

## 10.- PROTOTIPO P-5. PLANO ACTIVO EN FORMA DE ESTRELLA

---

---

### 10.1.- DEFINICIÓN

Los ensayos con el transformador grande de 220 W han ido sugiriendo diversos caminos para la intensidad inducida. Esta evolución ha desembocado en la última propuesta de camino de corriente que anteriormente ha sido discutida.

Mientras se realizan con el transformador las pruebas de mediciones de campo magnético, con sonda Hall, a temperatura ambiente y a temperatura de nitrógeno líquido, y para seguir el proceso de trabajo en el laboratorio de grandes corrientes de máquinas eléctricas, se hacen nuevas configuraciones.

Para ello se pretende construir una nueva serie de prototipos que queden con su transformador toroidal incluido. Los prototipos P-2, P-3 y P-4 se construyeron con el mismo transformador toroidal en el que se cambiaba el plano activo, que se soldaba con estaño al resto del recubrimiento de cobre.

Los siguientes prototipos (P-5, P-6, P-7) se realizarán con transformadores toroidales iguales y de potencia menor. Así no es preciso tener que desmontarlos una vez realizada la primera tanda de ensayos como ha ocurrido con P-2 y P-3. Estos materiales, proceden de un rechazo industrial por defectos en los núcleos magnéticos, y no llegan a las prestaciones de su placa de características, pero así se pueden hacer varios montajes de forma económica. Las características del transformador son:

$$P = 60 \text{ W}$$

$$V_{\text{primario}} = 220 \text{ V}$$

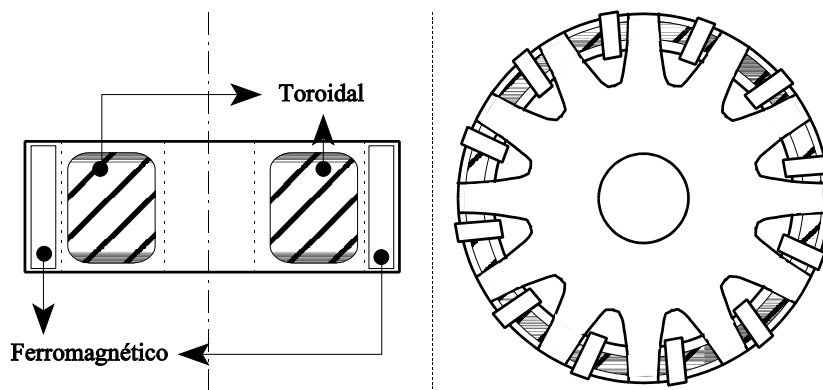
$$I_{\text{primario}} = 0.28 \text{ A}$$

$$V_{\text{secundario}} = 20 \text{ V}$$

$$I_{\text{secundario}} = 3 \text{ A}$$

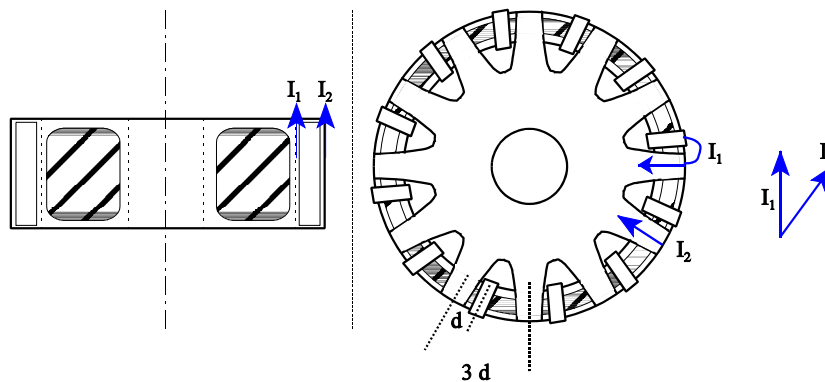
Viendo los resultados poco esperanzadores de los ensayos anteriores de obtener desfases apreciables por medio de espiras de sombra, se opta por ensayar un caso en el que se utilice un material ferromagnético que envuelva las espiras de sombra, para aumentar su inductancia relativa y por lo tanto su efecto. La finalidad es la de comprobar la influencia de un material ferromagnético en el prototipo.

Una premisa de partida es que el campo magnético de dispersión del toroidal es despreciable en comparación con el generado por la intensidad inducida en el recubrimiento de cobre. El material ferromagnético se coloca en la cara cilíndrica exterior para crear dos caminos de corriente sobre el plano activo con una L marcadamente diferente. Esto puede inducir en el plano activo un efecto de campo giratorio al ir desfasadas ambas corrientes:



Dibujos 10.1: Esquema del transformador con la nueva propuesta de camino de corriente y de recubrimiento.

Suposición de caminos de corrientes:



Dibujos 10.2: Suposición de caminos de corrientes generados en el prototipo.

Al igual que con prototipos anteriores, se realizan medidas con bobinas exploradoras. Los objetivos son:

- Visualizar el desfase existente entre diferentes posiciones de la placa metálica que recubre el transformador.
- Calcular el valor del campo magnético generado por la corriente inducida en el recubrimiento de cobre.

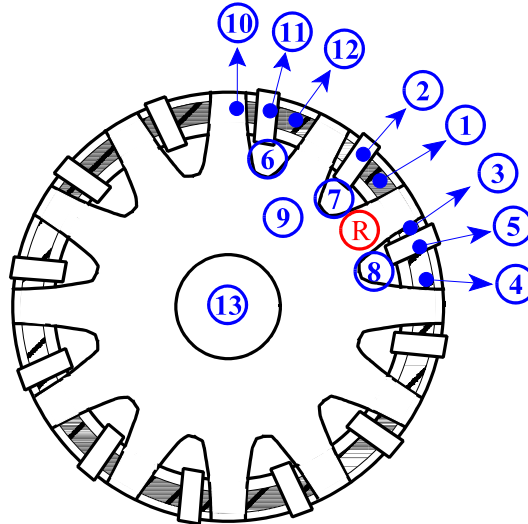
El transformador toroidal se alimenta por el devanado de baja tensión con una intensidad de corriente de 3.8 A. Se observa un calentamiento del recubrimiento de cobre por lo que entre prueba y prueba será necesario dejar reposar el prototipo y de esta forma evitar roturas por calentamiento.

Las bobinas de referencia y exploradora se colocan a 2 mm de la superficie metálica. La sección de la bobina es paralela a la placa, así la tensión inducida que se medirá será debida a la componente del campo magnético perpendicular al conductor.

## 10.2.- BÚSQUEDA DE DESFASES

A continuación se muestran las diversas posiciones en las que se colocó la bobina de referencia y la exploradora sobre la superficie conductora de cobre:

Dibujo 10.3: Puntos de medida de tensiones inducidas con las bobinas de referencia y exploradora.



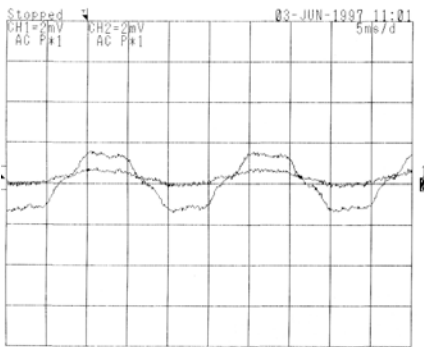
### 10.2.1.- CONEXIÓN EN MONOFÁSICO (Intensidad de alimentación 3.8 A)

Los valores de las componentes del campo magnético perpendicular a la placa conductora se obtendrán, aplicando la ley de Lenz, a partir de las expresiones:

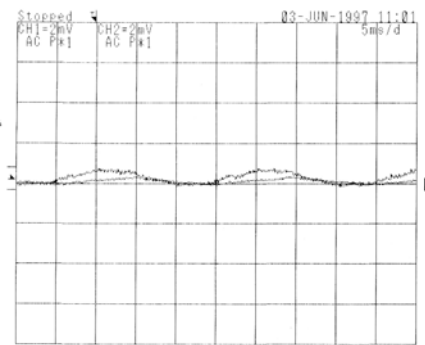
$$g(t) \approx \frac{d(B \cdot S)}{dt} \approx \frac{d(B_{\max} \cdot S \cdot N \cdot \cos(\omega t))}{dt} = B_{\max} \cdot S \cdot N \cdot \omega \cdot \sin(\omega t)$$

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

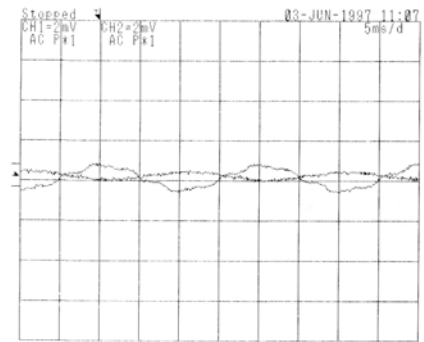
$$B_{\max} = \frac{g_{ef}}{\sqrt{2} \cdot S \cdot N \cdot \pi \cdot f}$$



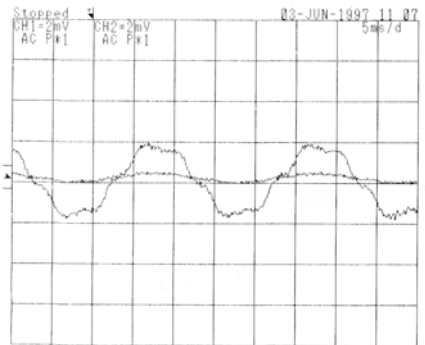
Oscilograma 10.1: Bobina en posición 1.  
Referencia = CH1.  
 $V_{pp}$  CH1=0.8 mV,  $V_{pp}$  CH2=3.5 mV  
 $B_{max 1} = 3.5$  mT



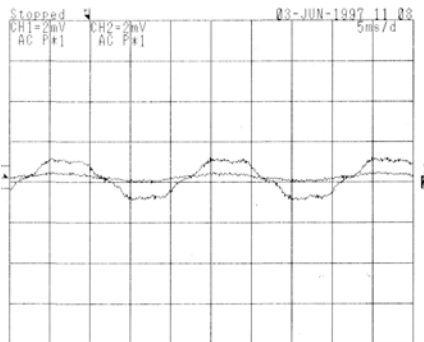
Oscilograma 10.2: Bobina en posición 2.  
Referencia = CH1.  
 $V_{pp}$  CH1=0.8 mV,  $V_{pp}$  CH2=0.4 mV  
 $B_{max 2} = 0.4$  mT



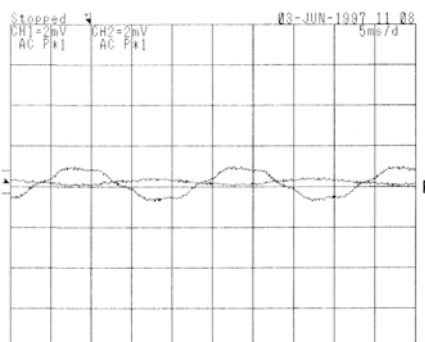
Oscilograma 10.3: Bobina en posición 3.  
Referencia = CH1.  
 $V_{pp}$  CH1=0.8 mV,  $V_{pp}$  CH2=0.6 mV  
 $B_{max 3} = 0.6$  mT



Oscilograma 10.4: Bobina en posición 4.  
Referencia = CH1.  
 $V_{pp}$  CH1=0.8 mV,  $V_{pp}$  CH2=3.8 mV  
 $B_{max 4} = 3.9$  mT

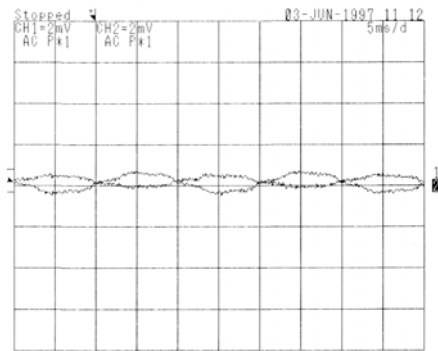


Oscilograma 10.5: Bobina en posición 5.  
Referencia = CH1.  
 $V_{pp}$  CH1=0.8 mV,  $V_{pp}$  CH2=2.0 mV  
 $B_{max 5} = 2.0$  mT



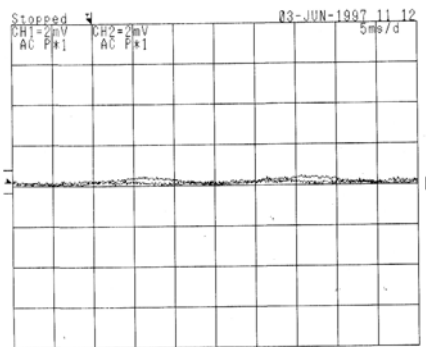
Oscilograma 10.6: Bobina en posición 6.  
Referencia = CH1.  
 $V_{pp}$  CH1=0.8 mV,  $V_{pp}$  CH2=1.8 mV  
 $B_{max 6} = 1.8$  mT

PROTOTIPO P-5. PLANO ACTIVO EN FORMA DE ESTRELLA



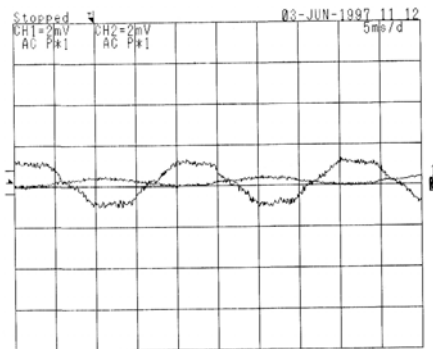
Oscilograma 10.7: Bobina en posición 7.  
Referencia = CH1.  
 $V_{pp}$  CH1=0.8 mV,  $V_{pp}$  CH2=1.0 mV

$$B_{max\ 7} = 1.0\ \text{mT}$$



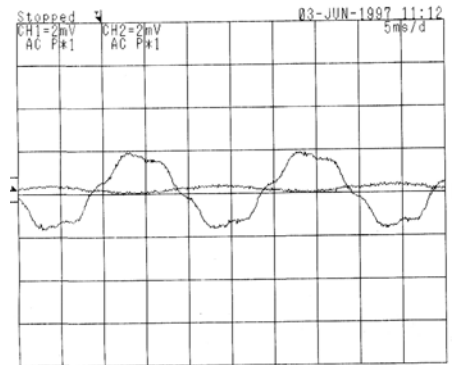
Oscilograma 10.8: Bobina en posición 8.  
Referencia = CH1.  
 $V_{pp}$  CH1=0.4 mV,  $V_{pp}$  CH2=0.4 mV

$$B_{max\ 8} = 0.4\ \text{mT}$$



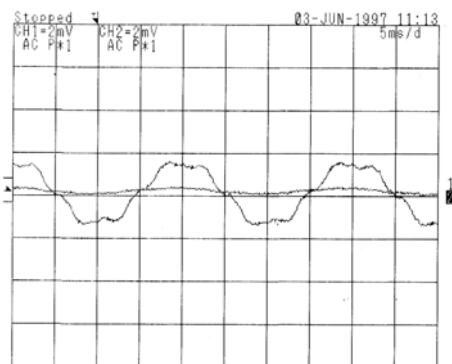
Oscilograma 10.9: Bobina en posición 9.  
Referencia = CH1.  
 $V_{pp}$  CH1=0.6 mV,  $V_{pp}$  CH2=2.2 mV

$$B_{max\ 9} = 2.2\ \text{mT}$$



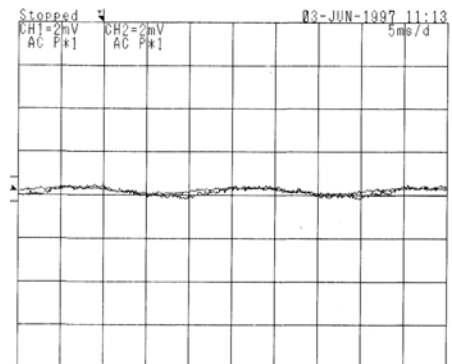
Oscilograma 10.10: Bobina en posición 10.  
Referencia = CH1.  
 $V_{pp}$  CH1=0.6 mV,  $V_{pp}$  CH2=3.8 mV

$$B_{max\ 10} = 3.9\ \text{mT}$$



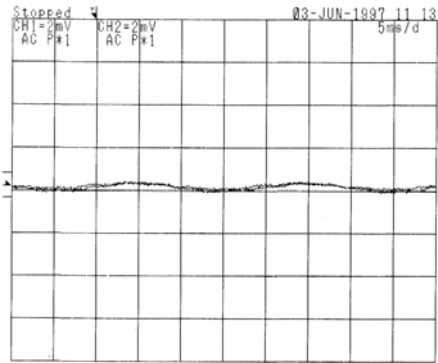
Oscilograma 10.11: Bobina en posición 11.  
Referencia = CH1.  
 $V_{pp}$  CH1=0.6 mV,  $V_{pp}$  CH2=3.0 mV

$$B_{max\ 11} = 3.0\ \text{mT}$$



Oscilograma 10.12: Bobina en posición 12.  
Referencia = CH1.  
 $V_{pp}$  CH1=0.6 mV,  $V_{pp}$  CH2=0.6 mV

$$B_{max\ 12} = 0.6\ \text{mT}$$

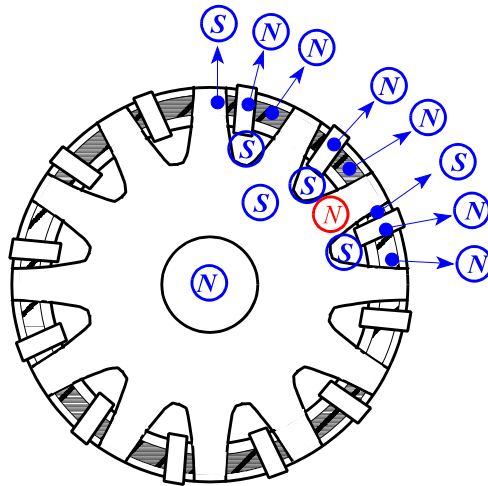


En ninguno de los oscilogramas se observa desfase entre la bobina de referencia y la bobina exploradora. La diferencia de fase es de  $0^\circ$  o  $180^\circ$ , lo que indica que a partir de la conexión en monofásico, las corrientes inducidas generan un campo magnético pulsante y sólo es posible la obtención de polos fijos que alternan a al unísono de polos norte (N) a polos sur (S).

Oscilograma 10.13: Bobina en posición 13.  
Referencia = CH1.  
 $V_{pp}$  CH1=0.6 mV,  $V_{pp}$  CH2= 0.6 mV

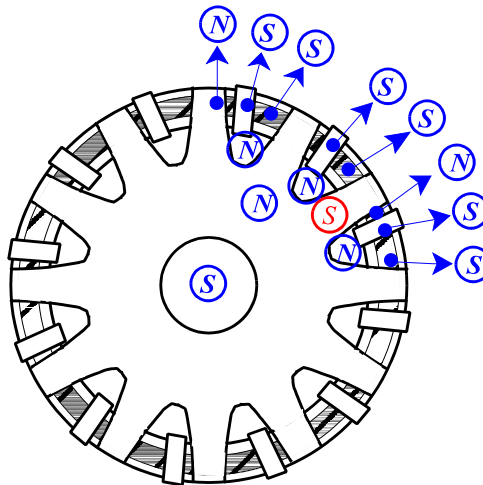
$$B_{max 1} = 0.6 \text{ mT}$$

Si en un cierto instante, la referencia se encuentra como polo norte, la relación de polos de las demás posiciones será:



Dibujo 10.4: Distribución de polos magnéticos en un cierto instante  $t$  de las diferentes medidas tomadas.

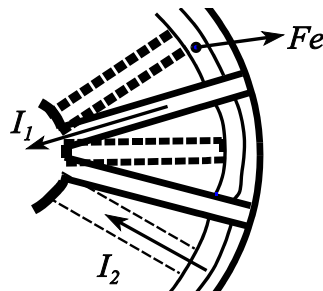
Medio período después tendremos:



Dibujo 10.4: Distribución de polos magnéticos en el instante  $t + T/2$  de las diferentes medidas tomadas

### 10.3.- CONCLUSIONES

- Al construirse, la asimetría necesaria de las espiras en cortocircuito no es suficiente, y los resultados así obtenidos no son esperanzadores.
- El elemento ferromagnético no produce una amplificación de campo sobre la placa metálica que sea perceptible.
- El elemento ferromagnético no crea desfase diferente de 0 o 180 grados entre distintas zonas de la placa.
- El camino de corriente diseñado en este prototipo no origina efecto alguno de espira de sombra.
- Es posible que se puedan obtener dos intensidades desfasadas entre sí mediante un doble plano activo. El esquema sería:



- Aunque se están induciendo corrientes importantes en el plano activo, puede que no sean lo suficientemente elevadas como para magnetizar los importantes entrehierros que se tienen al trabajar con un único semiinductor. Recuérdese que la estructura magnética ideal para impulsar un disco conductor es la bilateral y que estos prototipos están resolviendo problemas de la inyección de corriente.