

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL ROSARIO  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

TRABAJO PRÁCTICO Nº 4

TEMA:  
**ANÁLISIS DE UN CIRCUITO DE CORRIENTE ALTERNA MONOFÁSICO  
CON WATTÍMETRO, VOLTÍMETRO Y AMPERÍMETRO**

**CÁTEDRA: Instrumentos y Mediciones Eléctricas**  
4to año - Ingeniería Eléctrica - UTN-FRR

## TRABAJO PRACTICO Nº 4

### **TEMA: ANÁLISIS DE UN CIRCUITO DE CORRIENTE ALTERNA MONOFÁSICO CON WATTÍMETRO, VOLTÍMETRO Y AMPERÍMETRO**

#### **CONSIDERACIONES TEÓRICAS:**

El wattímetro electrodinámico permite una lectura directa de la potencia en corriente alterna ya que su deflexión es proporcional a la misma:

$$K_w \cdot U \cdot I \cdot \cos \beta = K_w \cdot P \quad (1)$$

Siendo:

U : Tensión aplicada a la bobina voltimétrica (Valor eficaz).

I : Corriente que atraviesa la bobina amperométrica (Valor eficaz).

$\beta$  : Ángulo de desfase entre dichas magnitudes.

Para determinar las magnitudes del circuito (tensión, corriente, potencia reactiva y aparente) se añaden un voltímetro y un amperímetro.

Se tienen dos posibles conexiones de los instrumentos que se analizan a continuación:

- a) **Conexión corta:** En esta disposición la bobina voltimétrica del wattímetro recibe la misma tensión  $U_c$  que la carga (al igual que el voltímetro) pero por la bobina amperométrica y por el amperímetro circula la suma vectorial:

$$I = I_c + I_v + I_w$$

De modo que la indicación del wattímetro será la potencia de la carga mas la consumida por el voltímetro y por la bobina voltimétrica del wattímetro. Si estas ultimas son considerables respecto a la primera, habrá que realizar una corrección.

Llamando:

$U_c$ : Tensión en la carga, igual a la tensión leída en el voltímetro.

$R_v$ : Resistencia interna del voltímetro.

$R_w$ : Resistencia de la bobina voltimétrica del wattímetro.

$R_a$ : Resistencia interna del amperímetro.

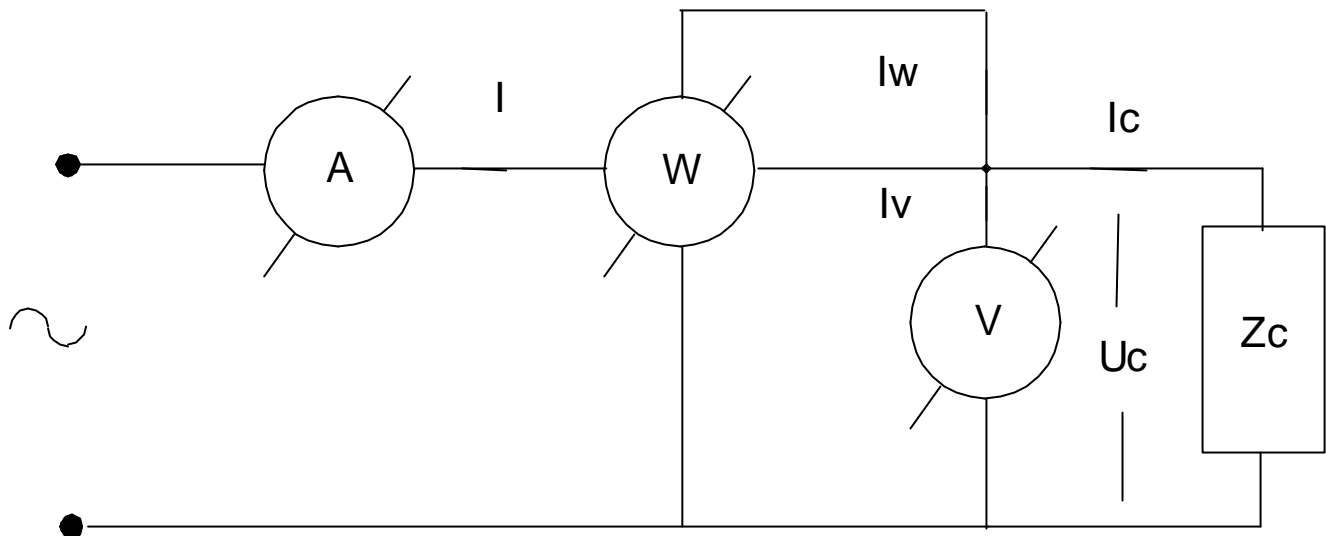
$P_c$ : Potencia disipada en la carga

$P_v$ : Potencia disipada en el voltímetro.

$P_w$ : Potencia disipada en la bobina voltimétrica del wattímetro.

$P_m$ : Potencia indicada por el wattímetro

El circuito a utilizar es el siguiente:



Se tendrá entonces:

$$P_m = P_c + P_v + P_w$$

Pero:

$$P_v = \frac{U_v^2}{R_v} \quad \text{y} \quad P_w = \frac{U_c^2}{R_w}$$

Por lo tanto:

$$P_m = P_c + \frac{U_c^2}{R_v} + \frac{U_c^2}{R_w}$$

Luego:

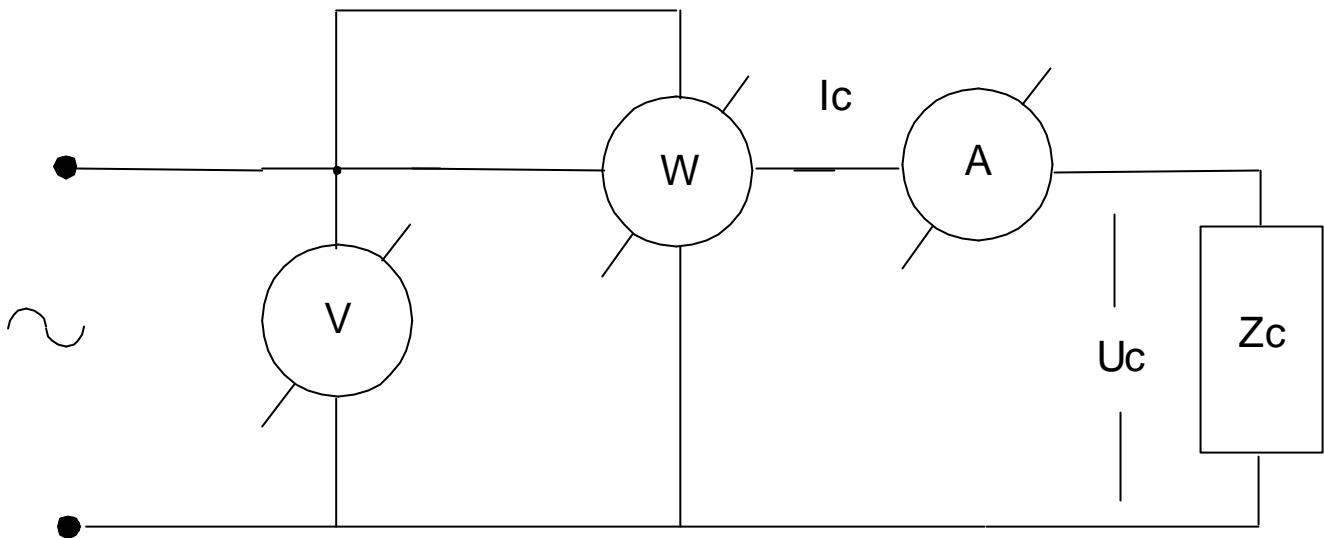
$$P_c = P_m - \left( \frac{U_c^2}{R_v} + \frac{U_c^2}{R_w} \right)$$

b) **Conexión larga:** En esta conexión el error en la medición de potencia será el introducido por la potencia disipada en las resistencias amperométricas del wattímetro ( $R_{aw}$ ) y del amperímetro ( $R_a$ ).

$$P_m = P_c + I^2 (R_a + R_{aw})$$

$$P_c = P_m - I^2 (R_a + R_{aw})$$

El circuito a utilizar es el siguiente:

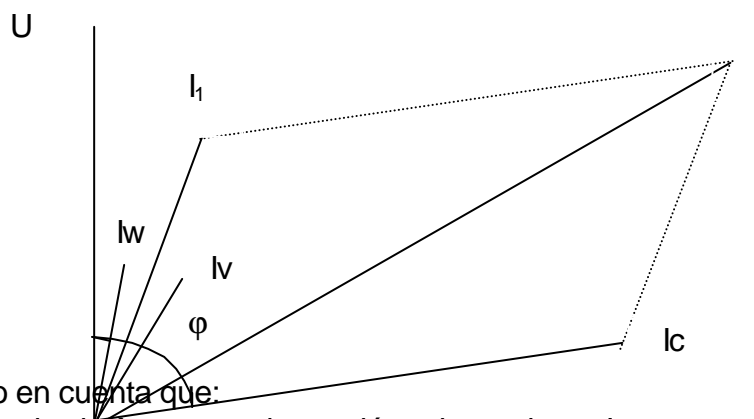


### C) Errores Metodológicos

En cuanto a los errores metodológicos cometidos en las mediciones con el voltímetro y amperímetro, caben las mismas consideraciones realizadas para la medición de resistencias con voltímetro y amperímetro, con la diferencia de que en el presente, al tratarse de magnitudes vectoriales, se complica el estudio.

Como ejemplo se realiza a continuación el estudio de la obtención de  $I_c$  y  $\varphi$ , los cuales no son obtenidos directamente con las mediciones para la **conexión corta**:

Para este caso el diagrama fasorial para una carga inductiva será:



Teniendo en cuenta que:

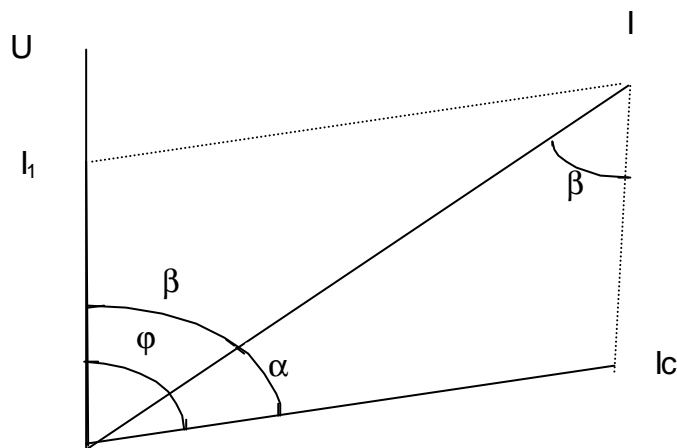
- 1) El ángulo de fase entre la tensión y la corriente  $I_w$  esta generalmente compensado en el instrumental de exactitud.

2) El ángulo de fase entre la tensión y la corriente  $I_v$  del voltímetro es muy pequeño.

Se puede admitir que ambas corrientes  $I_w$  e  $I_v$  están en fase con  $U$ , cumpliéndose entonces:

$$I_1 = I_v + I_w = \frac{U}{R_v} + \frac{U}{R_w} \quad (2)$$

Siendo válido con suficiente aproximación el siguiente diagrama:



Entonces, conociéndose por medición  $U$ ,  $I$  y  $P_m$ , y por cálculo  $I_1$  (2) es:

Con la expresión (1) obtenemos  $\beta$ . Además se cumple que:

$$I_c = \sqrt{I^2 + I_1^2 - 2 \cdot I \cdot I_1 \cos \beta} \Rightarrow I_c$$

Por otro lado:

$$\frac{I_c}{\sin \beta} = \frac{I_1}{\sin \alpha} \Rightarrow \alpha$$

y siendo:  $\phi = \alpha + \beta$

Obtenemos la corriente en la carga  $I_c$  y su ángulo con respecto a la tensión  $\phi$ .

Para evitar estas consideraciones, y siempre que la jerarquía necesaria de la medición lo permita, se tratará de emplear la conexión que menor error metodológico introduzca en la medición de  $U$  e  $I$  (corta o larga) determinando para ello la resistencia crítica  $R_c$ :

$$R_c = \sqrt{(R_{aw} + R_a) \frac{R_v R_w}{R_v + R_w}} \quad (3)$$

Comparando luego el valor de la impedancia de carga  $Z_c$  (valor supuesto) con la  $R_c$  se selecciona la conexión correspondiente:

$Z_c > R_c \rightarrow$  Emplear conexión larga.

$Z_c < R_c \rightarrow$  Emplear conexión corta.

No teniendo en cuenta entonces los errores metodológicos en la medición de  $U$  e  $I$ .

En cambio si se tendrá en cuenta el error en la medición de potencia, debiendo efectuar los cálculos considerando el valor corregido de la potencia  $P_c$  en la carga si la potencia disipada en los instrumentos es considerable. Se procederá luego al cálculo:

$$\cos \phi = \frac{P_c}{U \cdot I}$$

$$S = U \cdot I$$

$$Q = I_c \operatorname{Tg} \phi = \sqrt{S^2 - P_c^2}$$

Donde para:

conexión corta,  $U = U_{medida}$  ;  $I = I_{carga}$

conexión larga,  $U = U_{carga}$  ;  $I = I_{medida}$

### **REALIZACIÓN DEL TRABAJO EN LABORATORIO:**

Se analizará un circuito de CA monofásica, empleando las consideraciones teóricas vistas.

### **Cuadro de valores**

1) Determinación de la conexión a utilizar:

$R_{aw}$	$R_w$	$R_a$	$R_v$	$R_c$	$Z_c(\text{aprox.})$	Conexión

--	--	--	--	--	--	--

1) Mediciones y cálculos:

$K_v$	$\alpha_v$	U	$K_a$	$\alpha_a$	I	$K_w$	$\alpha_w$	W	$P_c$	Uc ó Ic	S	Q	Cos $\phi$

**Informe a cargo del alumno**

- 1) Describir el proceso realizado en el laboratorio.
- 2) Demostrar la fórmula (3).
- 3) Indicar los instrumentos utilizados, cálculo de constantes y  $R_c$ .

Se deberá indicar en el informe también cualquier circunstancia producida no prevista.

Versión 1999

Elaboraron:

Ing. Jorge A. Sáenz  
Profesor A/C

Ing. Juan J. Salerno  
JTP

Ing. Pablo J. Bertinat  
Aux. 1ra

Colaboración: alumno Eduardo Senestro

Desarrollado en base al Trabajo Práctico original "Análisis de un circuito de CA monofásica con wattímetro, voltímetro y amperímetro" de la Materia Medidas I, versión 1984

Autores: Ing. José Juan Pesce - Ing. Mateo Rodríguez Voltá