

# SEGUNDA PARTE

## 6.- NUEVA HIPÓTESIS DE TRABAJO

---

---

El análisis de conjunto de los prototipos anteriores evidencia varios puntos:

- La descompensación de corriente inductora sólo debe producirse a causa de la variación de la posición rotórica. Para ello, los caminos de corriente han de ser, inicialmente, lo más homogéneos posibles.
- Es posible la levitación, junto al diseño de inductores con pocas espiras y secciones importantes capaces de ser refrigerados directamente por agua o nitrógeno líquido. Posibilidad que permite el uso de nuevos materiales magnéticos o superconductores-.
- En las geometrías propuestas toman mayor importancia relativa las inductancias de las conexiones de alimentación de los inductores, al disminuir su resistencia y sobre todo el número de espiras de los inductores.
- Al forzar las prestaciones alcanzables hay que considerar las influencias cruzadas entre los diferentes tipos de circuitos existentes sobre un mismo prototipo (eléctrico, magnético, dieléctrico, mecánico, térmico o hidráulico).

Todo ello hacen necesario un cambio de filosofía de diseño, básicamente diferente del de las máquinas eléctricas actuales si se quiere proseguir por el camino iniciado. Esta nueva perspectiva permite abaratar drásticamente las máquinas eléctricas que se producen en grandes series.

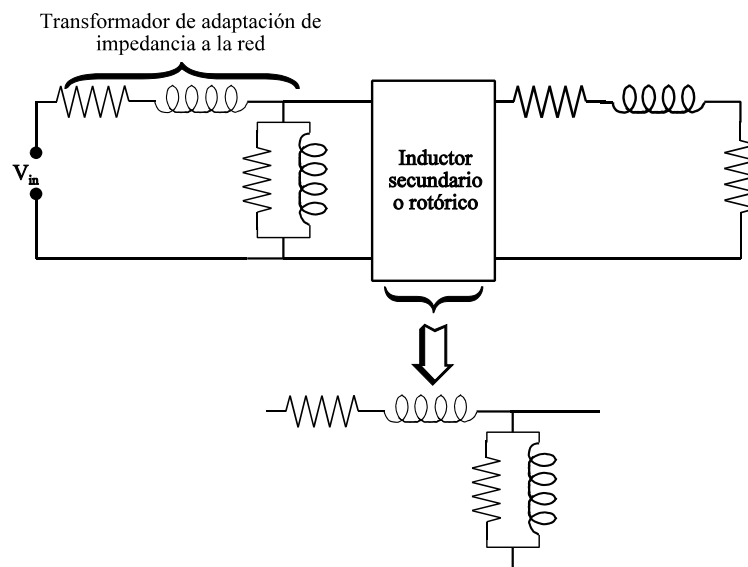
Se trata de deshacer un “*Nudo Gordiano*”. Una forma podría ser la que se describe a continuación.

## 6.1.- DOBLE INDUCTOR

Hasta este momento, habíamos tratado de rotor y estator, inducido e inductor respectivamente. A la vista de las ventajas de la levitación asociadas a los sistemas excitados por corriente, y por las posibilidades de la refrigeración por agua, se plantea la posibilidad de estudio de una estructura magnética diferente. En ella se diferencian las funciones de enlace con el rotor de las del enlace con la red de alimentación. Ambos requieren diferentes relaciones de tensión e intensidad

El rotor isótropo de metal conductor, aluminio o cobre, se mantendrá invariable.

El inductor se dividirá en dos circuitos eléctricos independientes, magnéticamente enlazados. El inductor primario vendrá conectado directamente a la red y adaptado a sus características de tensión y corriente. Es muy importante el buen rendimiento magnético del enlace entre primario y secundario estáticos. Por ello se realiza a través de tantos núcleos toroidales como sean necesarios por la secuencia de fases o ranuras estáticas. Así la adaptación de impedancias se realiza sin el entrehierro de separación con el rotor de las máquinas tradicionales. La forma toroidal permitirá el uso de ferritas o materiales magnéticos que soporten mayores frecuencias, siempre con el objetivo de eliminar las ranuras y simplificar tanto como sea posible la geometría del núcleo magnético o incluso prescindir de él.



Dibujo 6.1: Esquema del doble inductor.

### 6.1.1.- MÁQUINA SIN RANURAS Y SIN MATERIALES FERROMAGNÉTICOS

El inductor secundario se adaptará a las formas y prestaciones del rotor. Puede refrigerarse por agua, aumentando sustancialmente la densidad de corriente. Su forma ha de ser similar a la de una jaula de ardilla en el estator. La corriente circula forzada por el inductor primario que actúa como transformador de intensidad.

Las barras del inductor secundario serán tan cortas y simétricas como sea posible. La ausencia de núcleo magnético justifica la desaparición de las ranuras. Lo que queda es el propio conductor, que para un mejor aprovechamiento, va a ocupar todo el espacio posible, conformando planos por los que circule corriente. Es la aproximación a la capa de corriente teórica.

## 6.2.- APROXIMACIÓN A LA CAPA DE CORRIENTE

El inductor secundario será el encargado de hacer girar el rotor de la máquina. La secuencia de corrientes viene inducida a través de los transformadores toroidales por el inductor primario.

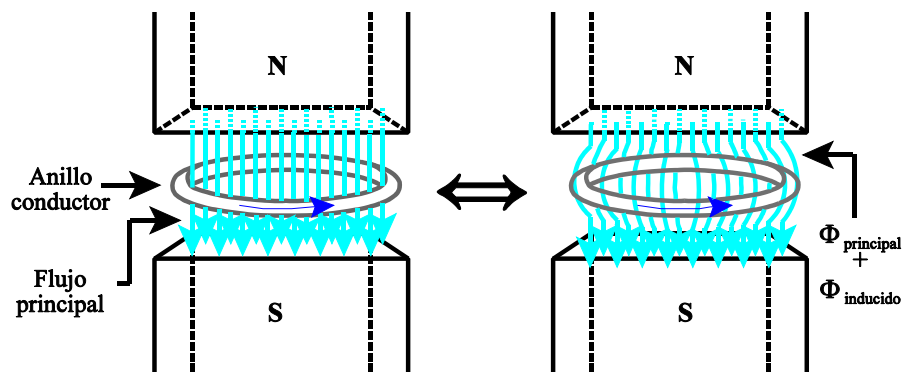
En el inductor secundario se inducirán las corrientes que provocarán corrientes inducidas en el rotor. Como se ha mencionado anteriormente, su forma ha de ser similar a la de jaula de ardilla. A priori no se necesitan separaciones grandes, ranuras o aislantes, entre los conductores que formarán el inductor secundario. Las corrientes inducidas sobre el inductor secundario tienden a formar una capa de corriente de valores elevados.

Las corrientes del rotor interactuarán con las corrientes del inductor secundario y, si en este último se genera una rotación de polos magnéticos apreciables, se producirá:

- Un efecto de rotación de rotor.
- Un efecto de autoequilibrado por parte del rotor.
- Si no se aprovecha el efecto anterior y se dota al rotor de eje y cojinetes, éstos pueden ser más pequeños de lo habitual al no existir las fuerzas radiales de reluctancia de las máquinas eléctricas actuales.

## 6.3.- FLUJO MAGNÉTICO DE DISPERSIÓN

La interacción entre el inductor secundario y el rotor se habría de establecer mediante un campo magnético. Este campo magnético es creado por el propio flujo magnético de dispersión. La variación temporal de flujo magnético produce una tensión inducida que, caso de existir un circuito cerrado, generará una corriente inducida. Esta corriente da lugar a un flujo magnético inducido que se superpone con el que lo creó:



Dibujo 6.2: Esquema de flujo magnético resultante creado por un polo magnético y un anillo conductor en cortocircuito.

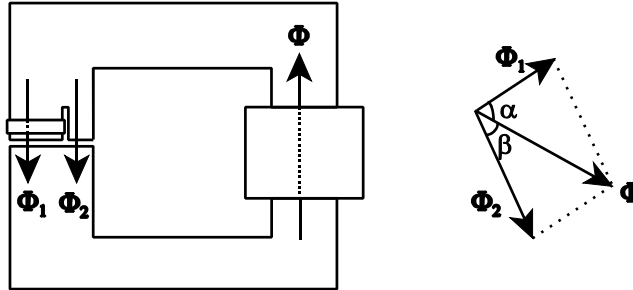
La superposición del flujo principal con el flujo de la corriente inducida da lugar a una “expulsión” del flujo magnético total hacia el exterior de la zona por la que pasaba el flujo principal.

El resultado es que el flujo total se ha expulsado de la zona entre polos. En función de la forma y composición, el circuito conductor, se podrá crear un mayor o menor flujo de “dispersión” .

El flujo magnético así creado es equivalente al fenómeno originado por una espira de sombra.

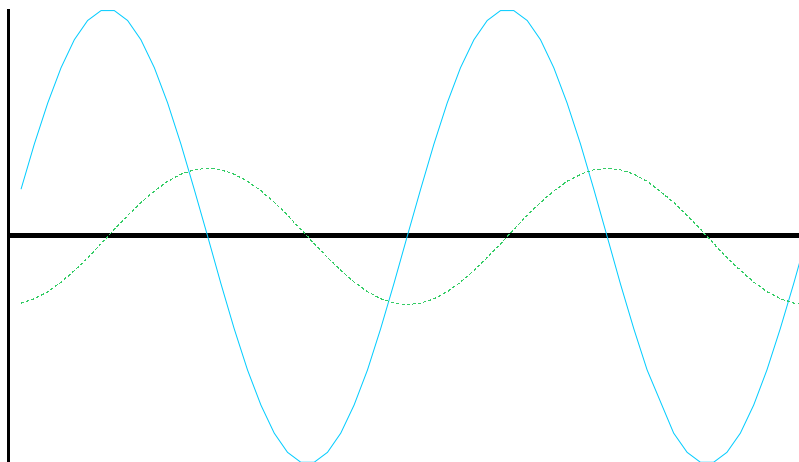
### 6.4.- ESPIRA DE SOMBRA

El fenómeno de la espira de sombra es conocido de los motores monofásicos:



Dibujo 6.3: Fenómeno de espira de sombra.

En el esquema anterior se observa que a partir de un flujo principal, una espira en cortocircuito produce un desfase en el flujo magnético. Estos dos flujos resultantes ( $\Phi_1$  y  $\Phi_2$  con  $\Phi_1 + \Phi_2 = \Phi$ ) generarán dos corrientes desfasadas entre sí:



Dibujo 6.4: Desfase entre las intensidades debida al flujo principal (en azul y continua) y la debida a la espira de sombra (en verde y discontinua).

Las pruebas realizadas nos empujan a dirigirnos hacia esta nueva estructura, en la que por un lado tenemos un rotor que necesita de un estator con elevadas corrientes y por otro lado, la fuente de corriente de esta máquina no se encuentra con facilidad en cualquier laboratorio. Es por ello mucho más práctico poder utilizar la fuente más común, la tensión de red, y adaptar un proceso intermedio que pase de uno a otro. Este efecto es el que realiza el inductor secundario, aunque más adelante esta función puede venir realizada por un circuito de electrónica de potencia.

Recuérdese que la red se explota como fuente de tensión por las ventajas que supone la conexión en paralelo de las diferentes cargas y que los cables de conexión influyen poco en la carga, todo lo contrario caso de utilizar fuentes de corriente.