

## 11.- PROTOTIPO P-6. DOBLE TRANSFORMADOR

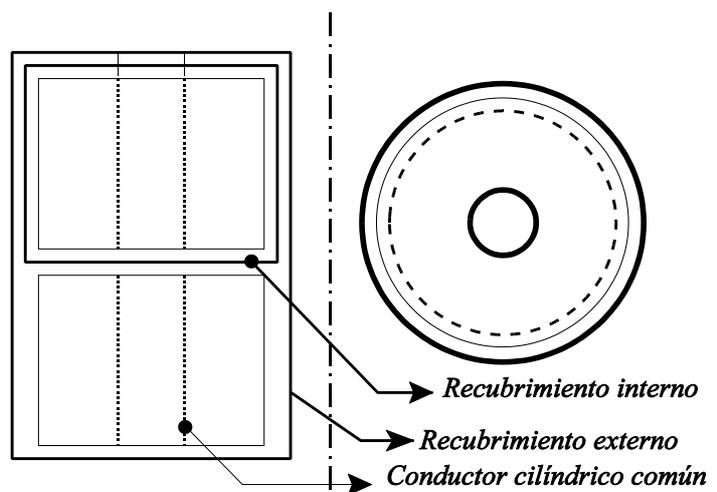
---

### 11.1.- DEFINICIÓN

Tras los resultados poco alentadores obtenidos con un solo transformador, a pesar de las diferentes geometrías e intentos de obtener desfases, se opta por montar un sistema similar pero con dos transformadores.

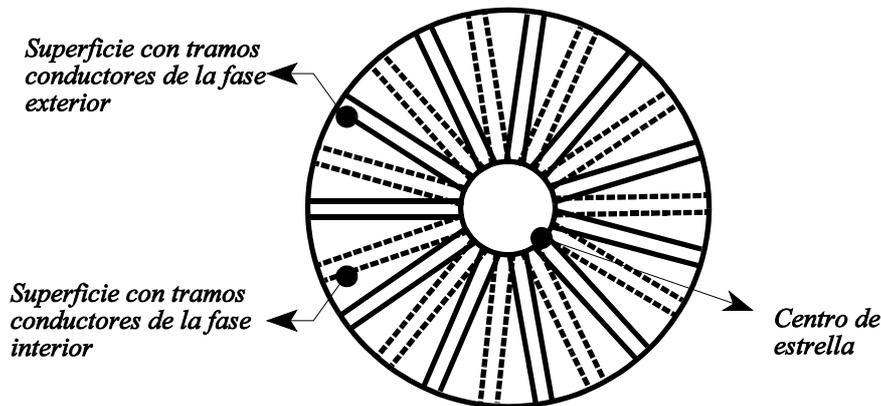
Estos dos transformadores no son como el utilizado en P-2, P-3 y P-4. Tienen la desventaja de tener menos potencia que el anterior, sus características se presentaron en el apartado 10.1

Los transformadores se colocan envueltos en un caparazón de cobre de la siguiente forma:



Dibujo 11.1

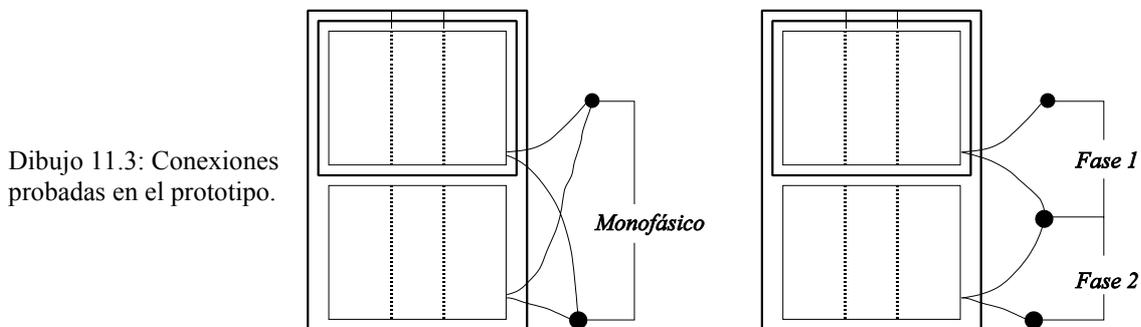
Los dos transformadores se encuentran alojados en sendos recubrimientos de cobre que actúan cerrando los dos inductores secundarios. Cada recubrimiento tiene una superficie circular conformada por tramos conductores y ventanas abiertas en la zona enfrentada al rotor, le denominaremos plano activo bifásico. Tienen en común la conexión con el conductor cilíndrico interior. Esta conexión se podría llamar el centro de estrella, aunque con propiedad, es solo la soldadura que une el cilindro interior con el plano activo.



Dibujo 10.2: Esquema del plano activo, que en este caso contiene dos planos.

Las líneas discontinuas identifican la fase interior, pero no debe entenderse como una superficie circular que se encuentra escondida detrás de la primera. Es una distinción entre las dos superficies circulares. La separación entre estas superficies circulares es de 2 mm.

Con este prototipo se realizarán dos tipos de conexiones. Una en monofásico, como en todas las pruebas anteriores y otra en bifásico aprovechando la disponibilidad de los dos toroidales:



Dibujo 11.3: Conexiones probadas en el prototipo.

Las conexiones a la fuente se realiza por el devanado de baja tensión. En las dos pruebas se utiliza un rotor plano circular de cobre, de 1.5 mm de espesor y superficie circular idéntica al prototipo.

Se realizan oscilogramas para comparar desfases entre diferentes zonas del doble plano activo. Se pretende observar la existencia de campo magnético giratorio.

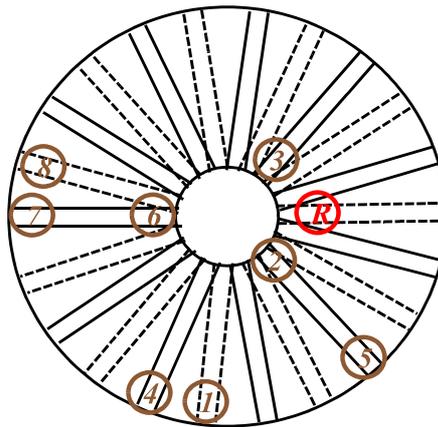
Se utilizan de nuevo una bobina de referencia y una segunda bobina que hará las veces de exploradora. De nuevo, la tensión inducida en la bobina exploradora es producida por la variación de flujo magnético que la atraviesa. El campo magnético que detectará será el campo magnético perpendicular a la placa conductora,  $\mathbf{B} = B_0(t) \mathbf{k}$ .

El prototipo se conecta en monofásico, para ver si las impedancias de ambos inductores secundarios presentan diferente autoinducción, y posteriormente en bifásico. En cada caso se realiza un barrido en diversas posiciones de la cara plana del prototipo:

## 11.2.- MONOFÁSICO

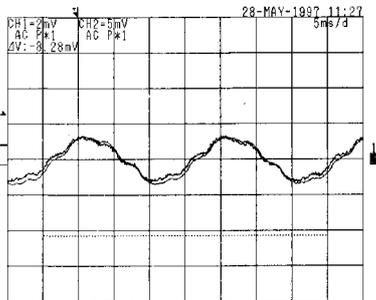
### 11.2.1- COMPARACIÓN ENTRE DOS INTENSIDADES DE ALIMENTACIÓN DEL TOROIDAL, 0.85 A y 1.0 A.

Alimentación por el devanado de baja:

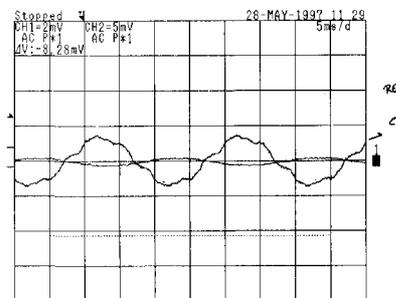


Dibujo 11.4: Puntos de medida de tensiones inducidas con las bobinas de referencia y exploradoras.

La sonda de referencia está conectada al CH1, y la exploradora al CH2.



Oscilograma 11.1: Bobina en posición 1. Intensidad del primario: 0.85 A.  $V_{pp} CH1=2.4 \text{ mV}$ ,  $V_{pp} CH2=6.0 \text{ mV}$



Oscilograma 11.2: Bobina en posición 2. Intensidad del primario: 1.0 A.  $V_{pp} CH1=2.4 \text{ mV}$ ,  $V_{pp} CH2=2.0 \text{ mV}$

Aplicando la ley de Lenz:

$$g(t) \propto \frac{d(\Phi)}{dt} \propto \frac{d(B_{max} \cdot S \cdot N \cdot \cos(\omega t))}{dt} \propto B_{max} \cdot S \cdot N \cdot \omega \cdot \sin(\omega t)$$

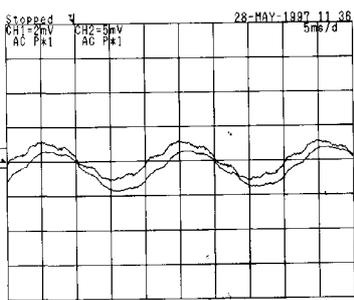
$$g_{ef} \propto \frac{B_{max} \cdot S \cdot N \cdot \omega}{\sqrt{2}} \propto \frac{B_{max} \cdot S \cdot N \cdot 2 \cdot \pi \cdot f}{\sqrt{2}} \propto \sqrt{2} \cdot B_{max} \cdot S \cdot N \cdot \pi \cdot f$$

$$B_{\max} = \frac{g_{ef}}{\sqrt{2} \cdot S \cdot N \cdot \pi \cdot f}$$

$$B_{\max 1} = 6.1 \text{ mT}$$

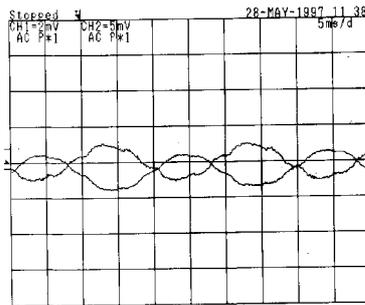
$$B_{\max 2} = 2.0 \text{ mT}$$

**11.2.2- CAMPO EN DIFERENTES POSICIONES. (intensidad de alimentación del toroidal constante de 1.0 A)**



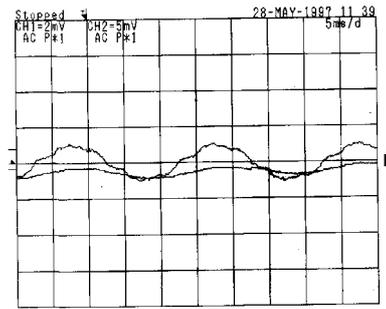
Oscilograma 11.3: Bobina en posición 3,  $V_{pp}$  CH1 = 2.0 mV,  $V_{pp}$  CH2 = 5.0 mV.  
Desfase:  $0 < \phi < 90^\circ$

$$B_{\max 3} = 5.0 \text{ mT}$$



Oscilograma 11.4: Bobina en posición 4.  $V_{pp}$  CH1=2.0 mV,  $V_{pp}$  CH2=5.0 mV.  
Desfase:  $\phi \cdot 180^\circ$

$$B_{\max 4} = 5.0 \text{ mT}$$



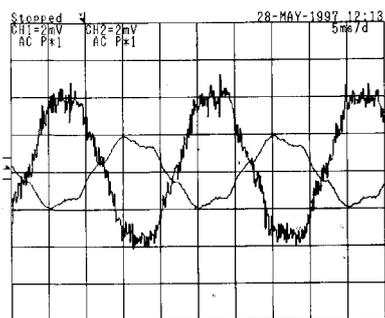
Oscilograma 11.5: Bobina en posición 5.  $V_{pp}$  CH1=2.0 mV,  $V_{pp}$  CH2= 2.0 mV.  
Desfase:  $\phi \cdot 0^\circ$

$$B_{\max 5} = 2.0 \text{ mT}$$

**11.3.- BIFÁSICO**

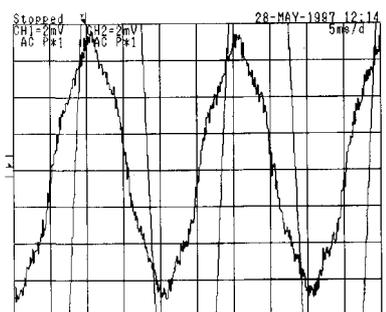
**11.3.1.- CAMPO EN DIFERENTES POSICIONES (Intensidad de alimentación del toroidal constante de 1.0 A)**

Alimentación por el devanado de baja:



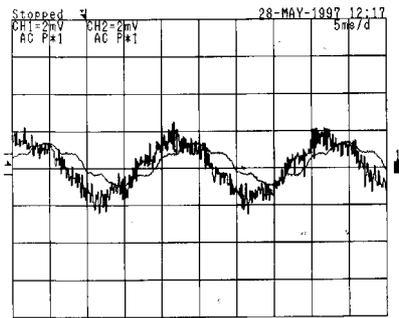
Oscilograma 11.6: Bobina en posición 2.  $V_{pp}$  CH1=4.0 mV,  $V_{pp}$  CH2=8.0 mV.  
Desfase:  $\phi \cdot 180^\circ$

$$B_{\max 6} = 8.0 \text{ mT}$$



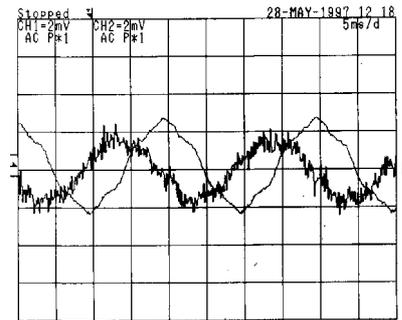
Oscilograma 11.7: Bobina en posición 1.  $V_{pp}$  CH1=14 mV,  $V_{pp}$  CH2=24 mV.  
Desfase:  $\phi \cdot 60^\circ$

$$B_{\max 7} = 24 \text{ mT}$$



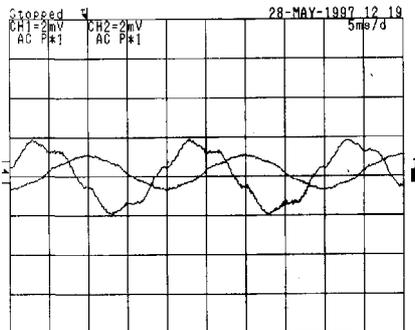
Oscilograma 11.8: Bobina en posición 5.  $V_{pp}$  CH1=4.0 mV,  $V_{pp}$  CH2= 2.2 mV  
Desfase:  $\varphi \cdot 45^\circ$

$$B_{max 8} = 2.2 \text{ mT}$$



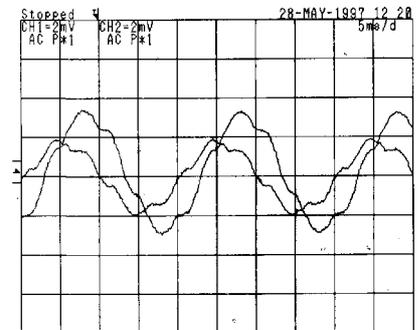
Oscilograma 11.9: Bobina en posición 6.  
 $V_{pp}$  CH1=4.0 mV,  $V_{pp}$  CH2=5.0 mV.  
Desfase:  $\varphi \cdot 90^\circ$

$$B_{max 9} = 5.0 \text{ mT}$$



Oscilograma 11.10: Bobina en posición 7.  $V_{pp}$  CH1=4.0 mV,  $V_{pp}$  CH2=2.0 mV.  
Desfase:  $\varphi \cdot 60^\circ$

$$B_{max 10} = 2.0 \text{ mT}$$



Oscilograma 11.11: Bobina en posición 8.  $V_{pp}$  CH1=4.0 mV,  $V_{pp}$  CH2=6.0 mV.  
Desfase:  $\varphi \cdot 60^\circ$

$$B_{max 11} = 6.0 \text{ mT}$$

Resultados:

Al colocar el rotor sobre el prototipo, a conexión en monofásico no obtiene resultado apreciable alguno. Se observa movimiento en la conexión en bifásico. El movimiento del rotor es débil, el rozamiento del rotor con el plano activo es demasiado elevado para mantenerle en movimiento. El acoplamiento electromagnético con el rotor es malo.

## 11.4.- CONCLUSIONES

Apartado monofásico:

En los oscilogramas obtenidos con una intensidad de primario de 0.8 A, no se observa desfase diferente a 0 o 180°. Esto implica que las inductancias de ambos inductores secundarios son similares y no aparece el desfase entre campos, que a su vez implica que no hay desfase entre las intensidades.

Con una intensidad de primario de 1.0 A se observa un pequeño, pero apreciable, desfase. Al

## PROTOTIPO P-6. DOBLE TRANSFORMADOR

---

alimentar en la conexión en monofásico se obtienen resultados interesantes, pues también dan lugar a desfases (oscilogramas 3 y 5).

Los desfases obtenidos en monofásico se pueden interpretar a causa de la diferente reluctancia que presentan los recubrimientos de cada toroidal. El tamaño de los recubrimientos de cada uno de los toroidales son diferentes. Un recubrimiento encierra un transformador dejando muy poco espacio libre. El otro recubrimiento encierra un volumen doble que el primero.

Las magnitudes obtenidas de los campos magnéticos son pequeñas, del orden de los militeslas.

### Apartado bifásico:

Es el ensayo en que se obtienen desfases apreciables. Aparece de forma clara el desfase de campo magnético entre diferentes posiciones del plano activo. Por otro lado, era más fácil en este caso la obtención del desfase ya que viene impuesto por las conexiones de cada primario.

Las magnitudes obtenidas de los campos magnéticos son pequeñas, también del orden los militeslas, debido a los grandes entrehierros en juego.