



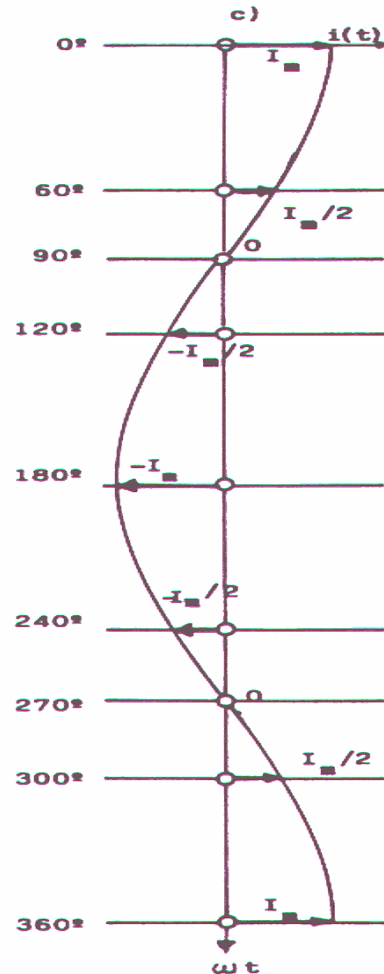
# MAQUINAS ASINCRONAS

- Campo magnético giratorio trifásico.
- Velocidad de sincronismo.
- Deslizamiento.
- Constitución.
  - Estator (D o Y)
  - Rotor Bobinado (Anillos rozantes)
  - Rotor en jaula de ardilla

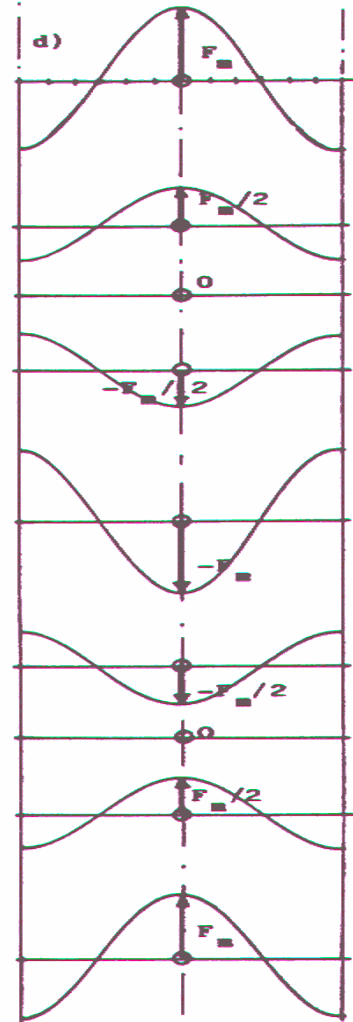
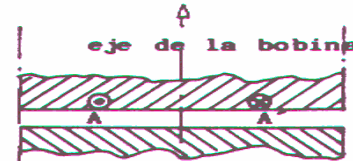


$$t = 0 \Rightarrow F(\theta) = F_m \cos \theta$$

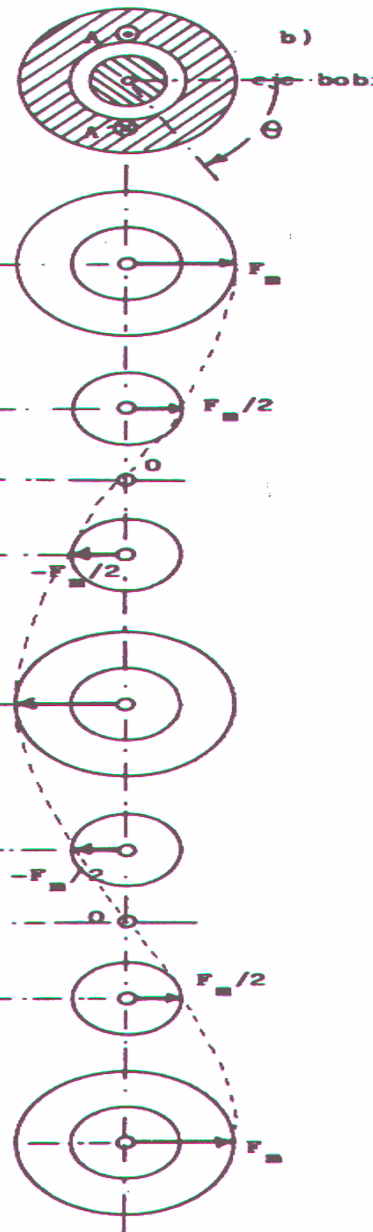
La f.m.m. es un  
fasor espacial en el  
estrehierro. Es una  
onda estacionaria o  
pulsante. La  
corriente es un  
fasor temporal.  
Devanado  
concentrado.



a)



e)





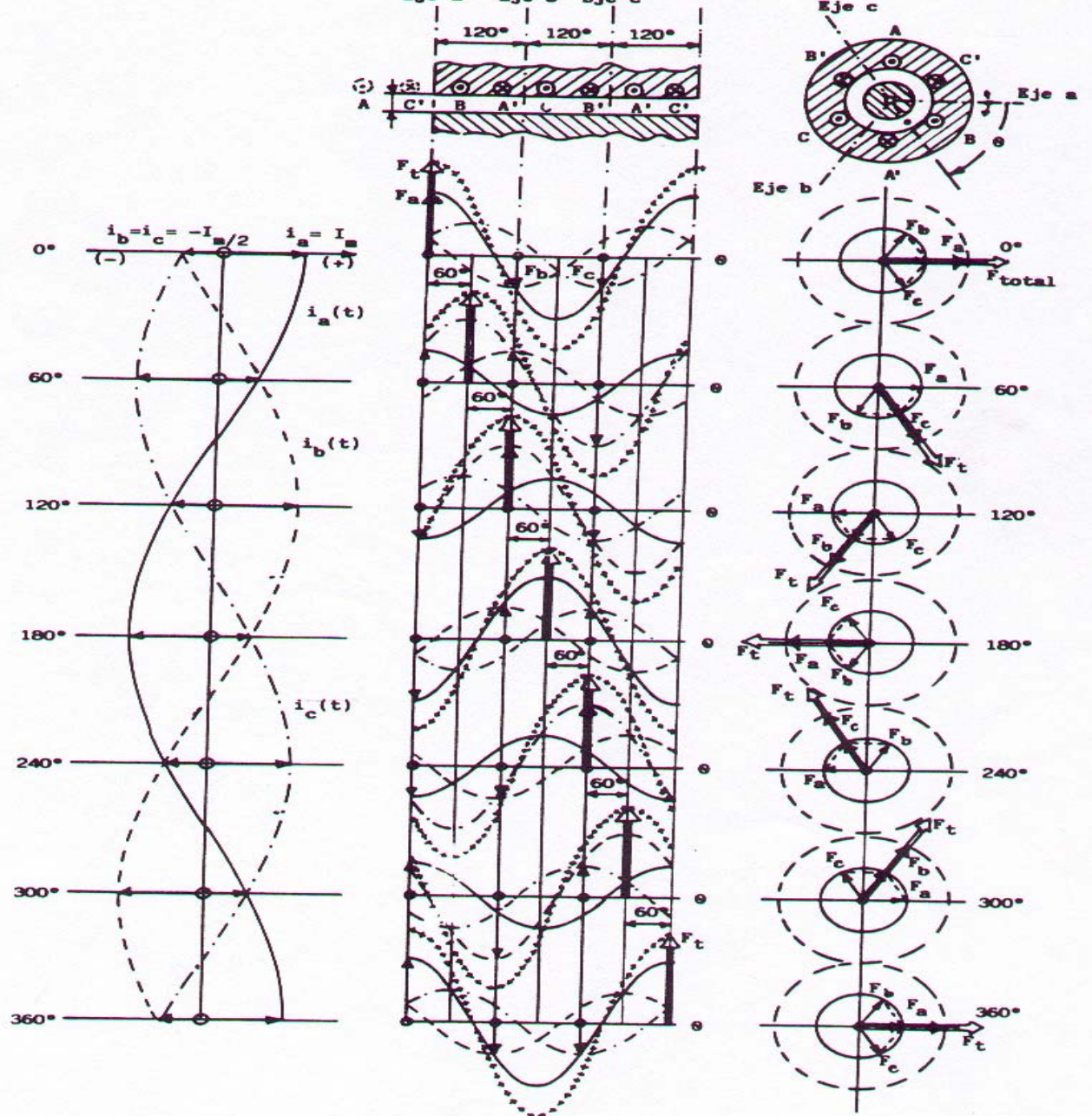
## CAMPOS GIRATORIOS

### TEOREMA DE FERRARIS

Devanados trifásicos

Devanados distribuidos

Máquinas asíncronas





# MAQUINAS ASINCRONAS

$$F_a = F_m \cos \omega t \cos \theta$$

$$F_b = F_m \cos(\omega t - 120) \cos(\theta - 120)$$

$$F_c = F_m \cos(\omega t - 240) \cos(\theta - 240)$$

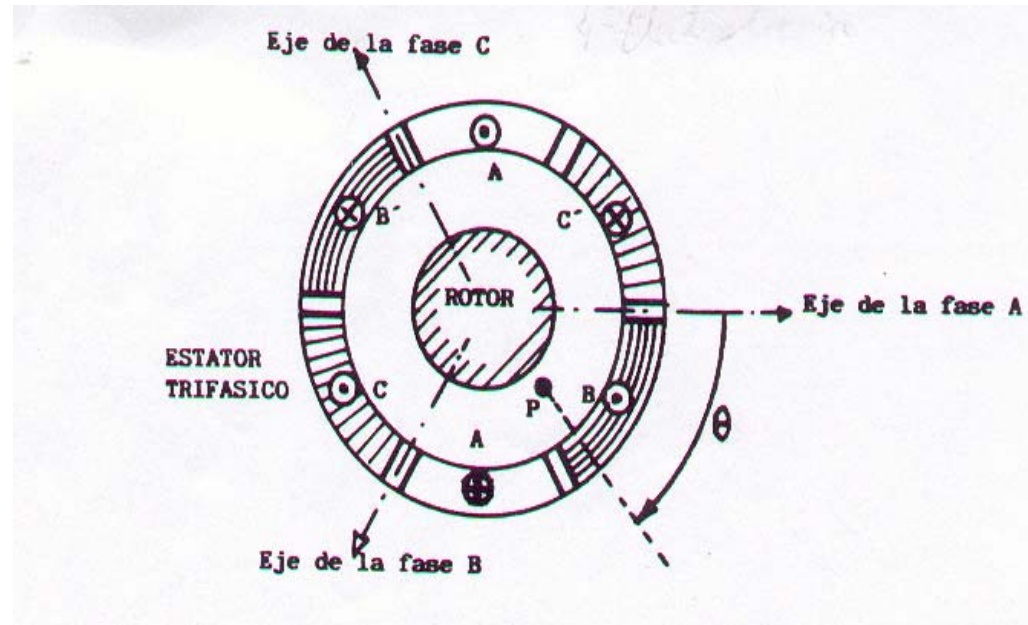
$$F_T = \frac{3}{2} F_m \cos(\omega t - \theta)$$

Velocidad del c.m.g.

$$n_s = \frac{60f}{p}$$

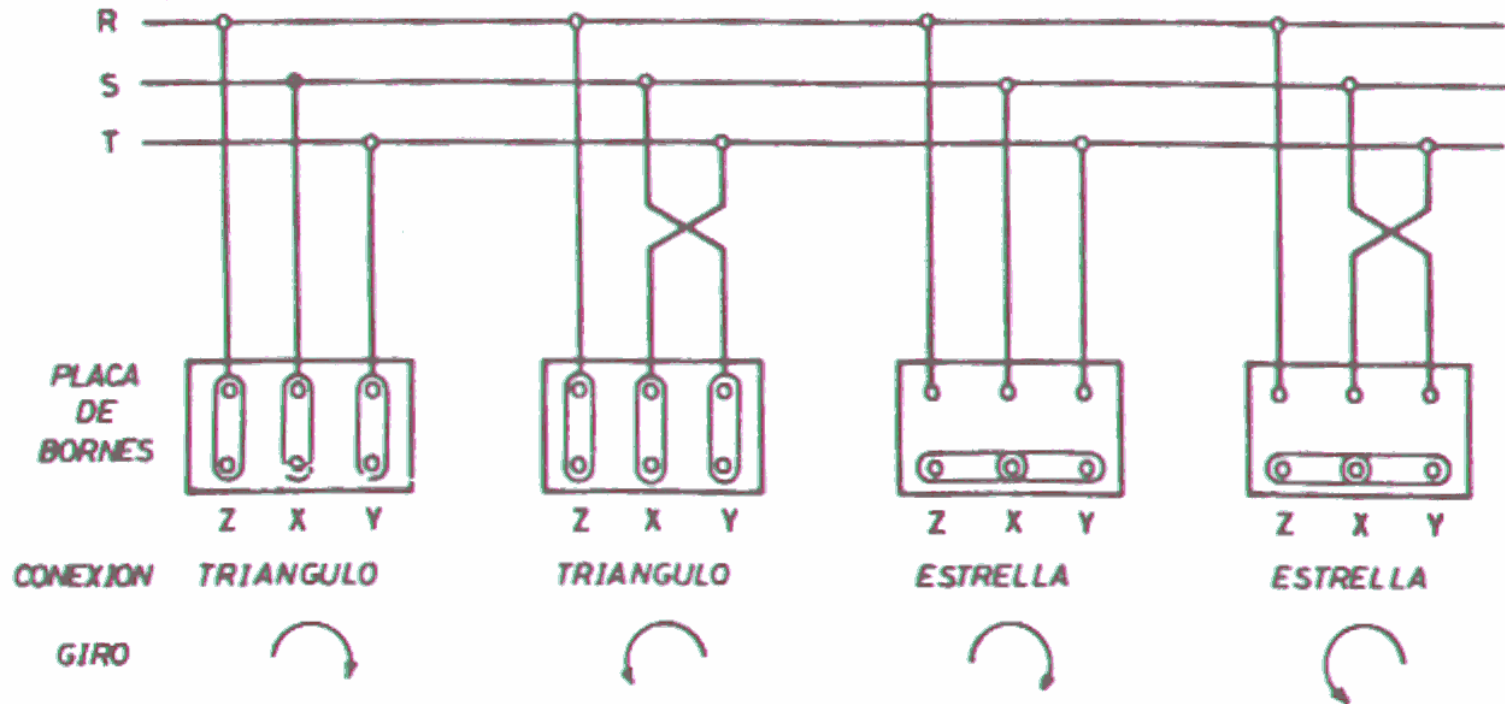
Valores posibles:

3000, 1500, 750, etc en r.p.m.





# MAQUINAS ASINCRONAS







# MAQUINAS ASINCRONAS

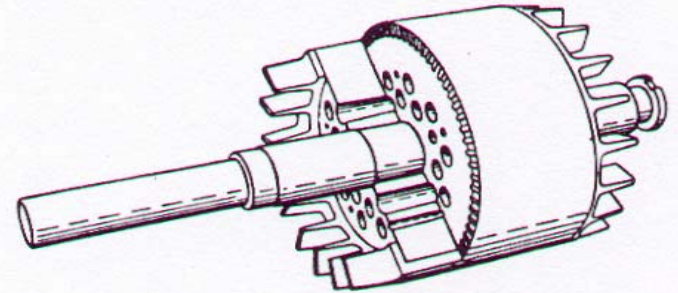
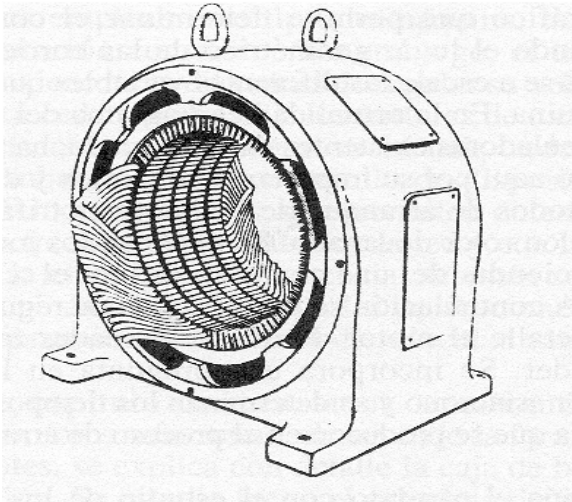


Fig. 4.2  
Rotor en jaula de ardilla

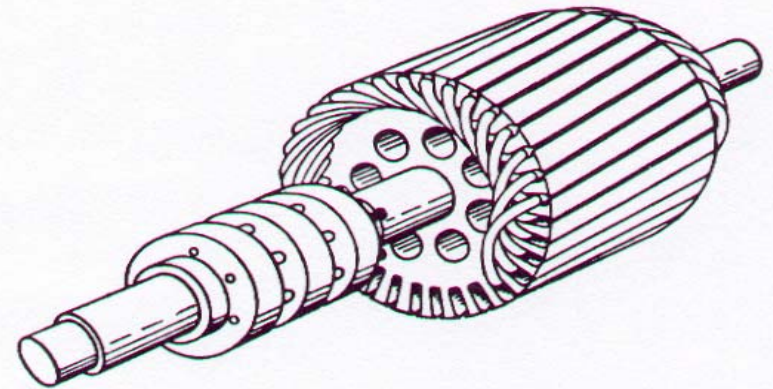


Fig. 4.3  
Rotor con anillos rozantes o bobinado



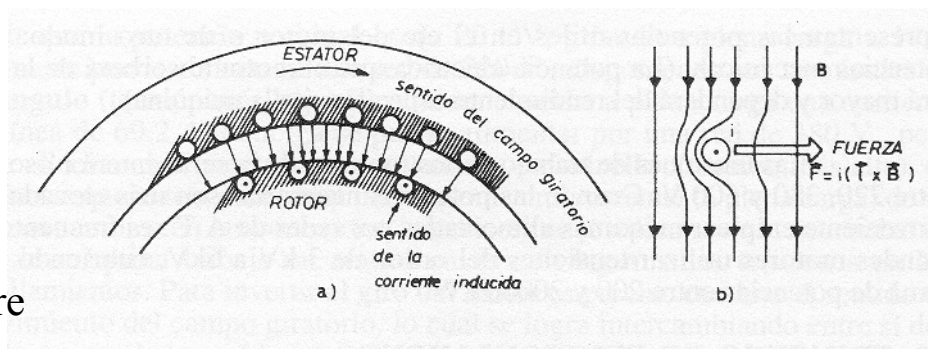
# MAQUINAS ASINCRONAS

- Circuito equivalente.
- Transformador generalizado.
- Diagrama del círculo.
- Balance de potencias.
- Características.Par/Velocidad.
- Arranque.
- Control de velocidad.

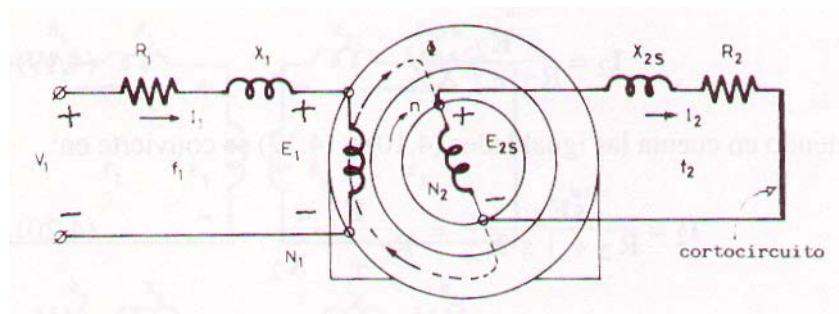


# MAQUINAS ASINCRONAS

Deslizamiento  
Movimiento relativo entre  
el c.m.g. y el rotor



$$S = \frac{n_s - n}{n_s}$$







# MAQUINAS ASINCRONAS

- Ecuaciones básicas del motor de inducción
- Rotor parado                      Rotor en movimiento

$$n = 0; S = 1$$

$$E_1 = 4.44 K_1 f_1 N_1 \Phi_m$$

$$E_2 = 4.44 K_1 f_2 N_2 \Phi_m$$

$$f_2 = f_1$$

$$n; S$$

$$f_{2S} = S f_1$$

$$E_{2S} = S E_2$$

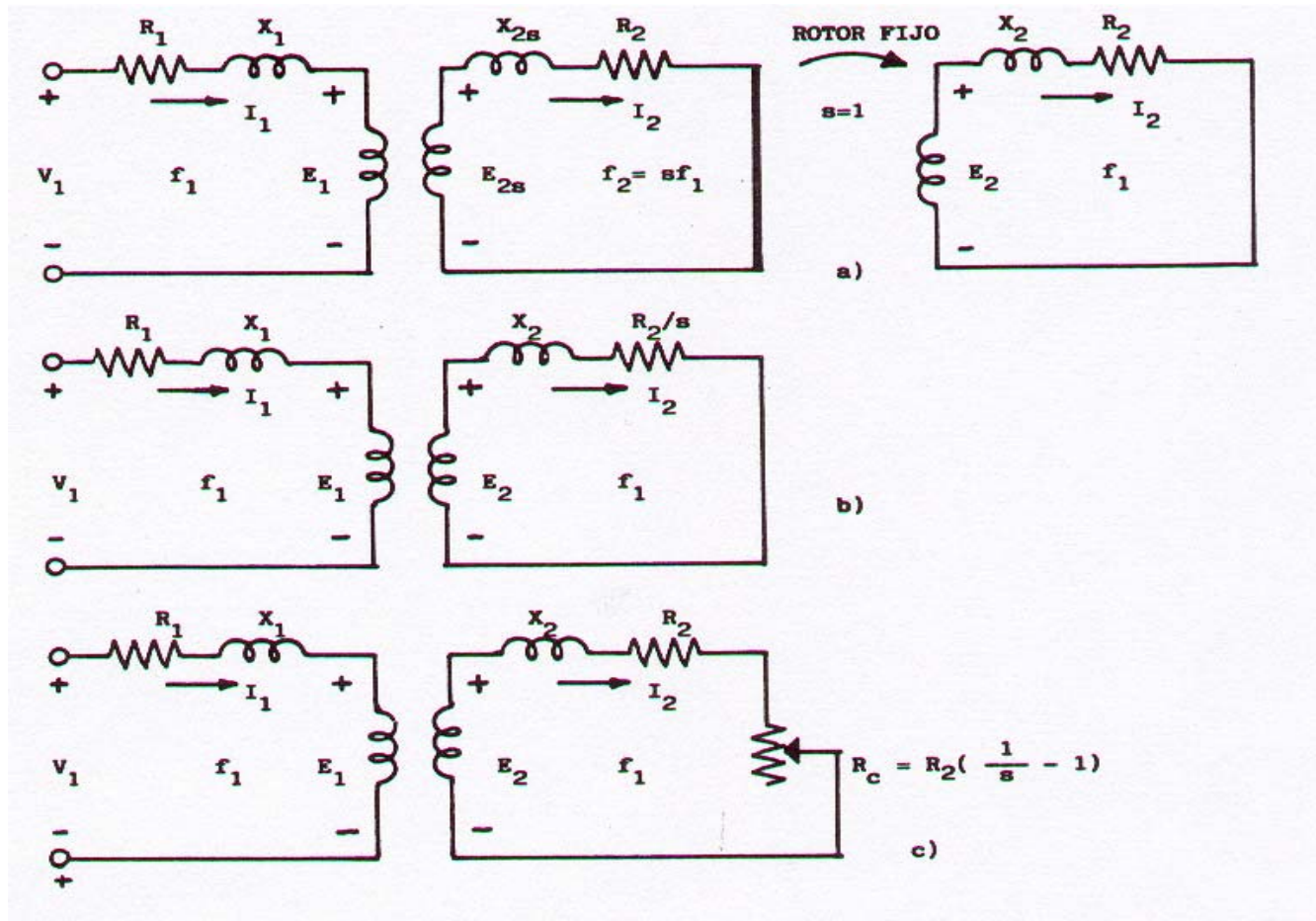
$$X_{2S} = L_{d2} \omega_{2S} = L_{d2} 2\pi S f_2 = S X_2$$

## Equivalencia de un rotor en movimiento a un rotor fijo

$$I_2 = \frac{E_{2S}}{R_2 + jX_{2S}} = \frac{E_2}{\frac{R_2}{S} + jX_2}$$

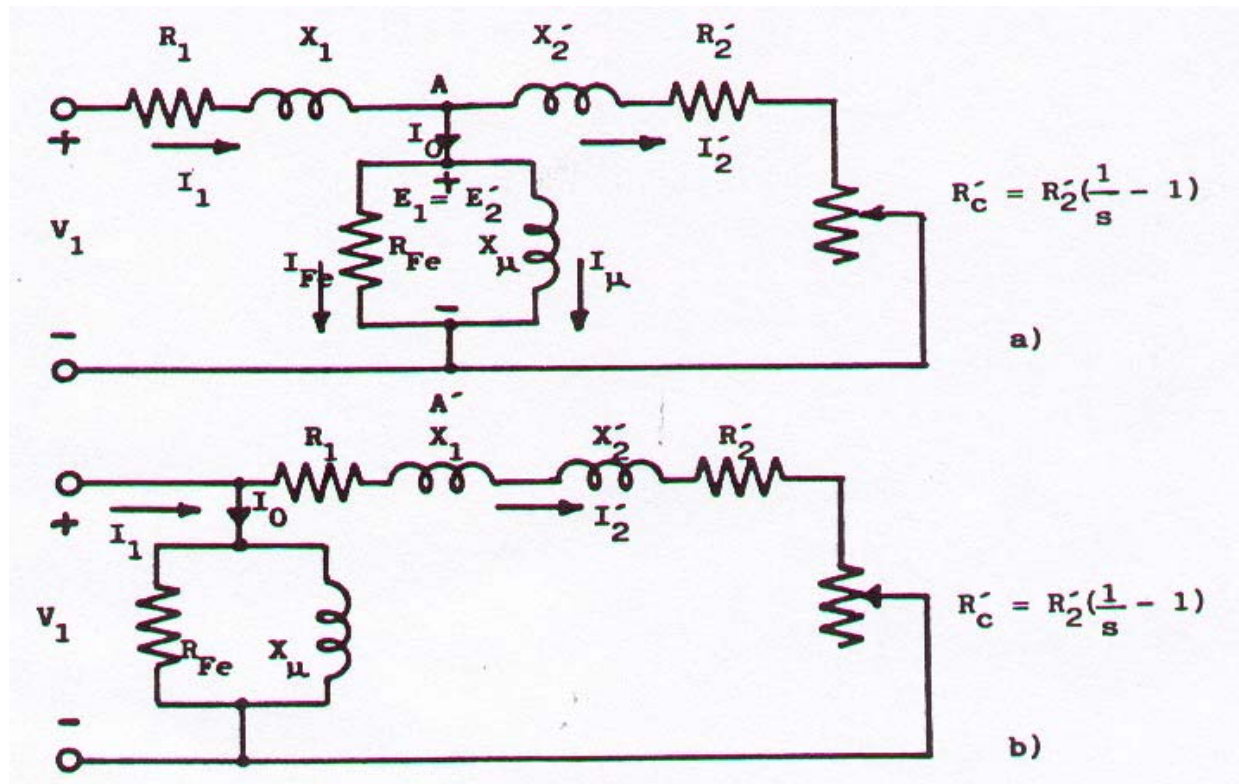


# MAQUINAS ASINCRONAS





# MAQUINAS ASINCRONAS





# MAQUINAS ASINCRONAS

## BALANCE DE POTENCIAS

$$P_1 = 3V_1 I_1 \cos \varphi_1$$

$$P_{cu1} = 3R_1 I_1^2$$

$$P_{p1} = P_{cu1} + P_{Fe1}$$

$$P_{Fe} = P_{Fe1} = 3V_1 I_{Fe}$$

$$P_a = P_1 - P_{p1}$$

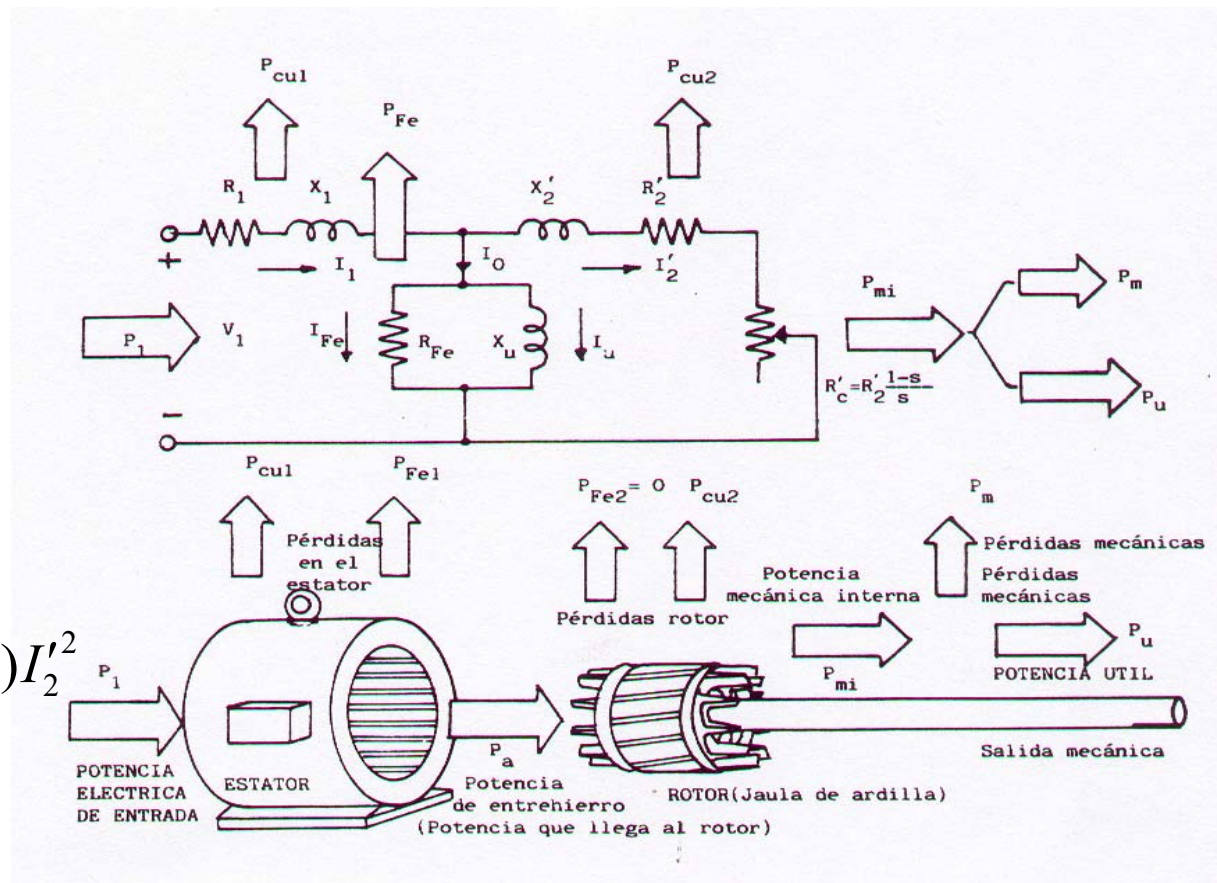
$$P_{cu2} = 3R_2 I_2^2 = 3R_2' I_2'^2$$

$$P_{mi} = P_a - P_{cu2} = 3R_2' \left( \frac{1}{s} - 1 \right) I_2'^2$$

$$P_u = P_{mi} - P_m$$

$$\eta = \frac{P_u}{P_1}$$

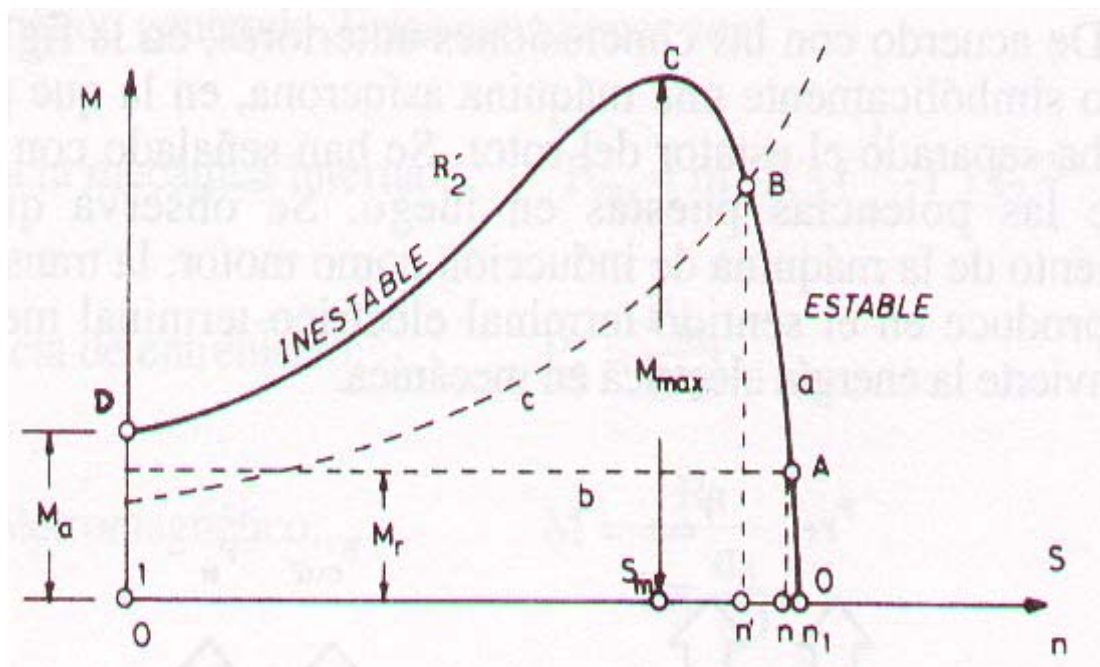
Máquinas asíncronas





# MAQUINAS ASINCRONAS

## Característica Par/Velocidad







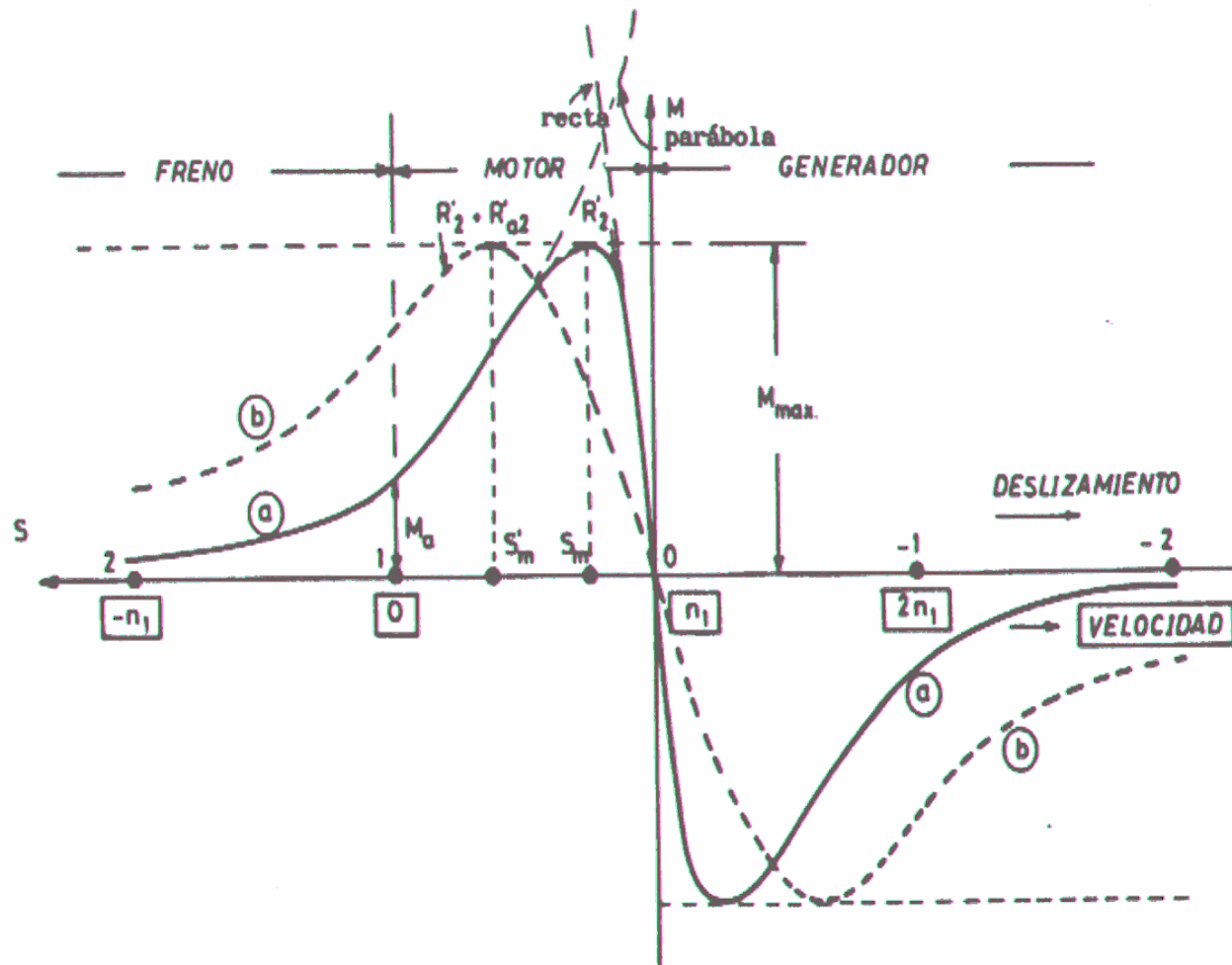
# MAQUINAS ASINCRONAS

## Característica Par/Velocidad

$$P_u = \frac{P_u}{2\pi \frac{n}{60}} = \frac{3 \frac{R'_2}{S} I_2'^2}{2\pi \frac{n_1}{60}}$$

$$I_2' = \frac{V_1}{\sqrt{(R_1 + \frac{R'_2}{S})^2 + X_{cc}^2}}$$

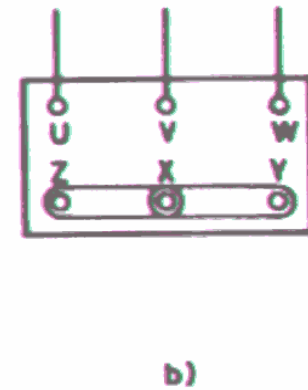
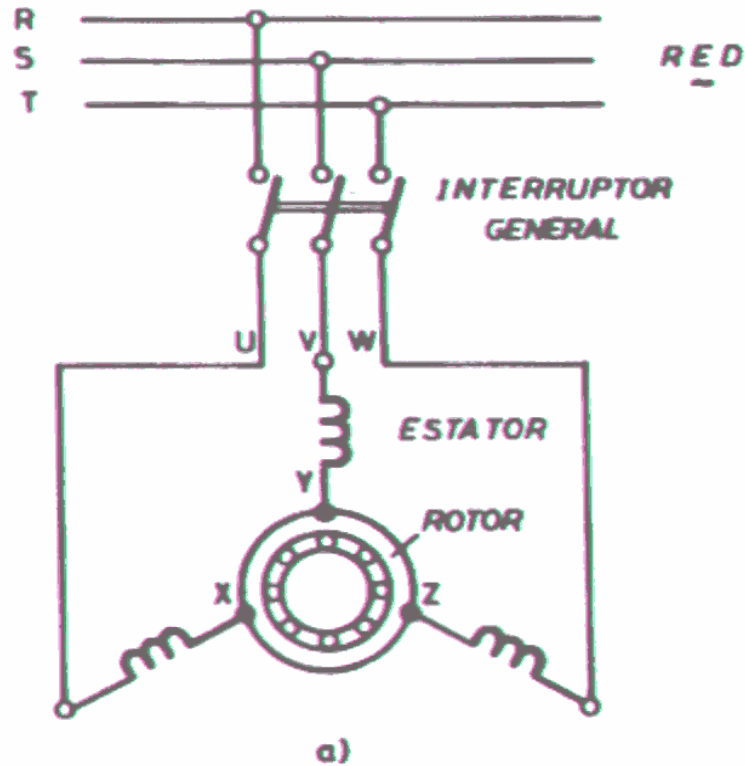
$$M = \frac{3 \frac{R'_2}{S} V_1^2}{2\pi \frac{n_1}{60} \left[ (R_1 + \frac{R'_2}{S})^2 + X_{cc}^2 \right]}$$





# MAQUINAS ASINCRONAS

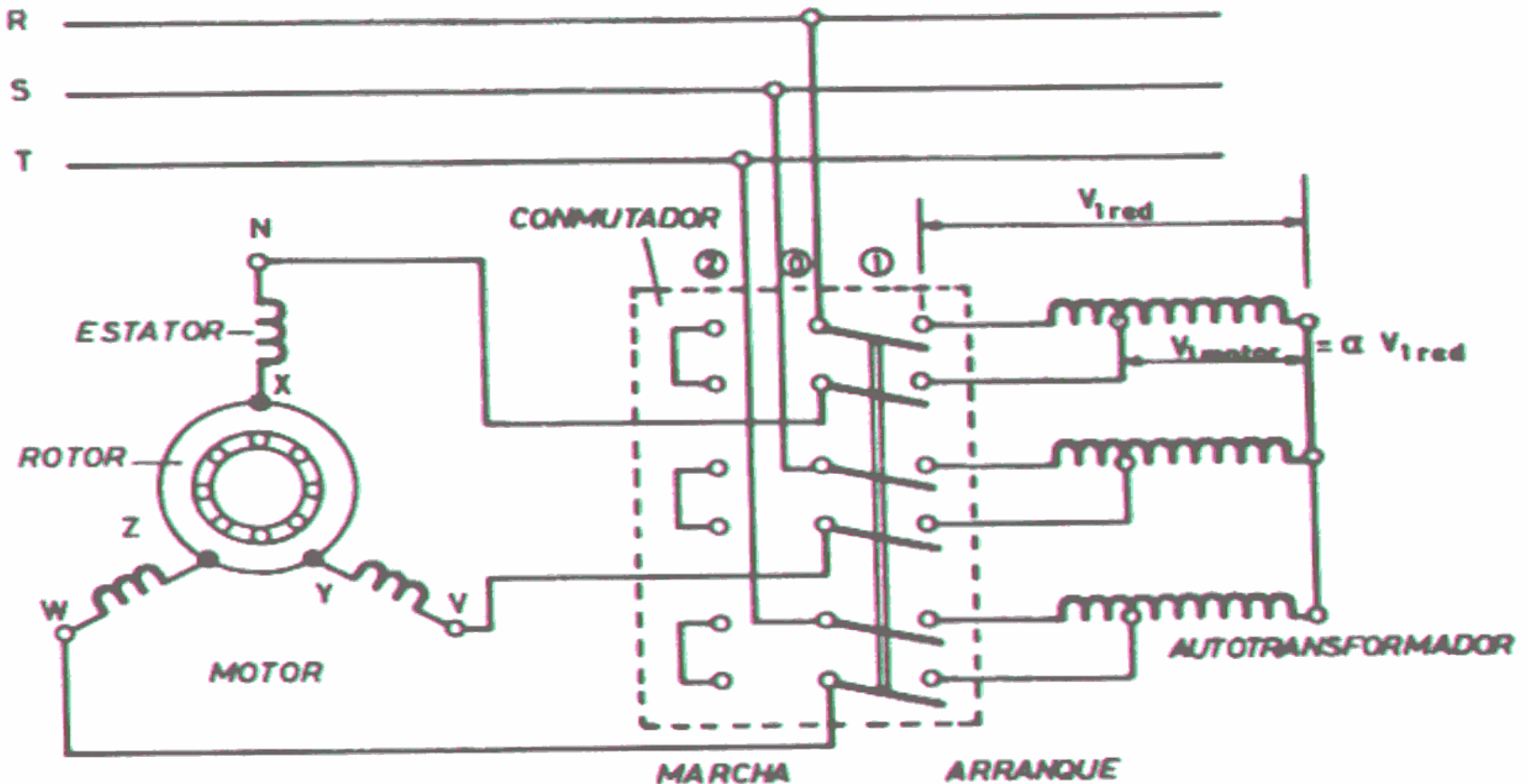
## Arranque directo





# MAQUINAS ASINCRONAS

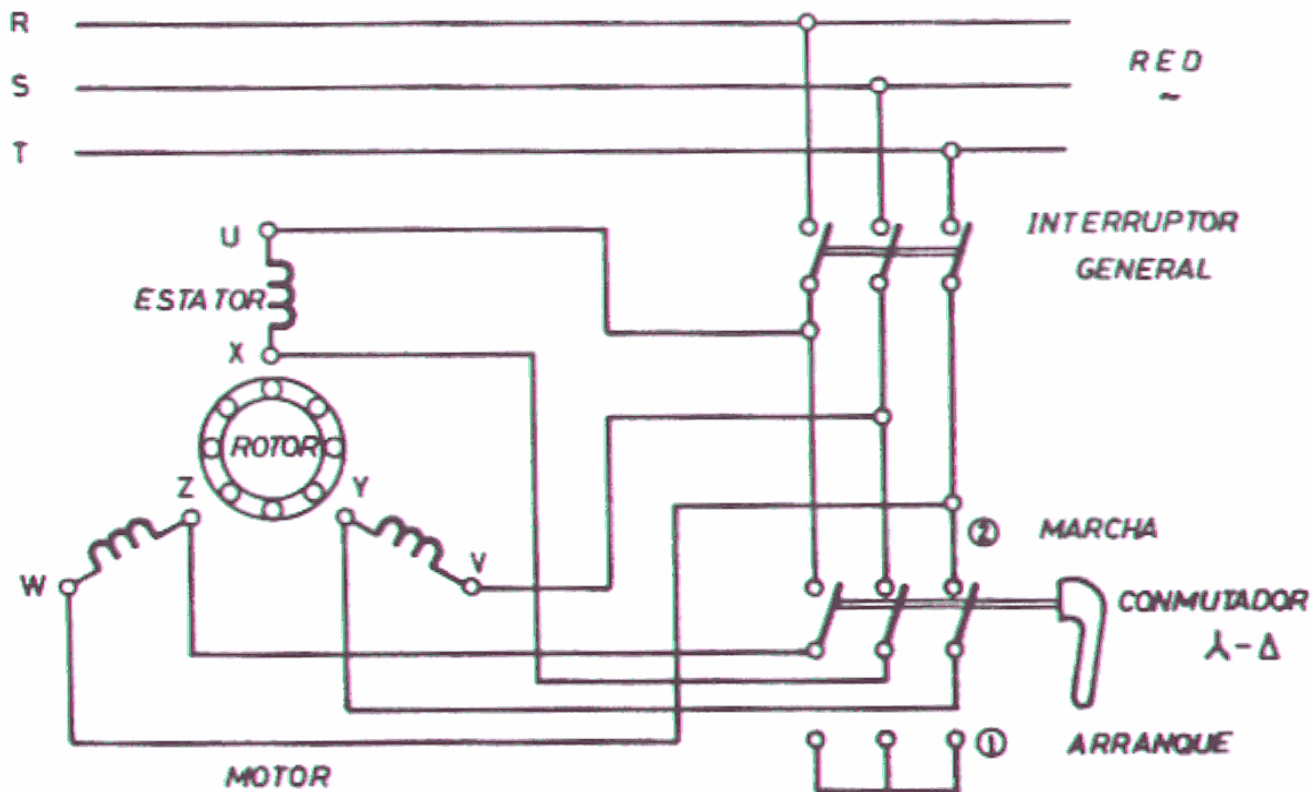
## Arranque por autotransformador





# MAQUINAS ASINCRONAS

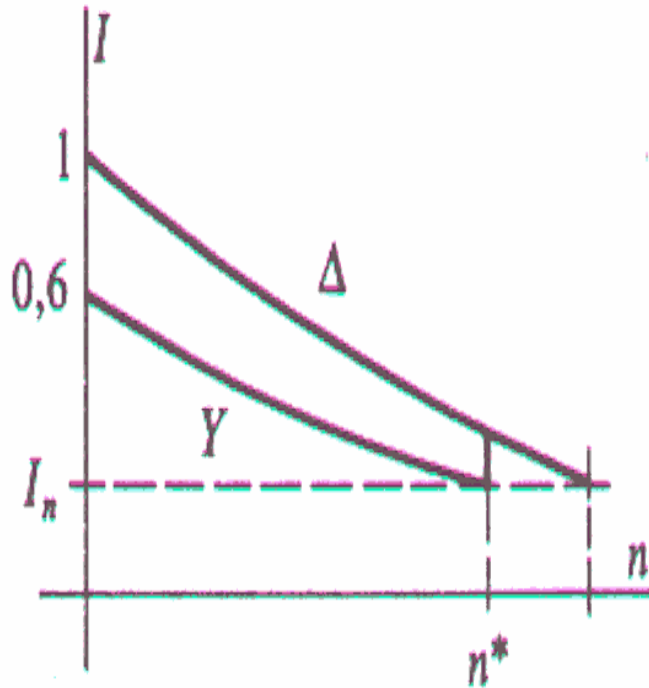
## Arranque Estrella/Triángulo



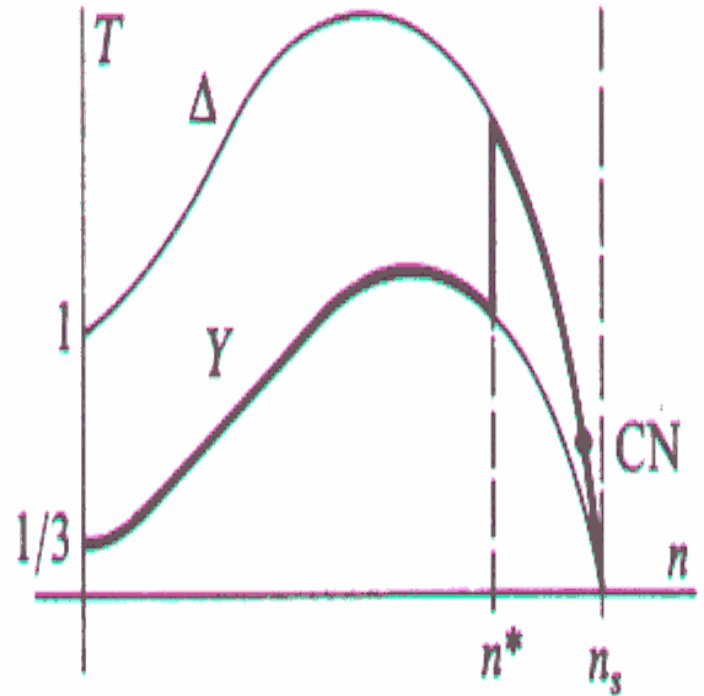


# MAQUINAS ASINCRONAS

## Características



(a)



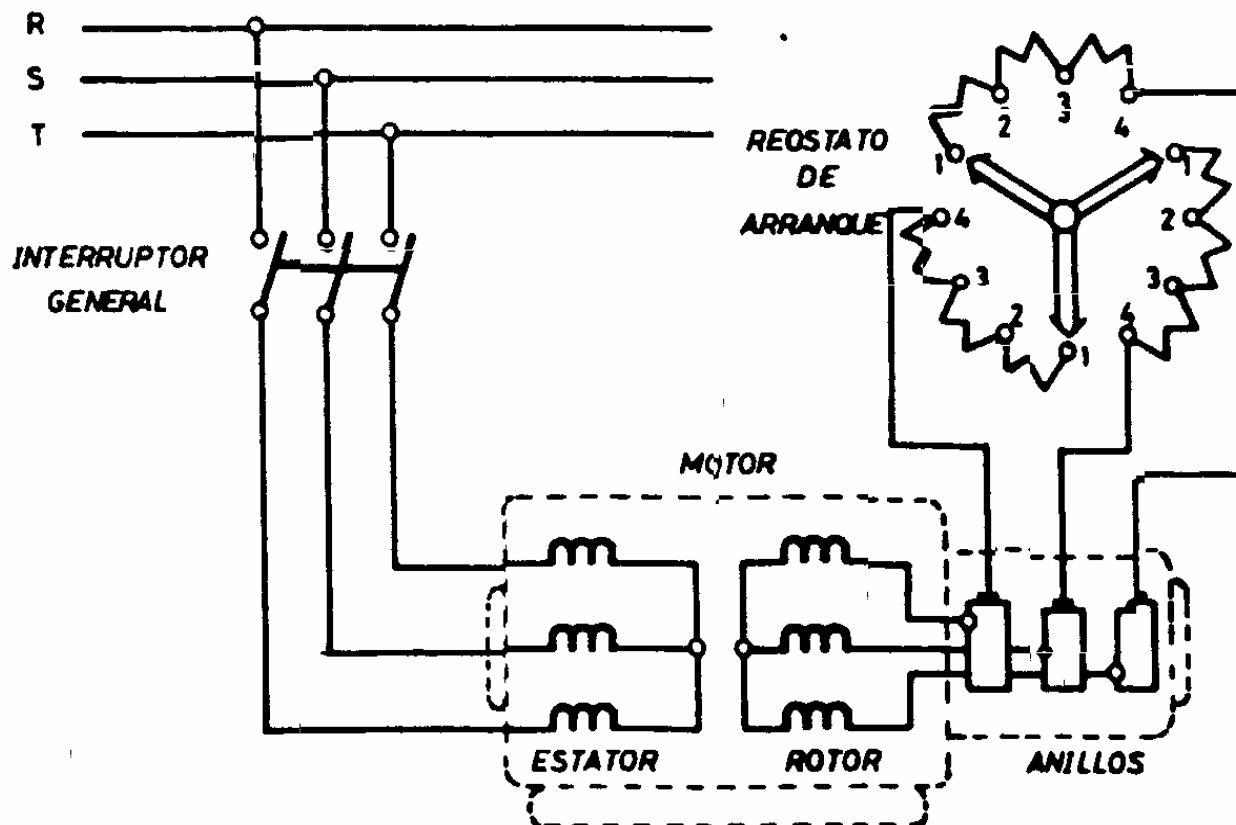
(b)





# MAQUINAS ASINCRONAS

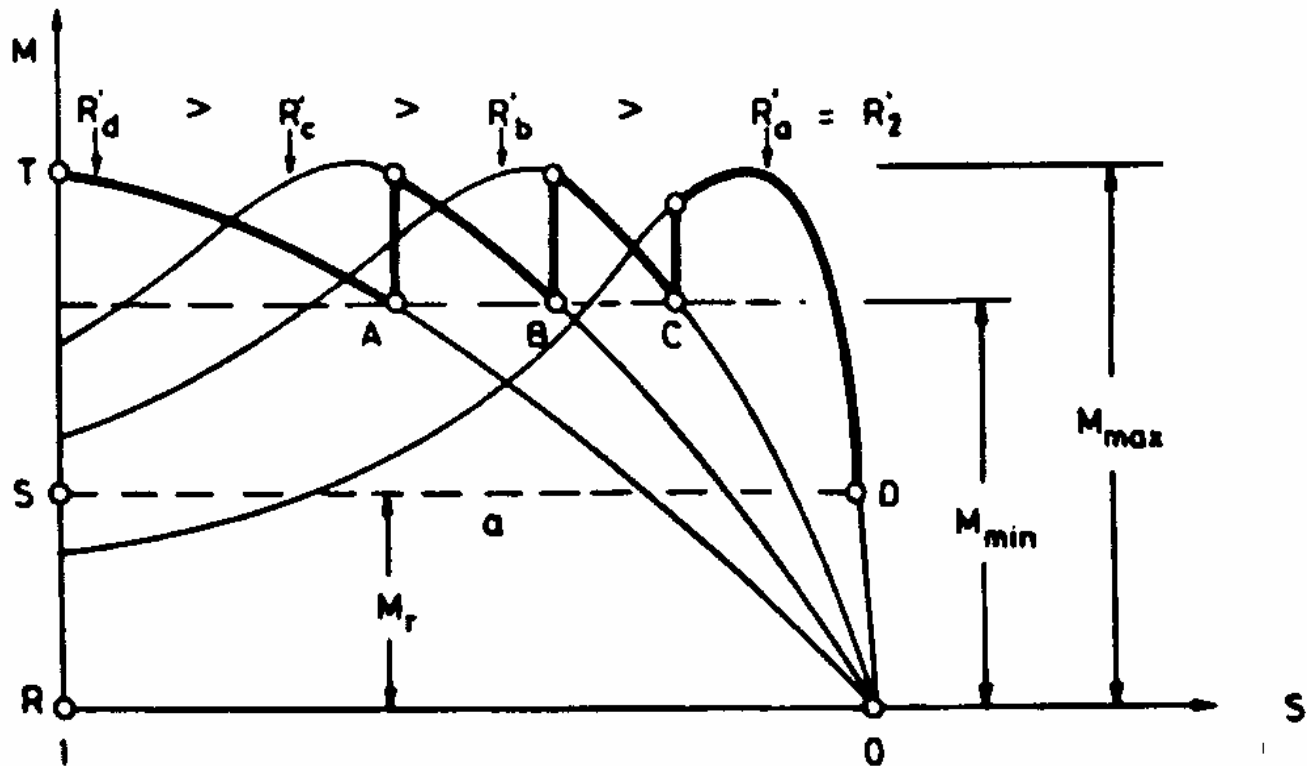
## Arranque en motores con rotor bobinado





# MAQUINAS ASINCRONAS

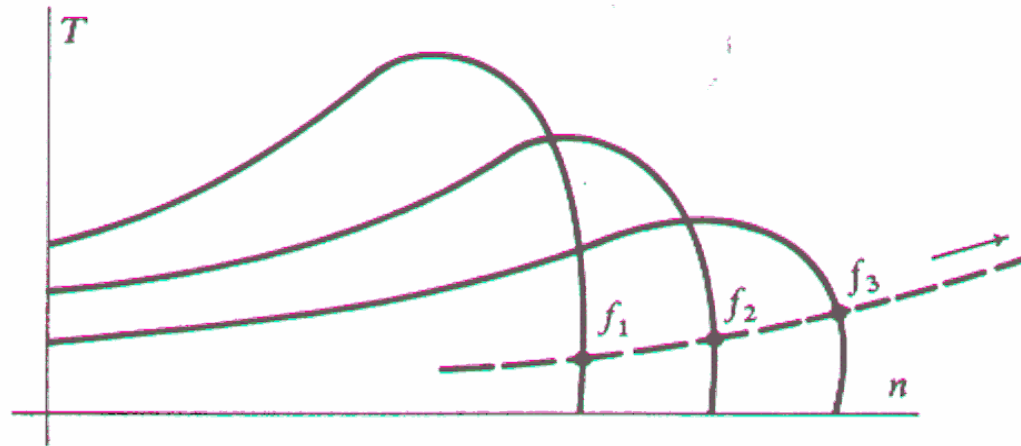
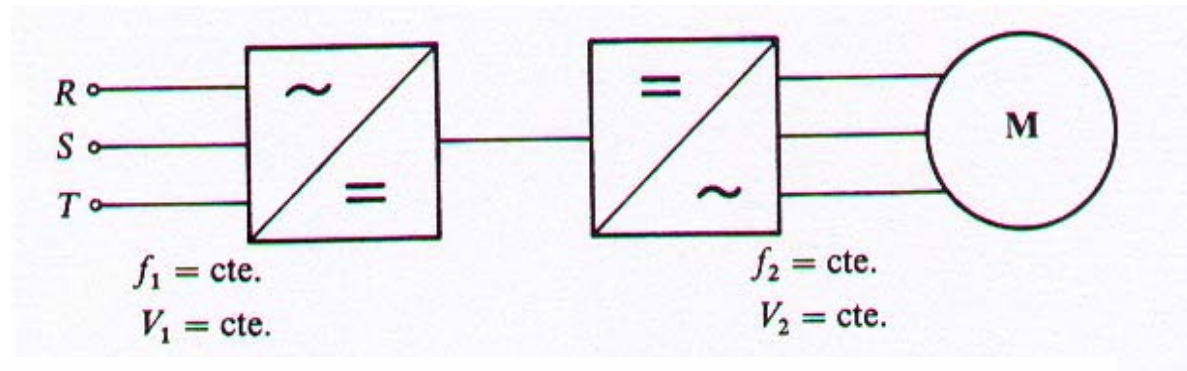
## Características del reostato de arranque





# MAQUINAS ASINCRONAS

## Variadores de frecuencia





# MAQUINAS ASINCRONAS

## Motores monofásicos

### TEOREMA DE LEBLANC

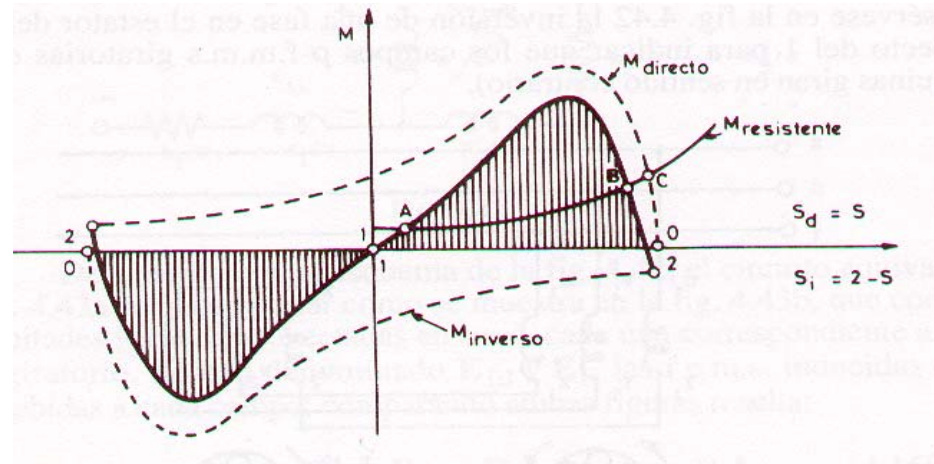
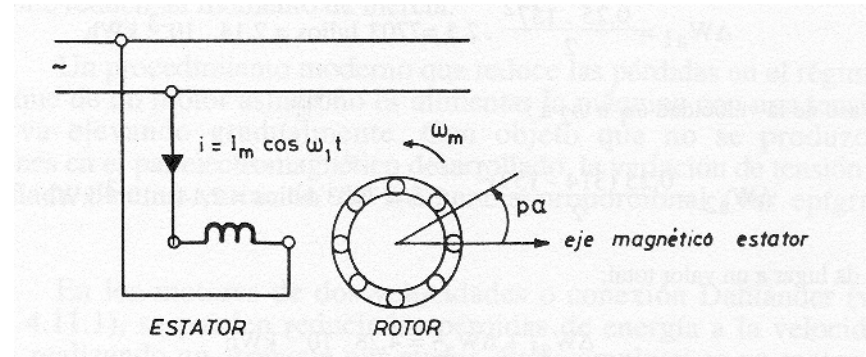
Existen dos c.m.g. Uno directo y otro inverso. El par total es la suma debida a la interacción de ambos. El par de arranque es nulo

$$F(\alpha, t) = F_m \cos \omega_1 t \cos p\alpha$$

$$F(\alpha, t) = \frac{1}{2} F_m [\cos(\omega_1 t + p\alpha) + \cos(\omega_1 t - p\alpha)]$$

$$s_d = s = \frac{n_1 - n}{n_1} = 1 - \frac{n}{n_1}$$

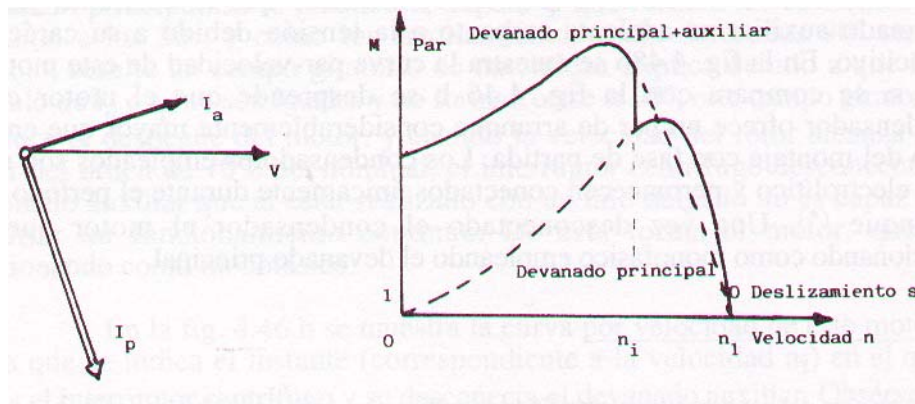
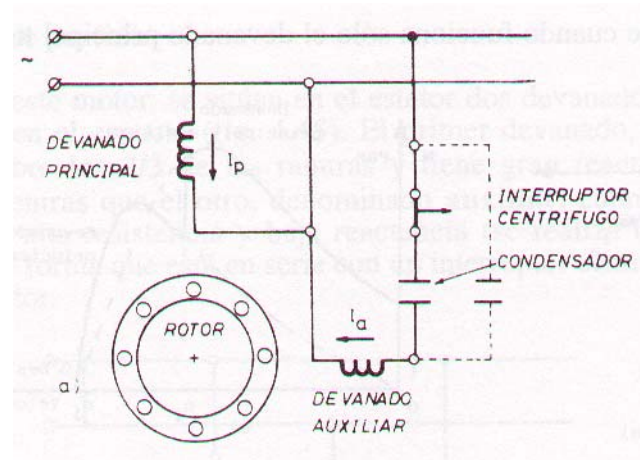
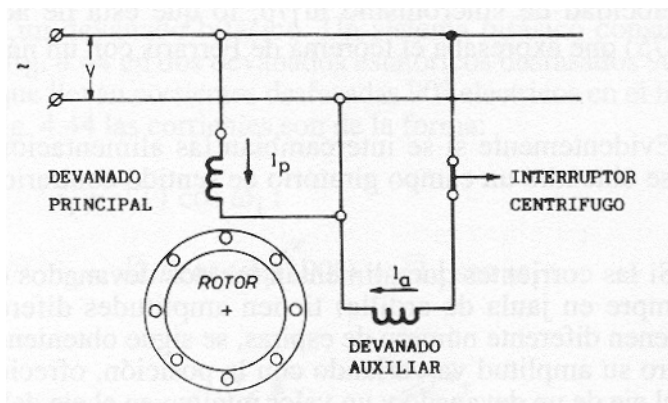
$$s_i = \frac{n_1 - (-n)}{n_1} = 1 + \frac{n}{n_1} = 2 - s$$





# MAQUINAS ASINCRONAS

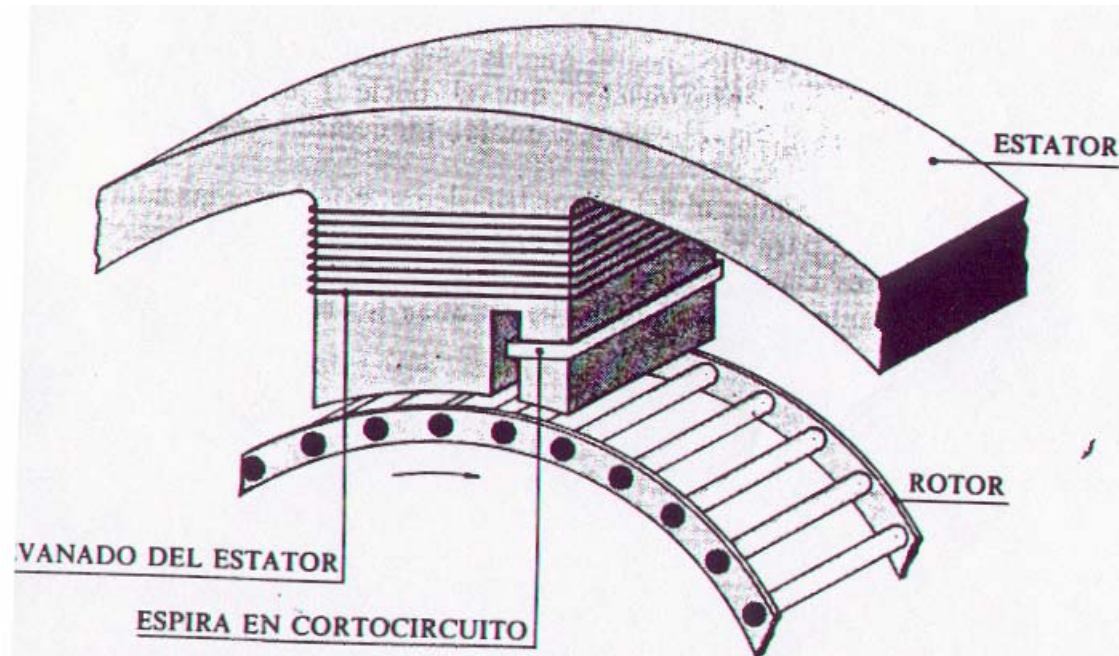
## Motores monofásicos







# MAQUINAS ASINCRONAS





# MAQUINAS ASINCRONAS

