



.

.



# Informe N°4 **L**aboratorio de Máquinas: Ensayo de un grupo electrógeno.

Eduardo Suazo Campillay<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Ingeniería Mecánica

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

cristobal.galleguillos@pucv.cl

9 de Octubre de 2020

## Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
1.1. Objetivos generales. . . . .	2
1.2. Objetivos específicos . . . . .	2
<b>2. Esquema de la instalación</b>	<b>3</b>
<b>3. Desarrollo del ensayo</b>	<b>4</b>
3.1. Procedimiento del ensayo . . . . .	4
3.1.1. Datos previos. . . . .	4
3.2. Relacion de R.P.M y Hz . . . . .	5
3.2.1. Tabla de valores medidos . . . . .	5
3.2.2. Tabla de valores calculados . . . . .	5
3.2.3. Curvas . . . . .	6
<b>4. Conclusiones</b>	<b>8</b>
<b>5.</b>	<b>8</b>

## 1. Introducción

### 1.1. Objetivos generales.

Analizar el comportamiento que tiene un motor de combustión interna en la aplicación de un grupo electrógeno.

### 1.2. Objetivos específicos

Mediante el presente ensayo se procederá a determinar:

- El costo generado en Kwh.
- El punto de funcionamiento óptimo del sistema y la velocidad a la que ocurre.

## 2. Esquema de la instalación

La potencia del motor es obtenida a través de la siguiente instalación:

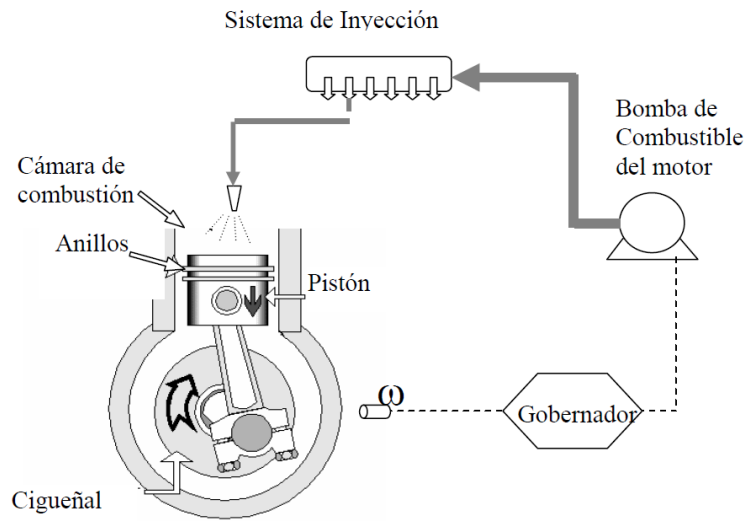


Figura 1: Esquema de un generador (Giangrandi, 2011)

El generador viene representado en el siguiente diagrama:

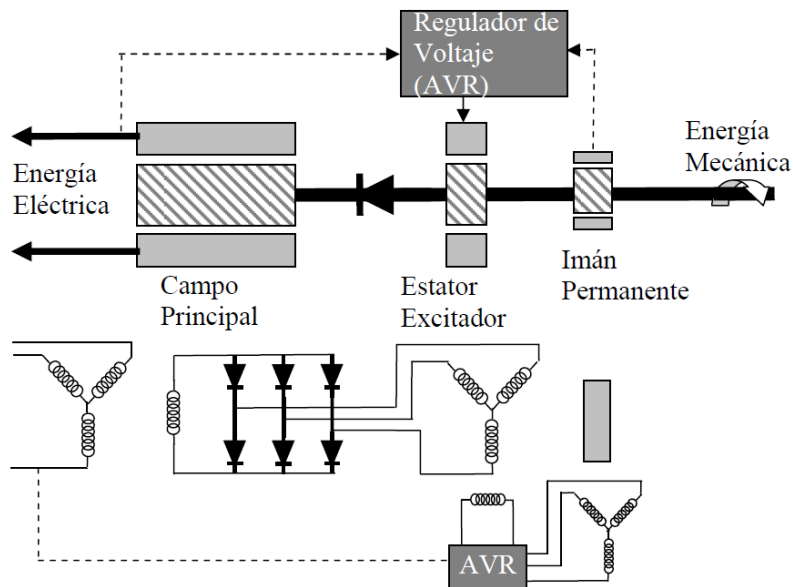


Figura 2: Esquema de la instalación (Giangrandi, 2011)

### 3. Desarrollo del ensayo

Los parámetros que se calcularán en el siguiente ensayo serán:

- Caudal volumétrico de combustible:

$$\dot{Q} = \frac{Vol}{t_{cons}} \left[ \frac{m^3}{hr} \right] \quad (1)$$

- Corriente media:

$$I_m = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} [A] \quad (2)$$

- Tensión media:

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

- Potencia eléctrica en los bornes del alternador:

$$P_{el} = \cos\phi \cdot I_m \cdot V_m [Kw] \quad (4)$$

- Potencia efectiva del motor

$$P_e = 1,63 \cdot 0,745 \cdot P_{el} [Kw] \quad (5)$$

- Consumo específico en bornes alternador:

$$b_{el} = \rho \cdot \frac{\dot{Q}}{P_{el}} [Kw] \quad (6)$$

- Consumo específico del motor.

$$b_e = 0,62 \cdot 0,745 \cdot b_{el} [Kw] \quad (7)$$

- Costo del Kw generado:

$$C_{Kwh} = \frac{\dot{Q} \cdot c}{P_{el}} \left[ \frac{\$}{Kwh} \right] \quad (8)$$

#### 3.1. Procedimiento del ensayo

##### 3.1.1. 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<sup>3</sup>]).
- Densidad del combustible Diésel: 850 [Kg/m<sup>3</sup>]
- Costo del combustible: 780.4 [\$/Lt]
- Angulo de 120, considerando un motor trifásico

Las constantes identificadas son:

- La densidad del combustible, cuyo valor nos ayuda a determinar el flujo masico de combustible conociendo el caudal volumétrico de este.
- El costo por del combustible, que por catálogos está dado por unidad de litro. Su valor nos ayuda a determinar el costo que tendrá cada Kwh generado.

La densidad del combustible, cuyo valor nos ayuda a determinar el flujo masico de combustible conociendo el caudal volumétrico de este. El costo por del combustible, que por catálogos está dado por unidad de litro. Su valor nos ayuda a determinar el costo que tendrá cada Kwh generado.

### 3.2. Relacion de R.P.M y Hz

Se tiene que las R.P.M se puede definir como el numero de revoluciones que un cuerpo pueda girar en un tiempo de 1 minuto. La “revolución” es equivalente a decir ciclo, por lo que 1 R.P.M vendrá dada por la siguiente expresión:

$$1 R.P.M = \frac{1 \text{ ciclo}}{1 \text{ minuto}} \quad (9)$$

La frecuencia unidad se define como la cantidad de ciclos que un cuerpo puede realizar en segundos, y esta viene dada en Hertz [Hz]. Además, sabiendo que 1 [min] = 60 [s], tenemos:

$$1 R.P.M = \frac{1 \text{ ciclo}}{60 \text{ segundos}} \quad (10)$$

Con esta relación dada para 1 R.P.M. llegamos a las siguientes fórmulas de conversión:

$$\frac{\text{Velocidad R.P.M.}}{60} = \text{Frecuencia en Hz} \quad (11)$$

$$\text{Velocidad R.P.M.} = \text{Frecuencia en Hz} \cdot 60 \quad (12)$$

Por lo que ya encontramos una fórmula que relaciona las R.P.M con la frecuencia, y como el motor funciona a una frecuencia promedio de 50.6 [Hz] aplicando en la formula ??, tendremos que el motor funciona a 3036 [R.P.M].

#### 3.2.1. Tabla de valores medidos

En la realización del ensayo, se realizaron un total de 7 mediciones que fueron registradas en la siguiente tabla:

Cuadro 1: Tabla de valores medidos

Valores medidos									
Nº	I1 [A]	I2 [A]	I3 [A]	V1 [V]	V2 [V]	V3 [V]	f [Hz]	Vol [cm³]	t [s]
1	26	26	27	404	404	404	51.5	375	150
2	28	29	29	402	402	402	51	375	146
3	39	39	37	400	400	400	50.5	375	132
4	42.5	42.6	40.9	400	400	400	50	375	125
5	46.4	46.5	44.6	399.9	399.9	399.9	50	375	120

#### 3.2.2. Tabla de valores calculados

Conociendo los datos previos, medidos y haciendo las conversiones de unidades correspondientes, procederemos a aplicar las fórmulas definidas anteriormente, obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro 2: Tabla de valores calculados

Valores Calculados							
I <sub>m</sub> [A]	V <sub>m</sub> [V]	Q̇ [m³/hr]	P <sub>el</sub> [Kw]	P <sub>e</sub> [Kw]	b <sub>el</sub> [Kg/Kwh]	b <sub>e</sub> [Kg/Kwh]	C <sub>kwh</sub> [\$/Kwh]
26.33	404	0.009	8.66	10.53	0.88	404	810.87
28.66	402	0.0092	9.38	11.4	0.84	0.84	769.08
38.3	400	0.0102	12.48	15.17	0.69	0.69	639.32
42	400	0.0108	13.67	16.63	0.67	0.67	616.18
45.83	399.9	0.0112	14.93	18.14	0.64	0.64	588.32

### 3.2.3. Curvas

De estos valores calculados, podemos trazar las siguientes curvas:

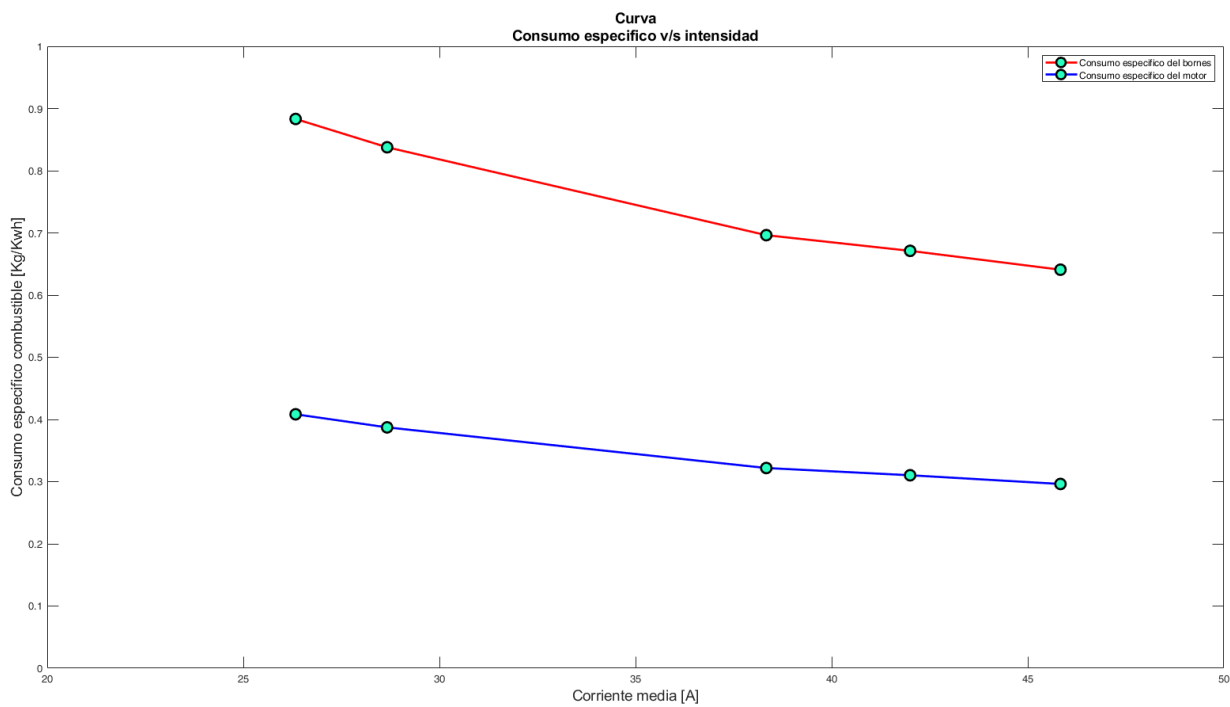


Figura 3: Consumo específico v/s intensidad

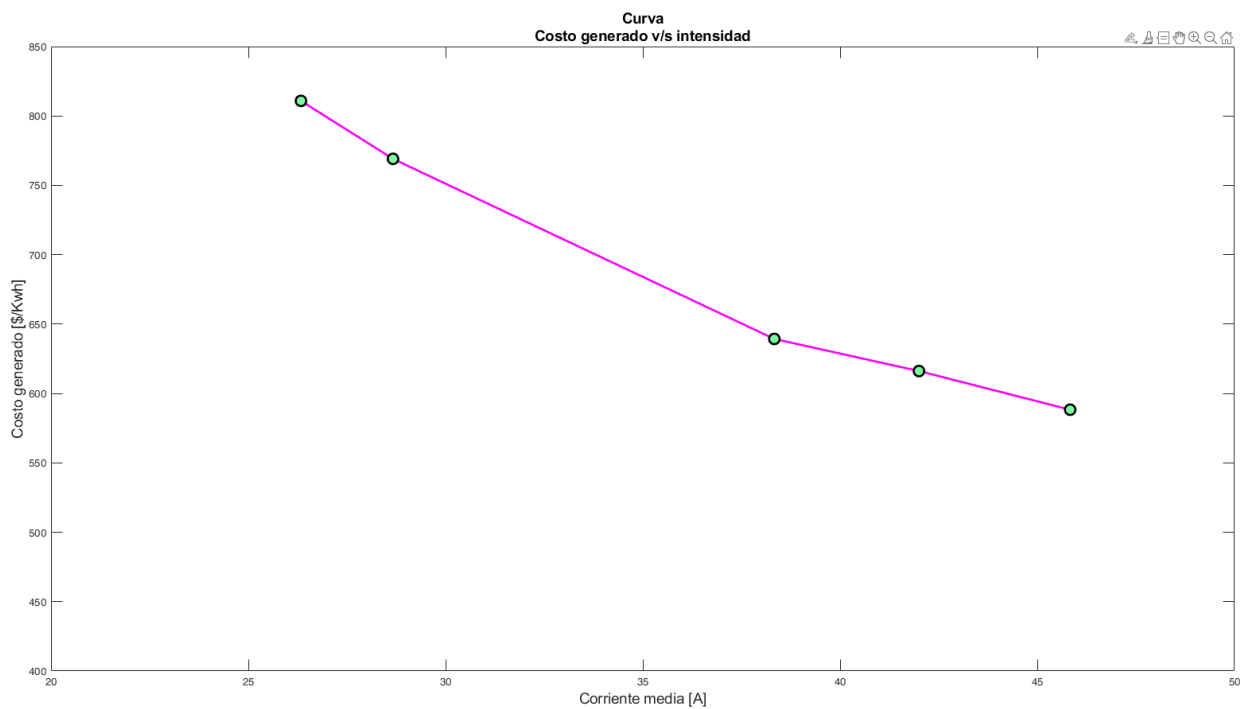


Figura 4: Costo v/s intensidad

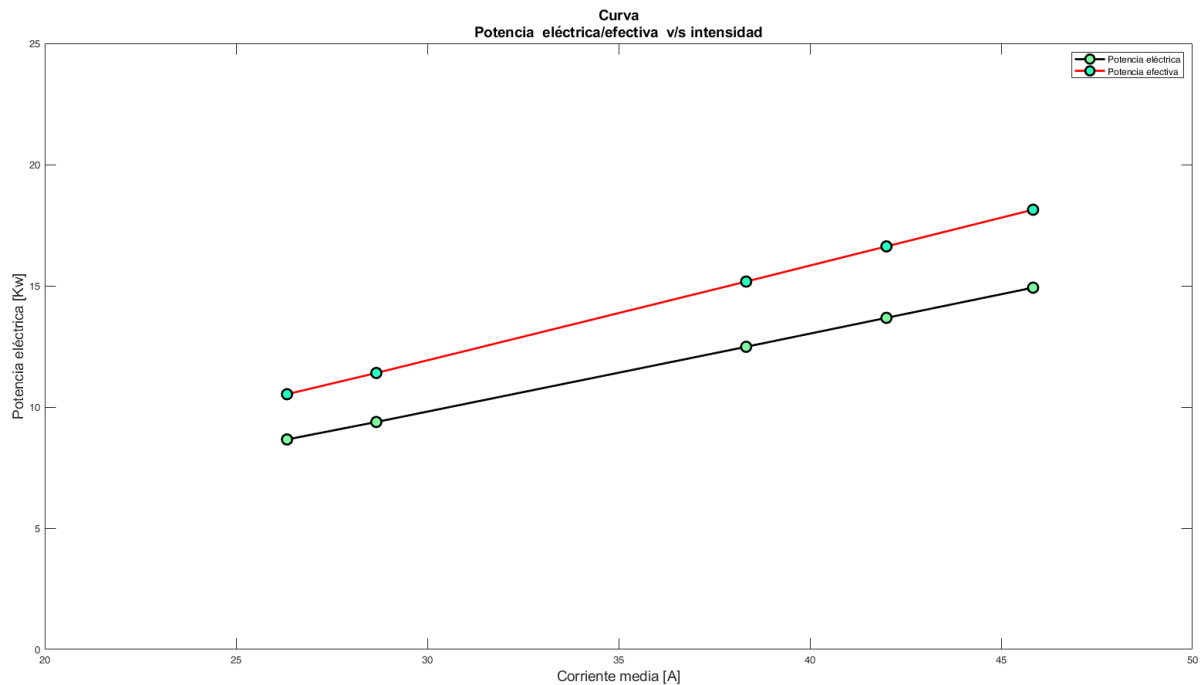


Figura 5: potencia v/s intensidad

Tanto de la figura como de la figura 4 como de la 5, se infiere que a los 45.83 [A] ocurre la mayor potencia y a la vez el menor consumo de Kwh, por lo que a dicha intensidad ocurre el punto de funcionamiento óptimo del sistema ensayado. También es notado que en dicho punto, el consumo específico es el más bajo tanto para el motor como en el bornes alternador, tal como lo muestra la figura 3.

Mensualmente en promedio, Chilquinta tiene una tarifa de 143.89[\$/Kwh], y en nuestro punto optimo se obtuvo un valor de 810.9[\$/Kwh] lo que nos dice que nuestra generación de energía eléctrica no es muy rentable usando este grupo electrógeno.

Si utilizáramos un grupo electrógeno de última generación, tendríamos una mejor eficiencia en comparación con él se encuentra en la escuela. Esto quiere decir que se habría menos gasto de combustible, lo que conllevaría a una disminución del costo por kwh en el sistema.

## 4. Conclusiones

Al realizar el ensayo de grupo electrógeno se observó el comportamiento que este presenta al ser sometido a distintas cargas de corriente. Con el combustible utilizado y en base a las fórmulas empíricas mostradas, se muestra en la figura como el costo del Kwh iba disminuyendo mientras la intensidad de carga aumentaba. Partiendo de un valor máximo de 817.87[\$/Kwh] hasta un valor óptimo de 588.32[\$/Kwh]. Esto nos muestra que habrá un mayor consumo en la partida del sistema.

Junto con la figura, donde a la misma intensidad donde ocurre el menor consumo también está la mayor cantidad de potencia de 18.14[Kwh] , se muestra que nuestro punto óptimo es a los 45.83 [A] a una frecuencia de 50 [Hz], la cual aplicándola en la ecuación 12 , nos da que ocurriría a 3000 R.P.M.

## 5.

## Referencias

- [1] Motores endotérmicos dante Giacosa
- [2] Cengel and Boles, Termodinámica
- [3] <https://www.calculvio.com/>
- [4] <https://www.chilquinta.cl/>