

ÍNDICE

- 1. Principio de Funcionamiento.**
- 2. Deslizamiento.**
- 3. Circuito equivalente del motor y magnitudes características.**
- 4. Aspectos constructivos.**
- 5. Ensayos característicos.**
- 6. Regulación de velocidad.**
- 7. Aplicaciones.**

MOTORES ASÍNCRONOS

1. Principio de Funcionamiento.

Sistema Inductor → Estator

Sistema Inducido → Rotor

- Rotor de "jaula de ardilla"
- Rotor bobinado.

Funcionamiento:

- Como transformador.
- Como Motor.
- Como Generador.
- Como Freno Electromagnético.

MOTORES ASÍNCRONOS

2. Deslizamiento.

- El rotor gira a una velocidad próxima a la de sincronismo pero siempre por debajo.
- Velocidad de sincronismo.

$$n_1 = \frac{60 \cdot f_1}{p}$$

- Frecuencia de las corrientes inducidas en el rotor.

$$f_2 = \frac{p \cdot (n_1 - n)}{60}$$

- Deslizamiento.

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1}$$

- Relación entre las frecuencias de las corrientes en el rotor y en el estator.

$$\frac{f_2}{f_1} = s$$

MOTORES ASÍNCRONOS

- Modalidad de funcionamiento en función del deslizamiento:

- Funcionamiento como motor:

$$n \leq n_1 \Rightarrow 0 < s < 1$$

- Funcionamiento como generador:

$$n > n_1 \Rightarrow s < 0$$

- Funcionamiento como freno:

$$n < 0 \Rightarrow s > 1$$

MOTORES ASÍNCRONOS

3. Circuito equivalente del motor y magnitudes características.

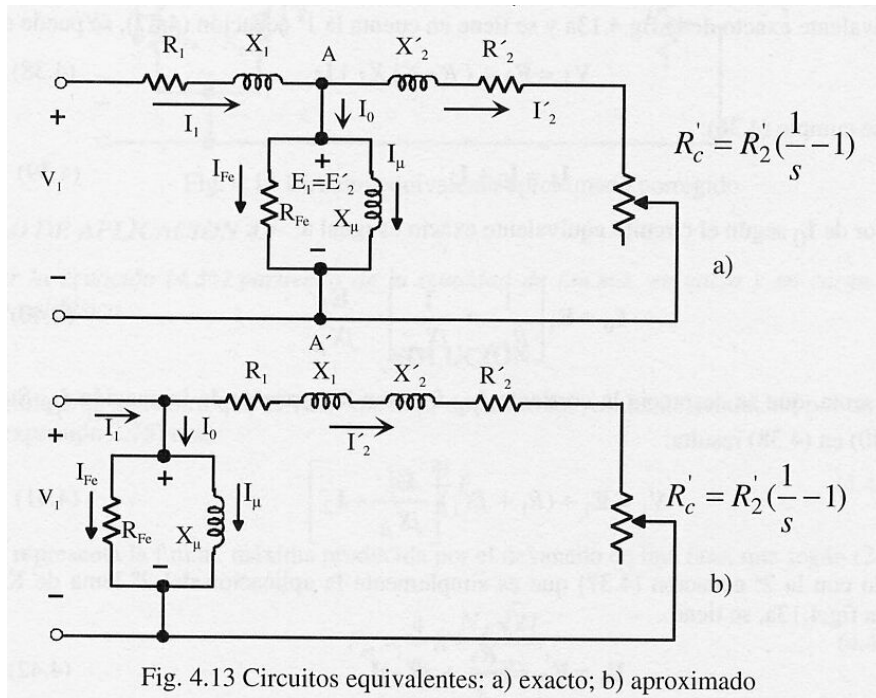


Fig. 4.13 Circuitos equivalentes: a) exacto; b) aproximado

MOTORES ASÍNCRONOS

- Potencia transmitida desde el estator por el entrehierro.

$$P_a = 3 \frac{r_2}{s} I_2^2$$

- Pérdidas eléctricas en el rotor.

$$P_{cu,2} = 3 \cdot r_2 \cdot I_2^2$$

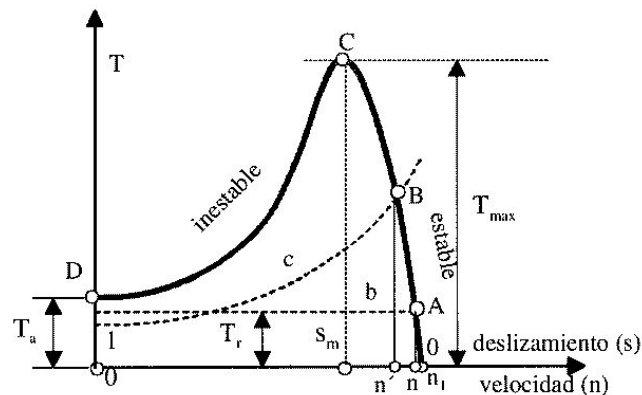
- Potencia mecánica interna.

$$P_i = P_a - P_{cu,2} = 3 \cdot r_2 \cdot \left(\frac{1}{s} - 1 \right) \cdot I_2^2 = (1-s) \cdot P_a$$

- Par interno.

$$T_i = \frac{P_i}{\omega} = \frac{P_i}{\omega_s \cdot (1-s)}$$

- Curva mecánica característica.



MOTORES ASÍNCRONOS

- Par interno.

$$T_i = \frac{3 \cdot \frac{r_2}{s} \cdot V^2}{\omega_1 \cdot \left[\left(r_1 + \frac{r_2}{s} \right) + x_{cc}^2 \right]}$$

- Deslizamiento de par máximo.

$$s_{T_{\max}} = \frac{r_2}{\sqrt{r_1^2 + x_{cc}^2}}$$

- Par máximo.

$$T_{\max} = \frac{3 \cdot V^2}{2 \cdot \omega_1 \cdot \left(r_1 + \sqrt{r_1^2 + x_{cc}^2} \right)}$$

- Par de arranque.

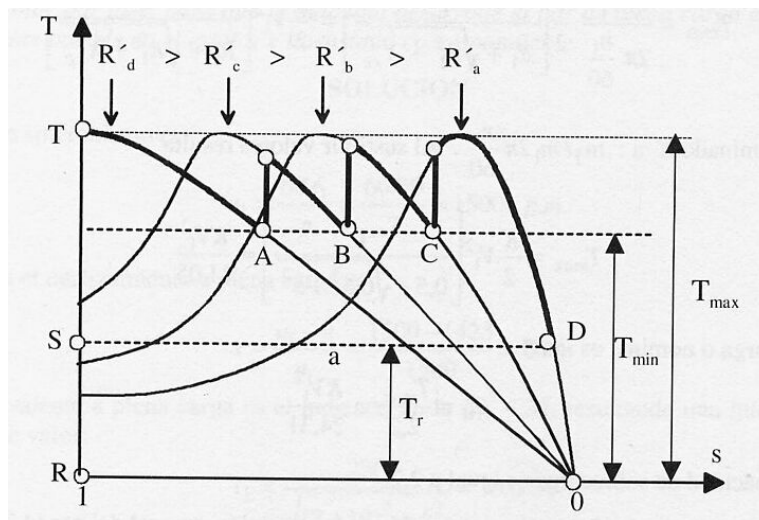
$$T_{arr} = (T_i)_{s=1} = \frac{3 \cdot r_2 \cdot V^2}{\omega_s \cdot (r_{cc}^2 + x_{cc}^2)}$$

- Corriente de arranque.

$$I_{2,arr} = (I_2)_{s=1} = \frac{V}{\sqrt{r_{cc}^2 + x_{cc}^2}}$$

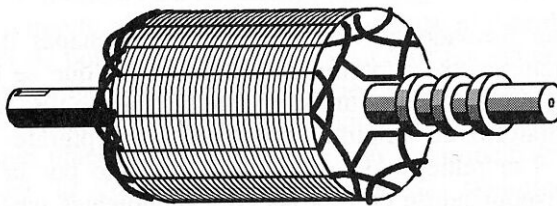
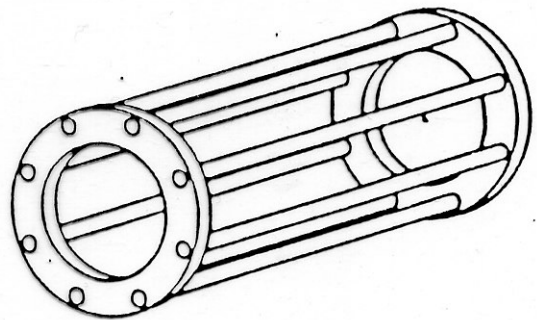
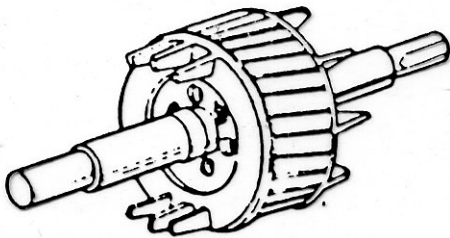
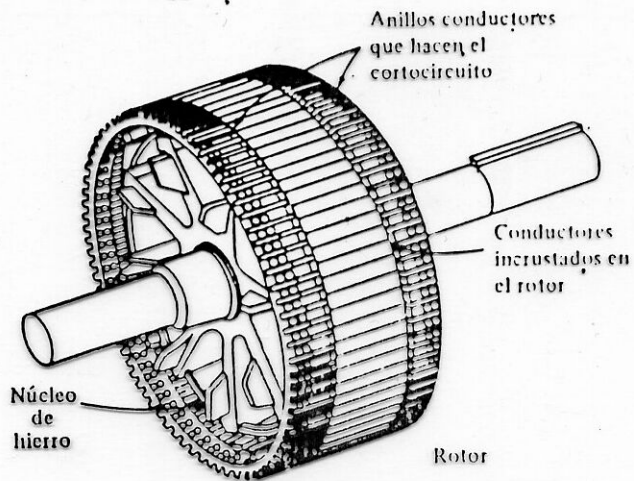
MOTORES ASÍNCRONOS

- Limitación de la corriente en el arranque.
 - Rotor devanado.
 - Rotor de doble jaula.
 - Rotor de ranura profunda.
 - Arranque estrella-triángulo.
 - Arranque por autotransformador.
 - Arranque con inserción de resistencias entre el estator y la red de alimentación.
 - Arrancadores electrónicos.
 - Arranque por convertidor

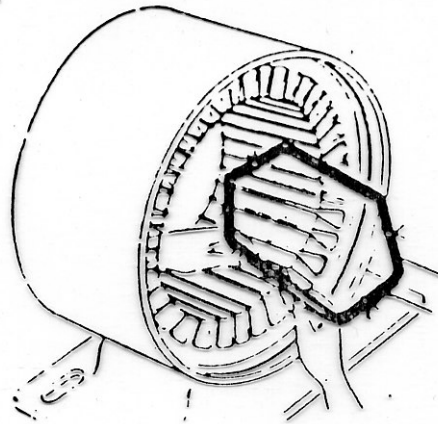
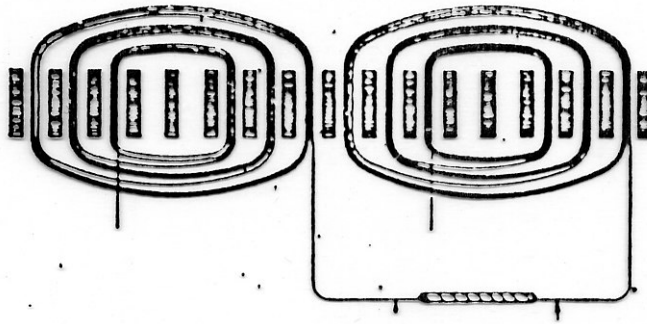


MOTORES ASÍNCRONOS

4. Aspectos constructivos.

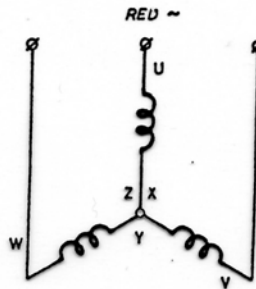
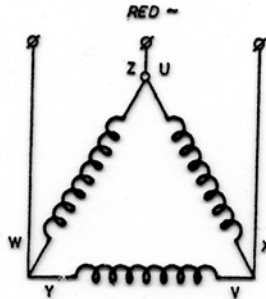
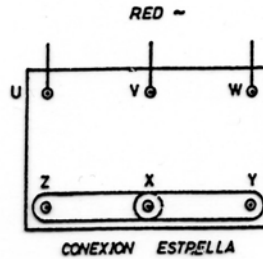
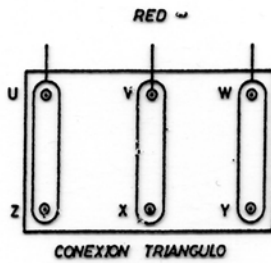
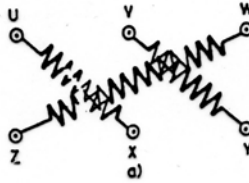


MOTORES ASÍNCRONOS

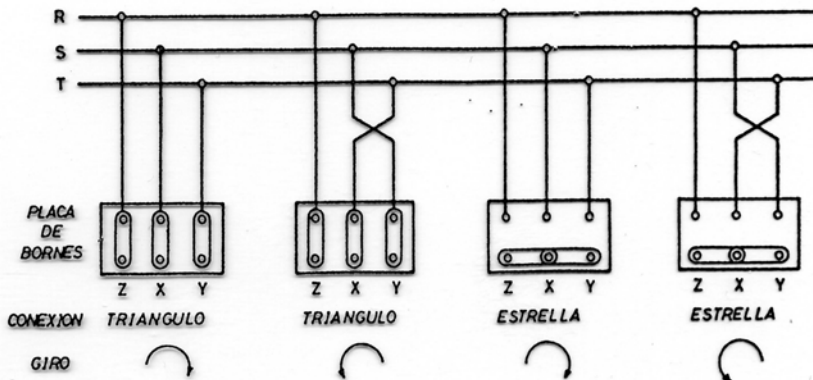


MOTORES ASÍNCRONOS

CONEXION DE DEVANADOS

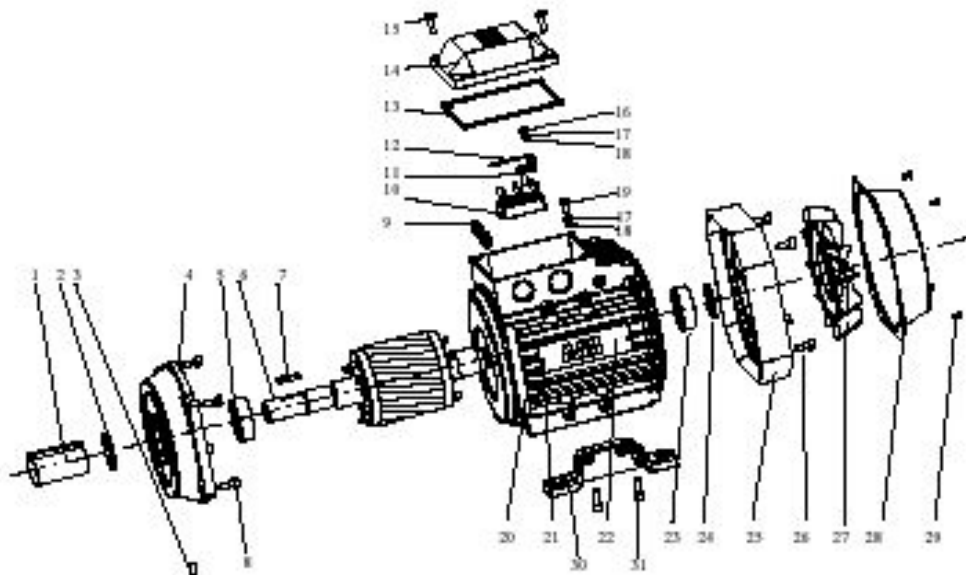


CONEXIONES Y GIROS DEL MOTOR



MOTORES ASÍNCRONOS

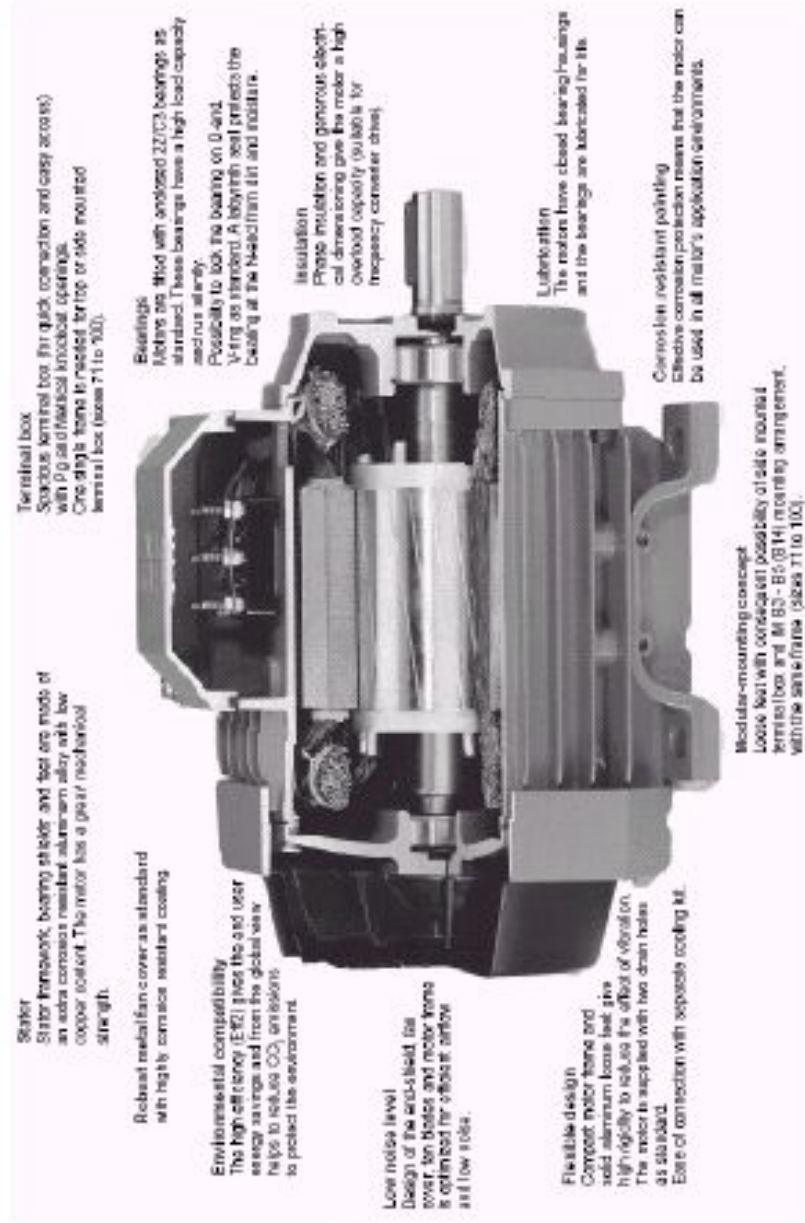
Typical exploded view of standard aluminium motors, frame sizes 71 and 80



- | | | | |
|----|-----------------------------|----|---------------------------|
| 1 | Shaft protection | 17 | Spring lock washers |
| 2 | Gasket/V-ring D-end side | 18 | Plain washers |
| 3 | Drainage plug | 19 | Earth terminal |
| 4 | D-end shield | 20 | Frame with wound stator |
| 5 | D-end bearing | 21 | Rivet fixing rating plate |
| 6 | Rotor with shaft | 22 | Rating plate |
| 7 | Key | 23 | N-end bearing |
| 8 | Screw fixing D-end shield | 24 | Compensation ring |
| 9 | Cable protection | 25 | N-end shield |
| 10 | Terminal board | 26 | Screw for N-end shield |
| 11 | Screw fixing terminal board | 27 | Fan |
| 12 | Connection strip | 28 | Fan cover |
| 13 | Terminal box gasket | 29 | Screws fixing fan cover |
| 14 | Terminal box cover | 30 | Foot |
| 15 | Screw fixing terminal box | 31 | Screw fixing foot |
| 16 | Hexagon nut | | |

MOTORES ASÍNCRONOS

M2000 Aluminium motors - totally enclosed squirrel cage three phase motors



MOTORES ASÍNCRONOS

5. Ensayos característicos.

1. Ensayo con corriente continua sobre el estator.
2. Ensayo de cortocircuito o de rotor bloqueado.
3. Ensayo de vacío o de rotor libre.
4. Ensayo a velocidad de sincronismo.

MOTORES ASÍNCRONOS

6. Regulación de velocidad.

$$n = n_1 \cdot (1 - s) = \frac{60 \cdot f}{p} \cdot (1 - s)$$

1. Cambio del número de polos.
2. Control de la frecuencia del estator.
3. Control de la tensión de alimentación o regulación por variación del deslizamiento.
4. Regulación mediante la inserción de resistencias externas en el rotor.

MOTORES ASÍNCRONOS

7. Aplicaciones de los motores asíncronos.

- Aplicaciones industriales (velocidad constante y variable) para potencias entre 1 kW y 10 MW (jaula de ardilla)
 - Grupos de bombeo.
 - Ventiladores.
 - Cintas transportadoras.
 - Elevadores.
 - Etc.

- Grupos de bombeo en centrales hidroeléctricas. Potencias superiores a los 100 MW (rotor bobinado).

MOTORES ASÍNCRONOS

■ Bibliografía:

- *Máquinas Eléctricas*

Cuarta edición.

Autor: Jesús Fraile Mora

Editorial: Servicio de publicaciones del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

- *Electric Motors and Drives: Fundamentals, types and applications*

Second Edition

Autor: Austin Hughes

Editorial: Newnes. Butterworth-Heinemann.

■ Lecturas recomendadas:

- *Control de máquinas eléctricas*, I.L. Kosow; Editorial Reverté.

- *Electrical machine and drive systems*, John Hindmarsh, Alasdair Renfrew; Newnes.

- *Control of electrical drives*, Werner Leonhard; Springer.

- *Electric drives*, Ion Boldea, S. A. Nasar; CRC Press.