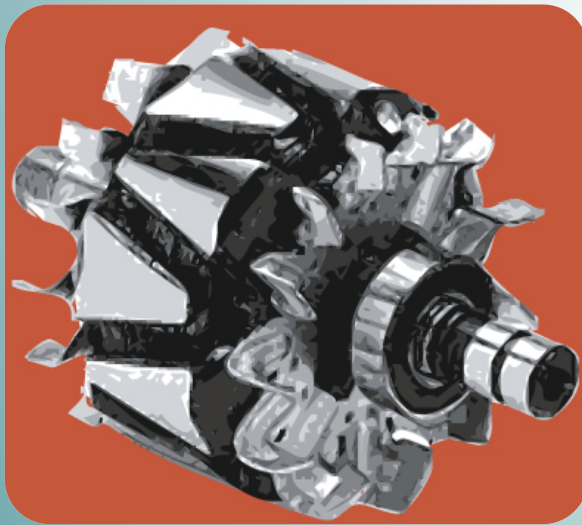


# Máquinas Eléctricas

## Tema 1. Aspectos Generales y Campo Magnético

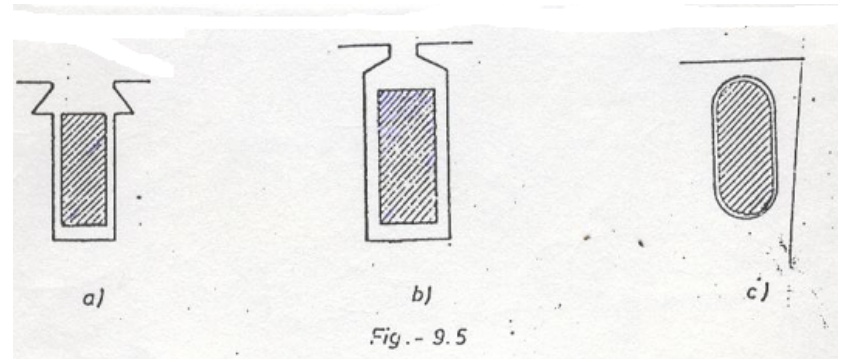
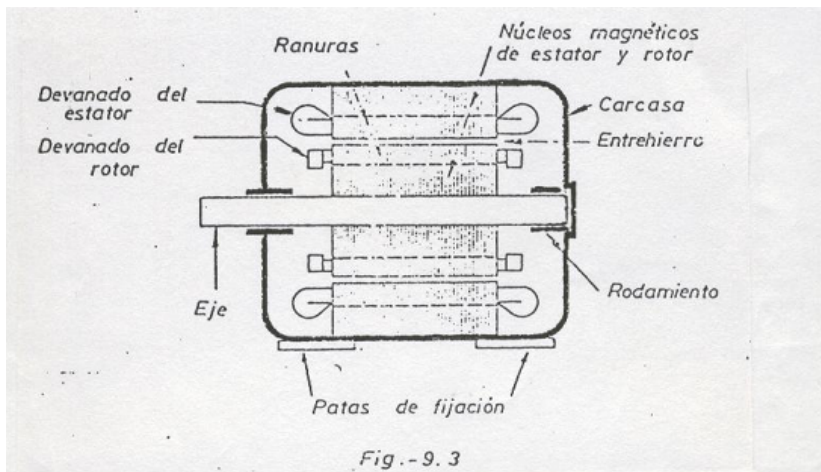
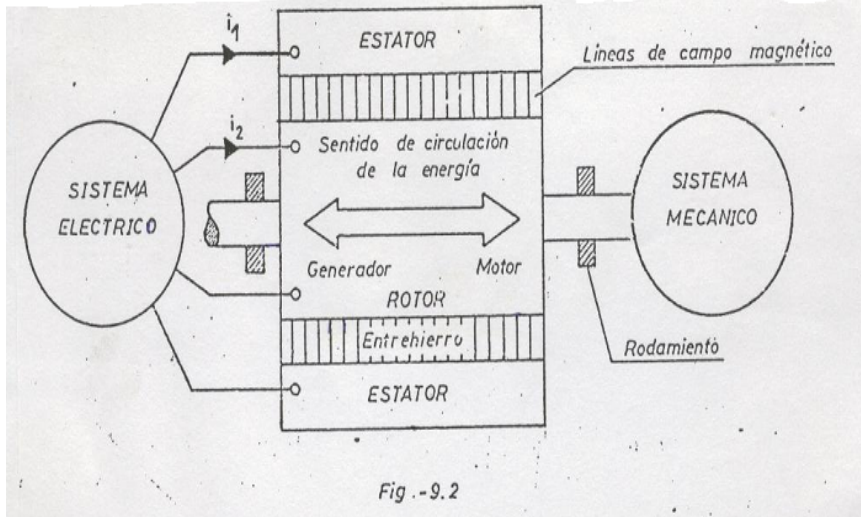


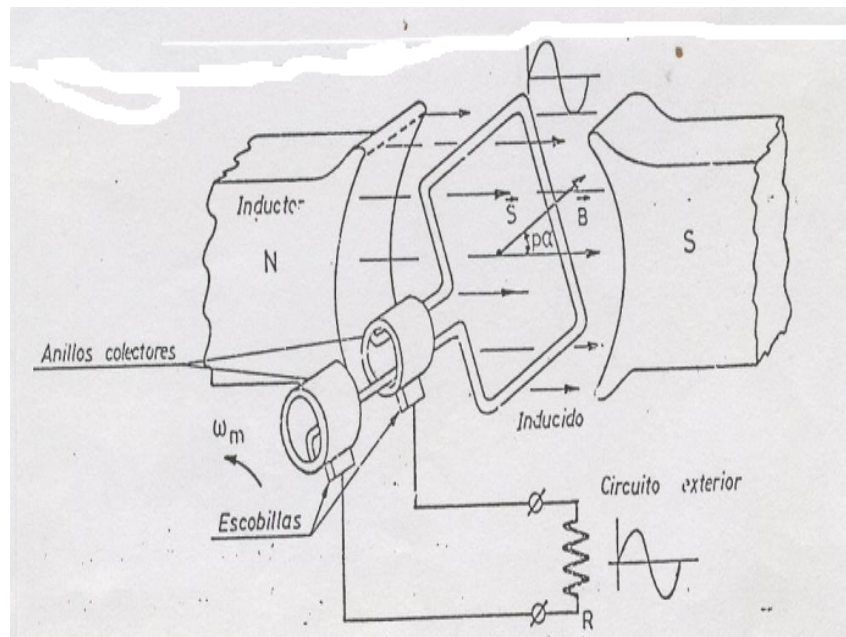
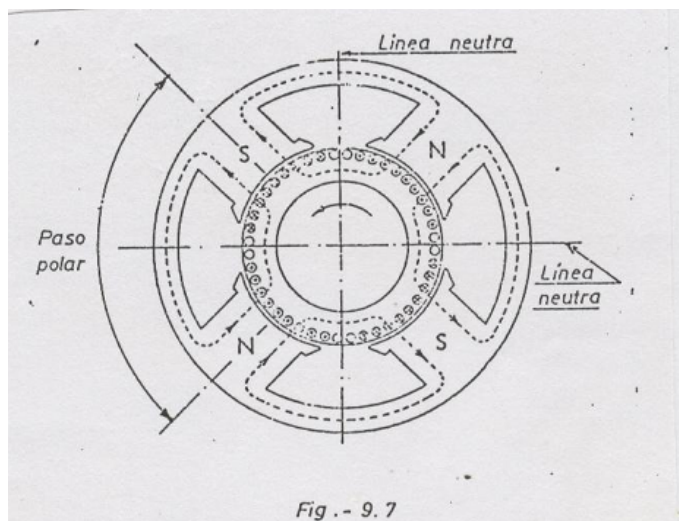
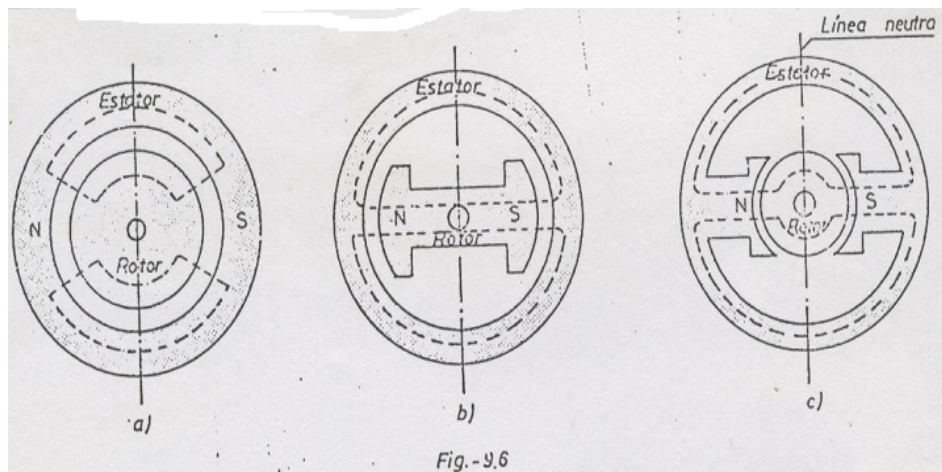
**José Ramón Landeras Díaz**

DPTO. DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ENERGÉTICA

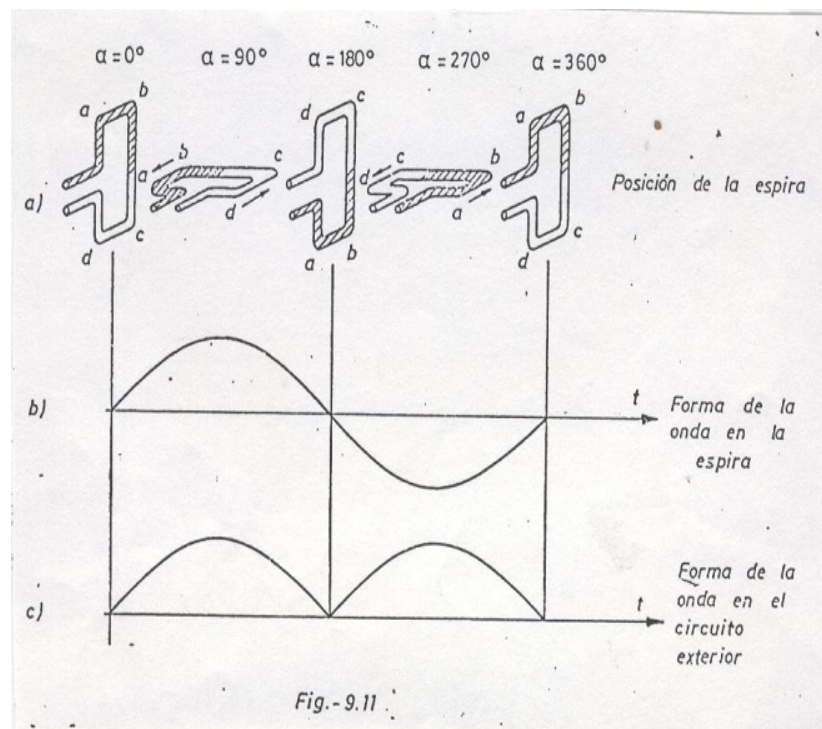
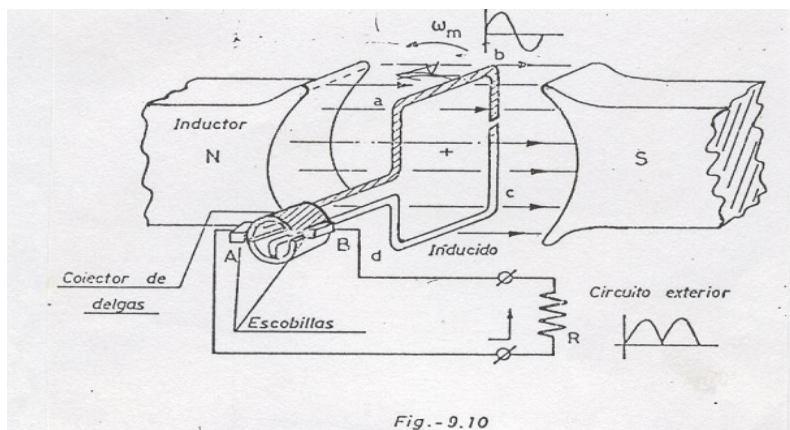
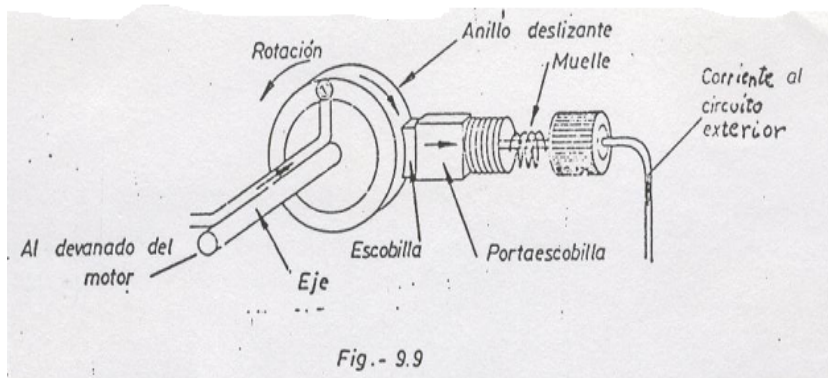
Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/)

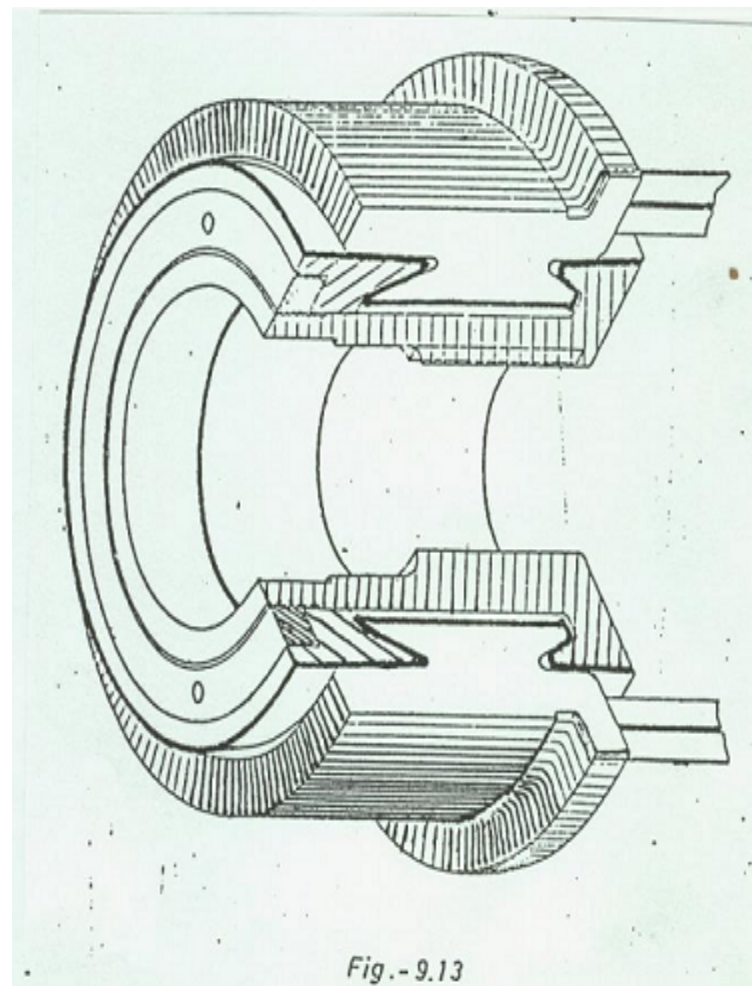
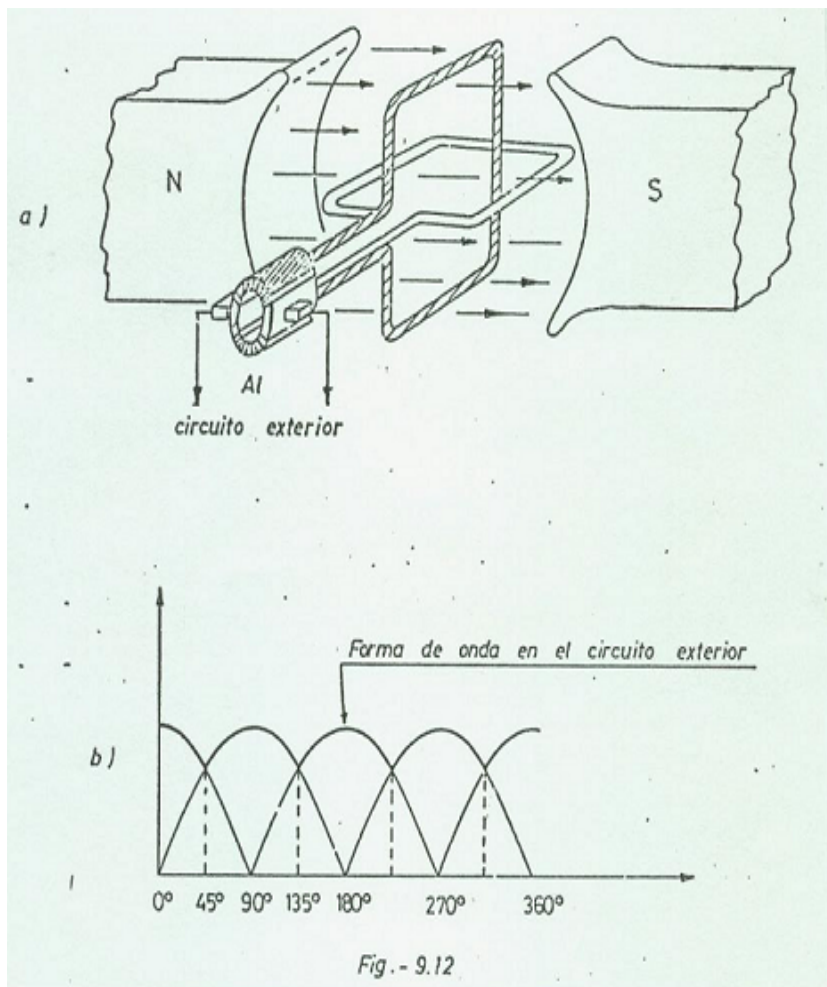












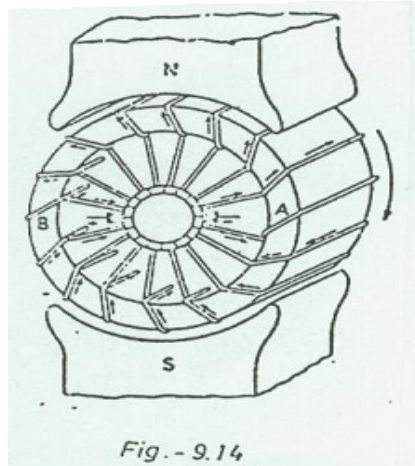


Fig. - 9.14

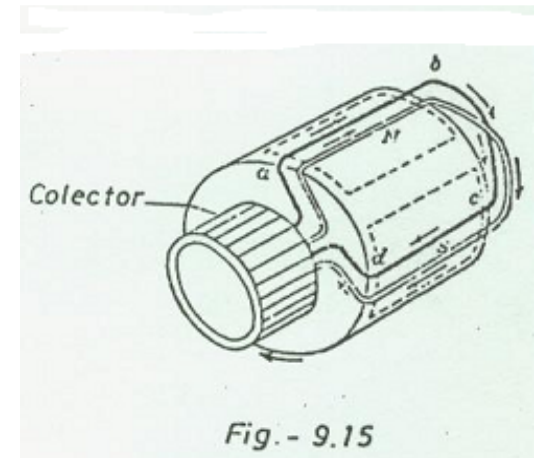


Fig. - 9.15

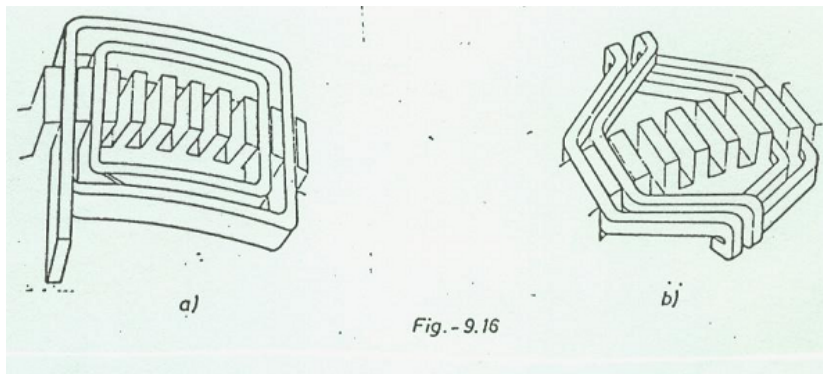


Fig. - 9.16

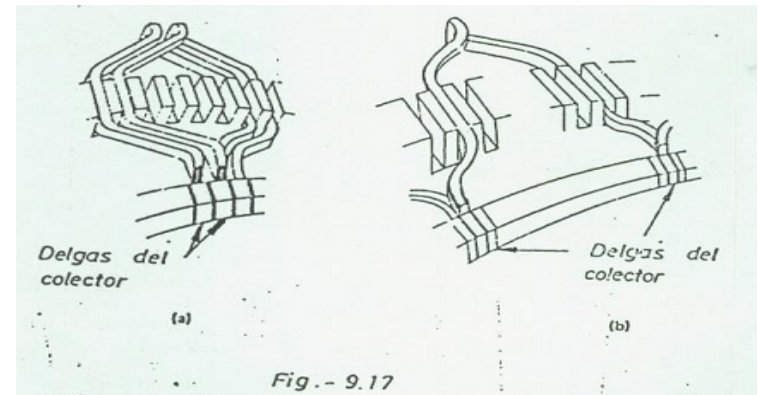


Fig. - 9.17

### 2.- CAMPO MAGNETICO CREADO POR UN INDUCTOR DE POLOS SALIENTES .

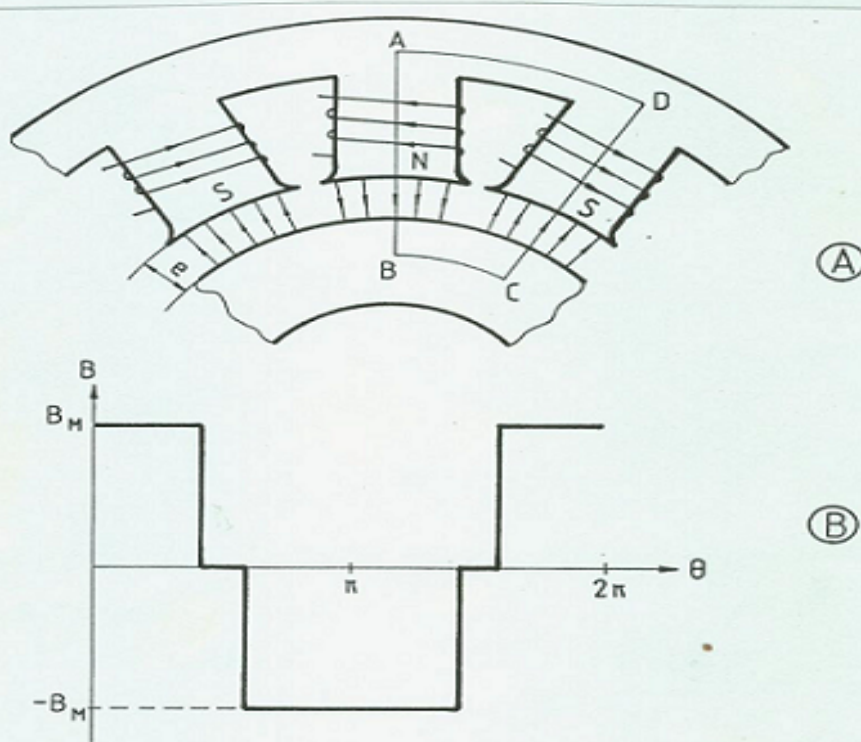


Figura 1 : Inductor de polos salientes con entrehierro constante .



## 2.2.- Polos salientes con entrehierro variable . Distribución senoidal .

En las máquinas síncronas se utilizan polos con entrehierro variable que originan una distribución senoidal del campo magnético fig. (2)

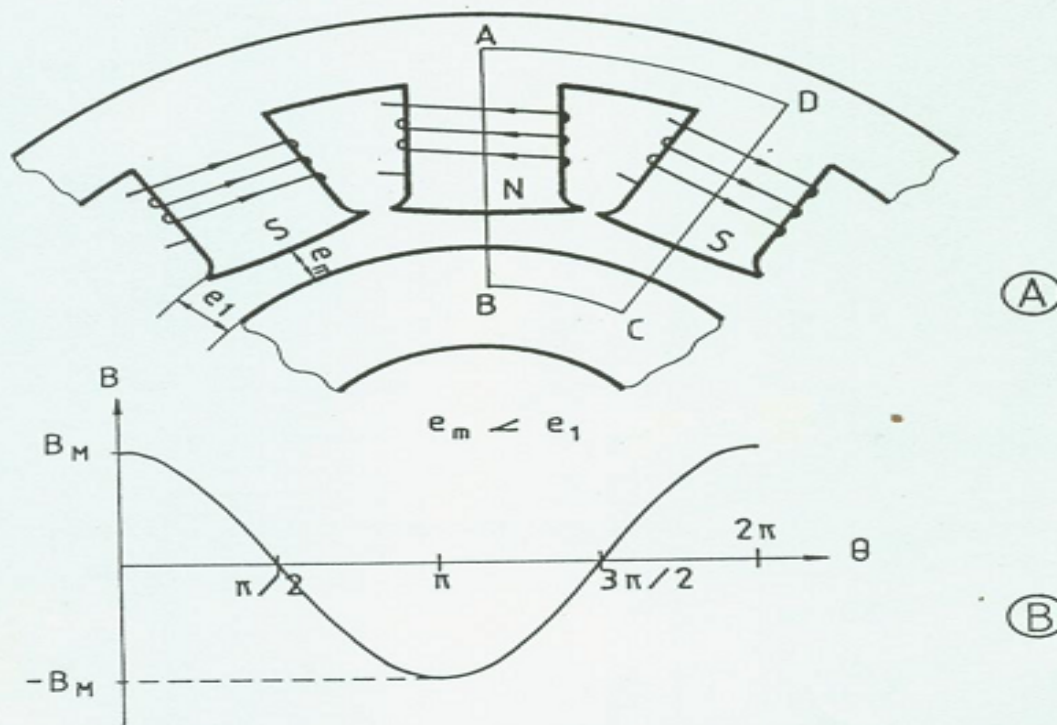
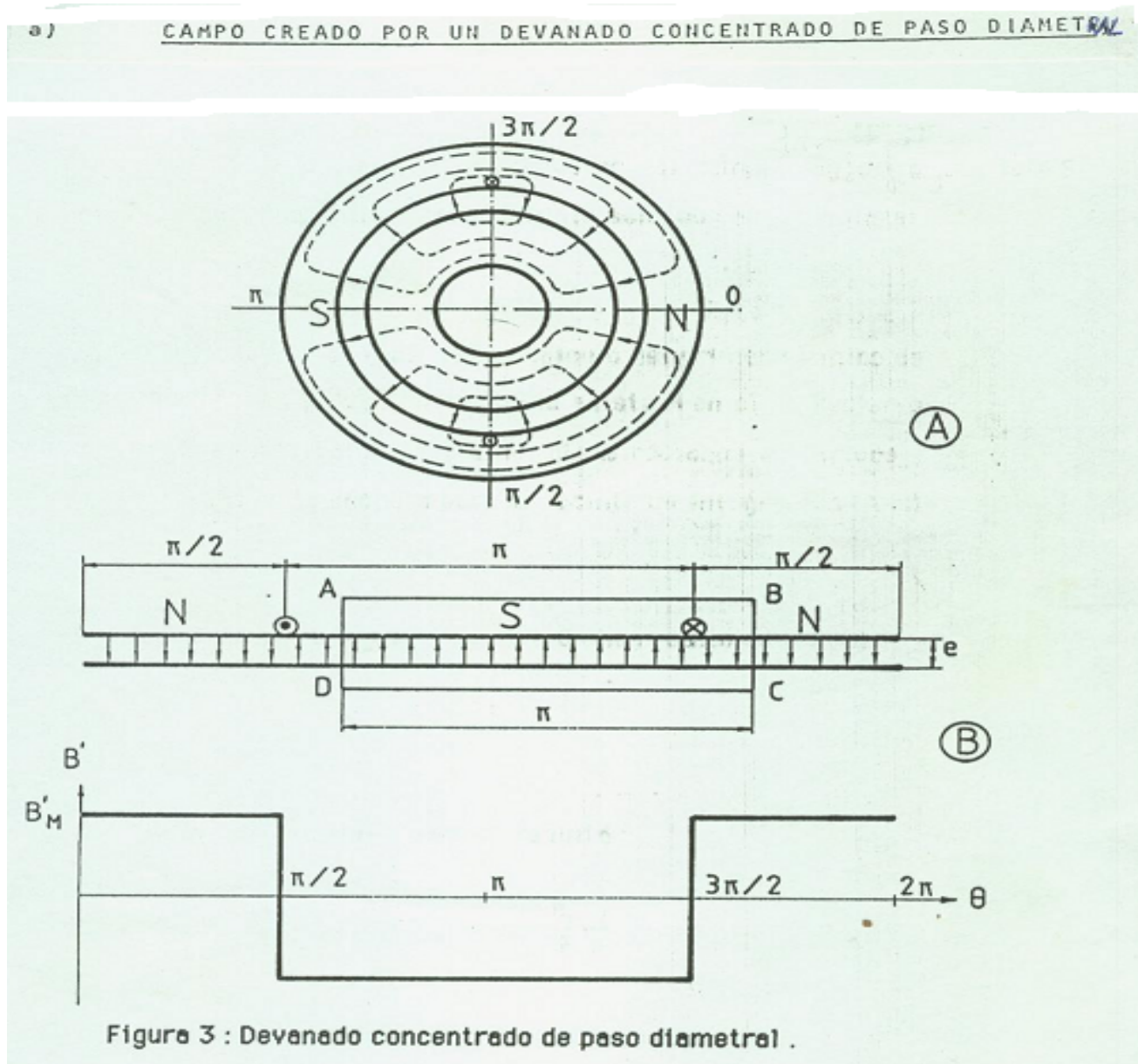


Figura 2 : Inductor de polos salientes con entrehierro variable.



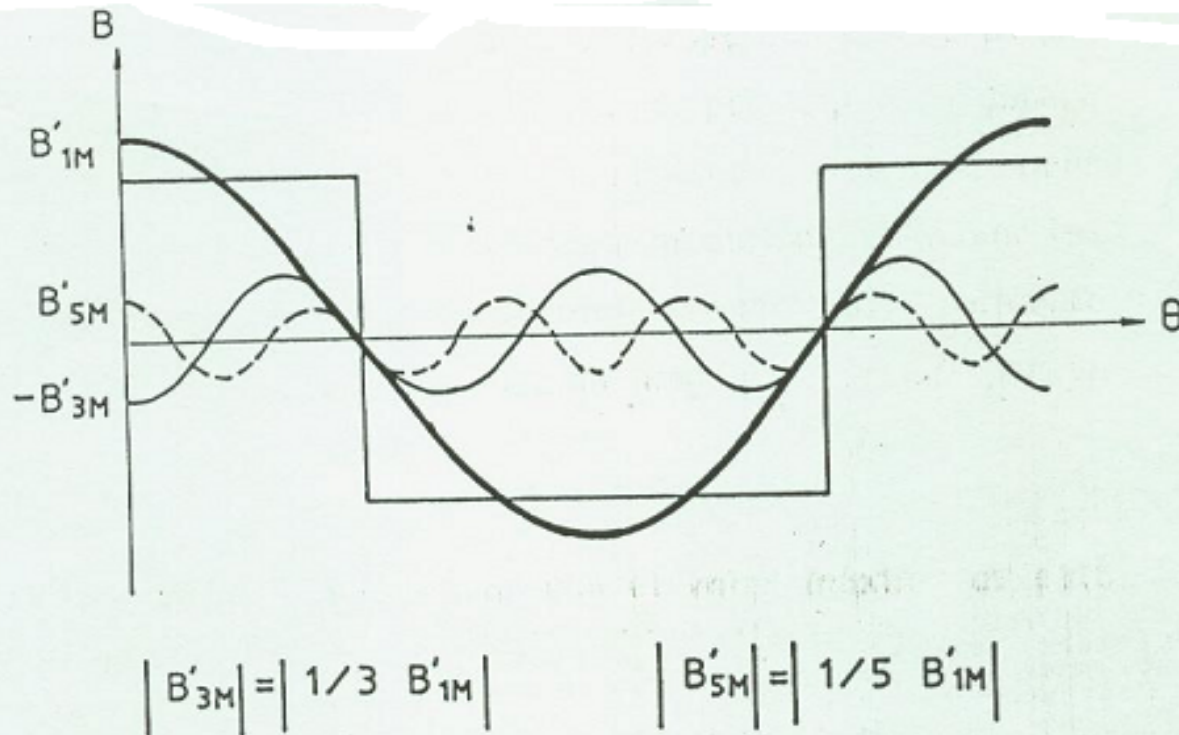
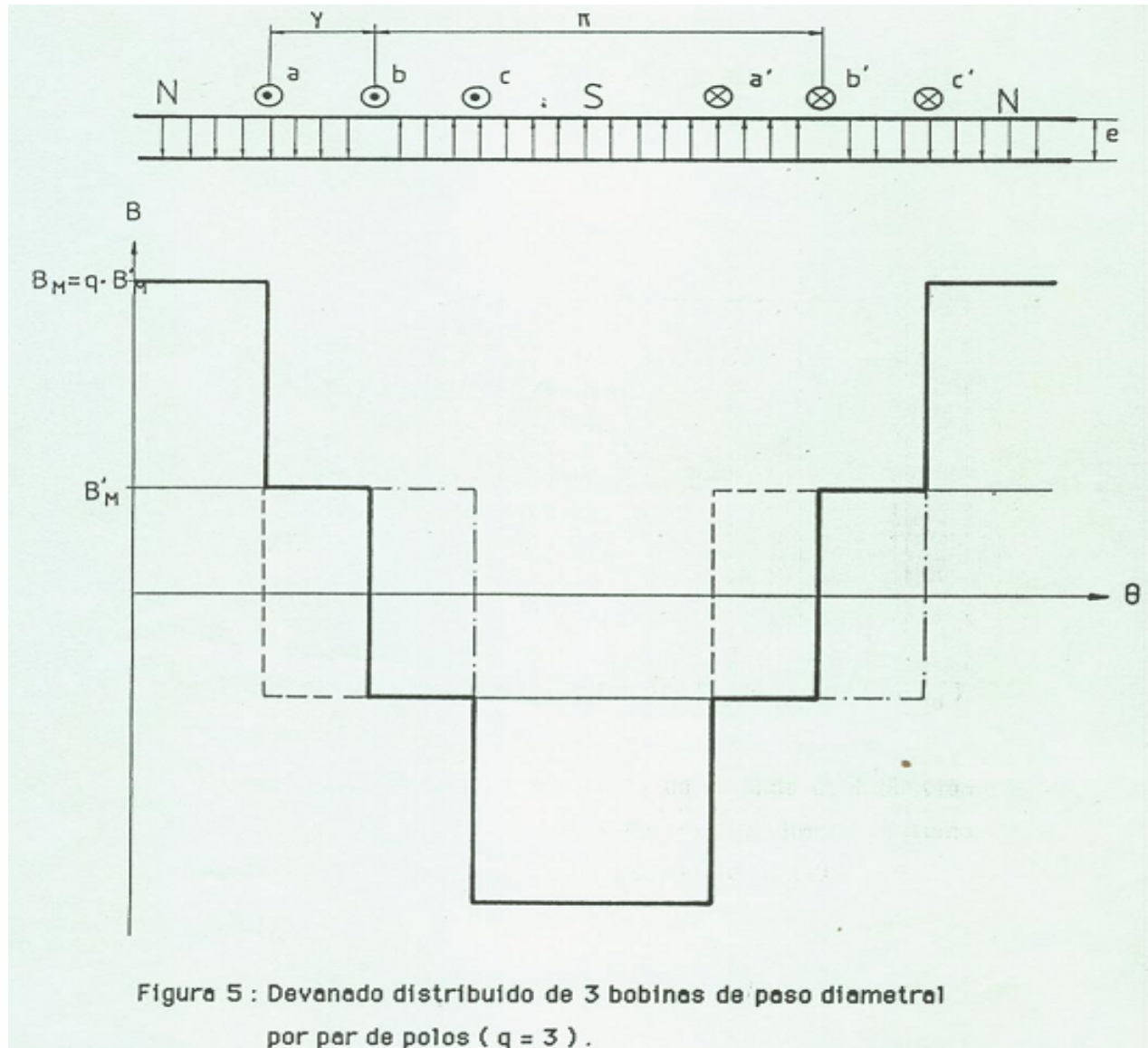


Figura 4 : Descomposición en serie de Fourier de la onda de inducción generada por un devanado concentrado de paso diametral .





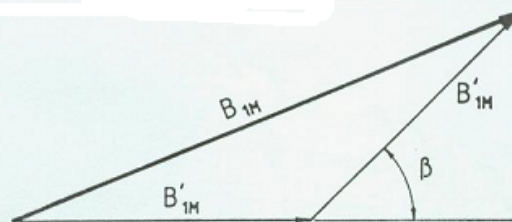
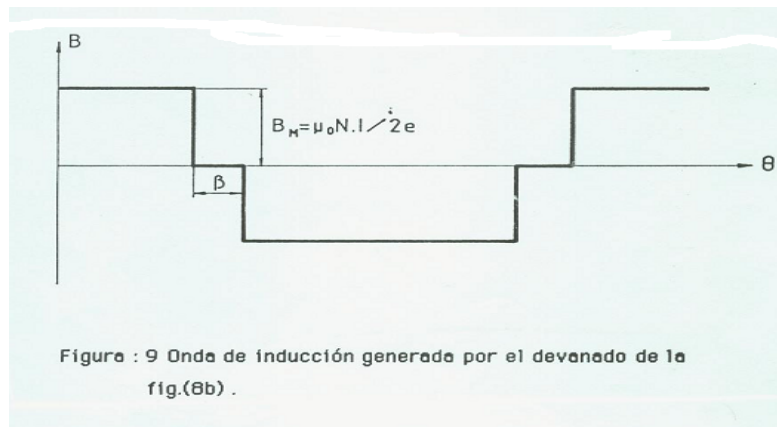
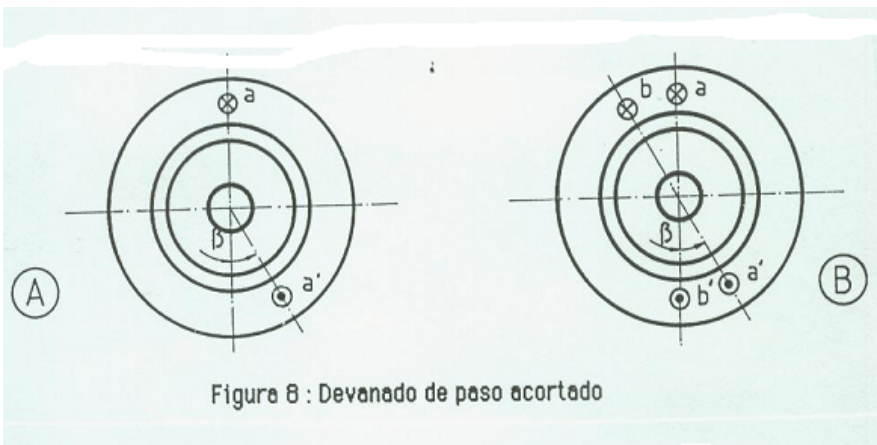


Figura 10 : Determinación del armónico fundamental de fig.(9b) generado por el devanado de la fig.(8b).



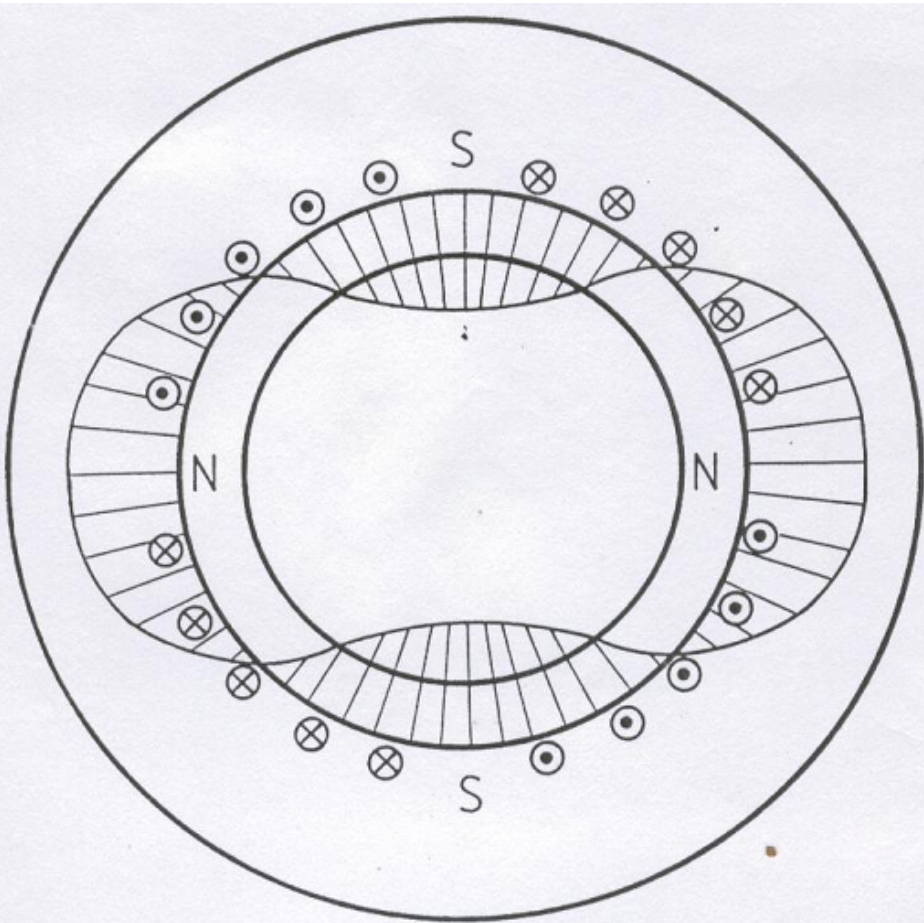


Figura 11 : Campo magnético senoidal creado por un devanado distribuido de cuatro polos .

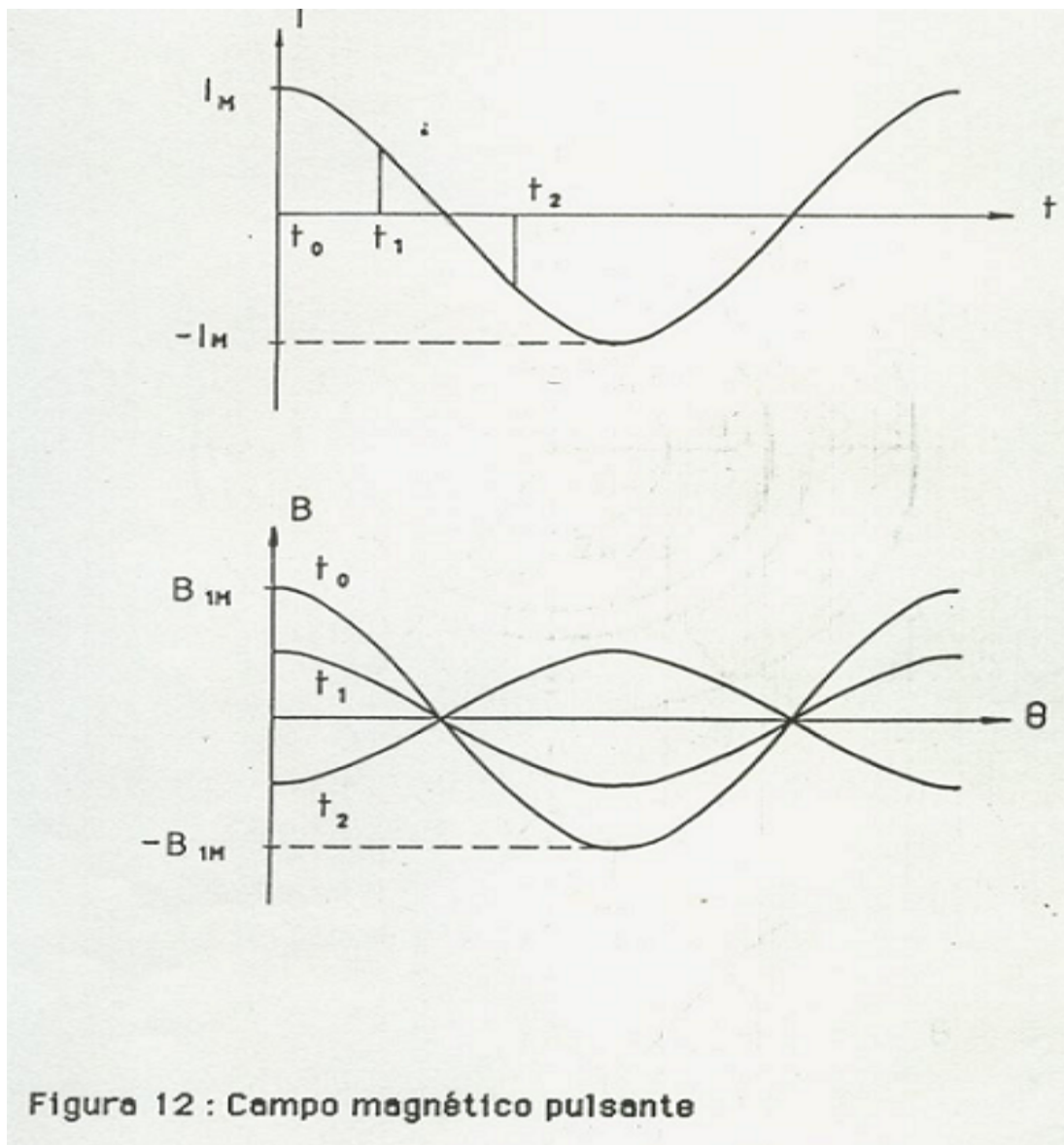


Figura 12 : Campo magnético pulsante



## 5.- CAMPO MAGNETICO CREADO POR UN DEVANADO TRIFASICO . TEOREMA DE FERRARIS .

### 5.1.- Deducción gráfica .

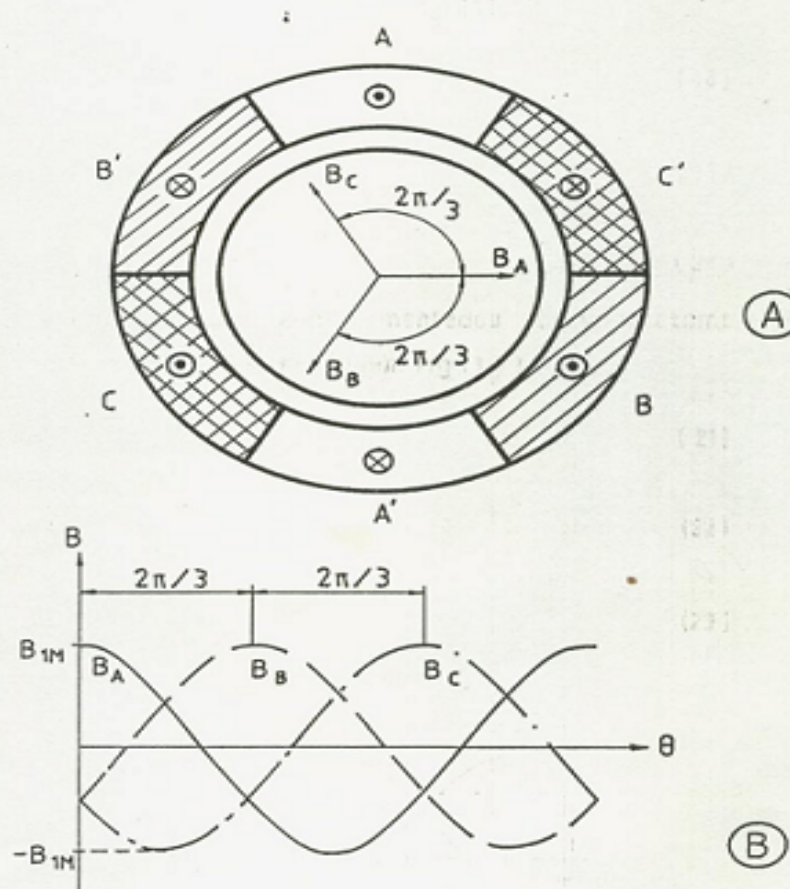
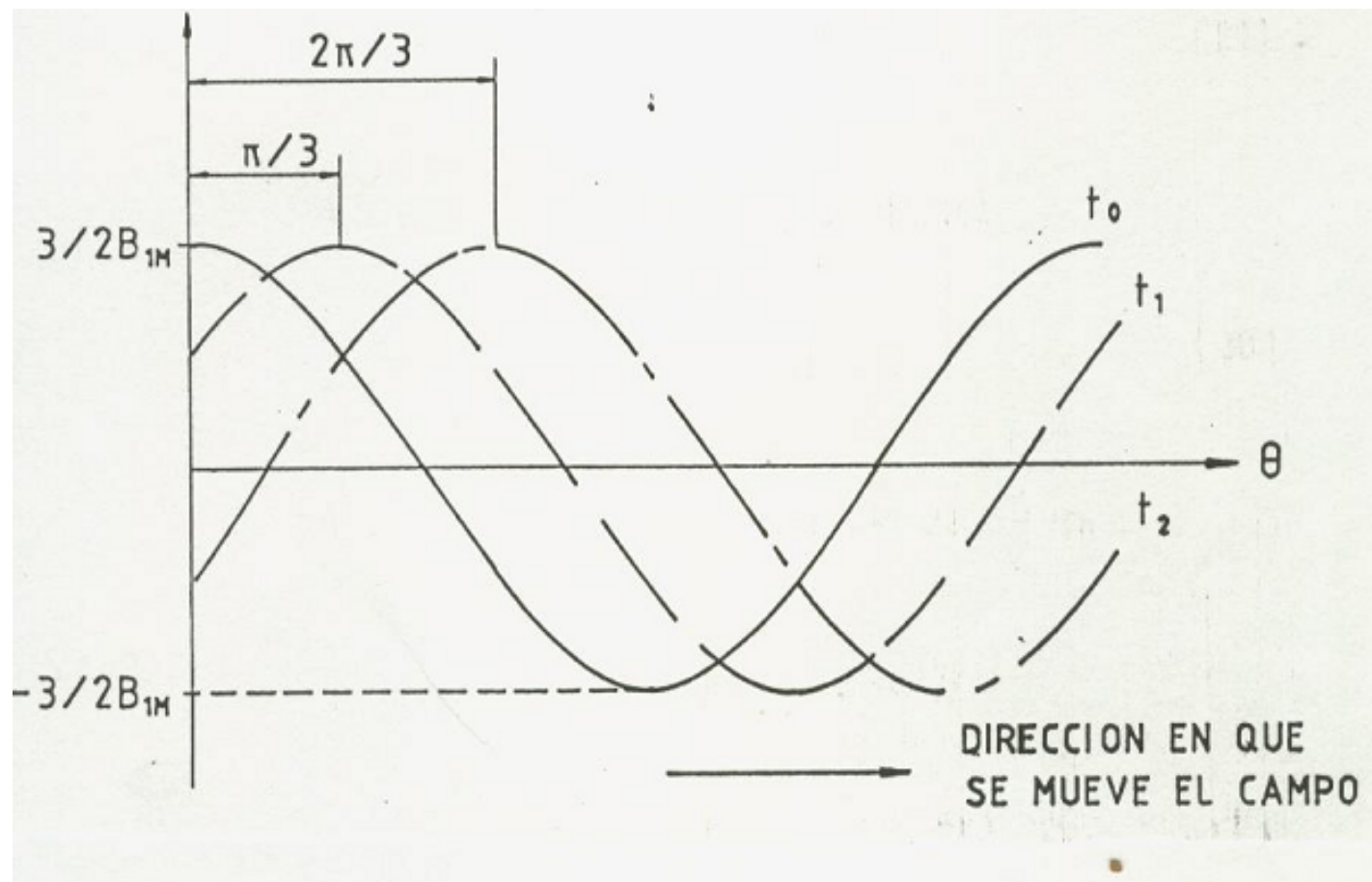


Figura 13: Devanado trifásico .



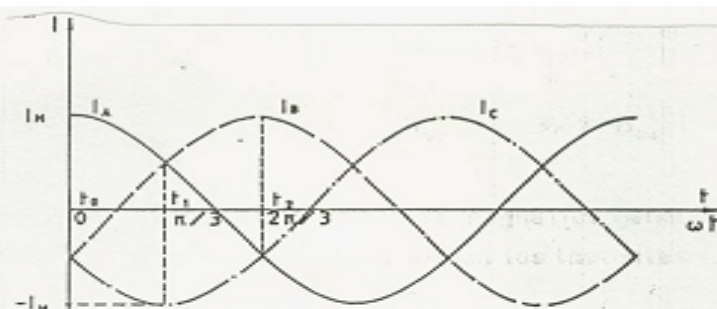


Figure 14 : Sistema trifásico de corrientes .

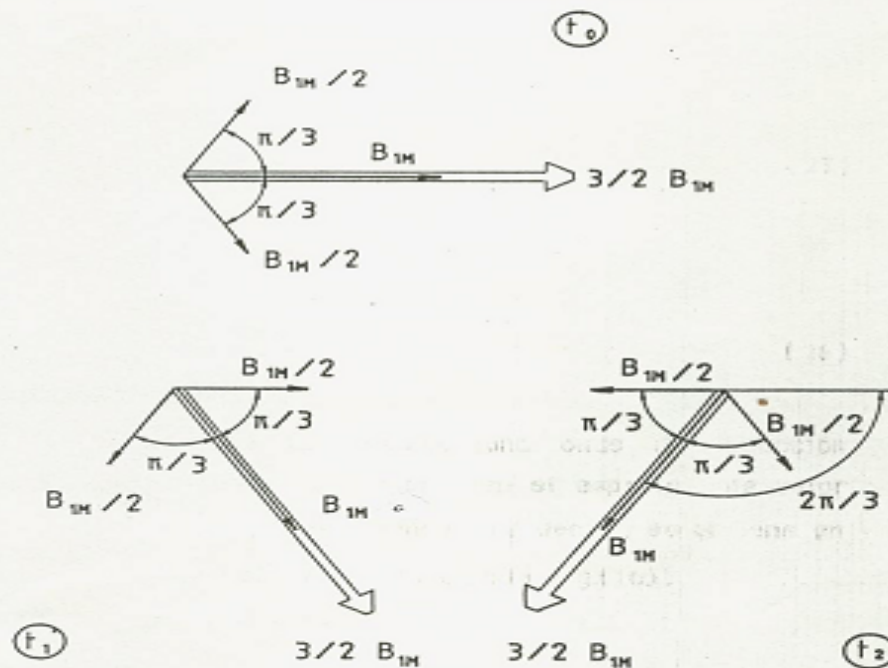
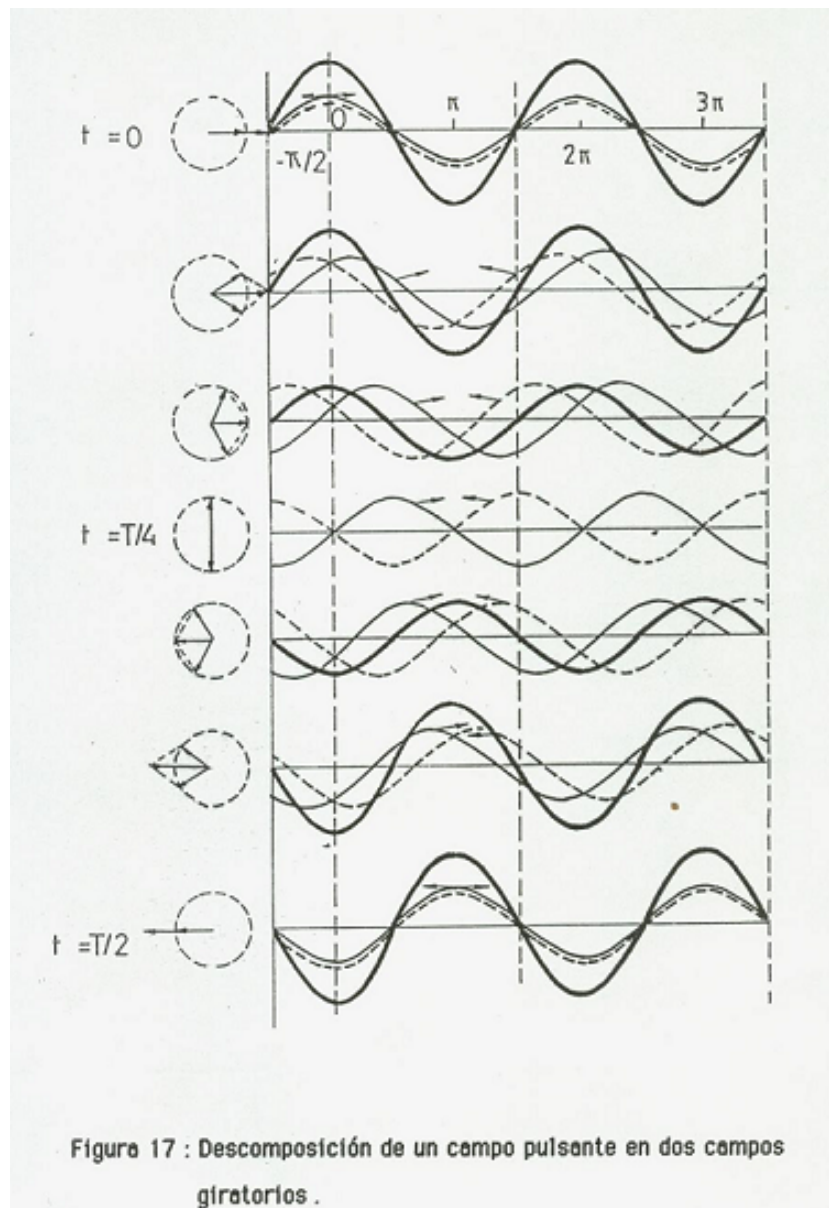
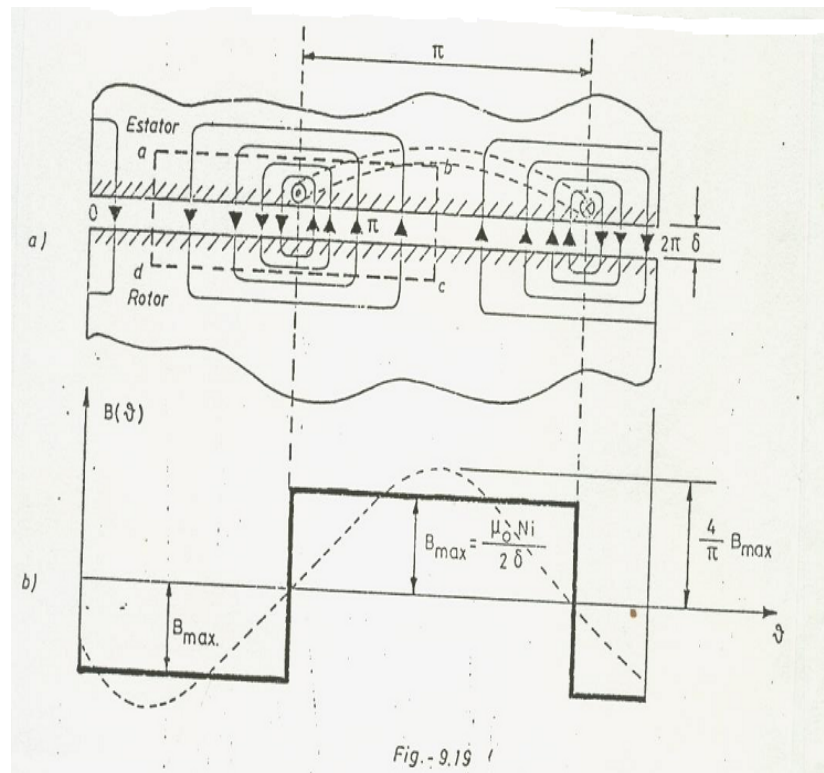
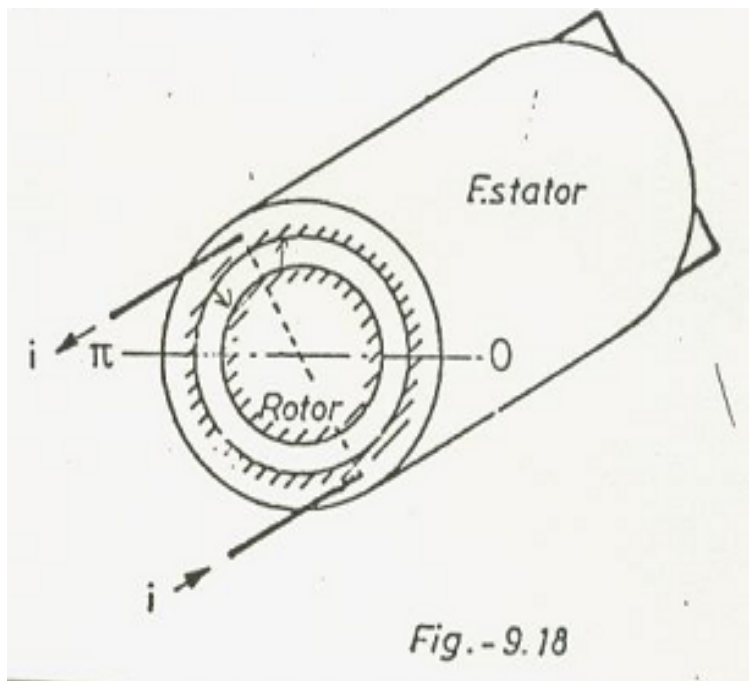
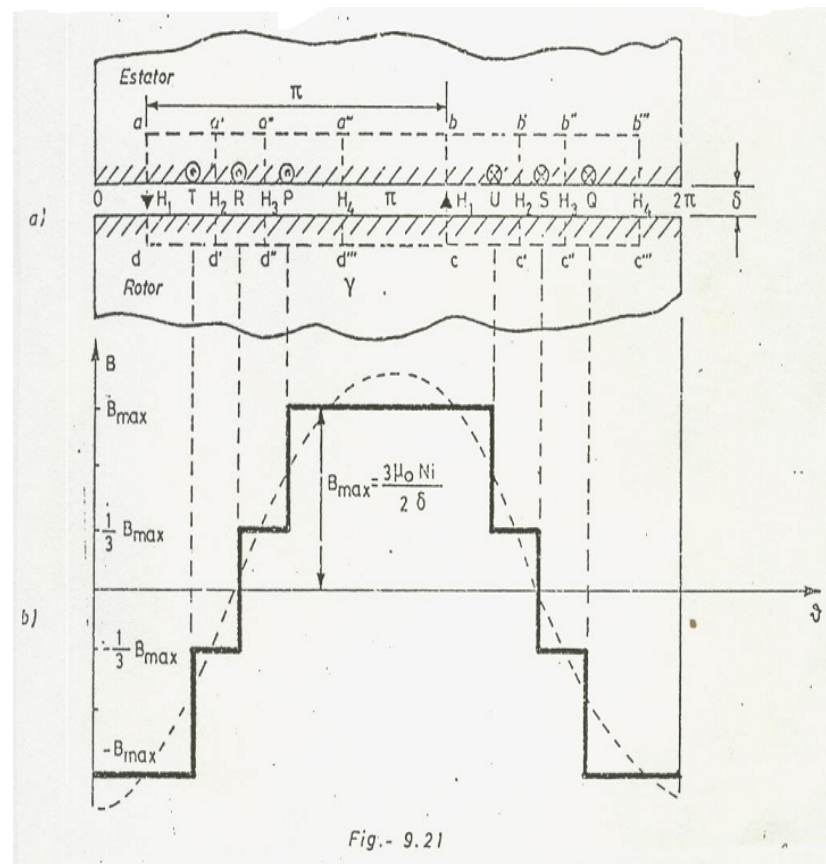
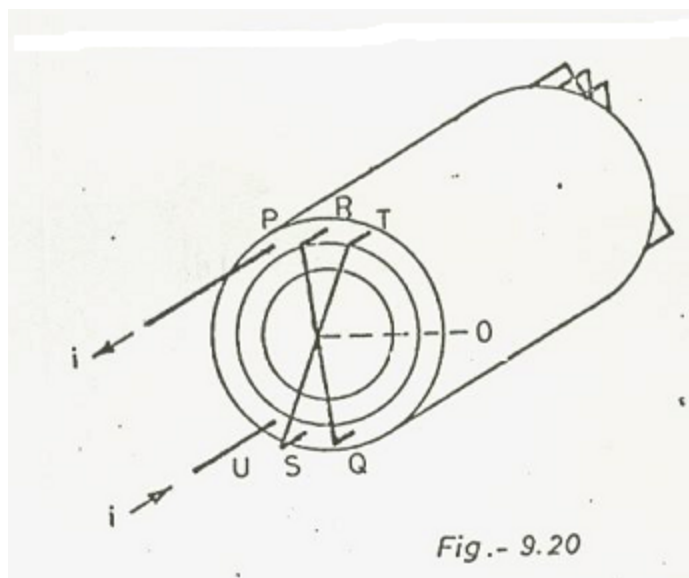


Figure 15 : Valores de la inducción magnética generada por el devanado de la fig.(14) en los instantes indicados en la fig.(15).



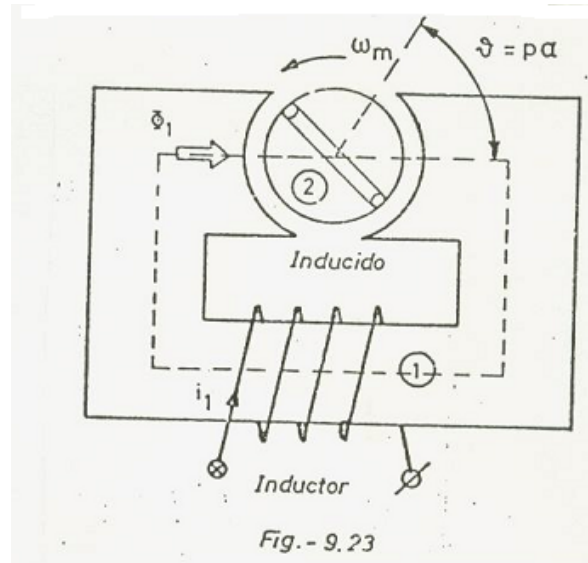




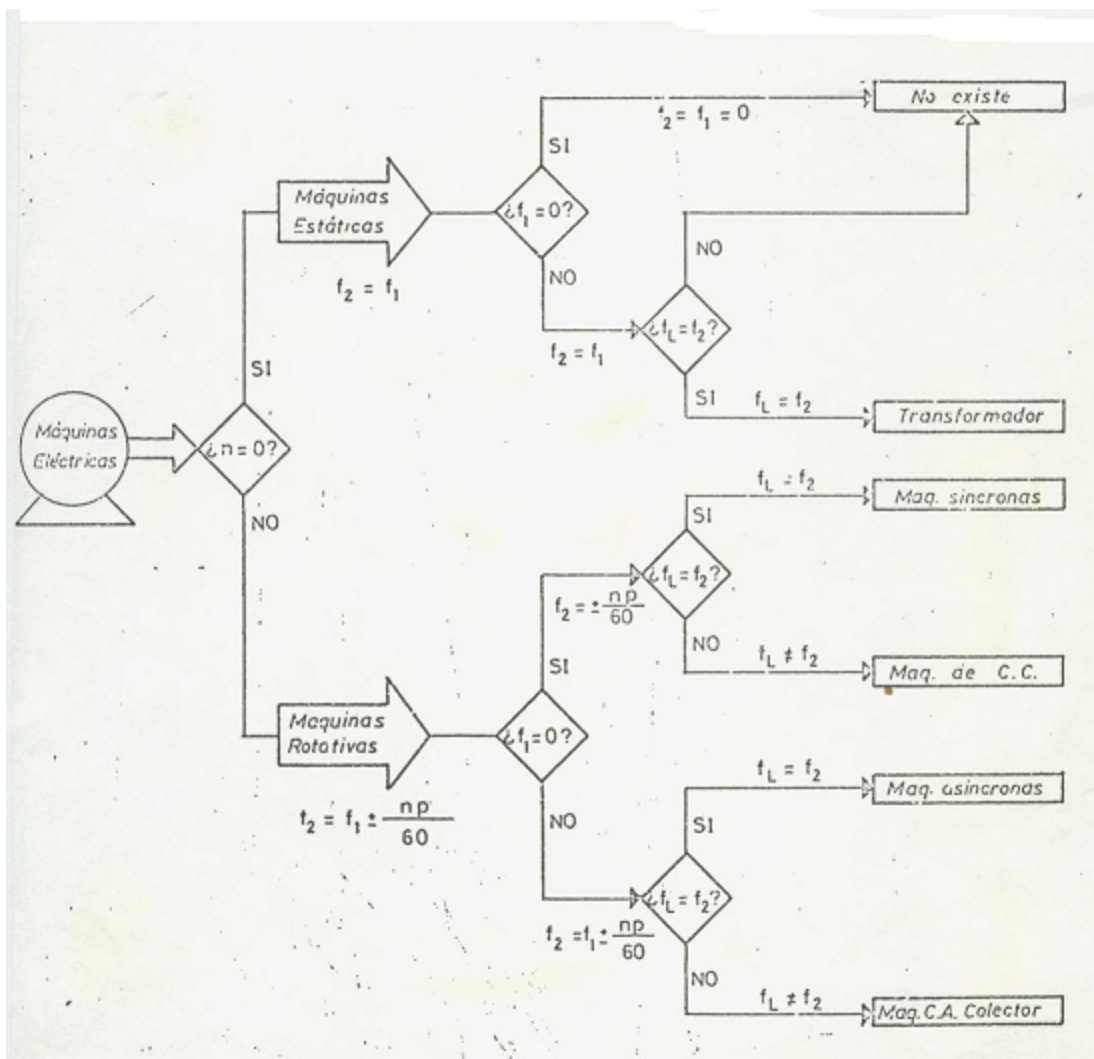


|                           | 0                                            | 1                                                                                             | 2                                                                                                                                     | 3                                                                                                     | 4                                                              | 5                                           |
|---------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1 <sup>er</sup><br>NUMERO | Sin protección<br>contra cuerpos<br>extraños | Protección con<br>tra cuerpos -<br>extraños de<br>gran tamaño<br>( $\phi > 50 \text{ m.m.}$ ) | Protección con<br>tra cuerpos -<br>extraños de<br>tamaño media<br>no.<br>( $\phi > 12 \text{ m.m.}$ )                                 | Protección con<br>tra cuerpos -<br>extraños de<br>tamaño peque<br>ño<br>( $\phi > 2.5 \text{ m.m.}$ ) | Protección con<br>tra depósito -<br>de polvo en el<br>interior | Protección ab<br>soluta contra<br>el polvo. |
| 2 <sup>o</sup><br>NUMERO  | Sin protección<br>contra el<br>agua          | Protección con<br>tra goteo de<br>agua<br>(vertical)                                          | Protección con<br>tra goteo de<br>agua, aún in<br>clinándose la<br>máquina hasta<br>15° en todas<br>las direcciones<br>(resp. horiz.) | Salpicadura -<br>de agua y -<br>hasta 30°.                                                            | Chorro<br>de<br>agua                                           | Agua<br>a<br>presión                        |

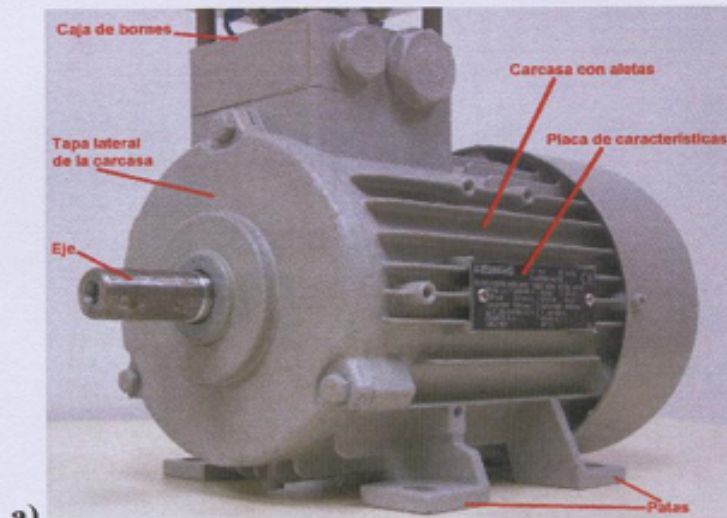
TABLA Nº 1



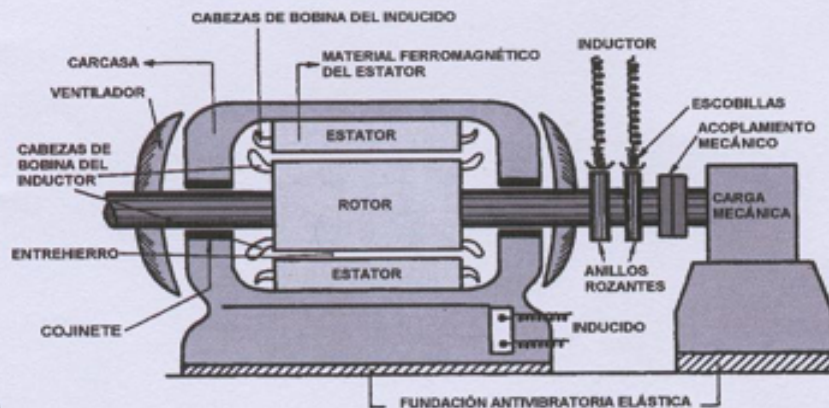
|              |                |
|--------------|----------------|
| FABRICANTE : |                |
| TIPO :       | Nº             |
| v            | A              |
| KW           | Cos $\varphi$  |
| r. p. m.     | H <sub>z</sub> |
| PROTECCION : | AÑO            |





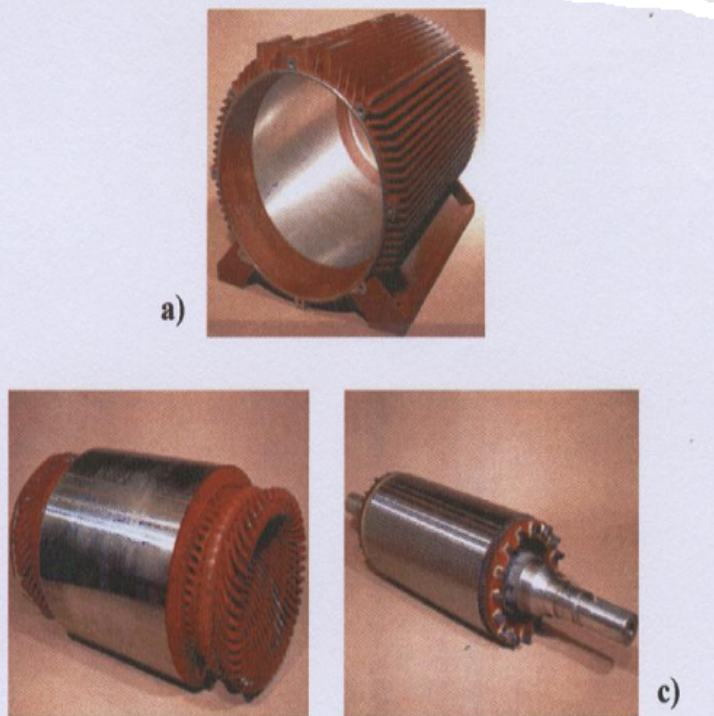


a)



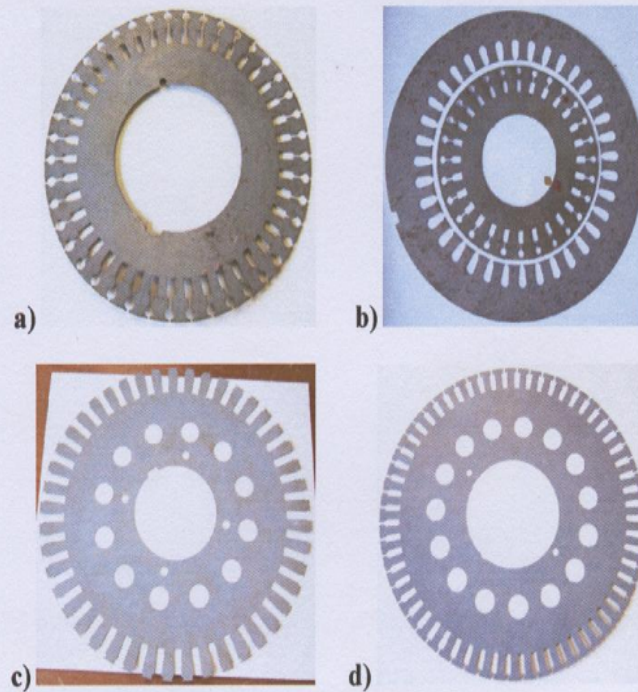
b)

*Fig. 1: Constitución de máquinas eléctricas rotativas:  
a) Constitución de una máquina de inducción de jaula de ardilla.  
b) Constitución de una máquina sincrónica (Fuente: "El fenómeno electromagnético" de José Antonio de Gurrutxaga Ruiz).*



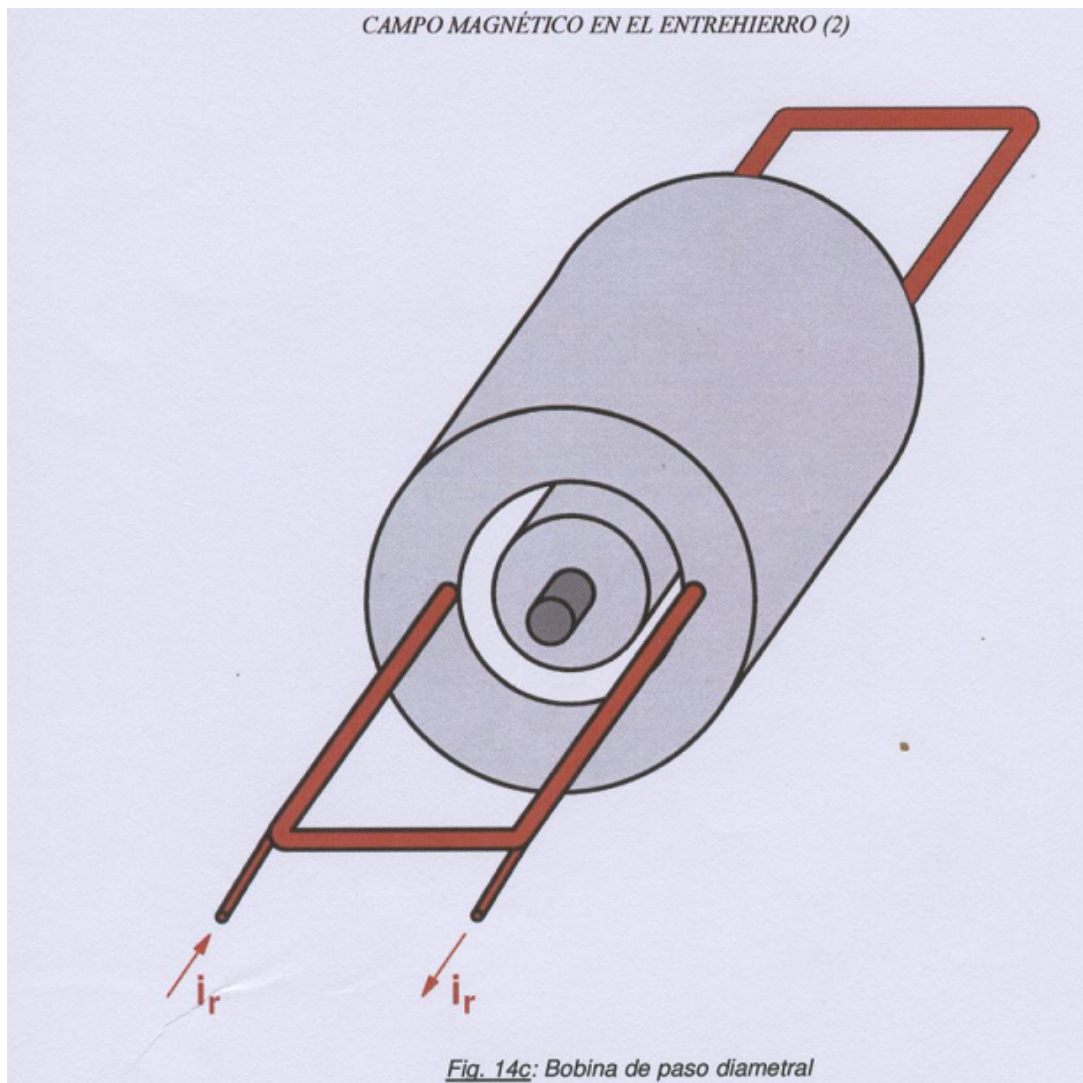
*Fig. 2: Carcasa, estator y rotor de un motor asincrono.  
(Fuente: Revista ABB, nº 5, 1990).*

### Circuitos magnético y eléctrico

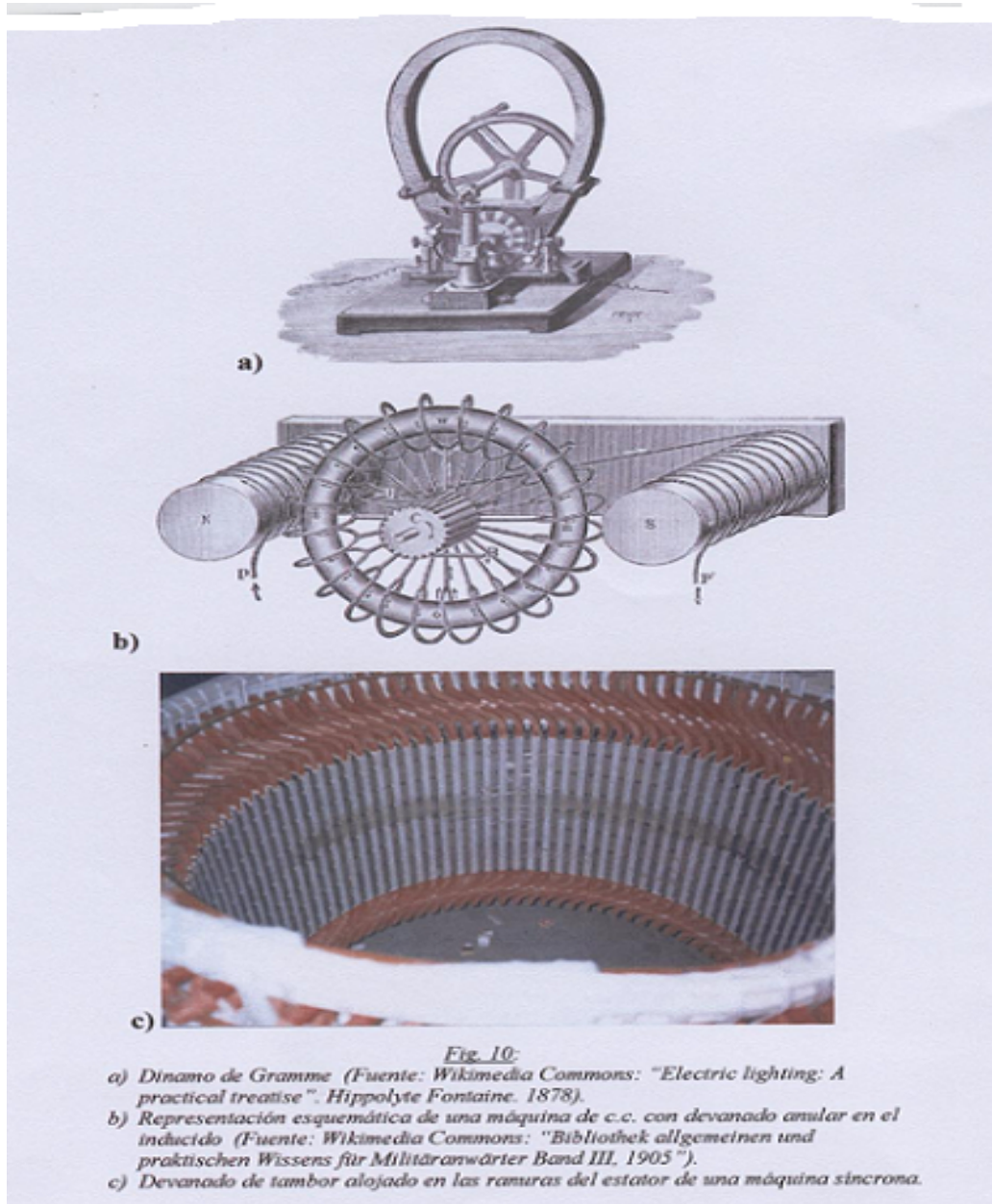


*Fig. 3: Chapas magnéticas.*

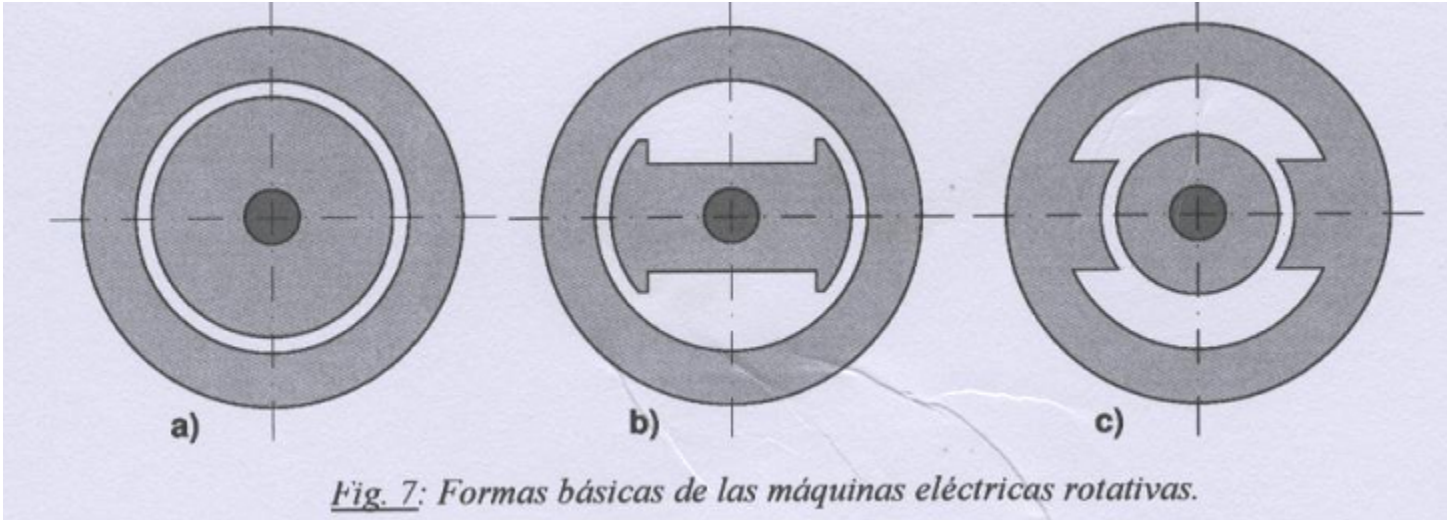
*CAMPO MAGNÉTICO EN EL ENTREHIERRO (2)*









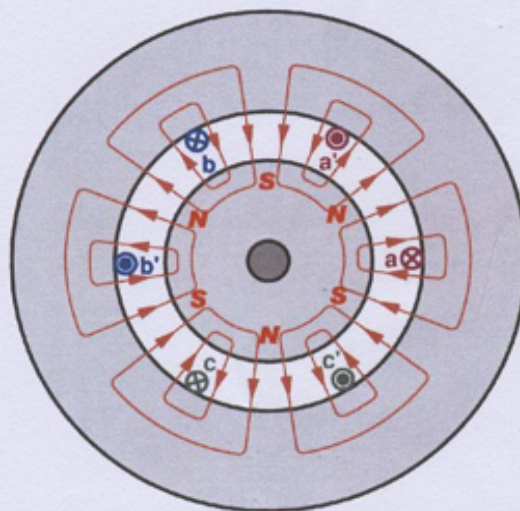


*Fig. 7: Formas básicas de las máquinas eléctricas rotativas.*

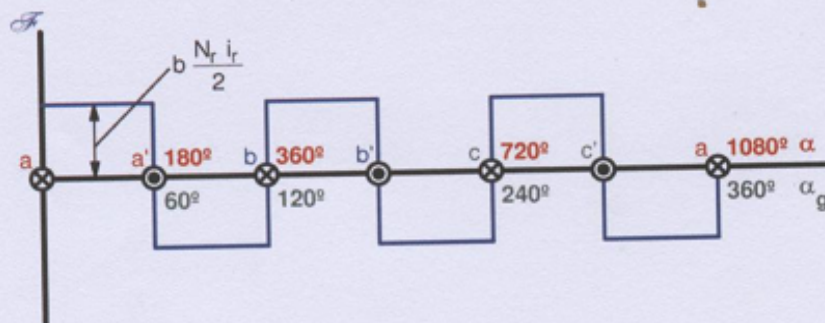
### CAMPO MAGNÉTICO EN EL ENTREHIERRO (2)

$$\mathcal{F}_{\text{Máx}} = \frac{Ni}{2p} \quad (31)$$

donde N es el número de espiras efectivas en serie de una fase (es decir, el número de espiras de una rama en paralelo) e i es la corriente total de la fase.

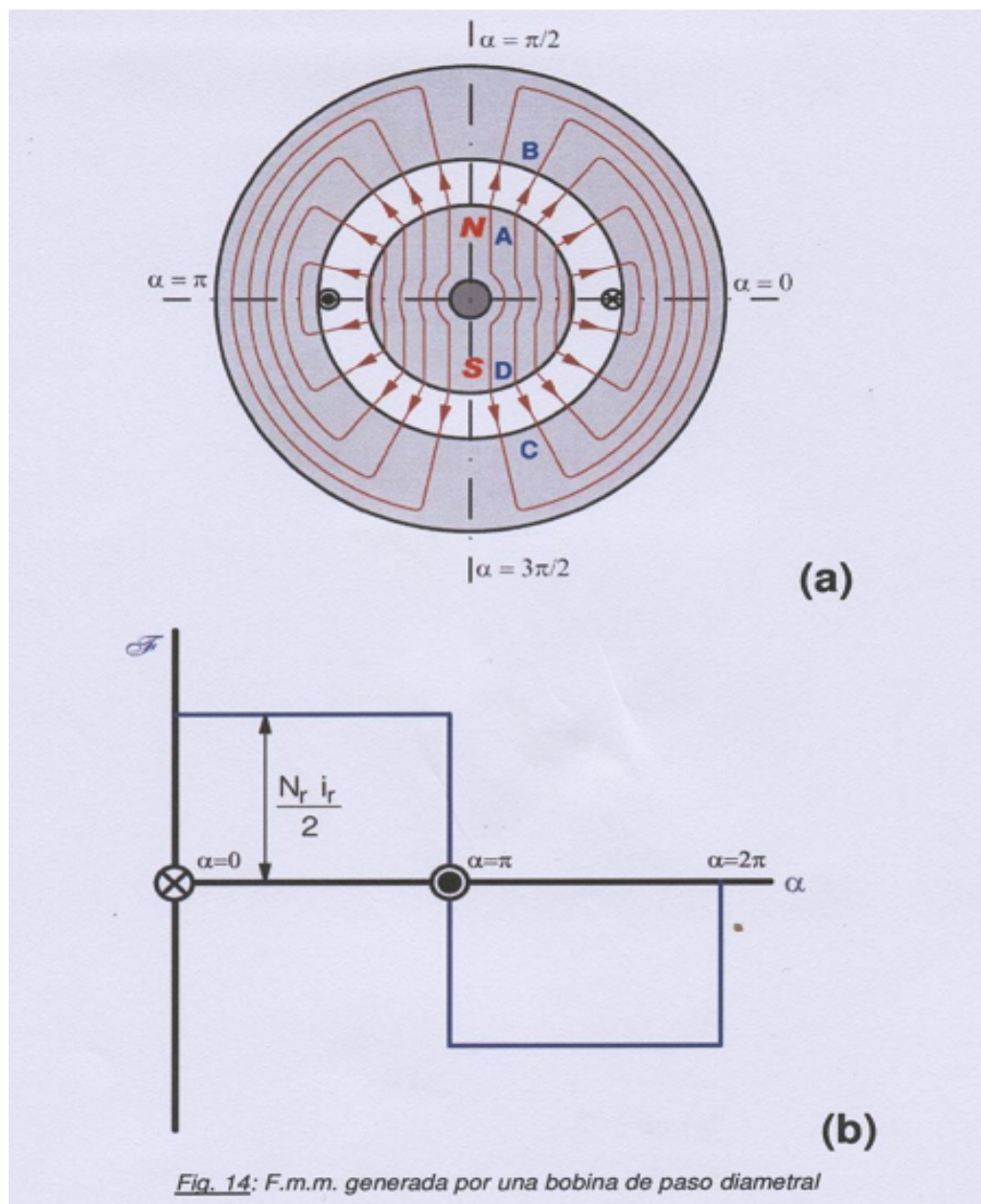


(a)



(b)

Fig. 15: F.m.m. generada por una fase con una bobina de paso diametral por par de polos en una máquina hexapolar



### F.M.M. DE UN DEVANADO MONOFÁSICO

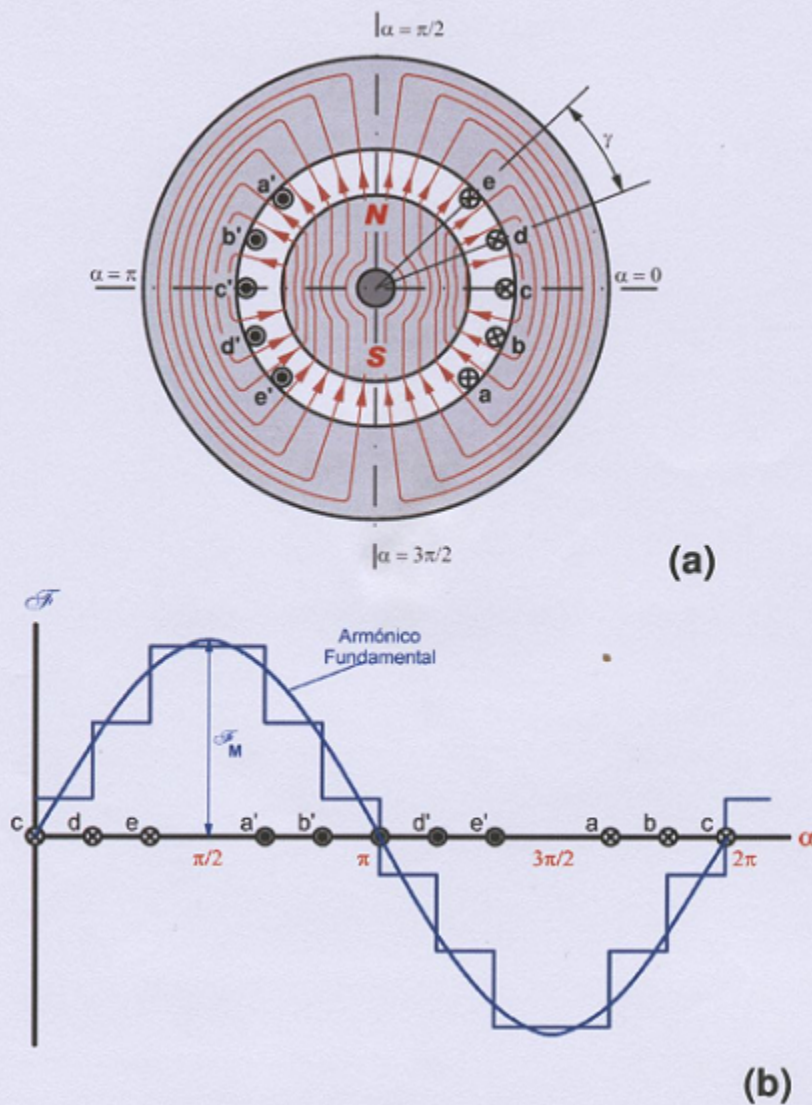
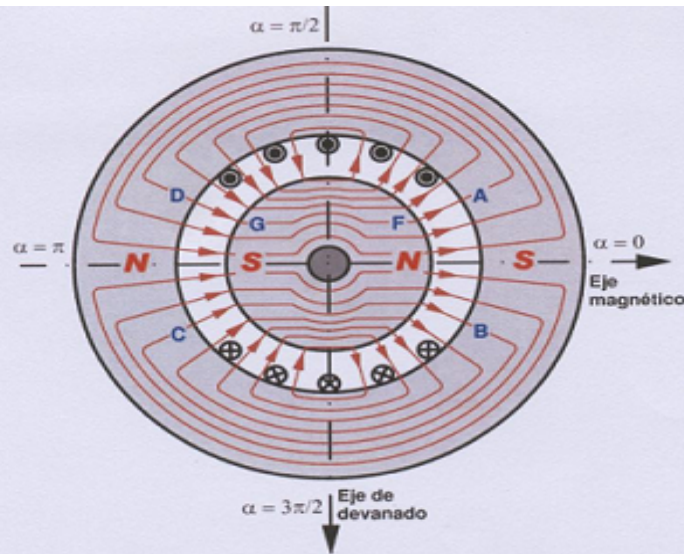


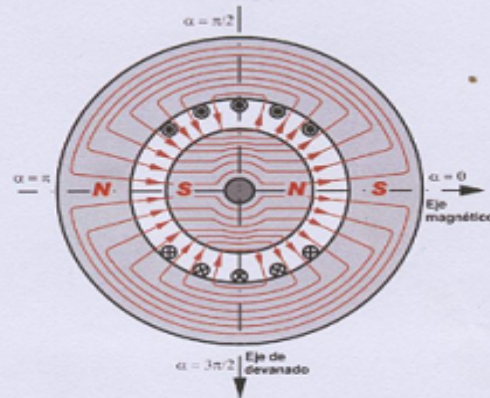
Fig. 3: F.m.m. de una fase con 5 bobinas distribuidas



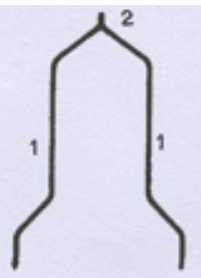


*Fig. 8: Líneas de inducción magnética de una máquina simétrica, ideal, bipolar, sin polos salientes y con un devanado formado por cinco bobinas distribuidas de paso diametral.*

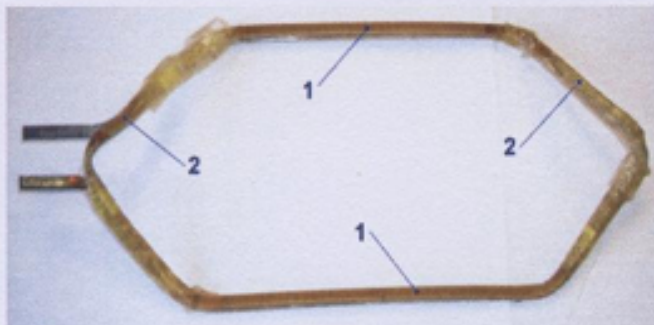
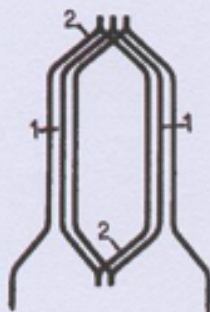
### MÁQUINAS ELÉCTRICAS SIMÉTRICAS



*Fig. 1: Líneas de inducción magnética principal de una máquina simétrica, ideal, bipolar y sin polos salientes debidas a una fase.*



*Fig. 11: Espira. 1: Conductores, 2: Conexión frontal.*



*Fig. 12: Bobinas. 1: Lados o haces activos; 2: Cabezas de bobina.*

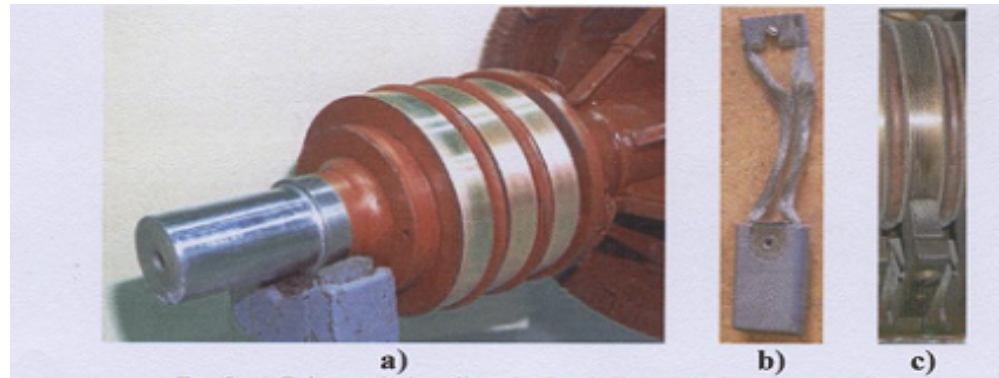


a)

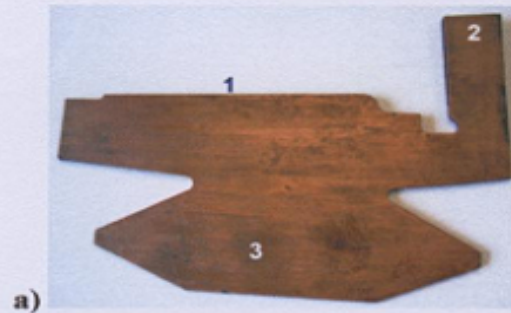


b)

*Fig. 13: Bobinas de un devanado de c.c. fabricadas con pletina de cobre de: a) una sección de dos espiras; b) cuatro secciones de una espira.*



*Fig. 5: a) Colector de 3 anillos; b) Escobilla; c) Anillo con escobilla.*



a)

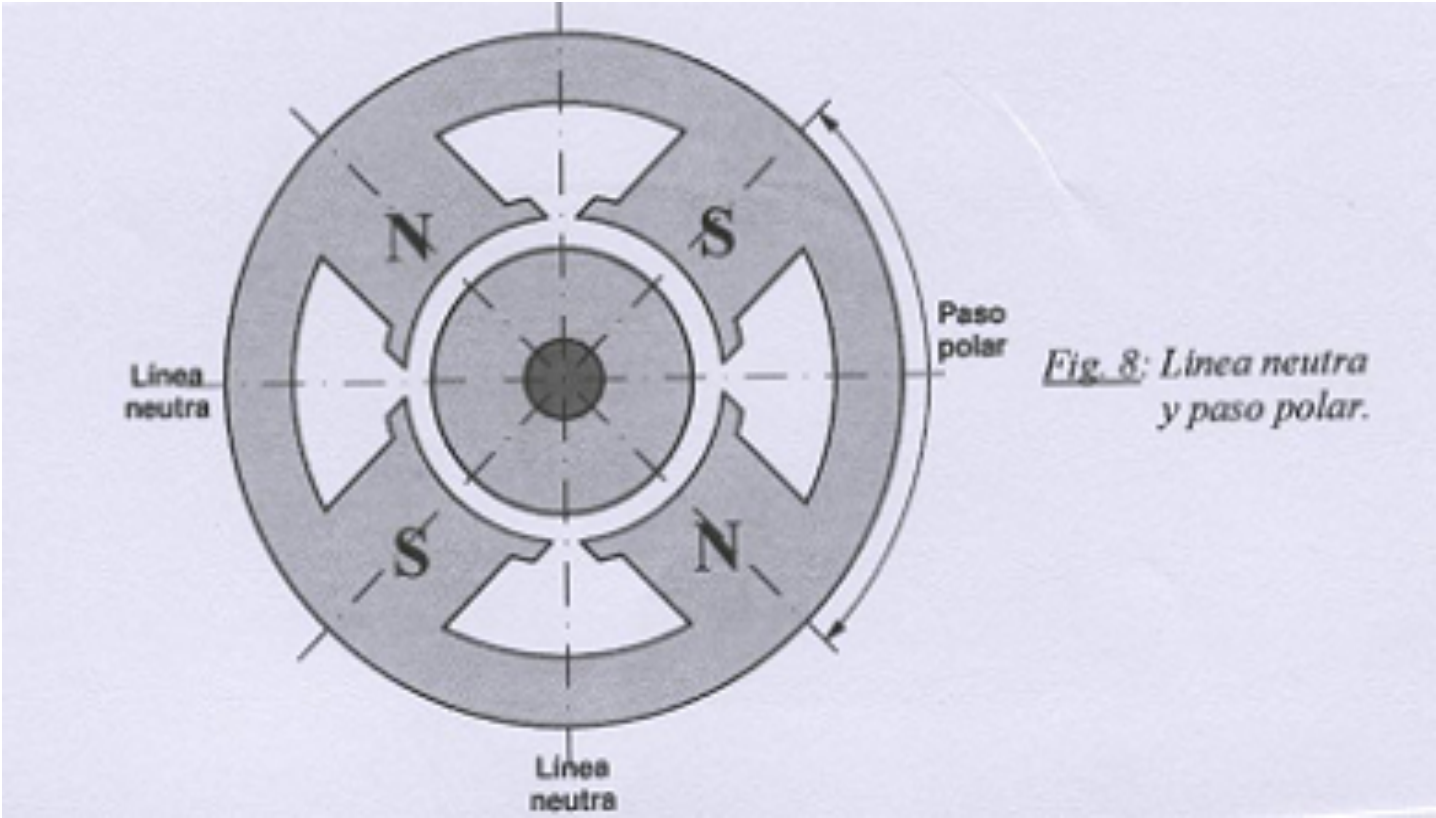


b)



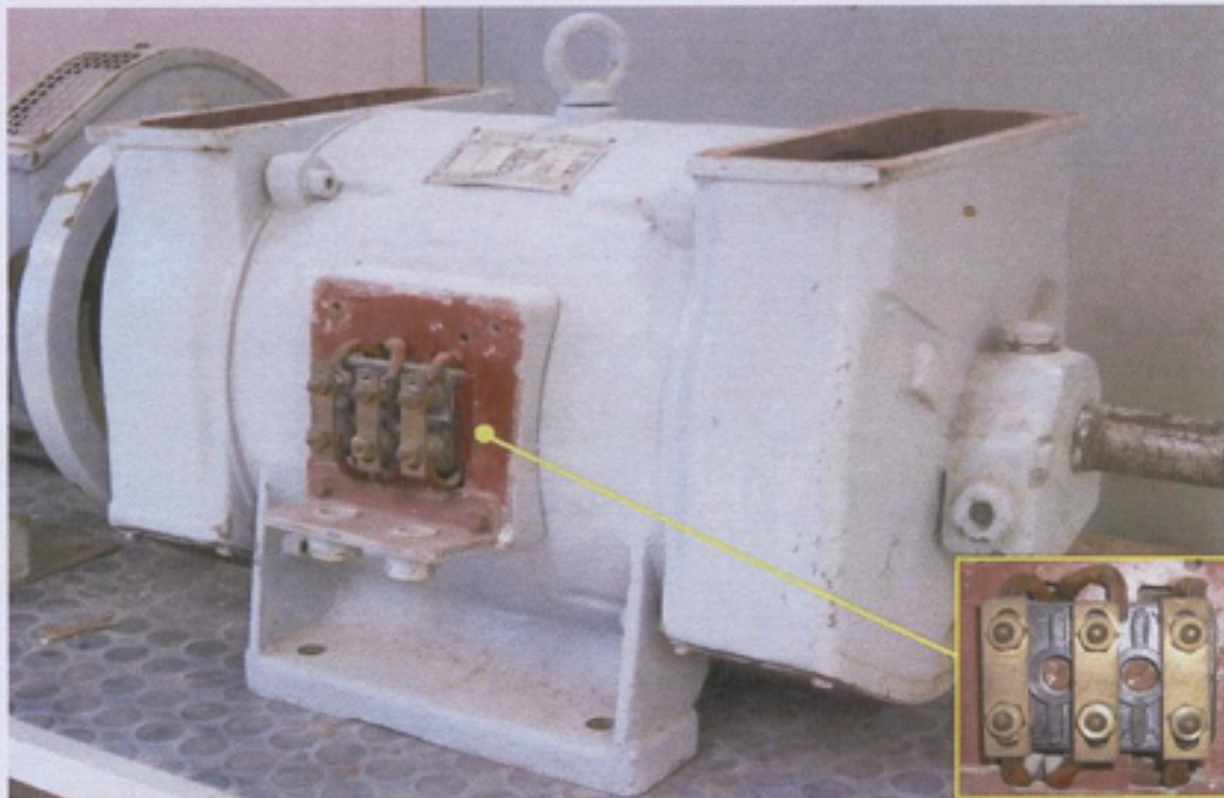
c)

*Fig. 6: a) Delga; b) y c) Colectores de delgas.  
(1: Superficie de contacto con las escobillas;  
2: Talón para la conexión a las bobinas; 3: Cola de milano)*

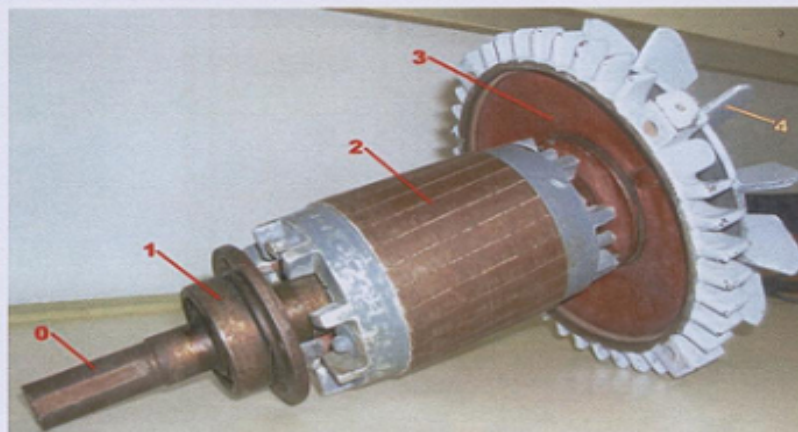








*Fig. 2: Máquina asincrónica. Se ha ampliado la caja de bornes, a la cual se le ha quitado la tapa, para mostrar la conexión triángulo del estator (ver la Fig. 8)*



*Fig. 3: Eje (0), Cojinete (1), rotor de jaula de ardilla (2), tapa lateral de la carcasa (3) y ventilador (4)*



*Fig. 4: Aletas en un rotor de jaula de ardilla*

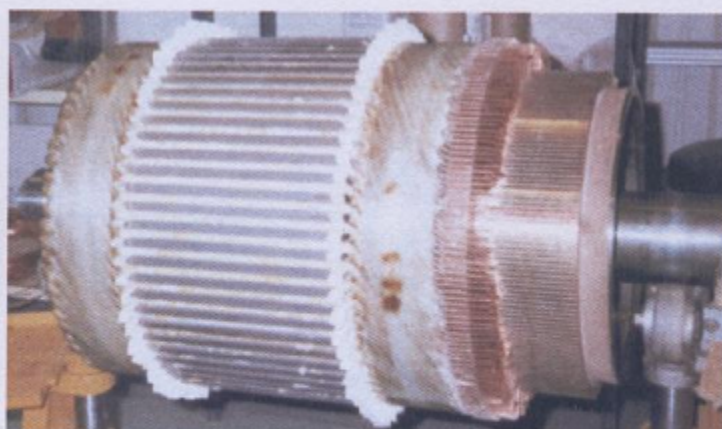


*Fig. 5: Rotor bobinado o con anillos*





a)

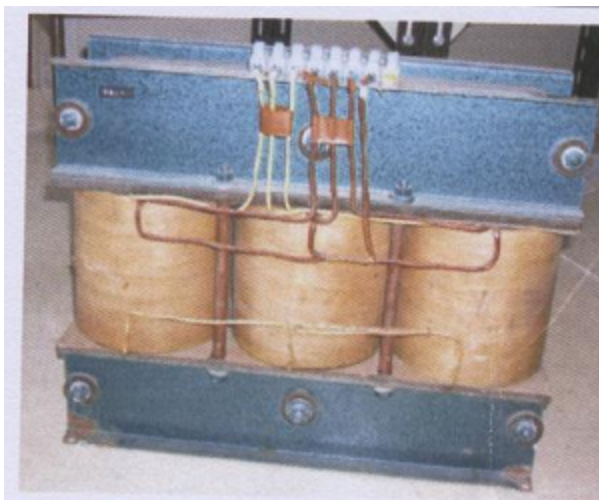


b)

*Fig. 34: Máquina de c.c. durante su proceso de fabricación:*

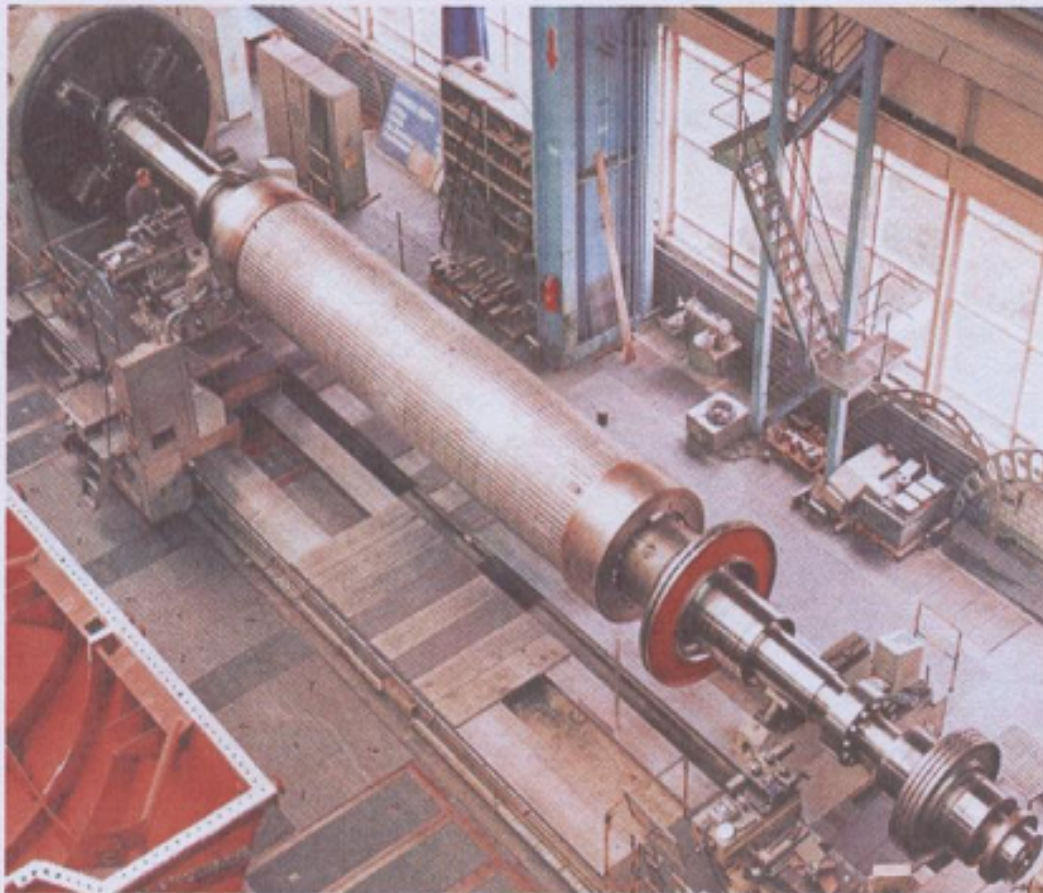
*a) Estator.*

*b) rotor.*



*Fig. 31: Transformador trifásico.*





***Fig. 32:** Rotor cilíndrico de un turboalternador síncrono trifásico de 1500 KVA, 1800 r.p.m., 60 Hz (Fuente: Revista ABB. nº 1, 1992).*



***Fig. 33:** Hidroalternador sincrónico trifásico de la central de Itaipú de 824 MVA, 90 r.p.m., 60 Hz (Fuente: Revista ABB, nº 1, 1992).*