

## EL 3003 LABORATORIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

### MEDICIÓN DE POTENCIA EN CIRCUITOS TRIFÁSICOS

#### Teorema de Blondell

En un circuito n-filar la potencia activa puede medirse como suma algebraica de las lecturas de **n-1** vatímetros. Este enunciado es evidente en el caso de un circuito tetrafilar en que tenemos acceso al neutro de la carga.

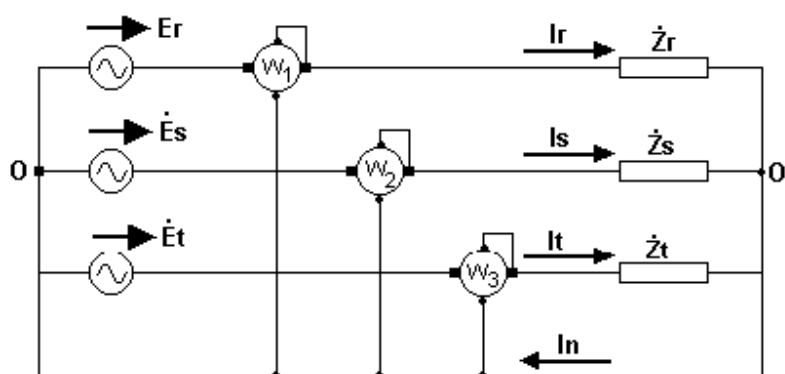


Figura 1 Medidas por fase con tres wáttmetros

En este caso particular cada wáttmetro indica la potencia de la fase a la que está conectado. De este modo, la potencia trifásica resulta igual a:

$$P=W_1+W_2+W_3$$

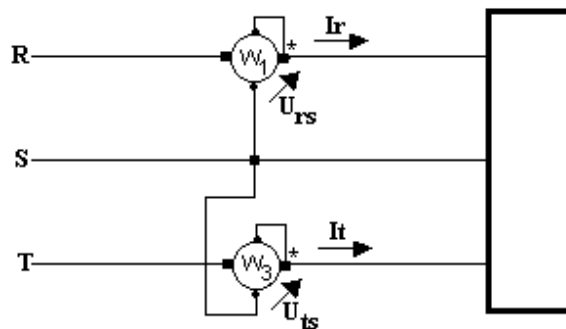
o sea que la potencia total es suma de las tres lecturas.

#### Método de Aron - Caso general.

En un circuito trifilar se intercalan dos wáttmetros en sendos conductores de línea, conectando las bobinas de voltaje a un punto común sobre el tercer conductor.

No se requiere condición de simetría alguna en el generador o la carga, no existiendo restricciones al esquema de conexión (estrella o triángulo). De hecho, por medio de la transformación de Kennely, siempre es posible obtener una carga equivalente en estrella.

La indicación de un wáttmetro es igual al producto de los valores eficaces de la tensión aplicada a la bobina de voltaje, por la corriente que circula por la bobina de corriente, por el coseno del ángulo de defasaje entre ambas. Si consideramos las magnitudes como fasores (vectores), la indicación resulta igual al producto escalar de la tensión por la corriente.



**Figura 2 Medida trifásica con el Método de los dos wátmetros**

De acuerdo con el teorema de Blondell, la potencia activa es igual a la suma algebraica de las dos lecturas. En efecto:

$$W_1 = U_{rs} \cdot I_r \qquad W_3 = U_{ts} \cdot I_t$$

$$W_1 + W_3 = (U_r - U_s) \cdot I_r + (U_t - U_s) \cdot I_t = U_r \cdot I_r + U_t \cdot I_t - U_s \cdot (I_r + I_t)$$

Siendo

$$I_r + I_s + I_t = 0 \qquad I_r + I_t = -I_s$$

y reemplazando] resulta

$$P = W_1 + W_3 = U_r \cdot I_r + U_s \cdot I_s + U_t \cdot I_t$$

La indicación de cada wátmetro no corresponde con la potencia de una fase en particular, pero su suma algebraica es igual a la potencia trifásica.

### **Método de Aron con generador perfecto y carga simétrica.**

Esta condición es la que se encuentra, por ejemplo, en los motores trifásicos. Siendo las lecturas de los instrumentos:

$$W_1 = U_L I_L \cos(30^\circ + \phi) \qquad W_3 = U_L I_L \cos(30^\circ - \phi)$$

Calculemos la suma de las lecturas:  $\sqrt{3} U_L I_L \cos(\phi)$

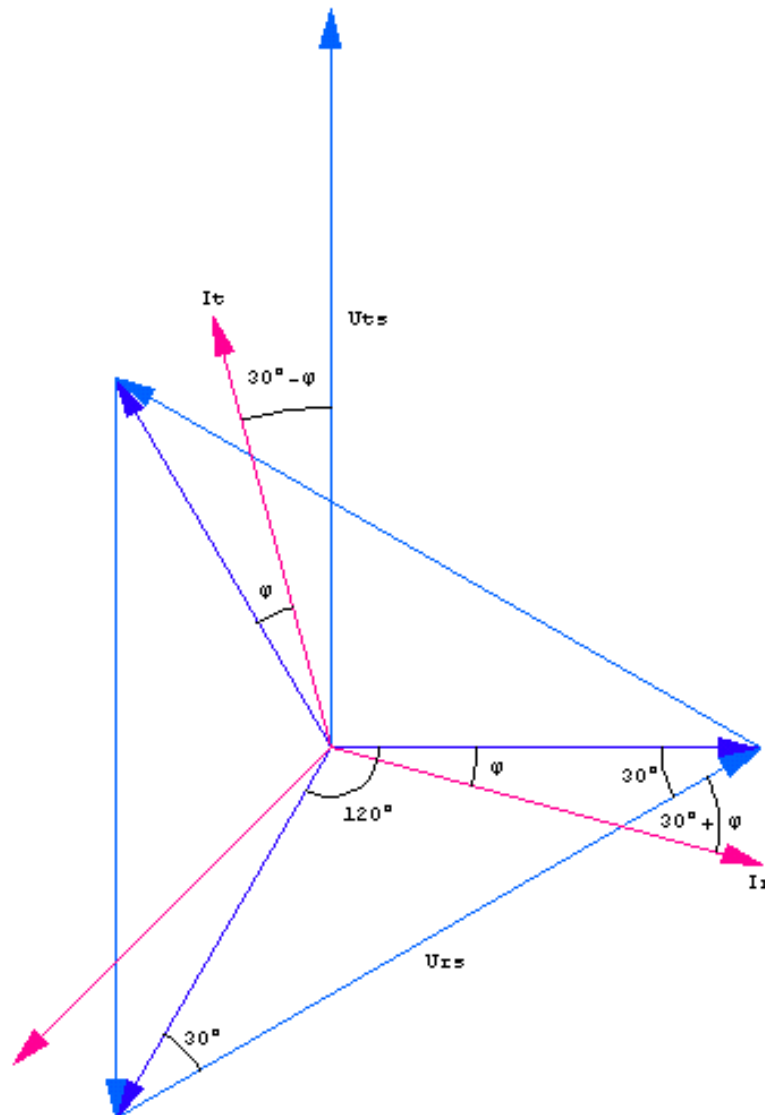
que es igual a la potencia trifásica.

En este caso particular también resulta útil la diferencia de las lecturas:  $U_L I_L \sin(\phi)$

Igual a la Potencia Reactiva, dividido por  $\sqrt{3}$

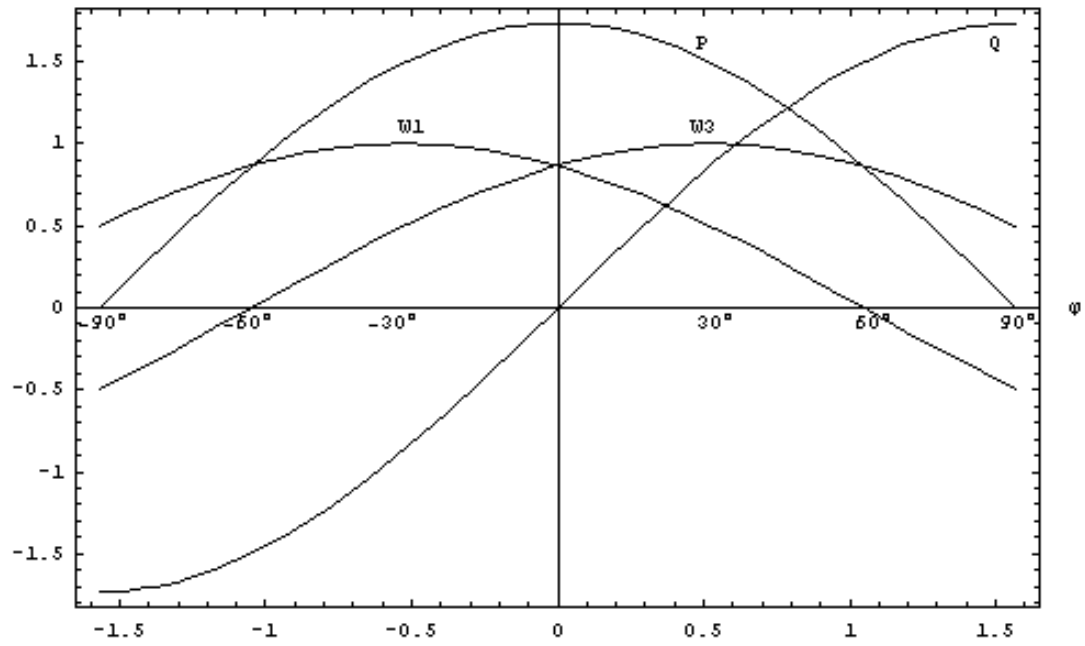
Resumiendo:  $P = W_1 + W_3$        $Q = \sqrt{3} (W_3 - W_1)$

El diagrama vectorial para la conexión mostrada en la figura 1 resulta:



**Figura 3 Diagrama vectorial de voltajes y corrientes**

Si la impedancia se mantiene constante, pero su argumento varía desde la condición capacitiva a la inductiva pura, las lecturas de los wáttmetros y las potencias activa y reactiva, por unidad, resultan como lo muestra el gráfico siguiente:



**Figura 4** Variación de lecturas y potencias con el ángulo de fase

Las lecturas de los wattímetros coinciden cuando la carga es resistiva pura.