

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA-ELECTRÓNICA

LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS III
INFORME No. 8

**CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA TRIFÁSICO
EN CARGAS EQUILIBRADAS**

Estudiante:

Caballero Burgoa, Carlos Eduardo.

Carrera:

Ing. Electromecánica.

Docente:

Ing. Marco Antonio Vallejo Camacho.

Grupo: 2F (Martes).

Fecha de entrega: 26 de Noviembre del 2024.

1. Cálculos teóricos

Considerando un circuito trifásico con carga en estrella equilibrado, se hallan los factores de potencia, las corrientes de línea y las potencias activa, reactiva y aparente.

1.1. Carga RL

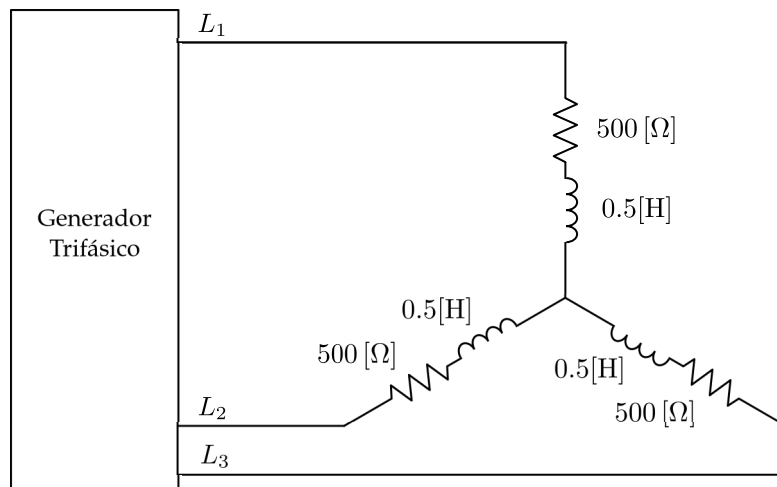


Figura 1: Circuito trifásico equilibrado con carga RL .

Considerando un circuito trifásico con carga RL estrella equilibrado (**Figura 1**). Se calcula la frecuencia angular (ω):

$$\begin{aligned}\omega &= 2\pi f \\ &= 2\pi(50) \\ &= 100\pi \text{ [rad/s]}\end{aligned}$$

Se halla la impedancia en el dominio de frecuencia:

$$\begin{aligned}Z &= R + j\omega L \\ &= 500 + j(100\pi)(0.5) \\ &= 500 + j50\pi \text{ [Ω]}\end{aligned}$$

Y su representación fasorial:

$$\begin{aligned}|Z| &= \sqrt{500^2 + (50\pi)^2} \\ &= 524.09 \\ \theta &= \arctan\left(\frac{50\pi}{500}\right) \\ &= 17.44^\circ \\ Z &= 524.09/17.44^\circ \text{ [Ω]}\end{aligned}$$

Por tanto, el factor de potencia es:

$$\begin{aligned}\text{fp} &= \cos(17.44^\circ) \\ &= 0.9540 \text{ (atrasado)}\end{aligned}$$

A partir del voltaje de línea, se calcula el voltaje de fase:

$$\begin{aligned}U_F &= \frac{U_L}{\sqrt{3}} \\&= \frac{380}{\sqrt{3}} \\&= 219.39[\text{V}]\end{aligned}$$

Y a partir del voltaje de fase, se halla la corriente de línea:

$$\begin{aligned}I_L &= \frac{U_F}{|Z|} \\&= \frac{219.39}{\sqrt{(500)^2 + (50\pi)^2}} \\&= 0.4186[\text{A}]\end{aligned}$$

Por tanto, las potencias activa, reactiva y aparente son:

$$\begin{aligned}P_T &= \sqrt{3} U_L I_L \cos(\phi) \\&= \sqrt{3} (380) (0.4186) \cos(17.44^\circ) \\&= 262.86[\text{W}] \\Q_T &= \sqrt{3} U_L I_L \sin(\phi) \\&= \sqrt{3} (380) (0.4186) \sin(17.44^\circ) \\&= 82.579[\text{VAR}] \\S_T &= \sqrt{(262.86)^2 + (82.579)^2} \\&= 275.52[\text{VA}]\end{aligned}$$

1.2. Carga RL con capacitor en serie

Considerando un circuito trifásico con carga RLC estrella equilibrado (**Figura 2**).

Se halla la impedancia en el dominio de frecuencia:

$$\begin{aligned}Z &= R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C} \\&= 500 + j(100\pi)(0.5) + \frac{1}{j(100\pi)(20 \times 10^{-6})} \\&= 500 - j2.0753 [\Omega]\end{aligned}$$

Y su representación fasorial:

$$\begin{aligned}|Z| &= \sqrt{500^2 + (-2.0753)^2} \\&= 500.00 \\ \theta &= \arctan\left(\frac{-2.0753}{500}\right) \\&= -0.24^\circ \\Z &= 500.00 \angle -0.24^\circ [\Omega]\end{aligned}$$

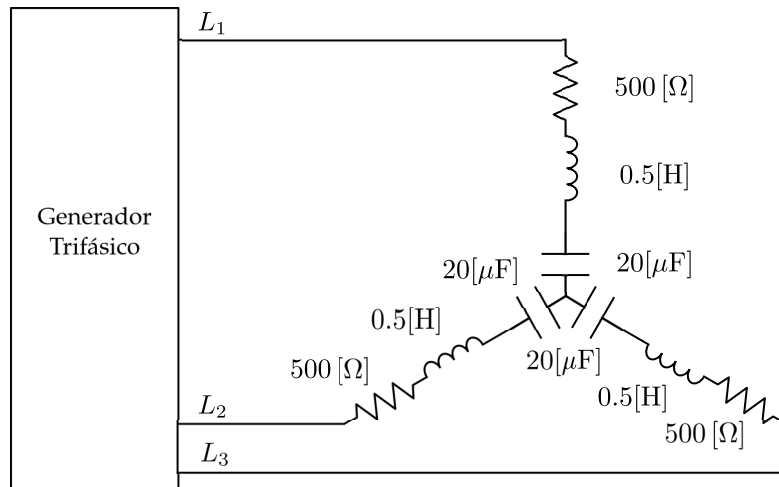


Figura 2: Circuito trifásico equilibrado con carga RL y capacitor en serie.

Por tanto, el factor de potencia es:

$$\begin{aligned}\text{fp} &= \cos(-0.24^\circ) \\ &= 1.0000 \text{ (adelantado)}\end{aligned}$$

A partir del voltaje de línea, se calcula el voltaje de fase:

$$\begin{aligned}U_F &= \frac{U_L}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{380}{\sqrt{3}} \\ &= 219.39[\text{V}]\end{aligned}$$

Y a partir del voltaje de fase, se halla la corriente de línea:

$$\begin{aligned}I_L &= \frac{U_F}{|Z|} \\ &= \frac{219.39}{\sqrt{(500)^2 + (-2.0753)^2}} \\ &= 0.4388[\text{A}]\end{aligned}$$

Por tanto, las potencias activa, reactiva y aparente son:

$$\begin{aligned}P_T &= \sqrt{3} U_L I_L \cos(\phi) \\ &= \sqrt{3} (380) (0.4388) \cos(-0.24^\circ) \\ &= 288.80[\text{W}]\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q_T &= \sqrt{3} U_L I_L \sin(\phi) \\ &= \sqrt{3} (380) (0.4388) \sin(-0.24^\circ) \\ &= -1.1987[\text{VAR}]\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}S_T &= \sqrt{(288.80)^2 + (-1.1987)^2} \\ &= 288.80[\text{VA}]\end{aligned}$$

1.3. Carga RL con capacitor en paralelo

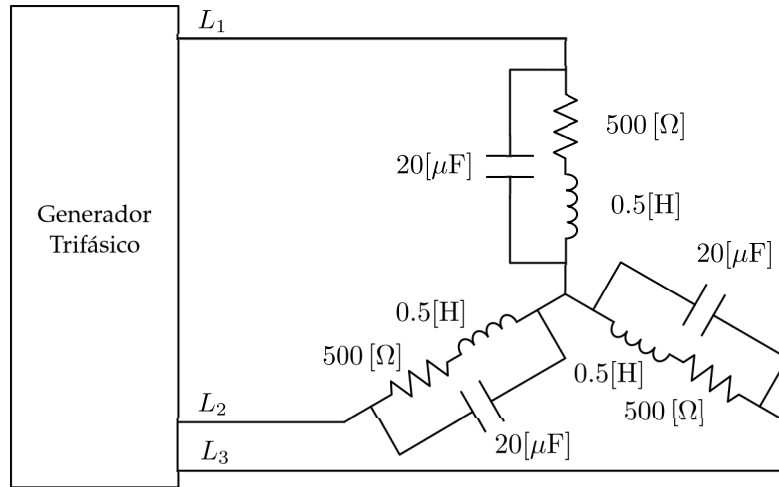


Figura 3: Circuito trifásico equilibrado con carga RL y capacitor en paralelo.

Considerando un circuito trifásico con carga RLC estrella equilibrado (**Figura 3**). Se halla la impedancia en el dominio de frecuencia:

$$\begin{aligned} Z &= (R + j\omega L) \parallel \left(\frac{1}{j\omega C}\right) \\ &= \frac{(500 + j50\pi)(-j\frac{500}{\pi})}{(500 + j50\pi) + (-j\frac{500}{\pi})} \\ &= 50.660 - j158.945 [\Omega] \end{aligned}$$

Y su representación fasorial:

$$\begin{aligned} |Z| &= \sqrt{(50.660)^2 + (-158.945)^2} \\ &= 166.82 \\ \theta &= \arctan\left(\frac{-158.945}{50.660}\right) \\ &= -72.32^\circ \\ Z &= 166.82 \angle -72.32^\circ [\Omega] \end{aligned}$$

Por tanto, el factor de potencia es:

$$\begin{aligned} \text{fp} &= \cos(-72.32^\circ) \\ &= 0.3037 \text{ (adelantado)} \end{aligned}$$

A partir del voltaje de línea, se calcula el voltaje de fase:

$$\begin{aligned} U_F &= \frac{U_L}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{380}{\sqrt{3}} \\ &= 219.39 [\text{V}] \end{aligned}$$

Y a partir del voltaje de fase, se halla la corriente de línea:

$$\begin{aligned}
 I_L &= \frac{U_F}{|Z|} \\
 &= \frac{219.39}{\sqrt{(50.660)^2 + (-158.945)^2}} \\
 &= 1.3151[\text{A}]
 \end{aligned}$$

Por tanto, las potencias activa, reactiva y aparente son:

$$\begin{aligned}
 P_T &= \sqrt{3} U_L I_L \cos(\phi) \\
 &= \sqrt{3} (380) (1.3151) \cos(-72.32^\circ) \\
 &= 262.86[\text{W}] \\
 Q_T &= \sqrt{3} U_L I_L \sin(\phi) \\
 &= \sqrt{3} (380) (1.3151) \sin(-72.32^\circ) \\
 &= -824.71[\text{VAR}] \\
 S_T &= \sqrt{(262.86)^2 + (-824.71)^2} \\
 &= 865.59[\text{VA}]
 \end{aligned}$$

1.4. Resumen de resultados

En la siguiente tabla se resumen los valores obtenidos teóricamente:

	$I_F[\text{A}]$	$P_T[\text{W}]$	$Q_T[\text{VAR}]$	$S_T[\text{VA}]$	fp
RL	0.4186	262.86	82.579	275.52	0.9540 (atrasado)
$RL + C$ en serie	0.4388	288.80	-1.1987	288.80	1.0000 (adelantado)
$RL + C$ en paralelo	1.3151	262.86	-824.71	865.59	0.3037 (adelantado)

2. Simulación

Se utilizó el software *Electronic Workbench v5.12.* para simular los circuitos, la carga RL puede verse en la **Figura ??**, la carga RL con capacitor en serie puede verse en la **Figura ??** y la carga RL con capacitor en paralelo puede verse en la **Figura ??**.

2.1. Resumen de resultados

En la siguiente tabla se resumen los valores obtenidos de la simulación:

	$I_F[\text{A}]$	$P_T[\text{W}]$	$Q_T[\text{VAR}]$	$S_T[\text{VA}]$	fp
RL	0.4186	262.86	82.579	275.52	0.9540 (atrasado)
$RL + C$ en serie	0.4388	288.80	-1.1987	288.80	1.0000 (adelantado)
$RL + C$ en paralelo	1.3151	262.86	-824.71	865.59	0.3037 (adelantado)

3. Tablas y mediciones

Se presentan los resultados obtenidos en laboratorio por medio del metodo de los dos vatímetros, el calculo de la potencia activa, reactiva, aparente y el factor de potencia.

La potencia aparente se calcula con la siguiente formula:

$$S_T = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2}$$

El factor de potencia se calcula con la siguiente formula:

$$\text{fp} = \frac{P_T}{S_T}$$

	$I_F[\text{A}]$	$W_1 + W_2 = P_T[\text{W}]$	$Q_1 + Q_2 = Q_T[\text{VAR}]$	$S_T[\text{VA}]$	fp
<i>RL</i>	0.40	$110 + 153 = 263$	$112 - 31 = 81$	275.19	0.9557
<i>RL</i> + C en serie	0.42	$143 + 143 = 286$	$-79 + 78 = -1$	286	1.00
<i>RL</i> + C en paralelo	1.40	$390 - 126 = 264$	$-393 - 528 = -921$	958.09	0.2755

4. Cuestionario

1. ¿Qué efectos produce en el circuito un mayor factor de potencia? Justifique su respuesta con los datos obtenidos.
2. ¿Qué efectos produce en el circuito un menor factor de potencia? Justifique su respuesta con los datos obtenidos.
3. ¿Por qué razon es conveniente conectar capacitancias en paralelo en vez de conectar en serie cuando se corrige el factor de potencia? Justifique su respuesta
4. Calcular cual deberia ser el valor de la capacitancia en paralelo a conectarse por fase para obtener un factor de potencia igual a 1.

5. Conclusiones y Recomendaciones