



Tema III Diseño de máquinas de corriente continua

Cálculos de diseño

Flujo medio en el entrehierro

Carga lineal

Número de polos

Diámetro y Longitud del inducido

Longitud del entrehierro

Devanado inducido

Número de ranuras inducido

Colecto y escobillas

Dimensiones polo y núcleo

Bobinas de campo (inductoras)

Pérdidas

A-T Circuito magnético

Vacío

Carga. Reacción de inducido



Cálculos de diseño

Máquinas de C.C.

[kW]

$$P_{C.C} = C_{C.C.} (D^2 L_i) \Omega$$

Coeficiente de utilización

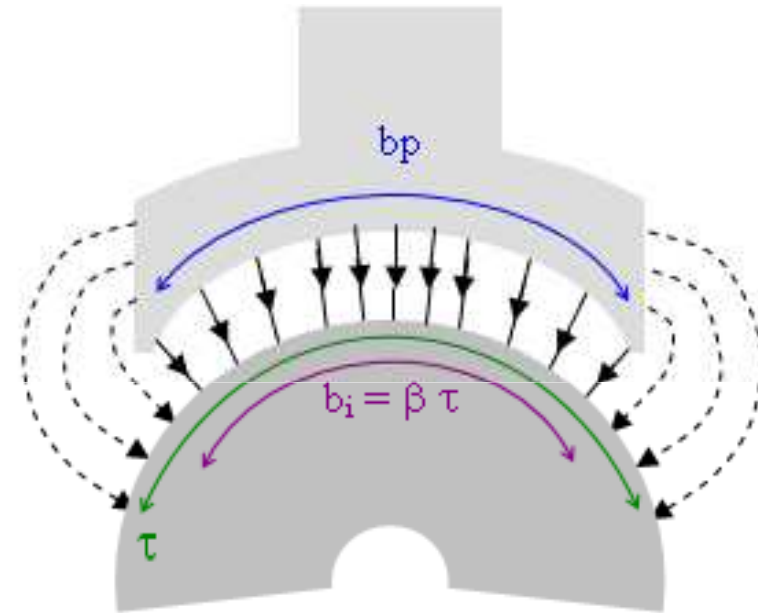
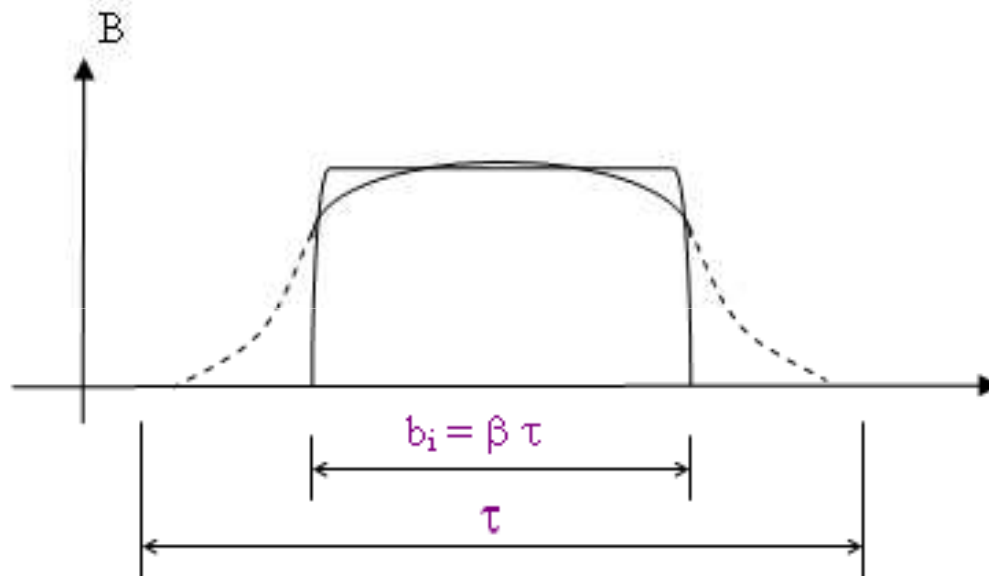
$$C_{CC} = \pi^2 B_{media} A$$



Tema III Diseño de máquinas de corriente continua

Cálculos de diseño

Flujo medio en el entrehierro



$$b_i = \beta \tau$$

Factor de recubrimiento: $\psi = \frac{b_p}{\tau}$
Entre 0,6 y 0,75

b_p (arco polar) < b_i < τ (paso polar)

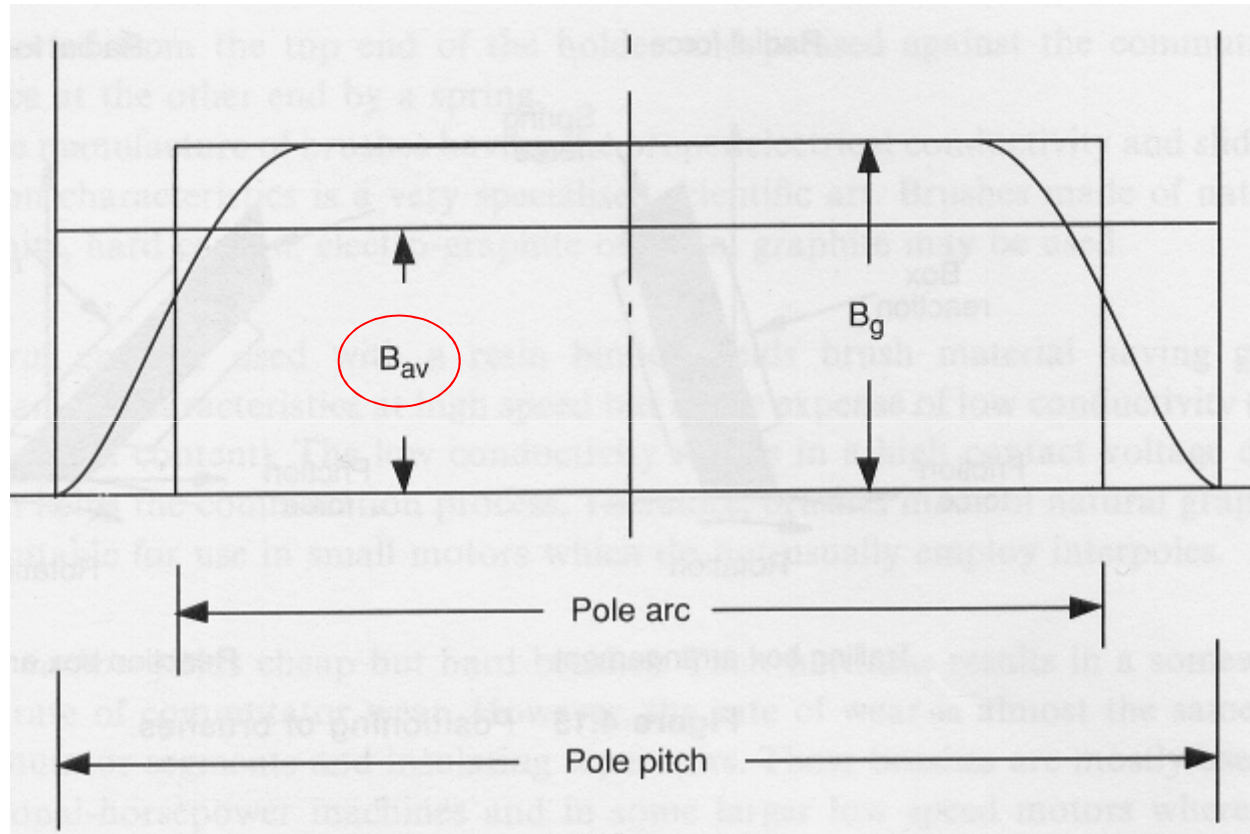
Donde $\beta < 1$



Tema III Diseño de máquinas de corriente continua

Cálculos de diseño

Flujo medio en el entrehierro



$$B_g = \frac{B_{av}}{\psi},$$

$$\psi = \frac{\text{Pole arc}}{\text{Pole pitch}}$$

ψ is usually between 0.6 and 0.75.



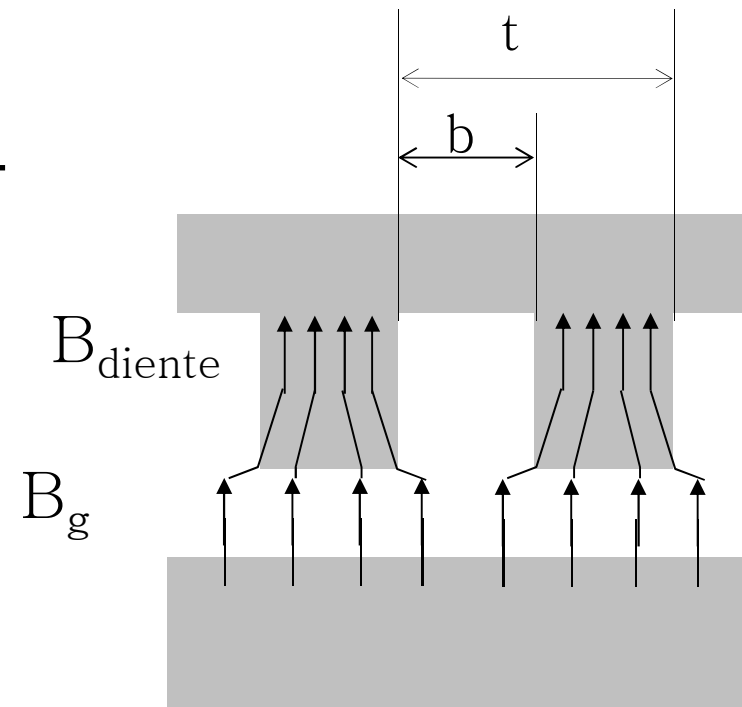
Cálculos de diseño

Inducción en el entrehierro.

Un factor determinante para fijar la inducción en el entrehierro es:

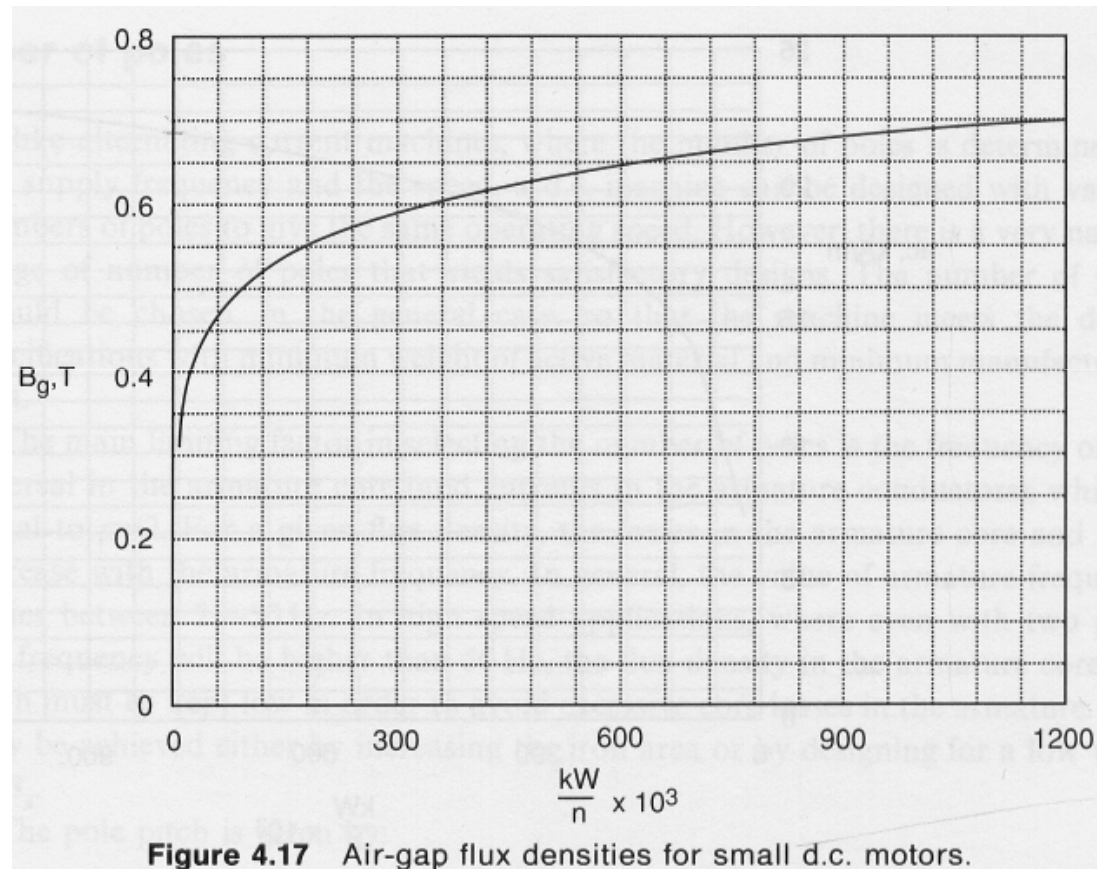
El diente del inducido y la saturación del núcleo.

$$B_g = B_{\text{diente}} \left(\frac{(t-b) nd}{\pi D} \right) \leq 1,8 \text{ T}$$





Cálculos de diseño Inducción en el entrehierro.



La inducción en el entrehierro depende de la velocidad de rotación, ya que esta impone la frecuencia, y por lo tanto las pérdidas en el hierro.



Cálculos de diseño

Carga lineal

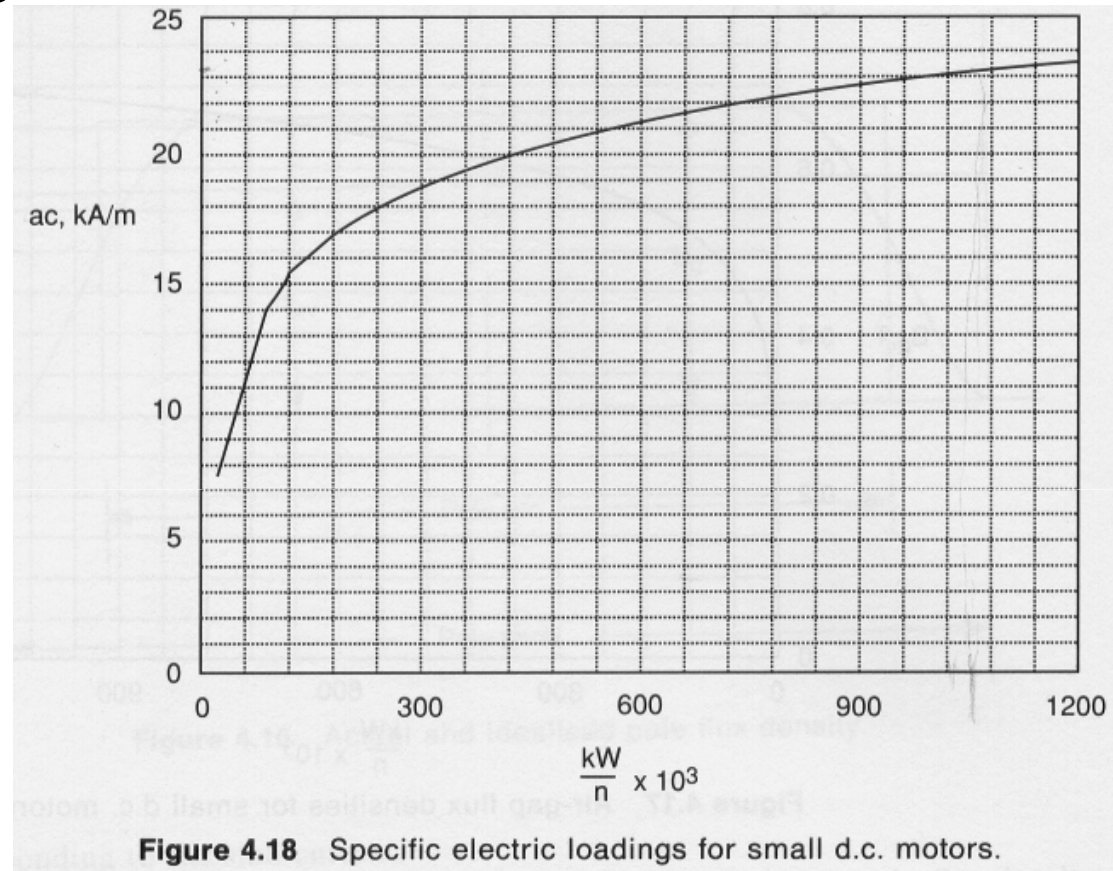
La carga específica eléctrica viene limitada:

Temperatura

Conmutación

Rendimiento

Coste de fabricación





Cálculos de diseño

Numero de polos

A diferencia de las máquinas de C.A., las de C.C. pueden diseñarse con diferentes combinaciones de pares de polos para conseguir la misma velocidad.

Sin embargo, hay un rango estrecho de número de polos que permiten un diseño satisfactorio.

Un factor que condicione el número de polos frecuencia (pn) del flujo en el inducido, al repercutir este en las pérdidas del diente y el núcleo.

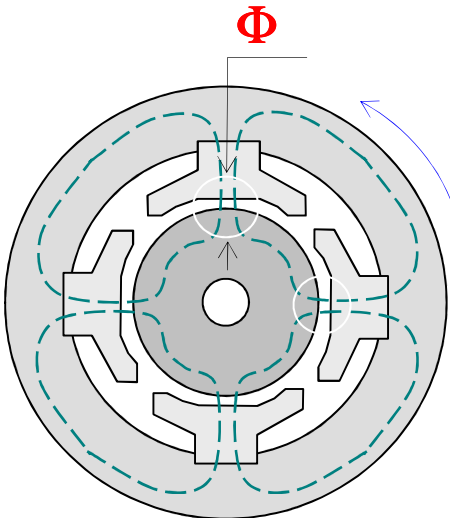
Son valores admisibles: $25 \div 50$ Hz



Cálculos de diseño

Numero de polos

Parámetro de interés es también:



The diagram shows a cross-section of a DC machine with a central rotor and an outer stator. Magnetic flux lines are shown as dashed blue lines, with a red arrow labeled Φ indicating the direction of flux. A blue arrow indicates the pole pitch τ , which is the distance between the centers of two adjacent poles.

$$\tau = \frac{\pi D}{2p}$$

$\left\{ \begin{array}{l} D = \text{cte} \\ \uparrow p \quad \rightarrow \quad ? \end{array} \right.$

Valores recomendados: $\tau < 380 \text{ mm}$



Tema III Diseño de máquinas de corriente continua

Cálculos de diseño

Diámetro (D) y Longitud (L)

$$C_{CC} = \pi^2 B_{media} A$$

↓ ↓ ↓

→ $P_{C.C} = C_{C.C.} (D^2 L_i) \Omega$

↓

$$D^2 L \Rightarrow$$

$D \Rightarrow$ limitada por velocidad-conmutación
(incremento costes de fabricación)

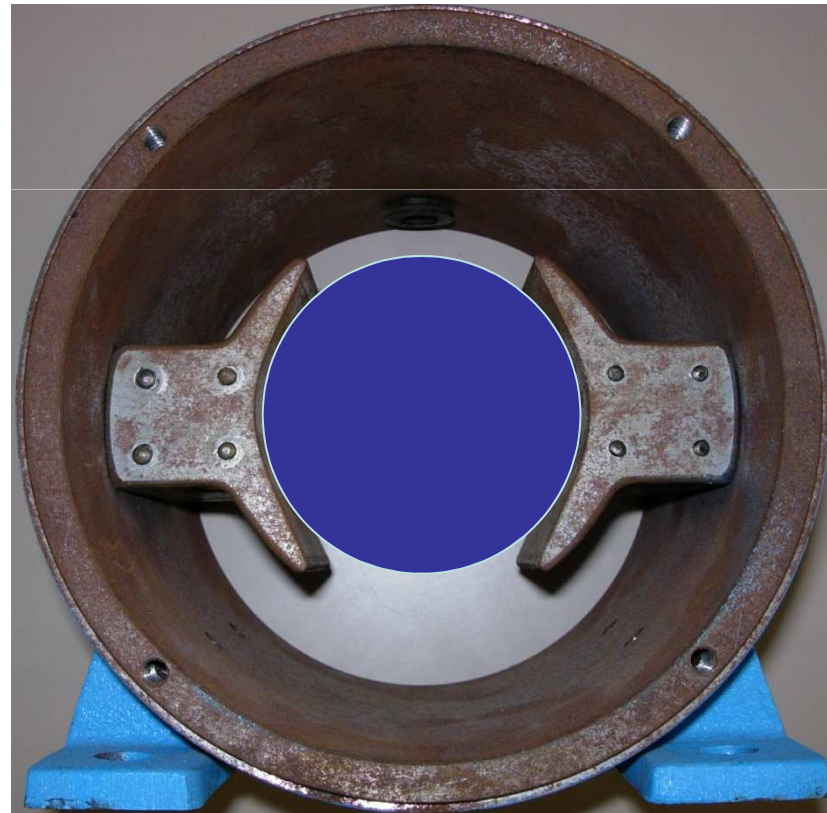
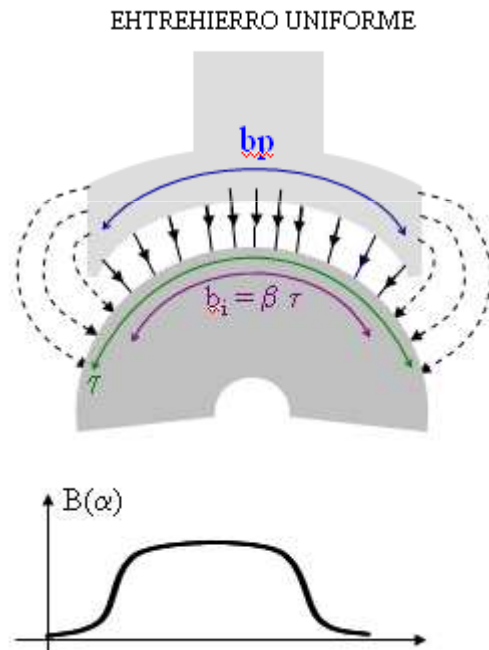
$L / \tau = 0,6 \div 0,9$



Cálculos de diseño

Longitud del entrehierro y perfil de la superficie del polo

Valores recomendados: $g = 1 \div 1,5\% \tau$



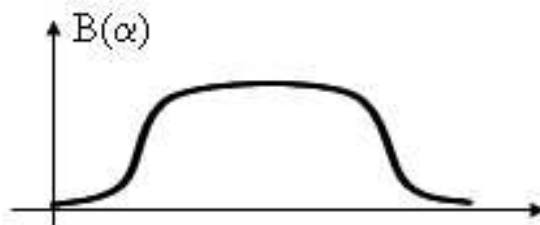
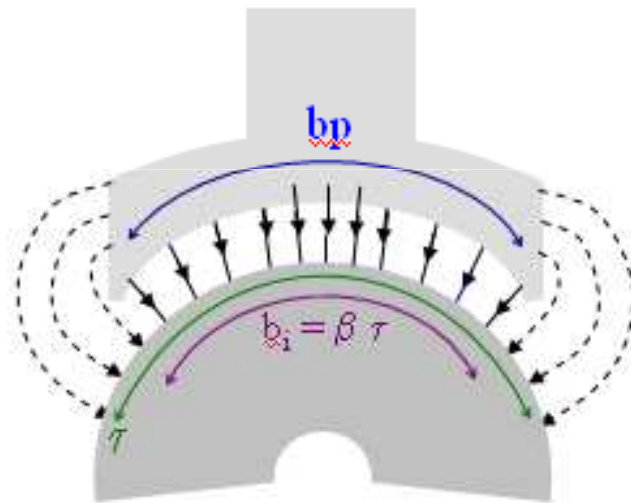


Cálculos de diseño

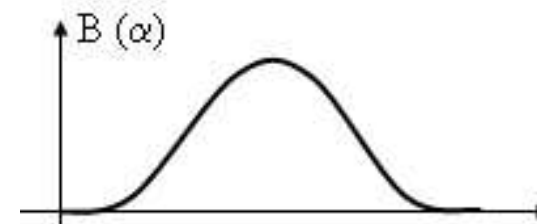
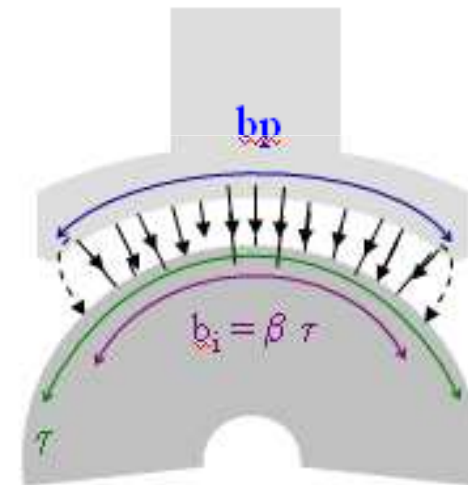
Longitud del entrehierro y perfil de la superficie del polo

Valores recomendados: $g = 1 \div 1,5\% \tau$

EHTREHIERRO UNIFORME



EHTREHIERRO NO UNIFORME





Cálculos de diseño

Devanado del inducido

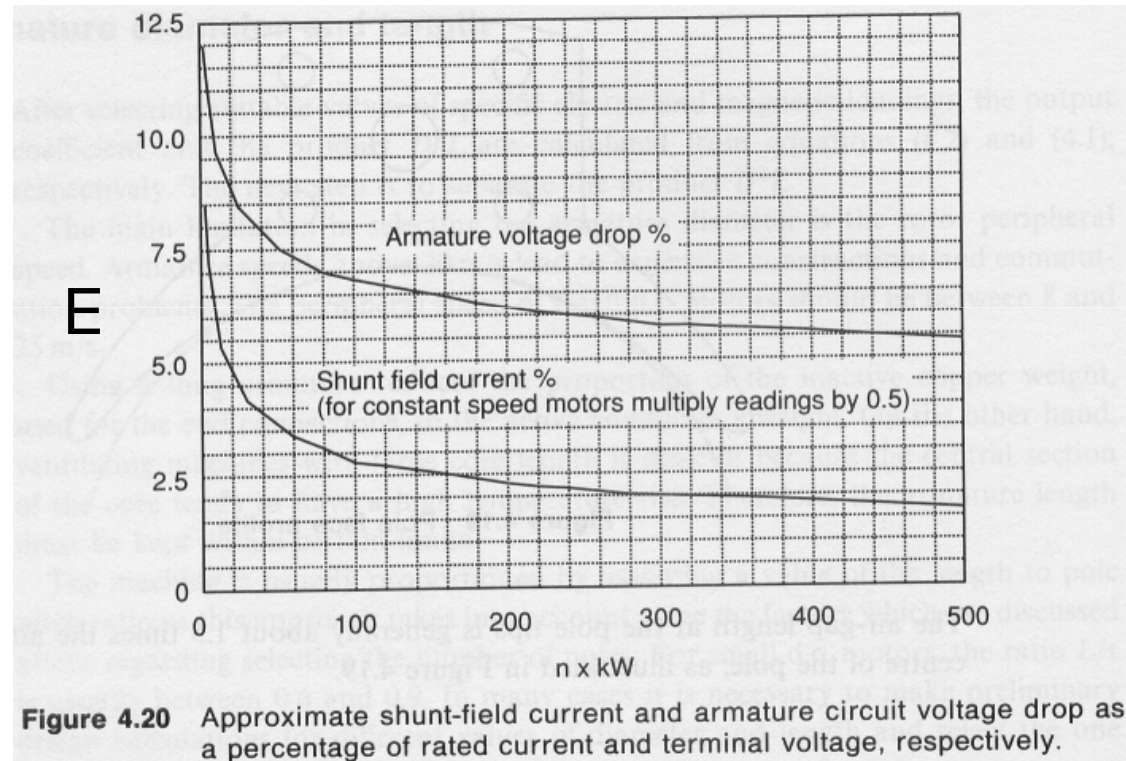
$$E = k_E n \Phi$$

El devanado del inducido debe seleccionarse en función de la tensión máxima que pueden soportar delgas adyacentes, previniendo la severidad de las chipas (30 volt.).

Número de conductores

$$N_i = (E a) / (\Phi n p)$$

a: número de conductores en paralelo





Cálculos de diseño

Devanado del inducido

Corriente de inducido (I_i)

Densidad de corriente (J_i)

Sección del conductor (s)

Longitud de espira (L_{espira_r})

Resistencia del devanado (R_i)



Cálculos de diseño

Ranuras del inducido

Evitar la variación de reluctancia.

Pulsaciones y oscilaciones de flujo

Pérdidas

Ruido

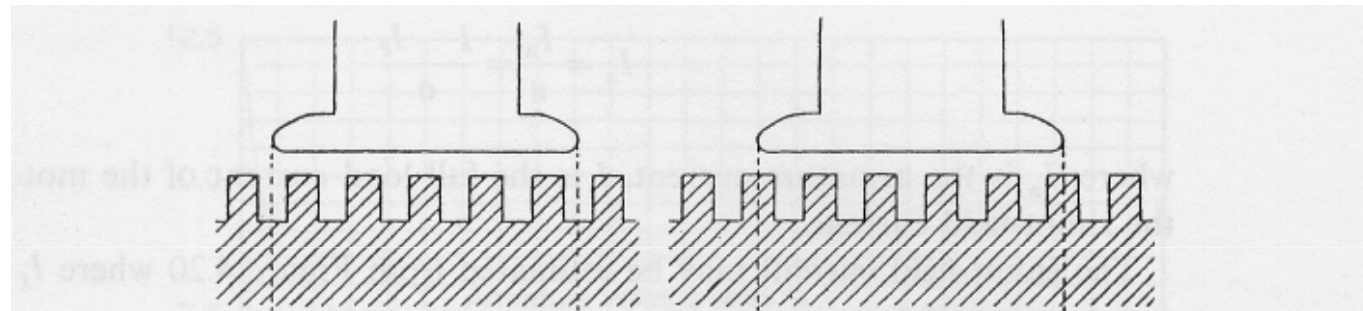


Figure 4.21 An illustration of the dependence of air-gap reluctance on armature position.

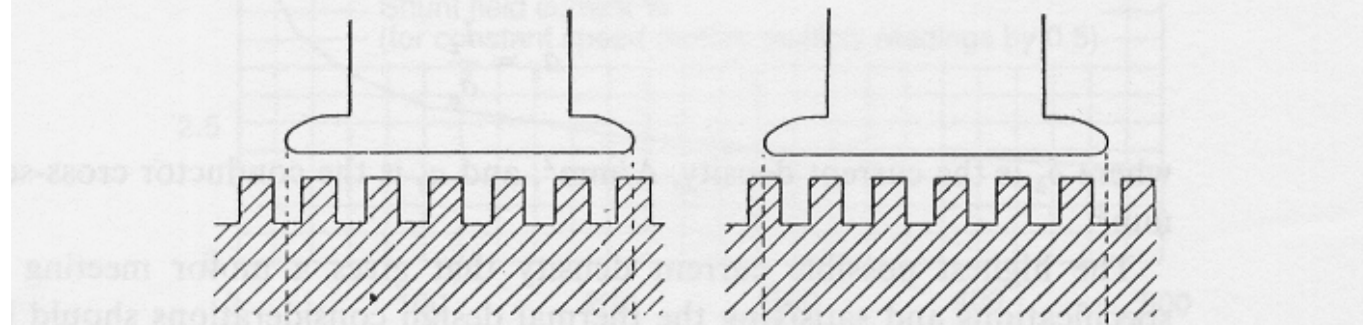


Figure 4.22



Tema III Diseño de máquinas de corriente continua

Cálculos de diseño

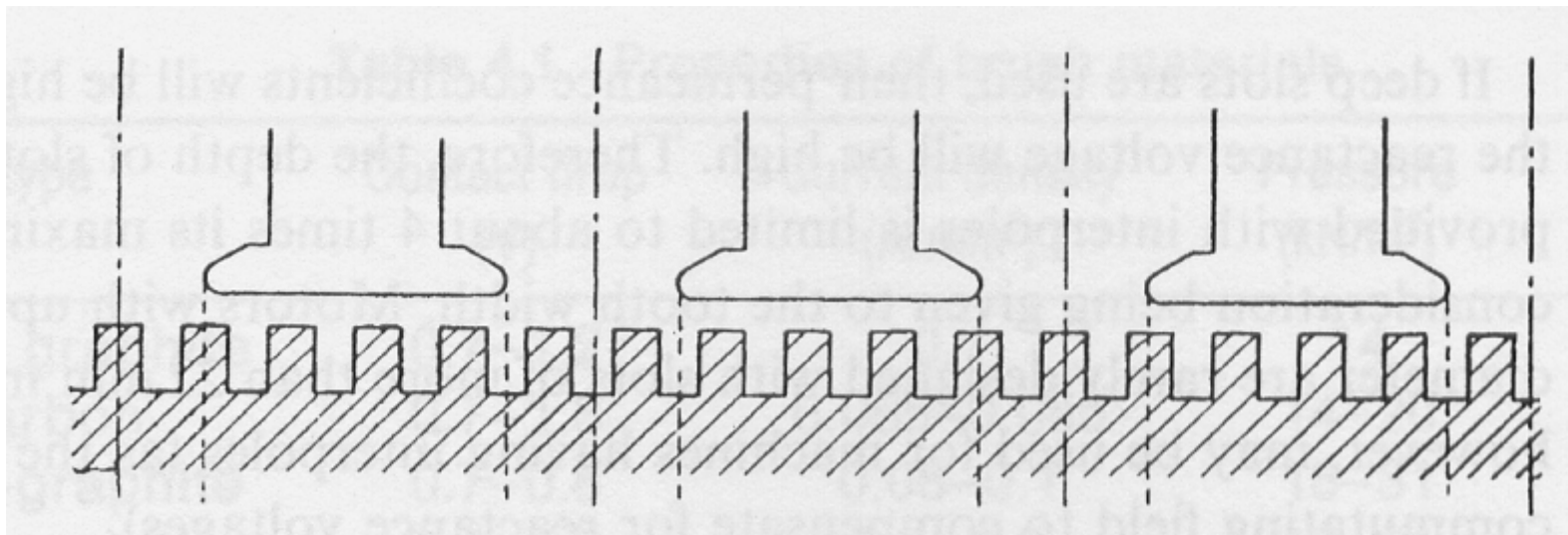
Ranuras del inducido

Evitar la variación de reluctancia.

Pulsaciones y oscilaciones de flujo

Pérdidas

Ruido

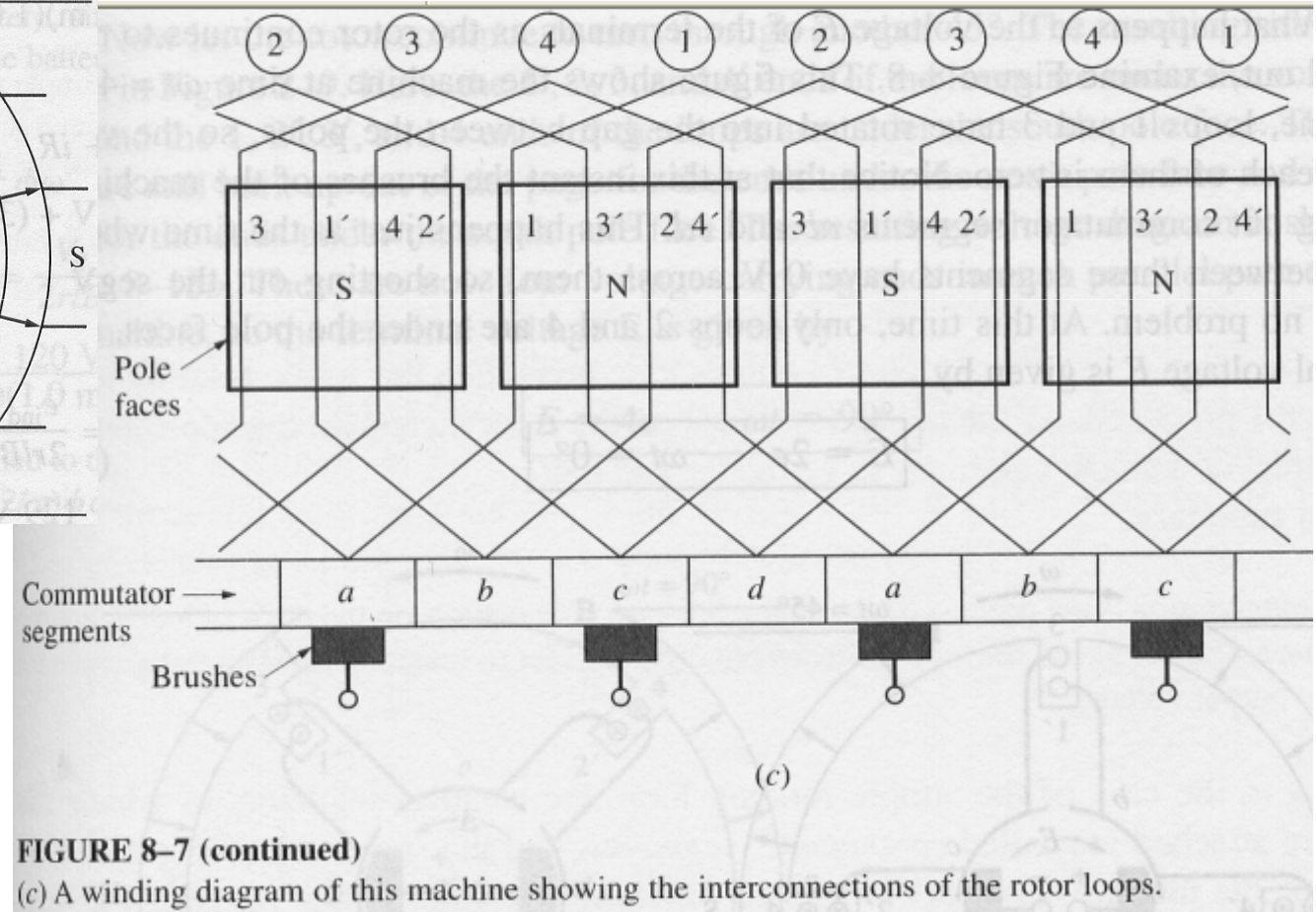
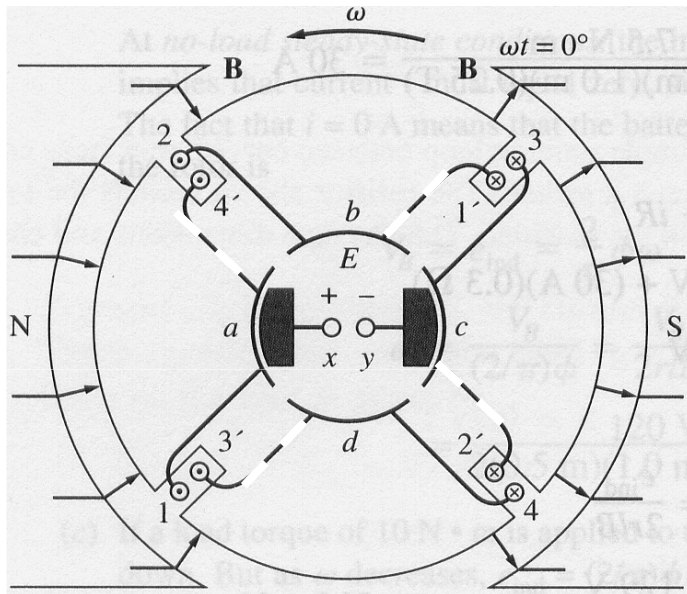




Cálculos de diseño

Colector y escobillas

número de delgas (a,b,c,d) = número de bobinas(1,2,3,4)





Cálculos de diseño

Colector y escobillas

El número de delgas viene condicionado por la tensión entre adyacentes ($U_c=15$ V)

Diámetro del colector (*commutator*) (D_c) = $0.6 \div 0,8$ D

Aumento n -> disminuye D_c -> separación mínima entre escobillas (3 V/mm)

Si disminuye **Uc** -> aumenta **I_i** -> {
Temperatura
Desgaste mecánico

Pérdidas {
Eléctricas de contacto
Mecánicas de rozamiento



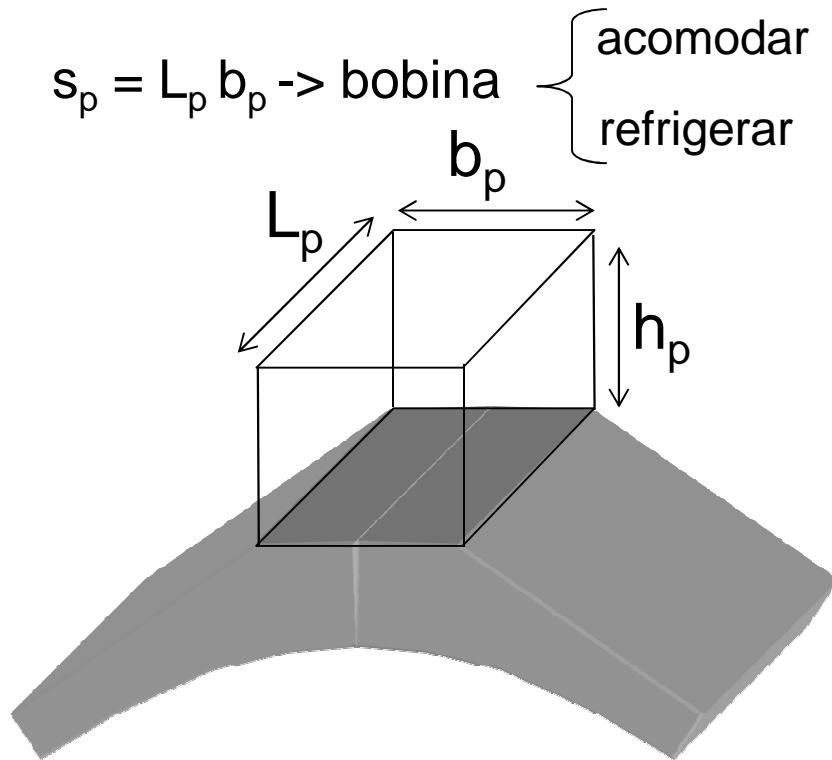
Tema III Diseño de máquinas de corriente continua

Cálculos de diseño

Dimensiones de polo y del núcleo (yoke)

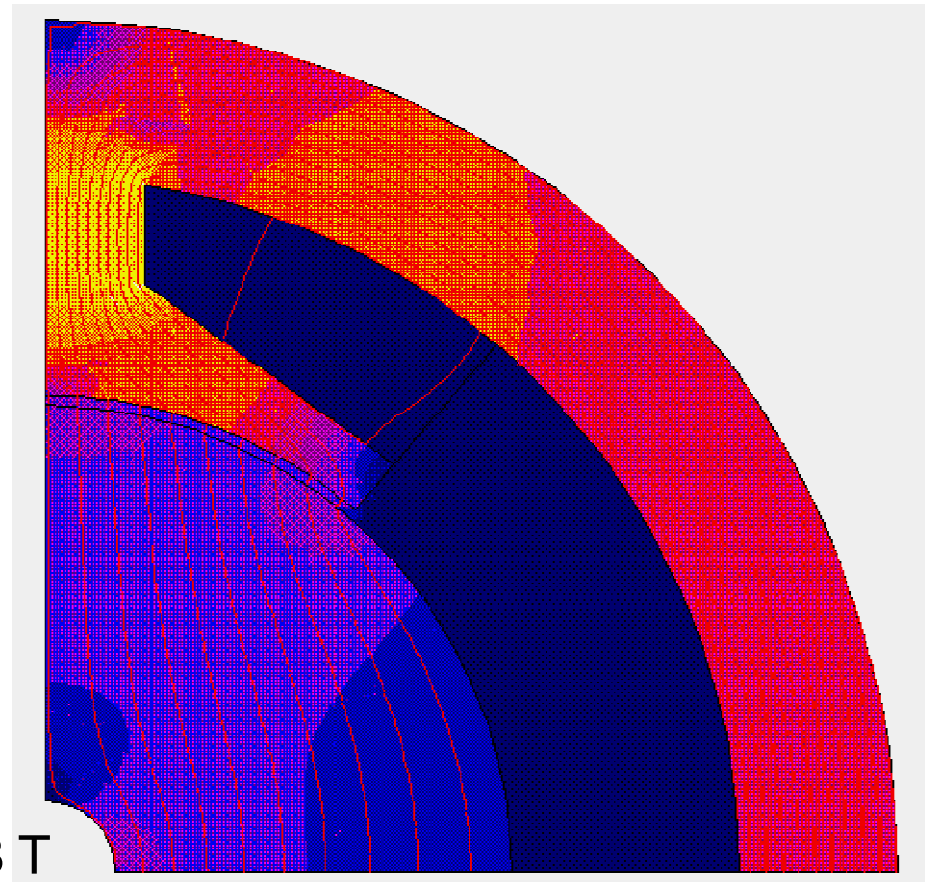
$$B_p = 1,2 \div 1,8 \text{ T} = \frac{\Phi_p}{L_p b_p}$$

$s_p = L_p b_p \rightarrow$ bobina $\left\{ \begin{array}{l} \text{acomodar} \\ \text{refrigerar} \end{array} \right.$



Núcleo (LLanta):

$$B_n = \frac{\Phi_p}{2 L_n d_n} = 1,2 \div 1,8 \text{ T}$$





Tema III Diseño de máquinas de corriente continua

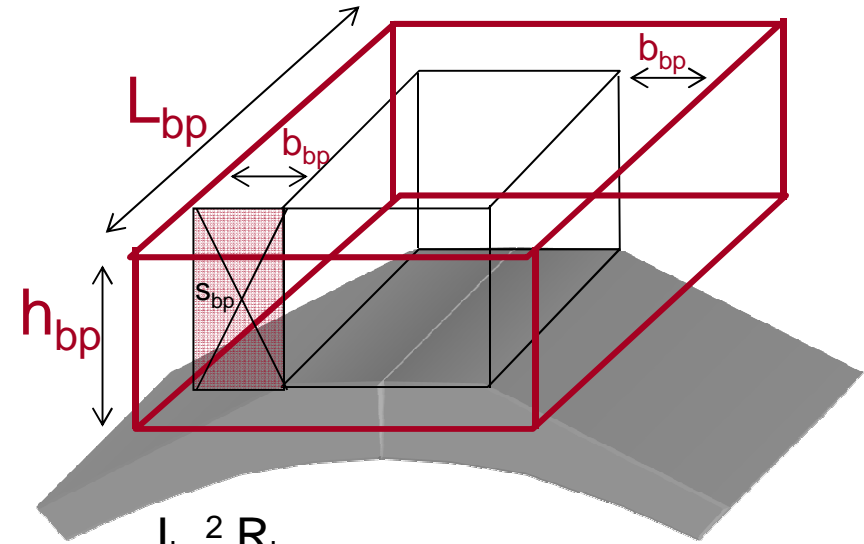
Diseño de las bobinas de campo (Revisado 25.4.11)

- Volumen de cobre de la bobina
- Corriente de campo (I_{bp})
- Resistencia de la bobina (R_{bp})
- Densidad de corriente (J_{bp})
- AV por polo:

$$I_{bp} N_{bp} = \frac{V_{bp} s_{esp_bp}}{2p \rho L_{esp_bp}} = AT_{bpL}$$

- Altura de la bobina

$$h_{bp} = AT_{bpL} \sqrt{\frac{\rho}{2 b_{bp} p_{bp} K_{bp}}}$$



$$p_{bp} = \frac{I_{bp}^2 R_{bp}}{2p s_{bp}} \leq 500 \div 750 \text{ W/m}^2$$

V_{bp} : Tensión de bobina polo

AT_{bpL} : en carga (*Load*). Calculo del circuito magnético

p_{bp} : potencia de disipación en la superficie envolvente de la bobina por unidad longitud en altura (h_{bp})
(excluyendo la parte superior e inferior de la bobina no en contacto con el aire)

K_{bp} : coeficiente de llenado

Superficie total por polo: $s_{bp} = (L_{bp} + b_{bp}) h_{bp}$

L_{esp_bp} : Longitud media de la bobina

- Polo de conmutación



Diseño de las bobinas de campo

-Pérdidas

Cobre inducido e inductor

Contacto escobillas-delgas

Hierro inducido (diente y núcleo)

Mecánicas



A-V : Circuito magnético

$$I_{bp} N_{bp} = AT_{bpL} = AT_{po} + AT_{ad} = (AT_g + AT_{diente_i} + AT_{nucleo_i} + AT_P + AT_{nucleo_s}) + AT_{ad}$$

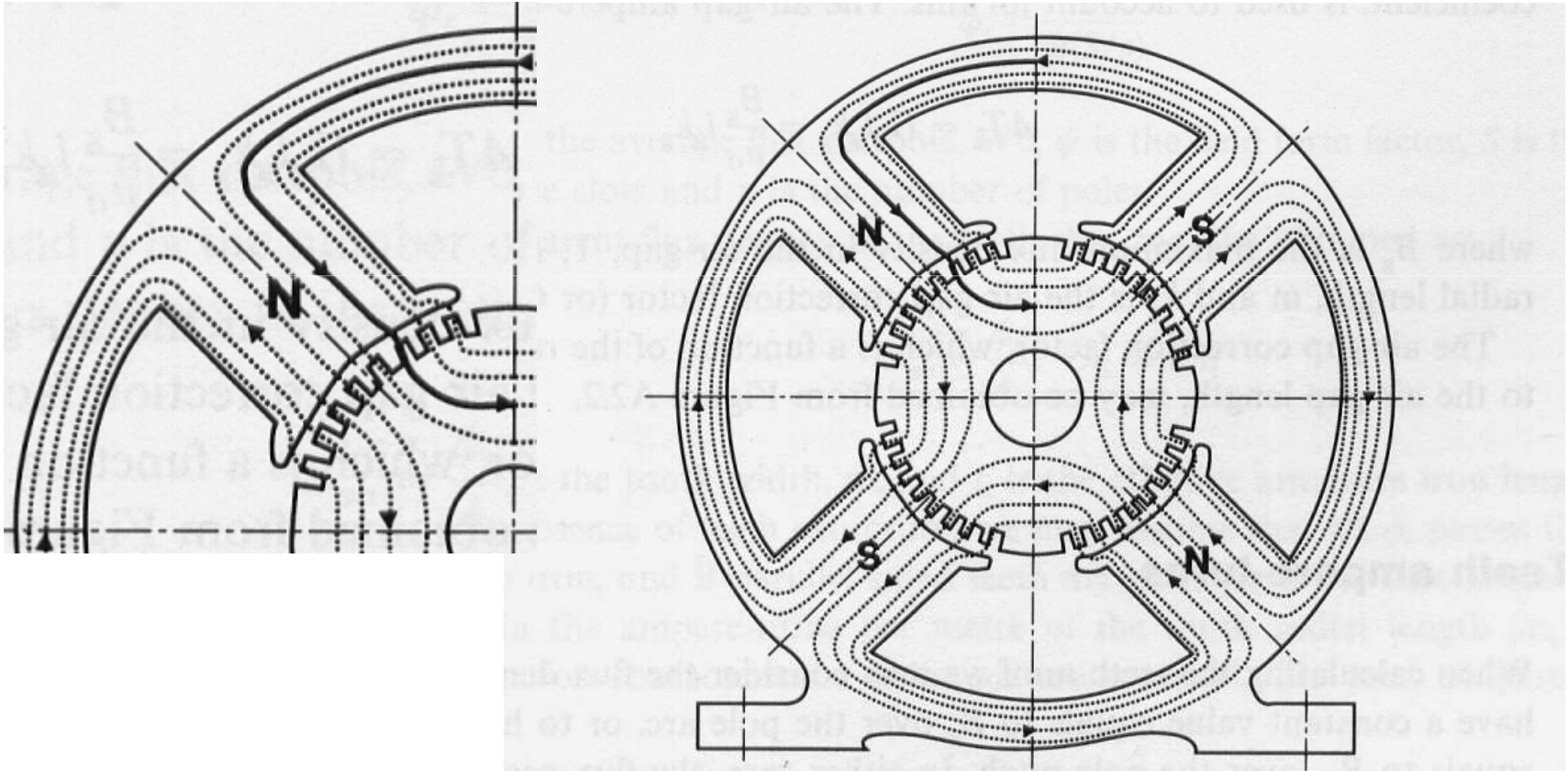


Figure A2.1 The magnetic circuit of a 4-pole d.c. machine.



Tema III Diseño de máquinas de corriente continua

A-V : Circuito magnético

Entrehierro

- Influencia ranuras
- Efecto borde

Factor de carter (K_g)

$$AT_g = H_g g_e = (B_g/\mu_o) (g K_g)$$

$$B_g = \frac{B_{av}}{\psi}$$

Factor de recubrimiento:

Entre 0,6 y 0,75

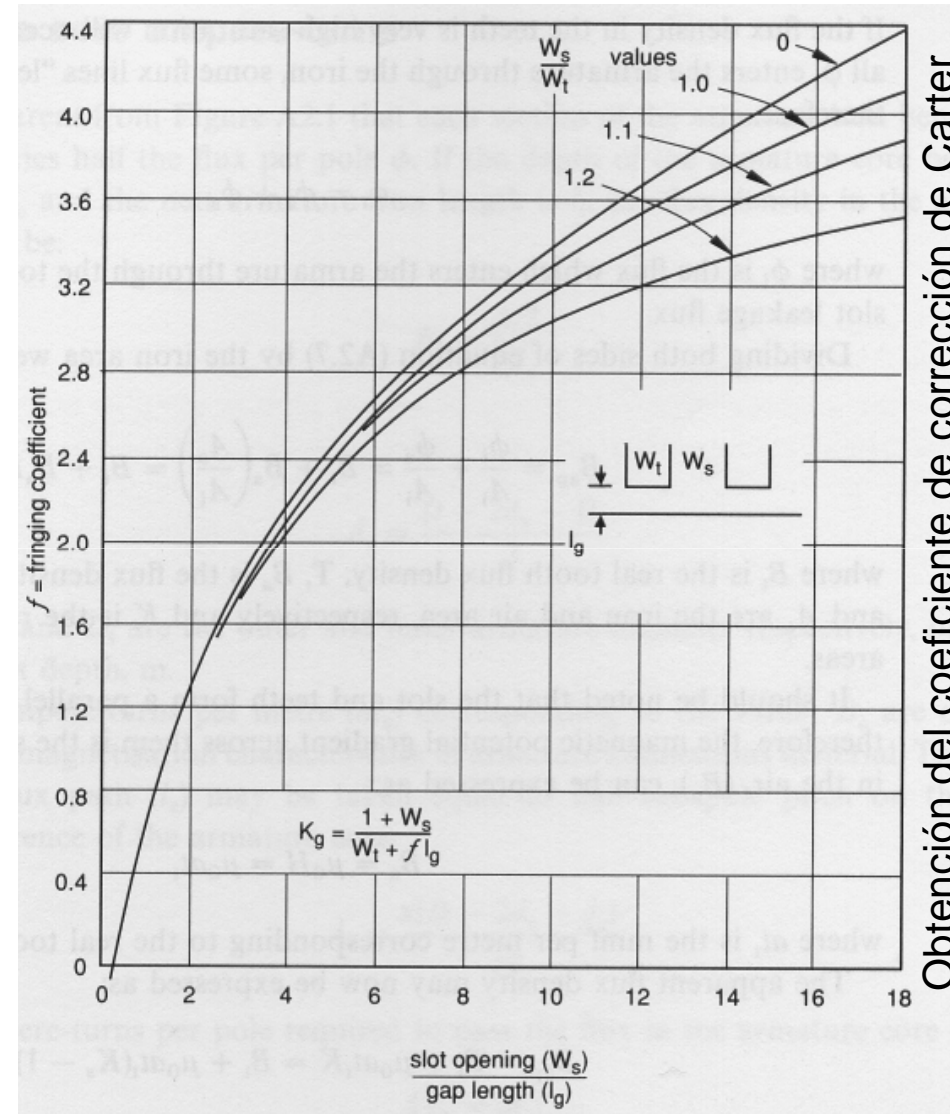
$$\psi = \frac{bp}{\tau}$$

Diente inducido (AT_{diente_i})

Núcleo inducido (AT_{nucleo_i})

Llanta inductor (AT_{nucleo_s})

$$AT_{po} = (AT_g + AT_{diente_i} + AT_{nucleo_i} + AT_P + AT_{nucleo_s})$$



Obtención del coeficiente de corrección de Carter



A-V : Circuito magnético

$$AT_{bpL} = AT_{po} + AT_{ad}$$

Reacción de inducido (AT_{ad})
(Desmagnetización)

$$AT_{ad} = \frac{N_i I_i}{2p}$$

