW] y $S=60$ [kVA], dando como resultado 0.8. ^[3]

- Trazar las curvas de consumo específico del motor y del grupo en función de la carga (corriente).

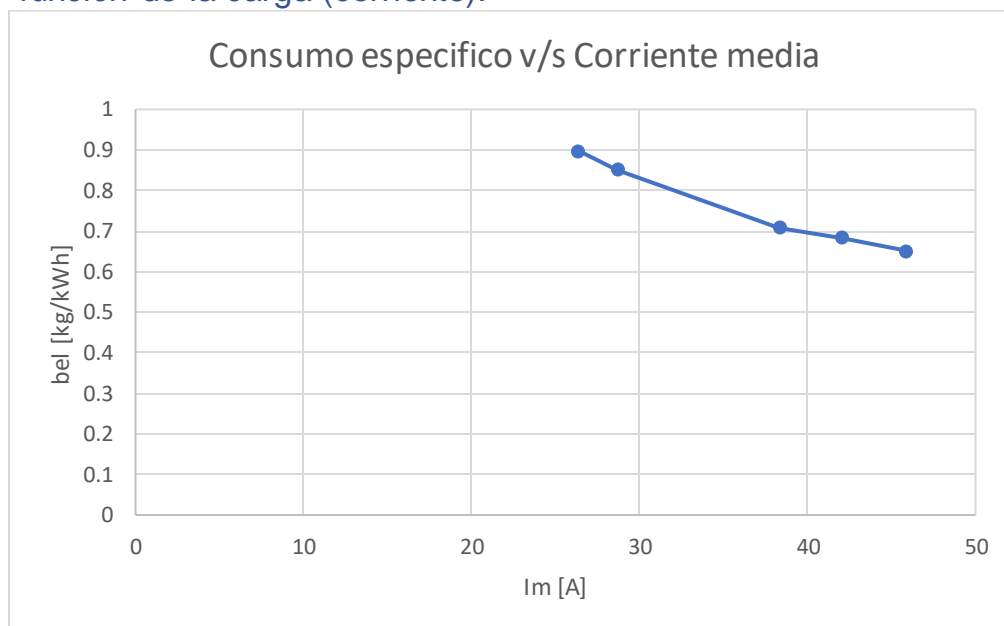


Gráfico 1

- Trazar la curva de costo del kWh generado en función de la carga

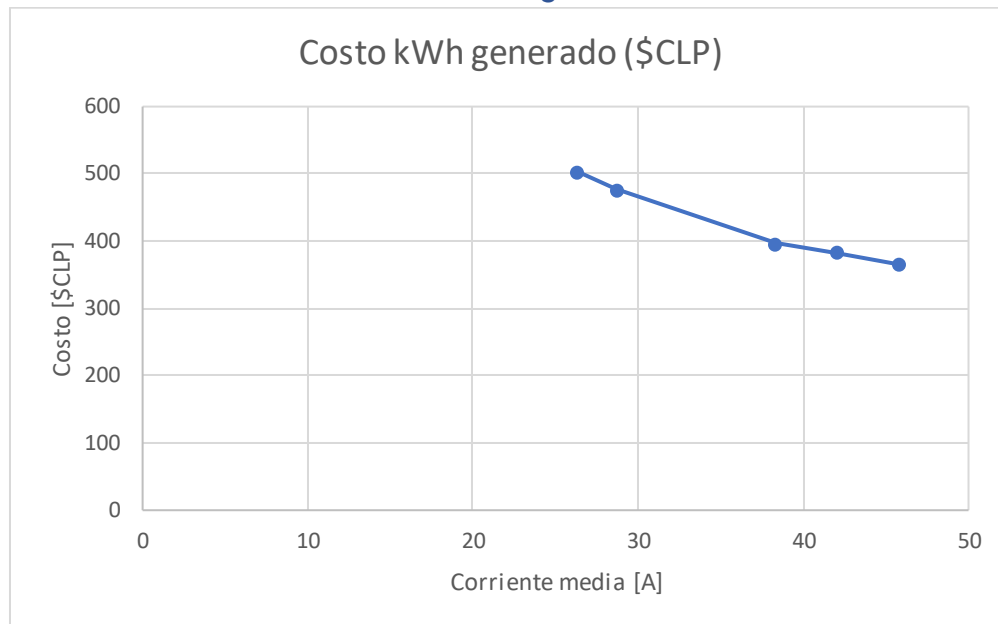


Gráfico 2

- Determinar el punto de funcionamiento óptimo.

El punto de funcionamiento óptimo debería ser el punto 5, ya que es el que presenta un menor costo por kWh generado (365.2 [\$CLP/kWh])

- Comparar y comentar el costo del kWh generado en el punto óptimo con el respecto a la mejor tarifa industrial de CHILQUINTA.

-Mejor precio encontrado en chilquinta: 57.295 [\$CLP/kWh].^[4]

-Mejor precio del grupo electrógeno: 365.2 [\$CLP/kWh]

Se observa que el precio por kWh es 6 veces mayor al precio ofrecido por chilquinta, esto se debe a que generar energía desde un motor Diesel, si bien es practico, es mucho mas caro que las formas de generar energía que posee la compañía de electricidad.

- Discutir a cuánto podría bajar el costo del kWh generado si se ocupara un grupo electrógeno de la misma potencia, pero última generación.

Tomando como ejemplo un generador Diesel P65-6_50Hz de la marca FG WILSON^[5] y considerando su máximo régimen de servicio: 48 [kW] de potencia y consumo de 16.6 [l/h], se puede calcular el costo del kWh generado con la ecuación 3.5, dando como resultado 139.6 [\$CLP/kWh] lo que es un poco más de un tercio de los 365.2 [\$CLP/kWh] del grupo electrógeno estudiado. La principal diferencia entre ambos generadores es el consumo de combustible por cantidad de tiempo, ya que el factor de potencia es igual entre ambos (0.8) y la potencia es la misma. También hay que destacar que los datos utilizados para el calculo del costo del kWh son con los datos del fabricante y a máxima potencia, y los del grupo electrógeno estudiado a lo largo de este informe son datos medidos en el experimento.

- Analizar y discutir valores y curvas obtenidas.

Se observa que las curvas de costo y consumo específico tienen el mismo comportamiento, lo que es esperado ya que ambos parámetros dependen del caudal volumétrico y de la potencia eléctrica, además de una constante, como el costo del combustible y la densidad del Diesel, respectivamente. También se puede apreciar que a medida que aumenta la corriente aplicada, disminuye el costo por kWh generado, (y de igual forma el consumo específico), esto puede deberse a que la potencia generada aumenta mucho más que lo que aumenta el consumo de combustible, por lo que tiene una mayor eficiencia en esos valores.

Conclusión

Se determinaron los costes por kWh generado y se observó que estos, exceden los precios que ofrece chilquinta aproximadamente seis veces para el equipo estudiado, también se comparó con un generador Diesel actual, donde se observó que el precio disminuía a aproximadamente un tercio del calculado para el grupo electrógeno del experimento.

Se pudo determinar el punto de funcionamiento óptimo del equipo, el que correspondía a 1500 rpm, en el punto 5 de los datos entregados.

Se concluye que definitivamente los costes de un equipo como este solo permiten su uso en situaciones de emergencia o respaldo ya que sus precios no son competitivos con las otras formas de generación de energía que disponen las empresas de electricidad.

Referencias:

- [1] <https://www.bencinaenlinea.cl/web2/buscador.php?region=6>. Consultado el 9 de octubre de 2020.
- [2] <https://www.areatecnologia.com/electricidad/motores-monofasicos.html>
- [3] [https://autosolar.es/blog/aspectos-tecnicos/que-es-el-factor-de-potencia-o-coseno-de-phi#:~:text=El%20factor%20de%20potencia%20o%20coseno%20de%20phi%20en%20un,la%20potencia%20aparente%20\(S\).&text=El%20coseno%20de%20phi%20se,\(S\)%20de%20una%20carga](https://autosolar.es/blog/aspectos-tecnicos/que-es-el-factor-de-potencia-o-coseno-de-phi#:~:text=El%20factor%20de%20potencia%20o%20coseno%20de%20phi%20en%20un,la%20potencia%20aparente%20(S).&text=El%20coseno%20de%20phi%20se,(S)%20de%20una%20carga).
- [4] <https://www.chilquinta.cl/storage/pdf/bbaa54b4e76bcbb661705b794f809214.pdf>
- [5] <https://s7d2.scene7.com/is/content/Caterpillar/CM20150625-21955-51868>