

## **PRACTICA N° 5**

### **MEDIDA DE LA POTENCIA ACTIVA Y REACTIVA TRIFASICA** **EN CIRCUITOS CON CARGA EQUILIBRADA**

#### **OBJETIVOS.-**

- Medir la potencia activa y reactiva trifásica en un circuito trifásico equilibrado con carga en delta y carga en estrella.
- Comparar las potencias activa y reactiva en una conexión estrella con una conexión delta.
- Verificar la potencia trifásica total por el método de los dos vatímetros o dos varímetros.

#### **FUNDAMENTO TEORICO.**

La potencia consumida de un elemento cualquiera de un circuito es la velocidad con que la energía eléctrica es convertida en cualquier otra fuente de energía (calor, mecánica, etc.). La potencia es la energía eléctrica consumida o entregada en la unidad de tiempo. En circuitos de corriente alterna existen dos tipos de potencia:

##### **1.- Potencia activa o promedio.-**

La potencia promedio o activa en circuitos con fuentes A.C es aquella consumida por los elementos resistivos y está dada por la relación:

$$P = U_{eff} I_{eff} \cos \varphi$$

Donde  $\varphi$  es la diferencia entre los ángulos de fase de voltaje y de corriente como también el argumento de la impedancia.

En particular para una impedancia de la forma  $Z = R + jX$  la potencia activa puede calcularse con la relación:

$$P = I_{eff}^2 R$$

Pero en medición de potencia activa usaremos:

$$P = U_R I_{eff}$$

La potencia activa total de un sistema trifásico equilibrado ya sea delta o estrella es igual a:

$$P_T = 3P_Z = \sqrt{3} U_L I_L \cos \varphi$$

Además podemos verificar la relación entre la potencia trifásica total entre una carga delta con la misma carga en estrella:  $P_\Delta = 3P_Y$

##### **2.- Potencia Reactiva.-**

La potencia reactiva  $Q$  es aquella que consumen las cargas reactivas (inductores y capacitores) de un circuito con generación alterna. Esta potencia no se consume ni se genera en el sentido estricto (el uso de los términos "potencia reactiva generada" y/o "potencia reactiva consumida" es una convención) pues no genera trabajo útil como la potencia activa.

La unidad de medida de la potencia reactiva es el volt-amper reactivo (VAR) y se calcula con la fórmula:

$$Q = U_{eff} I_{eff} \sin \phi$$

Para una impedancia de la forma:  $Z = R + jX$  la potencia reactiva puede calcularse mediante la relación:

$$Q = I_{eff}^2 X$$

Y para medir potencia reactiva utilizaremos:

$$Q = U_x I_{eff}$$

La potencia reactiva puede ser de dos tipos:

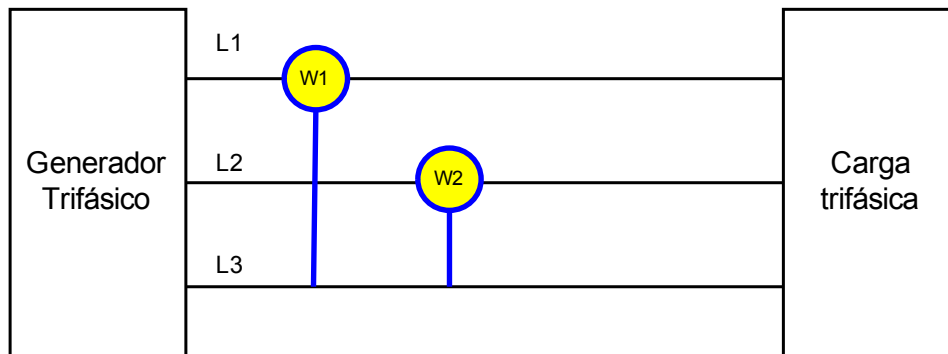
- Potencia reactiva inductiva: Si  $X > 0$ ;  $Q > 0$
- Potencia reactiva capacitiva: si  $X < 0$ ;  $Q < 0$

En un circuito trifásico equilibrado la potencia reactiva total será:

$$Q_T = 3Q_Z = \sqrt{3} U_L I_L \sin \phi$$

La potencia reactiva se mide con un instrumento llamado varímetro, que por lo general ya está integrado en un equipo para medir potencia que cumplirá la función de vatímetro y varímetro.

**METODO DE LOS DOS VATIMETROS.-** Este método se utiliza en sistemas trifásicos con cargas equilibradas o desequilibradas para calcular o medir la potencia trifásica total.



Se conectan dos vatímetros a dos líneas tomando como referencia común la tercera línea y se obtiene:

$$W_1 = U_L I_L \cos(\phi - 30^\circ)$$

$$W_2 = U_L I_L \cos(\phi + 30^\circ)$$

$$P_T = W_1 + W_2$$

Si en lugar de vatímetros tenemos varímetros, la suma de ambas lecturas será la potencia reactiva total del circuito trifásico ya sea equilibrado o desequilibrado. En el caso de un sistema equilibrado se verifica las fórmulas siguientes:

$$Q_1 = U_L I_L \sin(\varphi - 30^\circ)$$

$$Q_2 = U_L I_L \sin(\varphi + 30^\circ)$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2$$

### **ARMADO DE CIRCUITO.-**

- Caso 1.- Carga en estrella
- Caso 2.- Carga en delta

### **EQUIPOS Y/O ELEMENTOS A UTILIZAR:**

- Generador trifásico con tensión de línea 220V rms
- Analizadores de potencia trifásicos
- Multímetro
- Tres resistencias de igual valor
- Tres inductancias de igual valor
- Conectores requeridos

### **PROCEDIMIENTO.-**

1. Realizar los cálculos indicados en clases
2. Armar los circuitos indicados en la clase, realizar las mediciones con un multímetro y llenar la tabla:

CARGA EN ESTRELLA				CARGA EN DELTA		
	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$
$I_z$						
$U_R$						
$U_x$						
$P=U_R I_z$						
$Q=U_x I_z$						
$P_T$						
$Q_T$						

3.- Conectar dos analizadores de potencia en las líneas 1 y 2 y llenar la tabla:

	CIRCUITO ESTRELLA	CIRCUITO DELTA
$W_1$		
$W_2$		
$Q_1$		
$Q_2$		
$P_T$		
$Q_T$		

#### **CUESTIONARIO.-**

1.- Compare las potencias activa y reactiva trifásica obtenidas con carga en delta y carga en estrella, ¿cuál es la relación en ambos casos? ¿Dicha relación se verifica con lo aprendido teóricamente?

2.- La potencia medida en cada impedancia, ¿es la misma o no?. En caso de que sea diferente explique las posibles razones.

3.- Comparar la potencia total obtenida por los dos métodos. ¿Existe diferencia en dichos valores? ¿En qué caso se obtiene un valor más cercano al teórico y por qué?

4.- Demuestre que la potencia total en un circuito trifásico equilibrado independientemente de la forma de conexión de la carga está dada por:  $P_T = \sqrt{3}U_L I_L \cos \varphi$  y a partir de esto, verifique la relación entre un sistema delta y estrella:  $P_\Delta = 3P_Y$

5.- Demuestre que el método de los dos vatímetros nos da la potencia trifásica total en un circuito equilibrado.

#### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-**