

LABORATORIO DE MEDICIONES





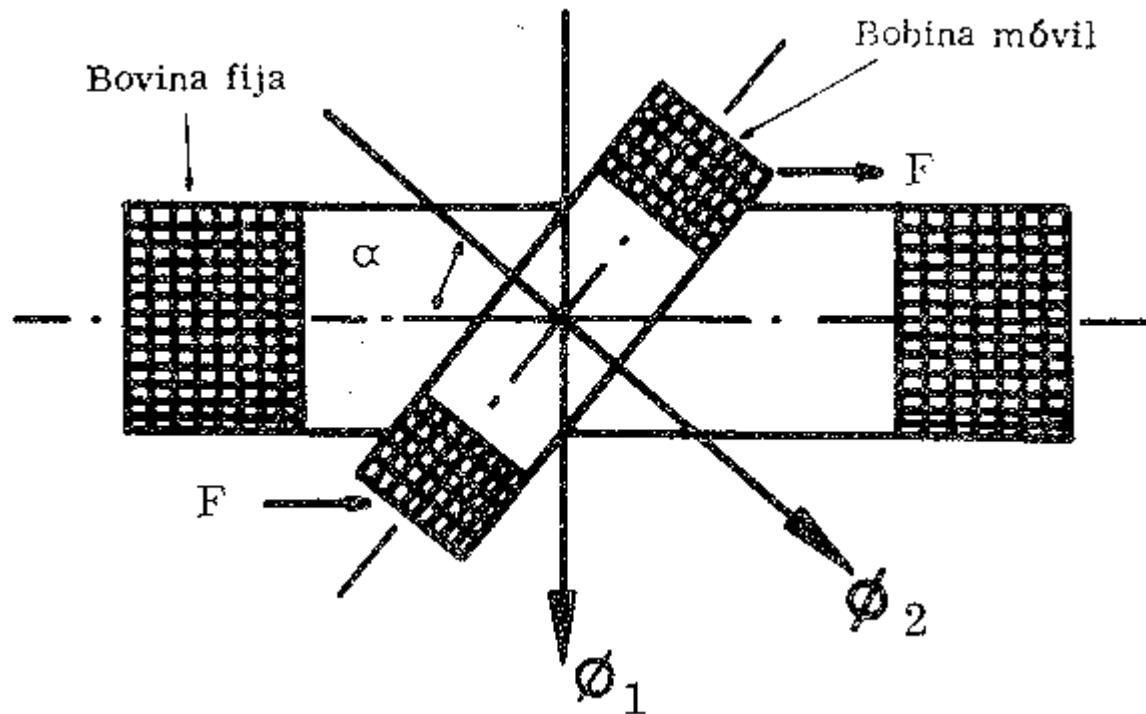
INSTRUMENTO ELECTRODINÁMICO

Estos instrumentos se basan en la acción mutua de dos campos magnéticos, análogamente a los instrumentos de bobina móvil, con la diferencia que en éste caso el campo producido por el imán permanente es reemplazado por un campo electromagnético producido por la corriente que circula por un grupo de bobinas fijas.



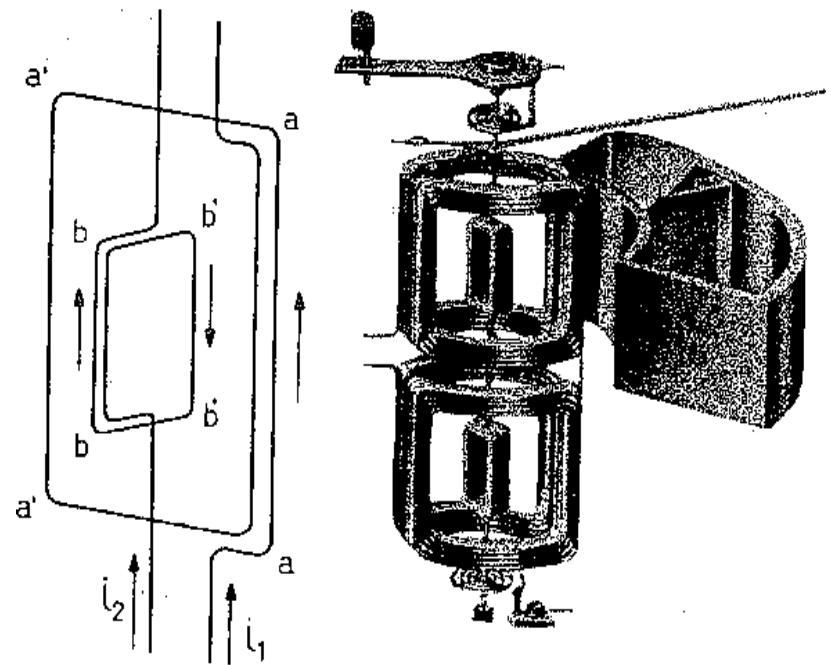
Clasificación:

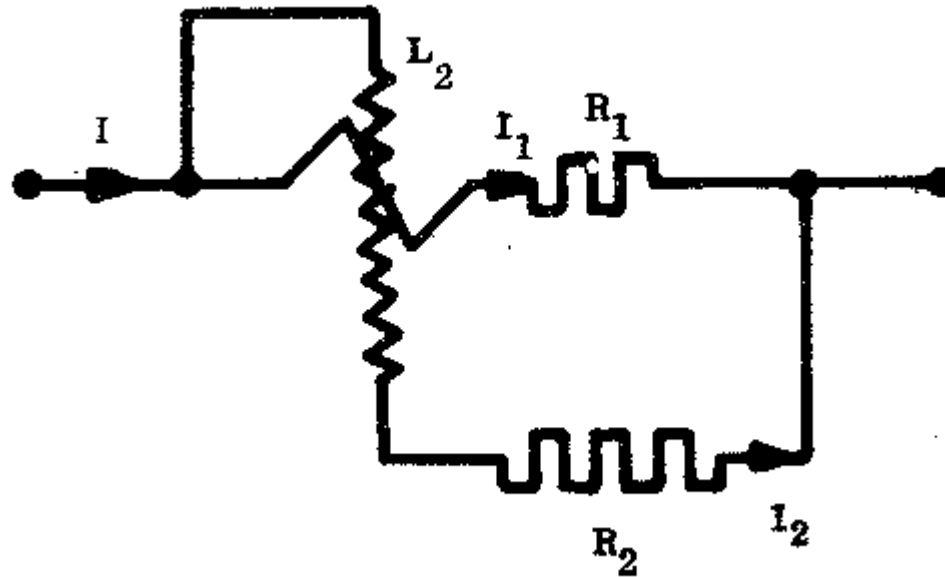
- Sin núcleo de hierro: **ELECTRODINÁMICO**
- Con núcleo de hierro: **FERRODINÁMICO**





La bobina fija está dividida en dos secciones para generar un campo más uniforme y llevar a una linealidad de la escala, que para el caso del amperímetro y voltímetro electrodinámico es cuadrática.

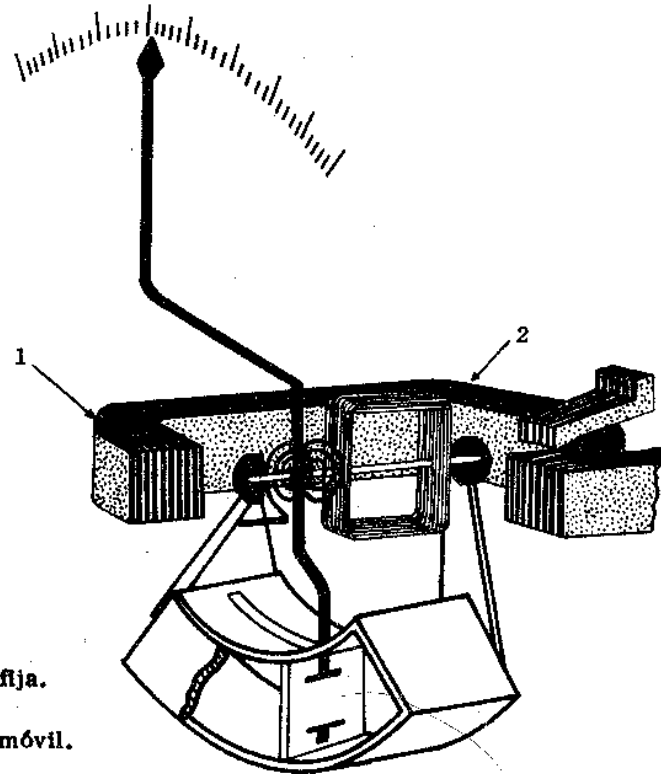




Una de las secciones de la bobina 'fija está ***shuntada*** con la bobina móvil. Las resistencias conectadas en serie son no inductivas confeccionadas de manganina.

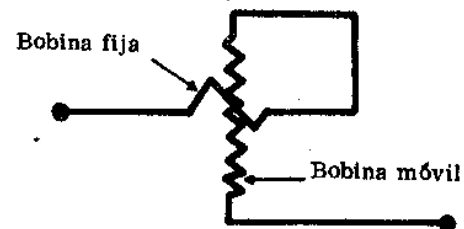


La bobina móvil está autosostenida, es decir, no está devanada sobre un marco metálico, como sucede en los instrumentos de imán permanente y bobina móvil, para evitar que se induzcan corrientes parásitas en él.



1. Bobina fija.

2. Bobina móvil.





Dado que la inducción (B) es proporcional al flujo (Φ) y éste a su vez es proporcional a la intensidad de corriente, resulta que la respuesta de este instrumento **es proporcional al producto de la intensidad de corriente a través de la bobina fija y de la circulante por la bobina móvil.**

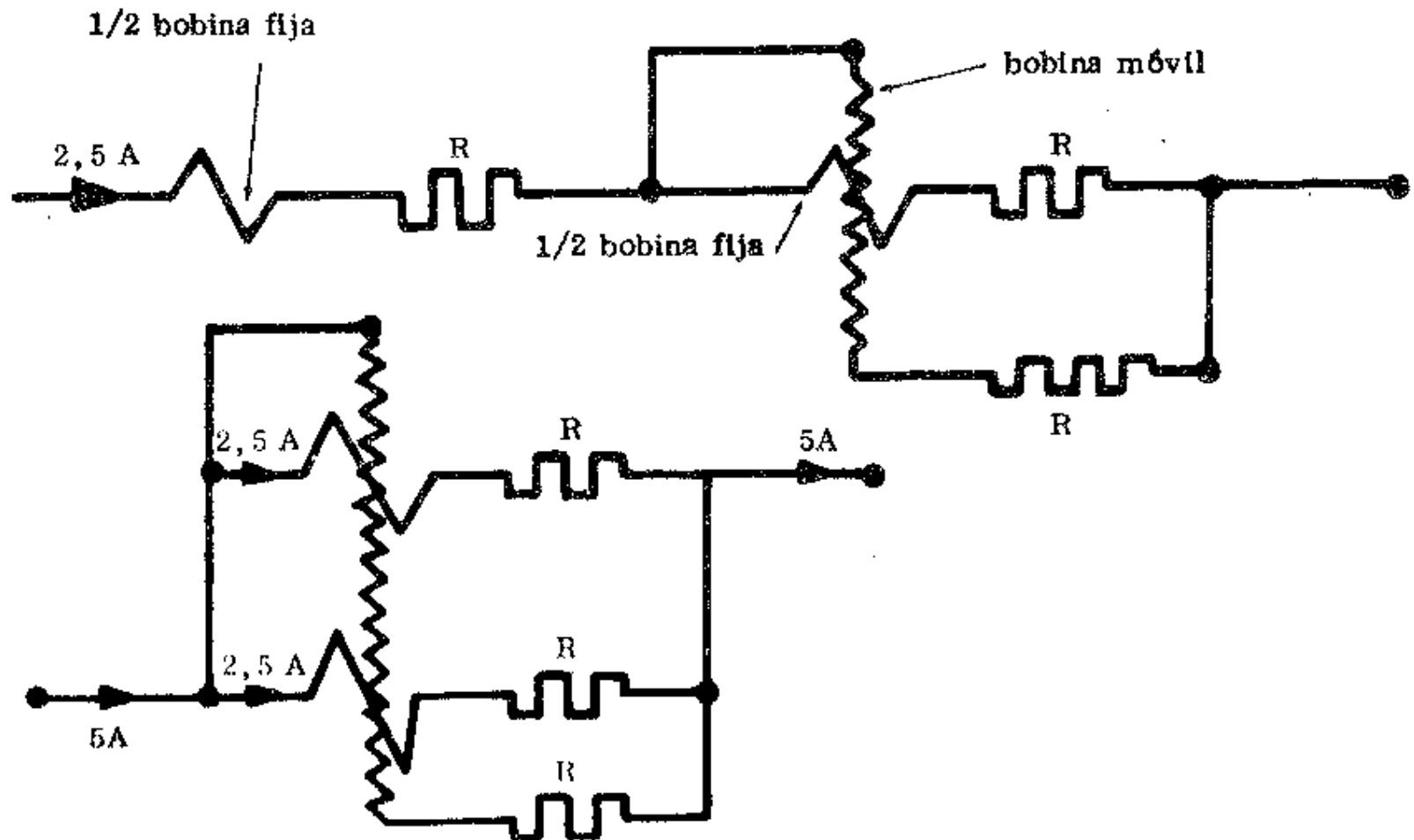


AMPERÍMETRO Y VOLTÍMETRO

El amperímetro electrodinámico se consigue al obtener la relación constante de ambas corrientes. Se resuelve con la conexión en serie de las dos bobinas.

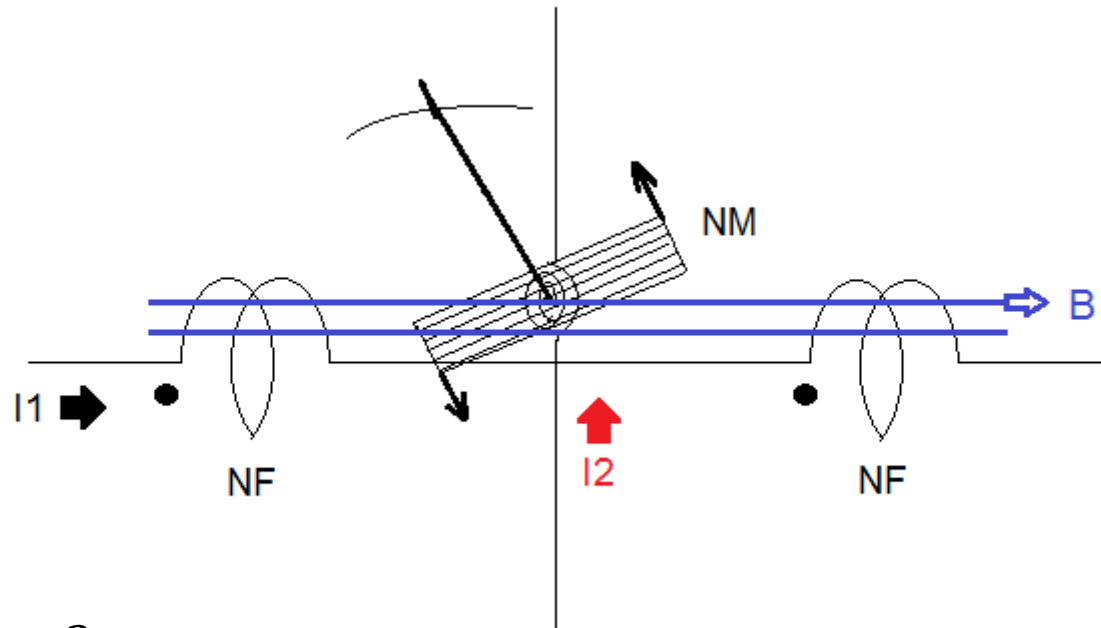
Esta solución no permite construir amperímetros con intensidades mayores a 0,5 A debido a los límites de las bobinas móviles y de las secciones de los resortes.

Otra alternativa es la conexión de las bobinas en paralelo, pero con resistencias adicionales para conseguir la relación de I_1/I_2 constante.





Desarrollo de la Ley de Respuesta General del Instrumento



$$E_c = \frac{1}{2} I \omega^2 \text{ [J]}$$

I = momento de inercia = masa y su distribución alrededor de un eje

rotación = fuerza x dirección



Las bobinas pueden conectarse en:

- Serie
- Serie y paralelo
- Paralelo

Si se conectan en serie, se tiene que $I = I_1 = I_2$

$$E = \frac{1}{2} I^2 \cdot L \quad I = \text{intensidad de corriente [A]}$$

L = inductancia

$$E = \frac{1}{2} I_1 \cdot I_2 \cdot M \quad M = \text{inducción mutua}$$



$$\text{momento } M = \frac{W}{\theta}$$

$$M = \frac{dW}{d\theta} = \frac{I_1 I_2}{2} \cdot \frac{dM}{d\theta} \quad M = \frac{I^2}{2} \cdot \frac{dM}{d\theta}$$

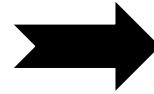
Integrando,

$$M = \frac{dM}{2d\theta} \frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) \cdot dt ; M = \frac{dM}{2d\theta} \cdot I^2 ef. \text{ Ley de respuesta}$$

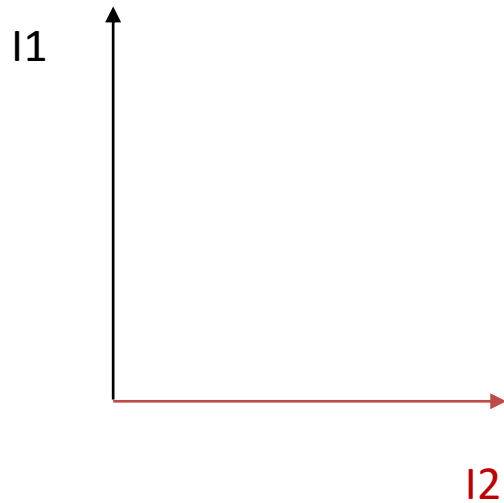
$$\theta = \frac{M}{kr} = \frac{dM}{2d\theta kr} \cdot I^2 ef. \text{ Ley de distribución de escala}$$



Desarrollo de la Ley de Respuesta Particular



VATÍMETRO



$90^\circ < \alpha < 180^\circ$ desviación del sistema móvil

$$M = I_1 \sin \omega t \cdot I_2 \sin (\omega t + \phi)$$

Vatímetro electrodinámico

R_v = resistencia del circuito voltimétrico – Factor de diseño y dato suministrado por el fabricante. La resistencia voltimétrica corresponde a la bobina móvil.



Desarrollo de la respuesta en CA

$$u(t) = U \cdot \cos \omega t$$

$$i(t) = I \cdot \cos (\omega t + \phi)$$

$$p(t) = K_i \cdot u(t) \cdot i(t) \cdot FP \quad FP = 1 \text{ diseño normal}$$

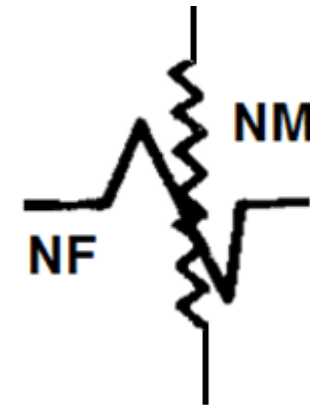
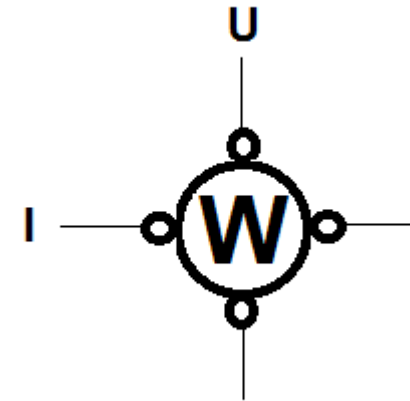
$$M = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt$$

$$M = \frac{1}{T} \int_0^T K_i U \cos(\omega t) \cdot I \cos(\omega t + \Phi) dt$$

$$M = U \cdot I \cdot K = \frac{1}{T} \int_0^T \cos(\omega t) \cdot \cos(\omega t + \Phi) dt \quad (1)$$

$$\alpha = \omega t$$

$$\beta = (\omega t + \Phi)$$





$$\begin{aligned}\cos(\alpha - \beta) &= \cos \alpha \cdot \cos \beta + \sin \alpha \cdot \sin \beta \\ \cos(\alpha + \beta) &= \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta\end{aligned}$$

$$\cos(\alpha - \beta) + \cos(\alpha + \beta) = 2 \cos \alpha \cdot \cos \beta \quad (2)$$

Reemplazando (2) en (1)

$$M = U \cdot I \cdot K = \frac{1}{T} \int_0^T \cos(\omega t + \cancel{\omega t} + \Phi) \cdot \cos(\omega t - \cancel{\omega t} + \Phi) dt$$

$$M = \frac{U}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I}{\sqrt{2}} \cdot K \cdot 2 \cos \phi \cdot \frac{1}{T} \int_0^T dt$$

$$M = \frac{U_{ef} \cdot I_{ef}}{2} \cdot 2 \cos \phi = U_{ef} \cdot I_{ef} \cdot FP$$

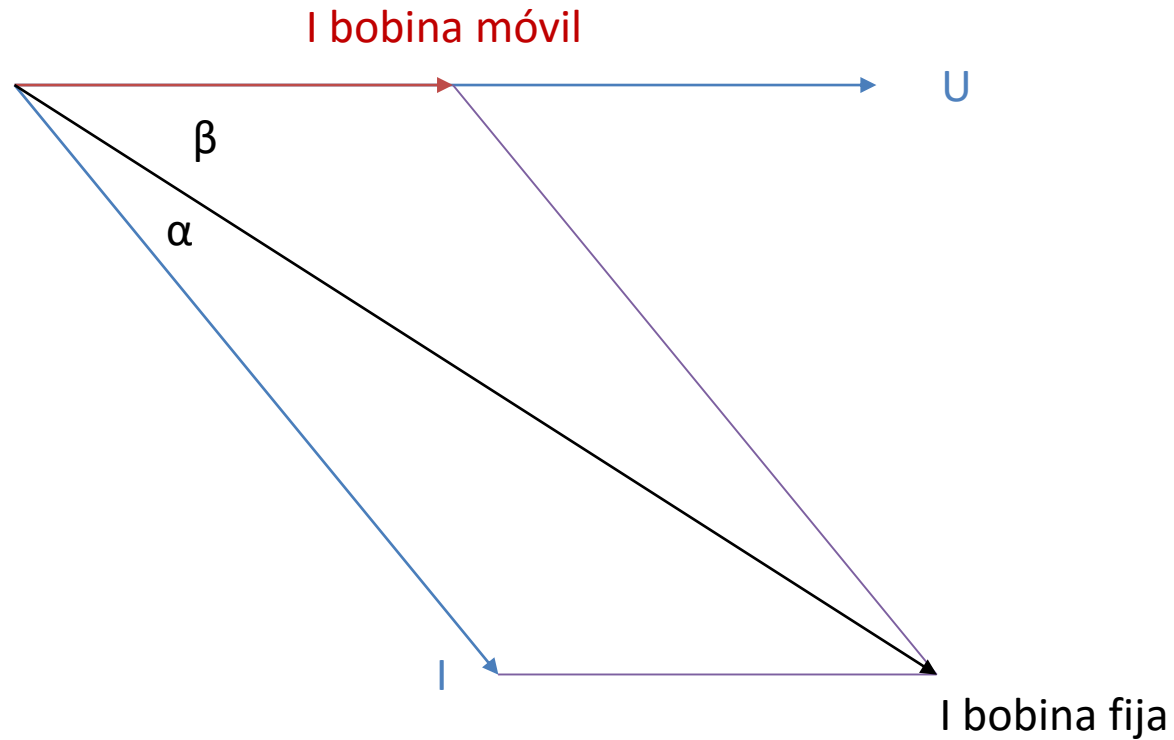
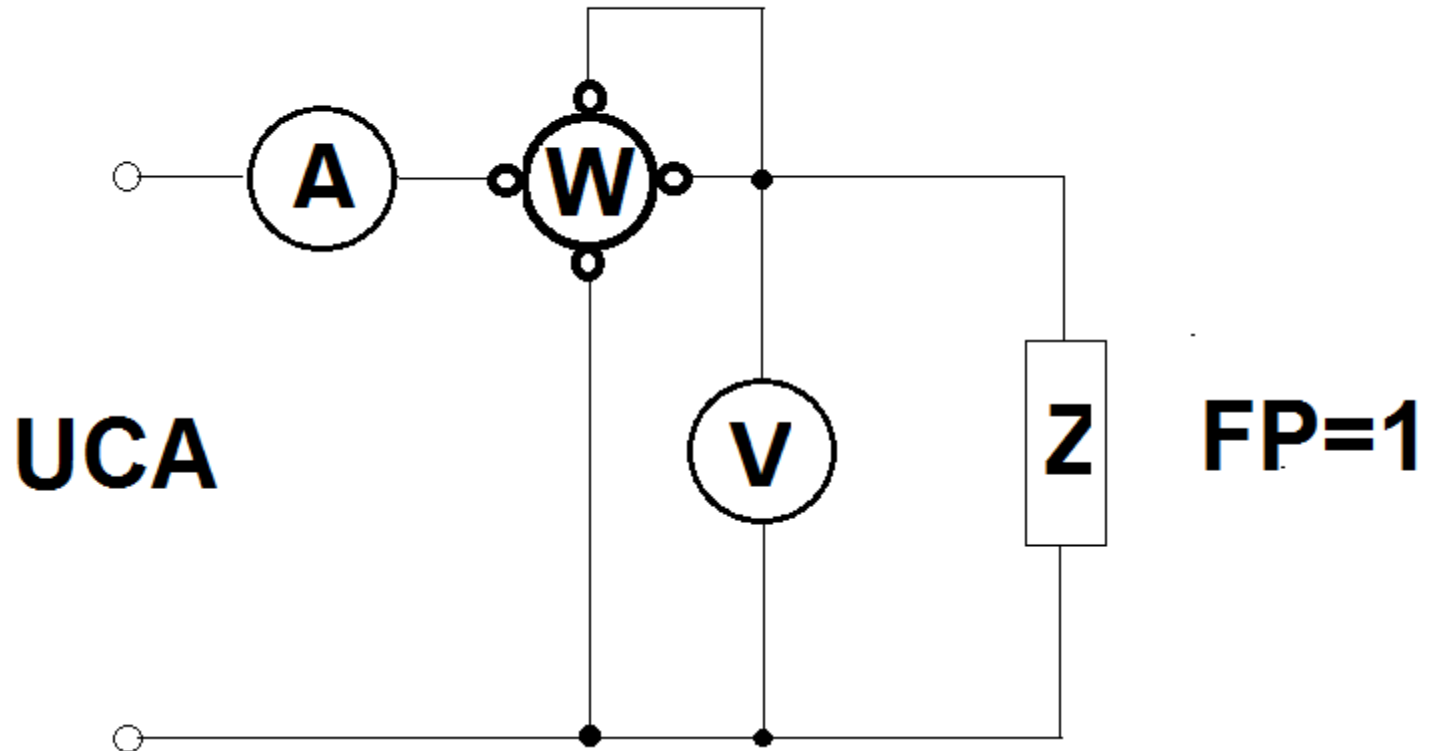


DIAGRAMA
FASORIAL





POTENCIA CORREGIDA

$$P_c = P_m - \frac{U^2}{R_{vw}} \quad [W]$$

La R_{vw} es un dato suministrado por el fabricante



LABORATORIO DE MEDICIONES 2015©

LIC. PROF. RICARDO DEFRANCE

rdefrance@hotmail.com