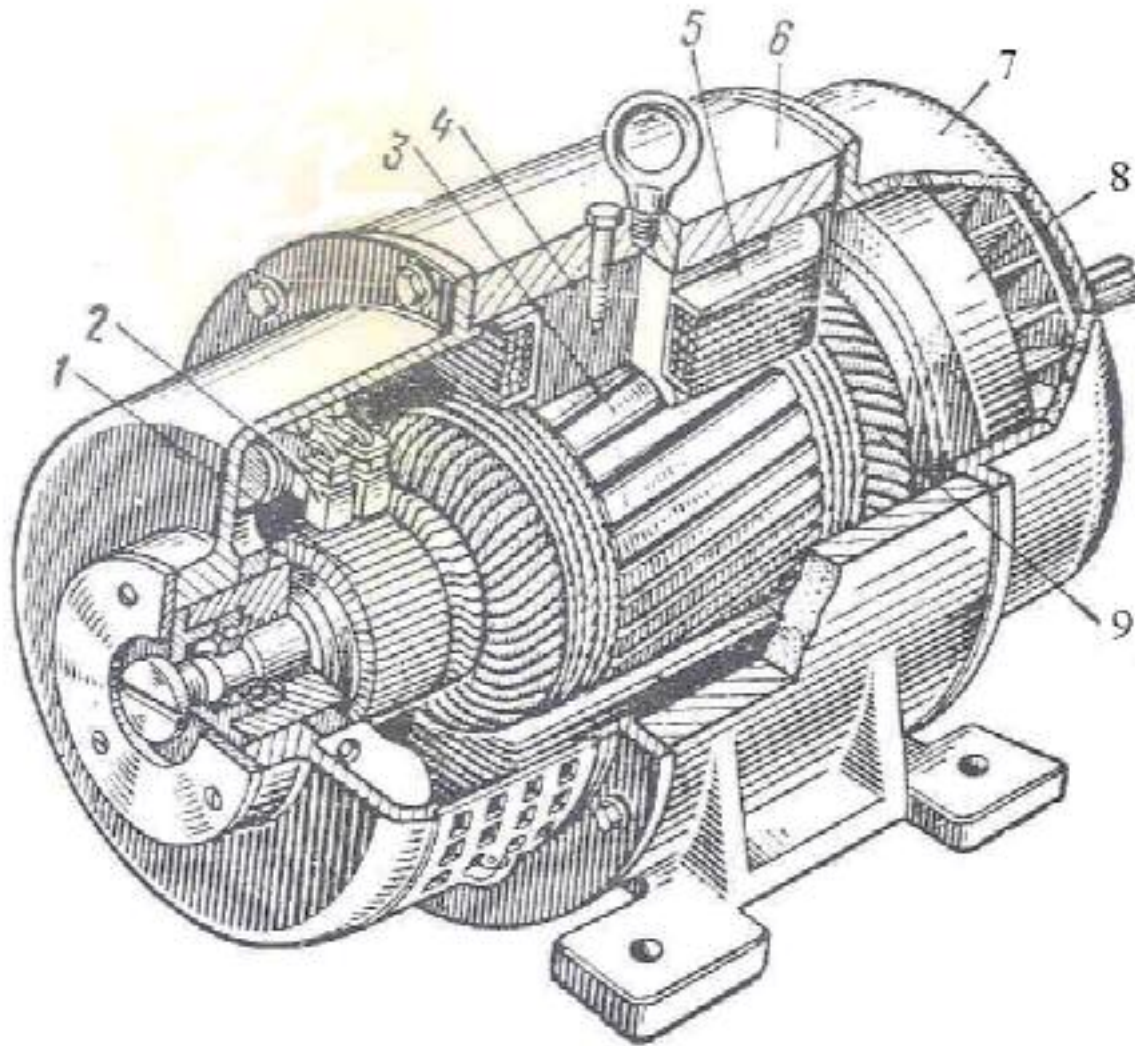

MAȘINA DE CURENT CONTINUU

Construcția și caracteristici de
funcționare

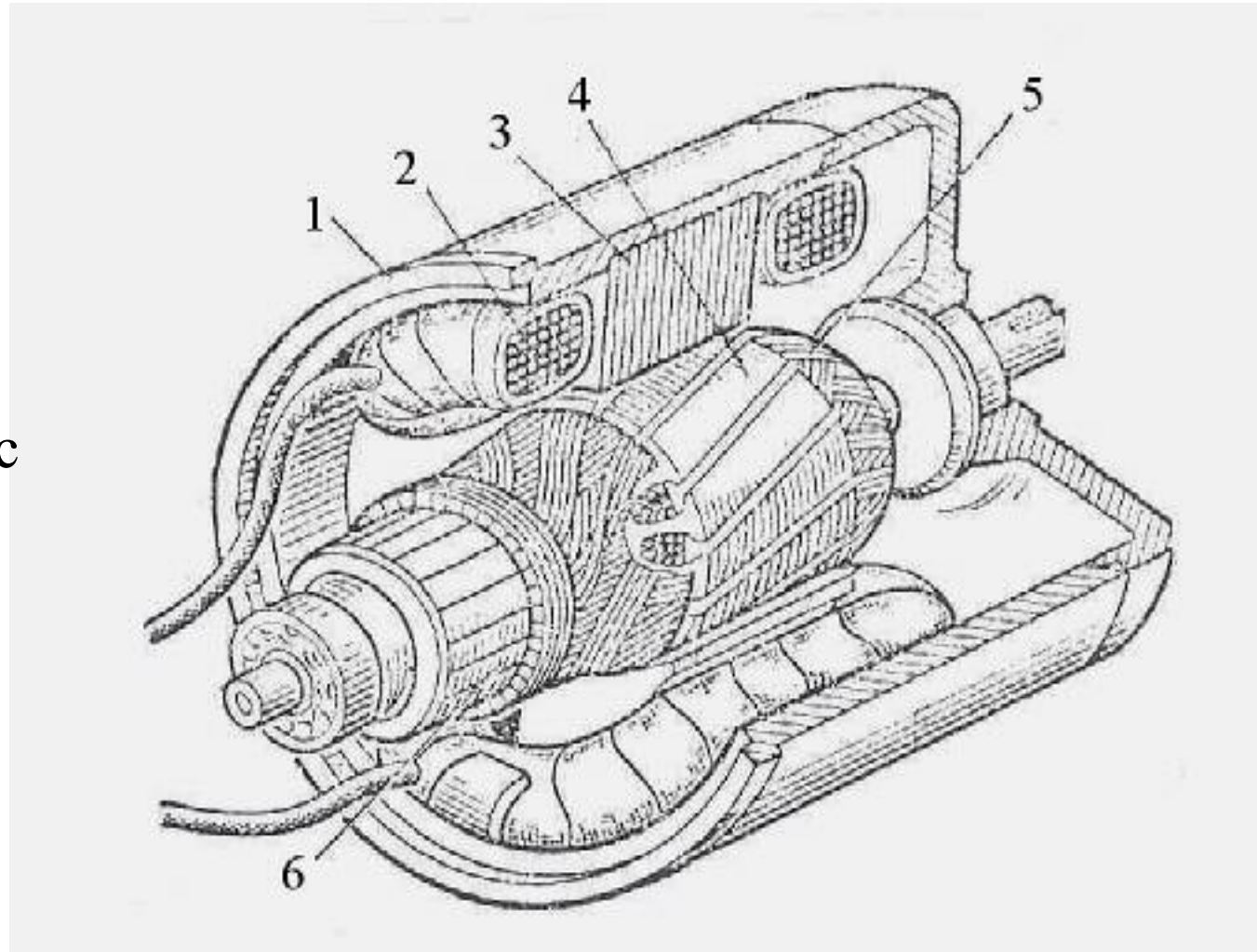
Construcția mașinii de curent continuu



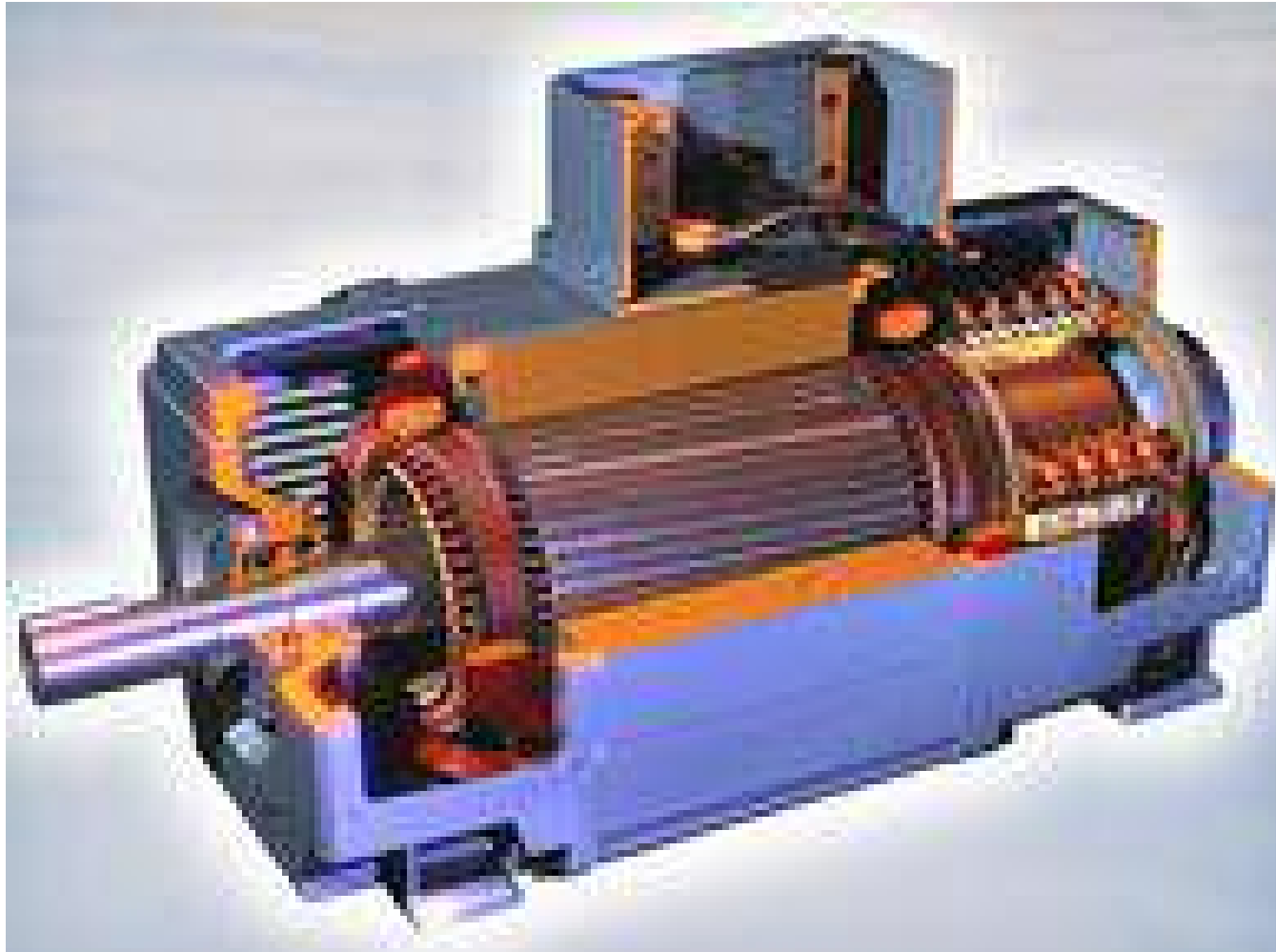
- 1-colector
- 2-perii
- 3-miez rotoric
- 4-poli
- 5-bobină polară
- 6- carcasă
- 7- scut portlagăr
- 8- ventilator
- 9- bobinaj rotoric

Construcția mașinii de curent continuu de putere mică

- 1-carcasă
- 2-bobină polară
- 3-pol
- 4- miez rotoric
- 5 bobinaj rotoric
- 6-colector

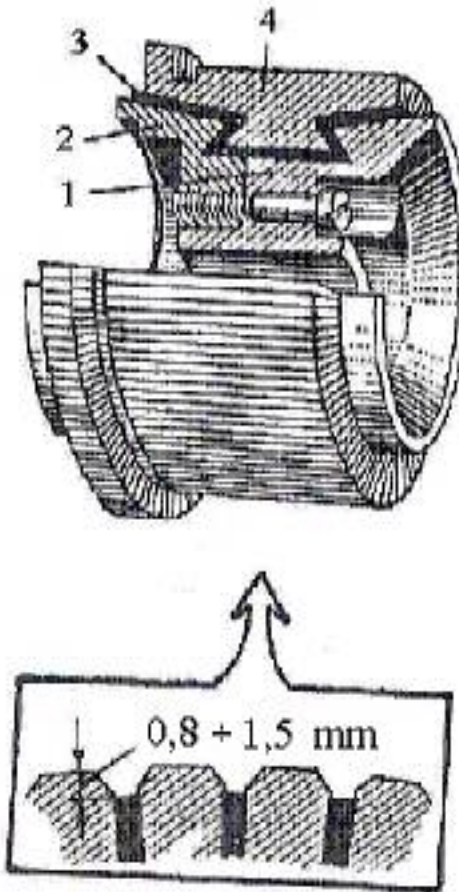
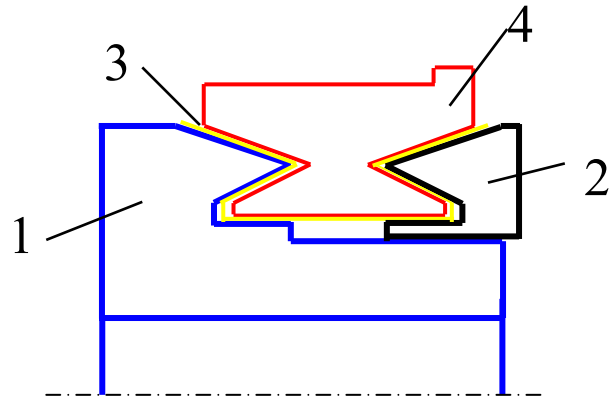


Construcția mașinii de curent continuu



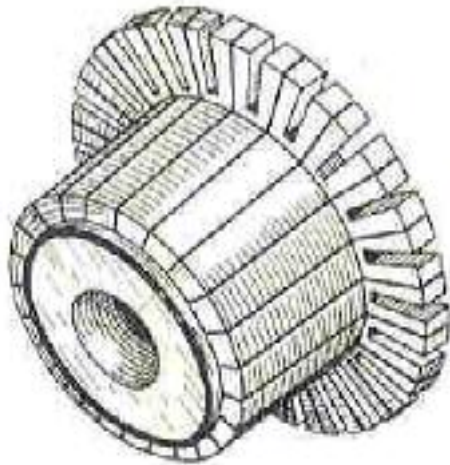
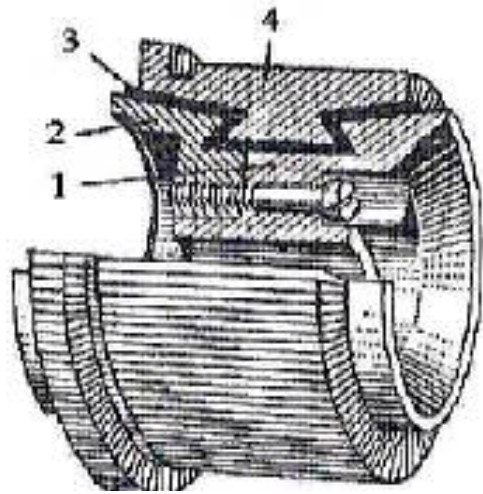
Construcția colectorului

Număr lamele colector K

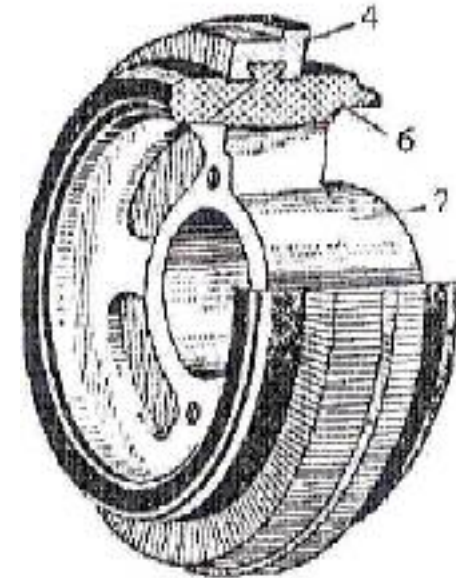


- 1.- butuc- fier
- 2.- piuliță specială-fier
- 3.- izolația- mică,micanită
- 4.- lamelă de colector- cupru electrolitic
- 5.- izolația dintre lamele

Colectorul

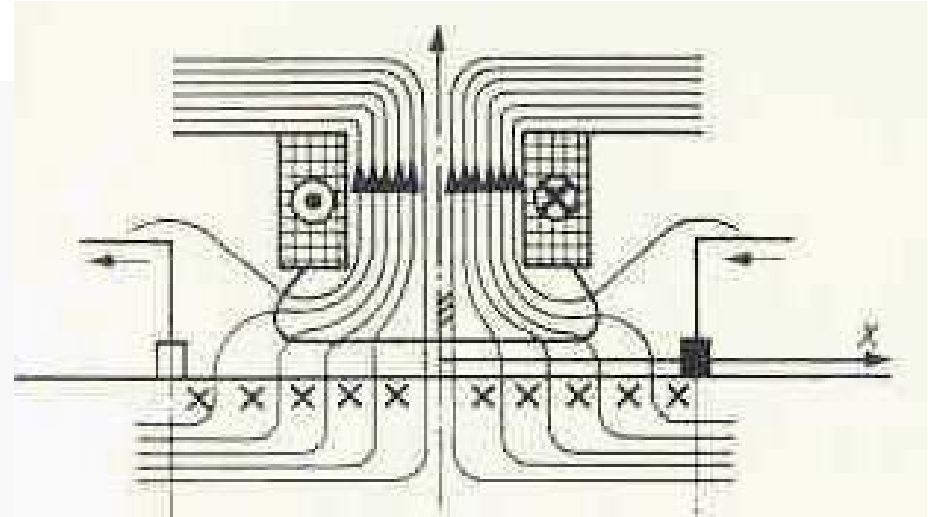
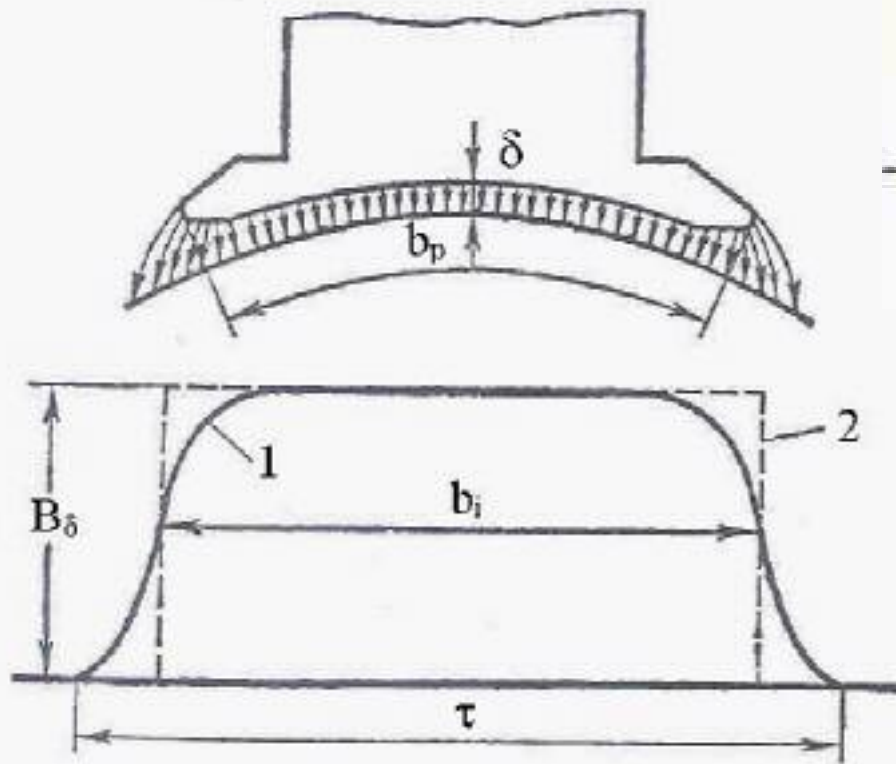


- 1.- butuc- fier
- 2.- piuliță specială-fier
- 3.- izolația- mică,micanită
- 4.- lamelă de colector- cupru electrolitic
- 5.- izolația dintre lamele
- 6.- butuc
- 7.- roata cu spițe



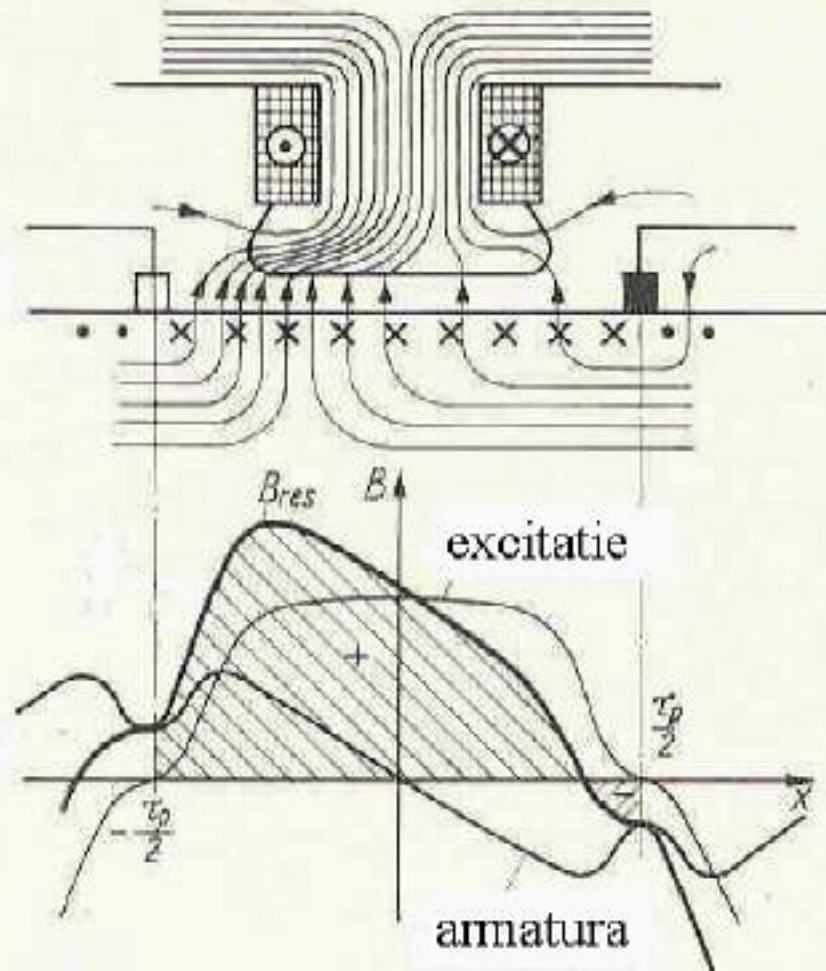
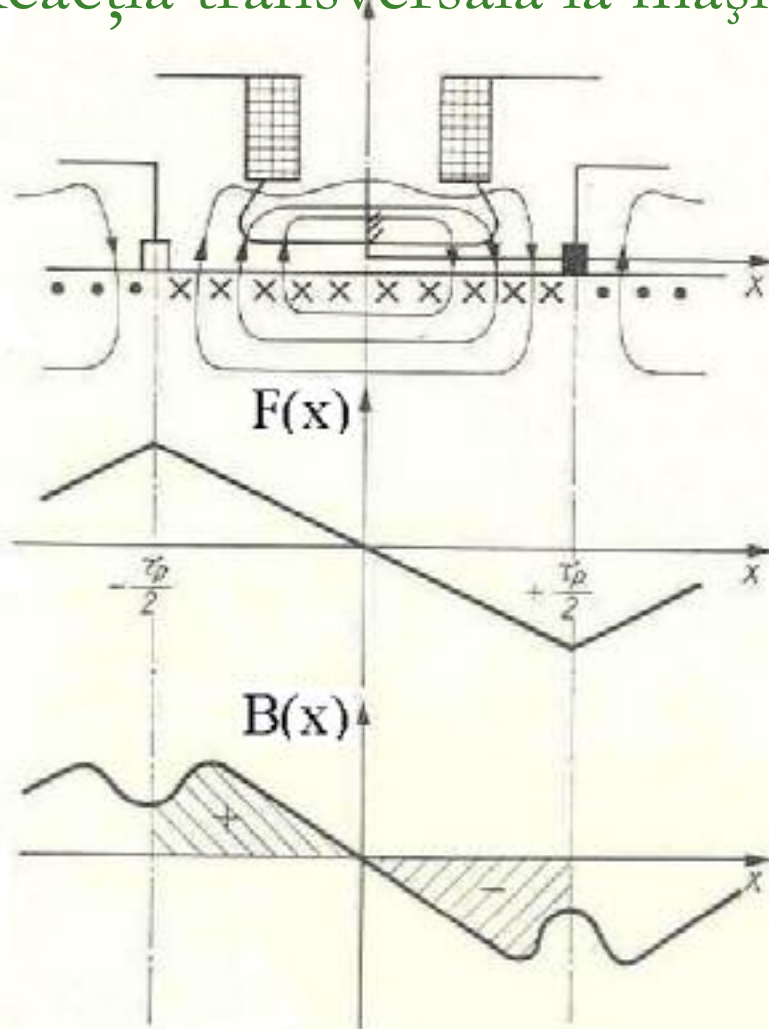
Solenauia și câmpul magnetic de excitaie

Variaia induciei magnetice în întrefier

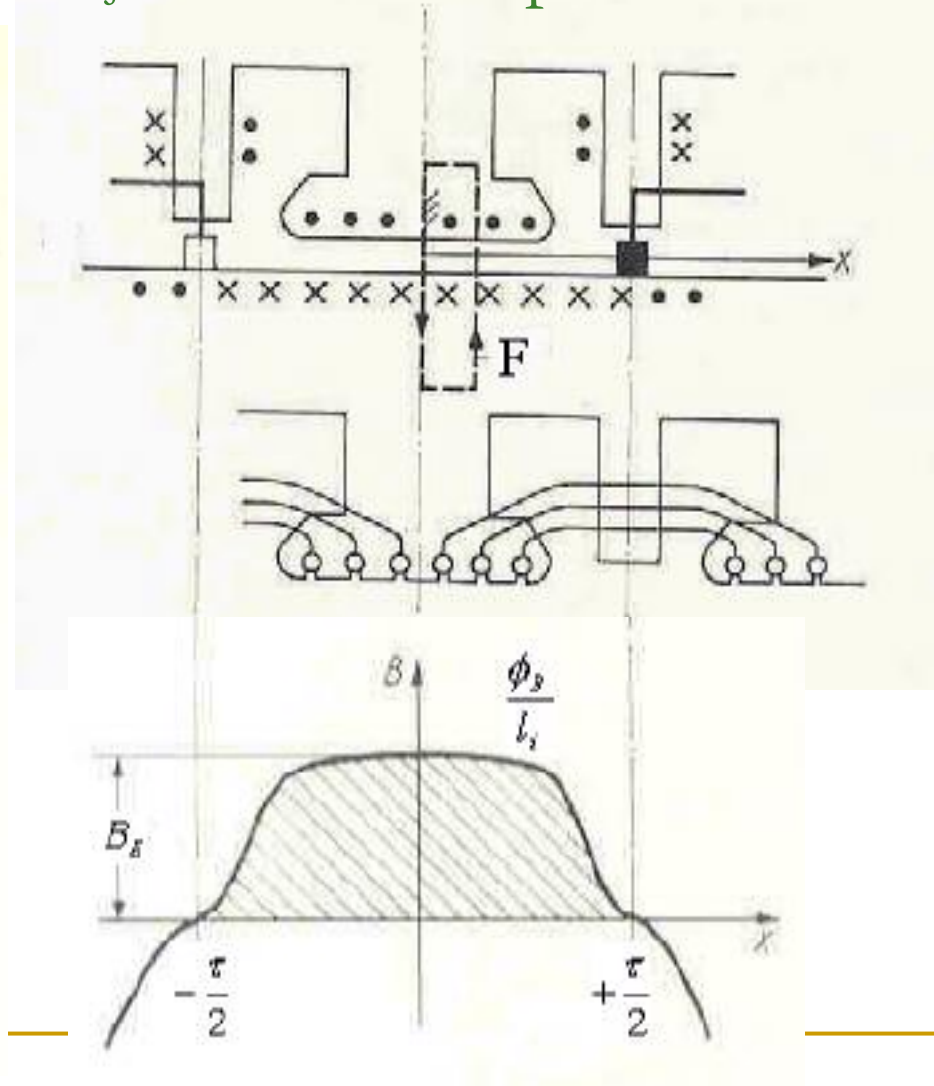
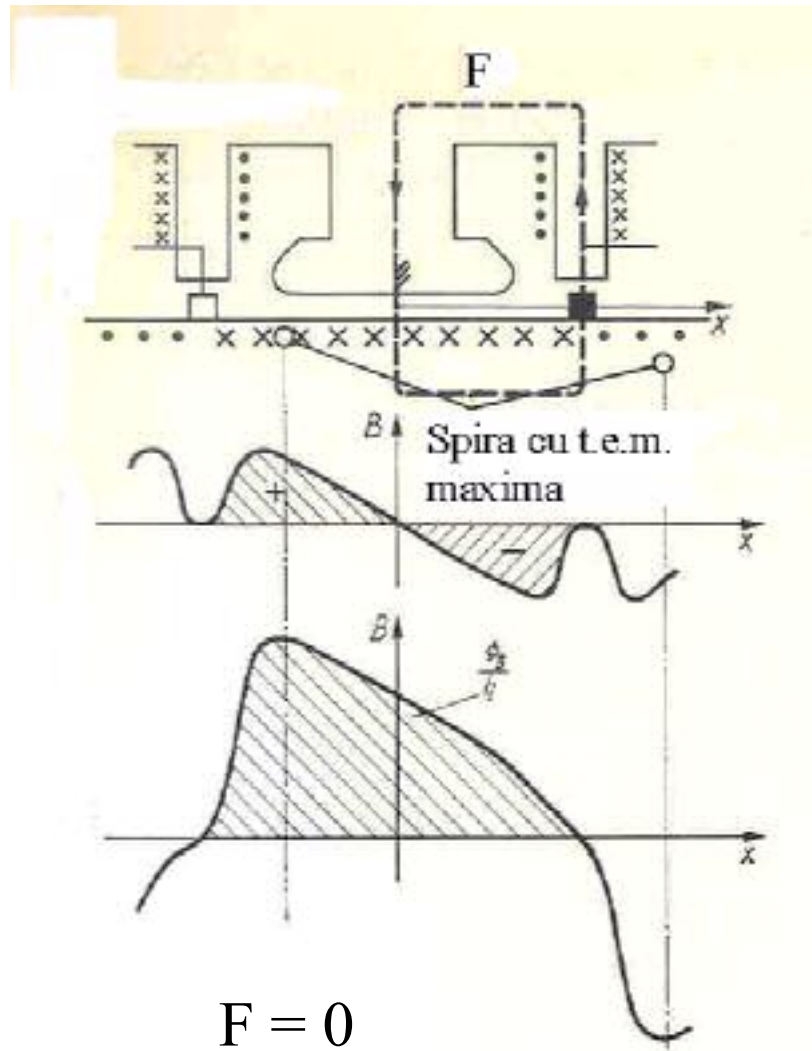


Linile câmpului de excitaie

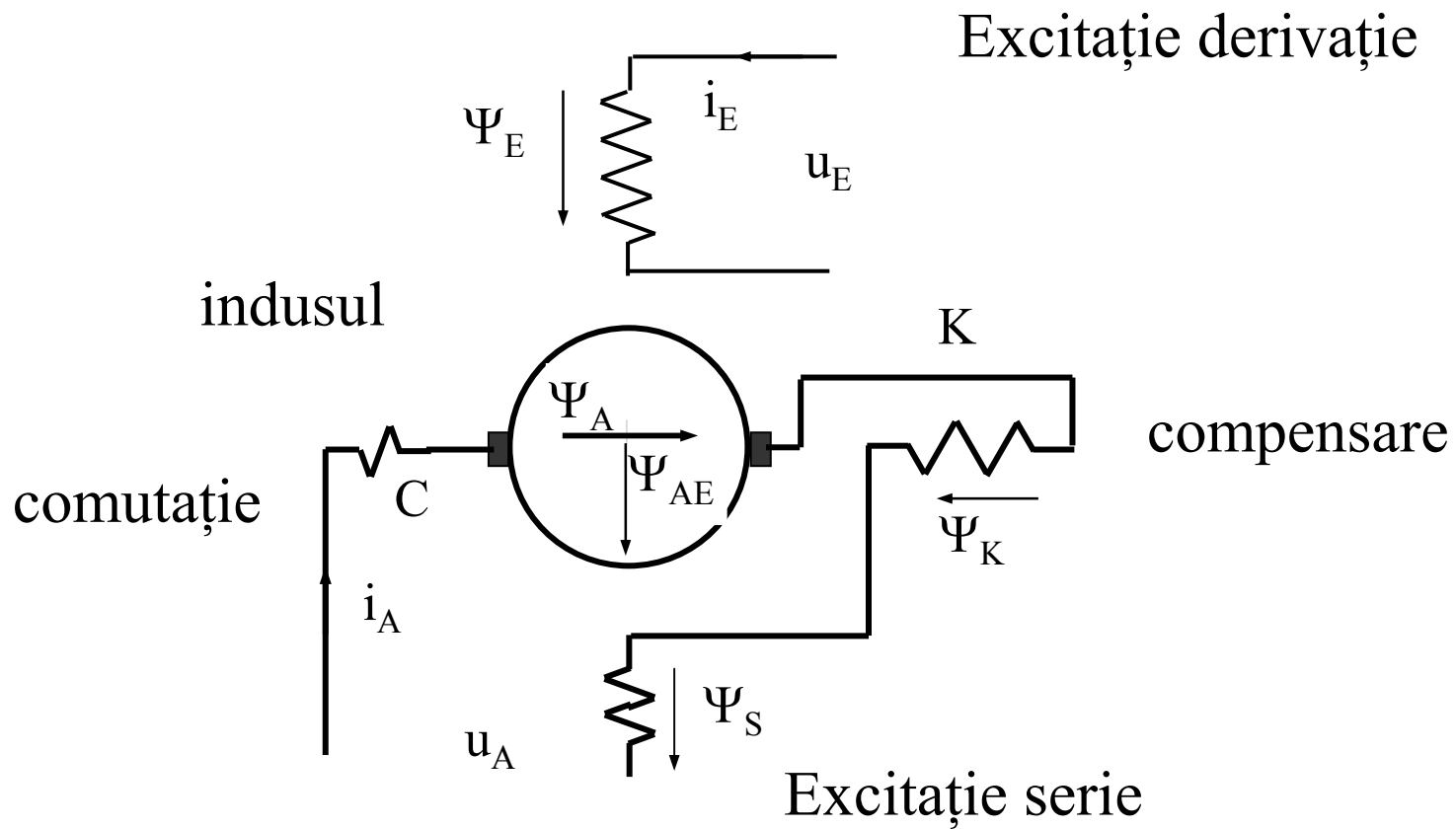
Reacția transversală la mașina de curent continuu



Solenaua și câmpul în întrefier datorită înfășurărilor polilor de comutație și înfășurării de compensare.



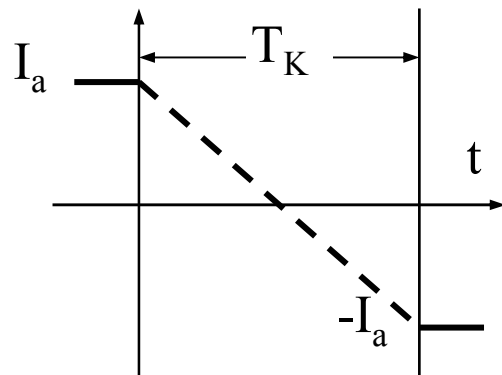
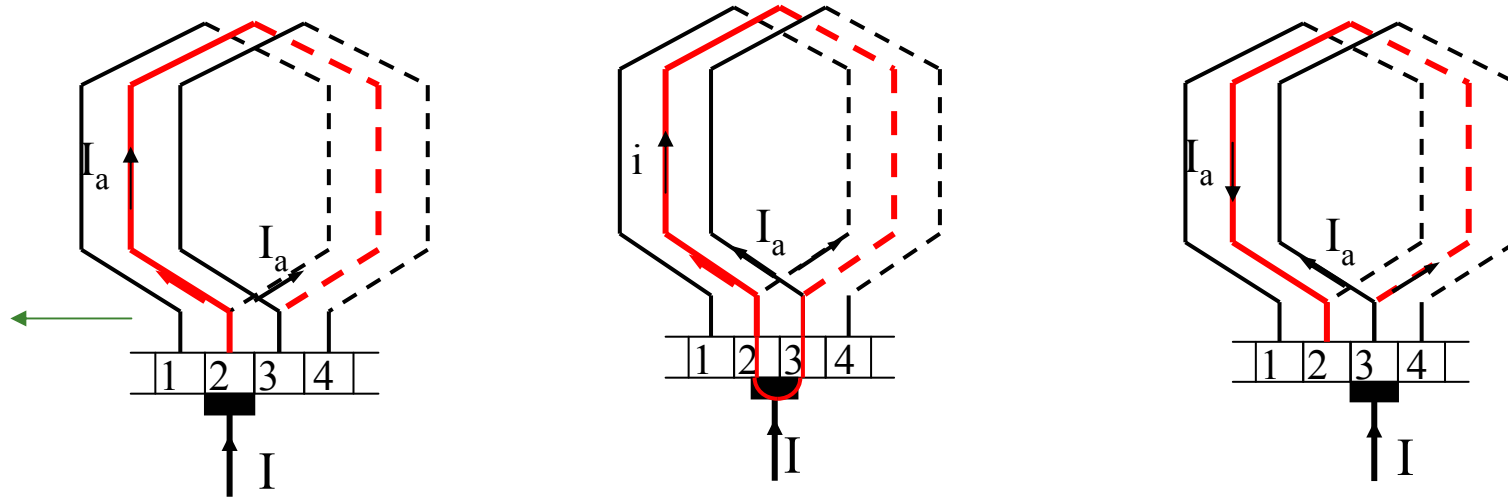
Schema electrică a mașinii de curent continuu



Fenomenul de comutație la mașini de curent continuu

Procesul electromagnetic

Schimbarea sensului curentului în secția în comutație

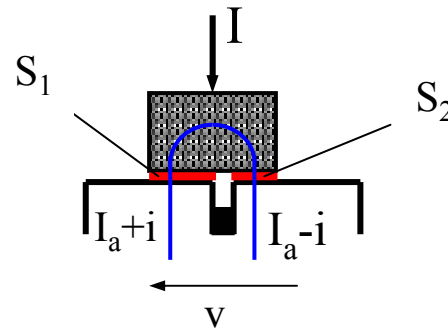
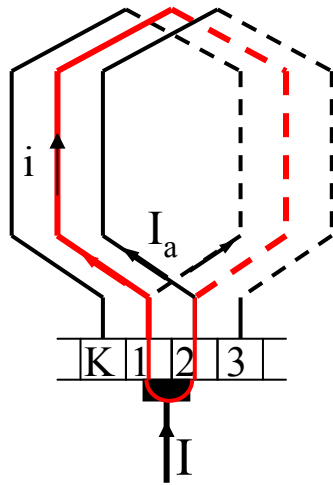


Perioada comutației

$$T_C = \frac{b_K}{v_K} = \frac{\frac{\pi \cdot D_K}{K}}{\frac{\pi \cdot n}{60} \cdot D_K} = \frac{60}{n \cdot K} = \frac{1}{n \cdot K}$$

Circuitul de comutație

Ecuția circuitului în comutație



$$i_1 = I_a + i$$

$$i_2 = I_a - i$$

$$\sum e = r_s \cdot i - r_l \cdot i_2 + r_p \cdot i + r_l \cdot i_1 + r_{c1} \cdot i_1 - r_{c2} \cdot i_2$$

T.e.m. induse în secția în comutație

$$\sum e = e_l + e_{ce} = e_l + e_E + e_A + e_C$$

T.e.m. de **autoinducție**

$$e_l = -L_s \frac{di}{dt} = -L_s \frac{I_a - (-I_a)}{T_c} = -2 \cdot L_s \cdot K \cdot n \cdot I_a$$

T.e.m. **indusă de câmpul de excitație**, dacă periile sunt decalate din axa neutră cu unghiul β

$$e_E = 2 \cdot N_{sps} \cdot k_y \cdot \frac{2 \cdot p}{60} \cdot \sin \beta \cdot \phi \cdot n = k_{sE} \cdot \phi \cdot n$$

T.e.m. **indusă de fluxul de reacție** al rotorului $e_A = k_A \cdot I_a \cdot n$

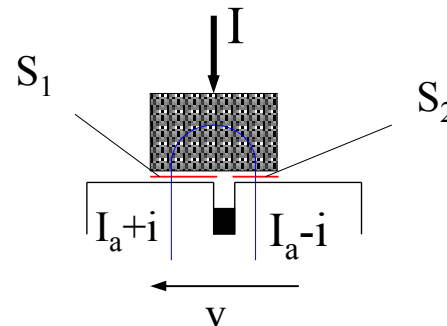
Parametrii circuitul de comutație

T.e.m. **indusă de câmpul polilor de comutație**

$$e_C = k_C \cdot I_C \cdot n$$

Rezistența constantă a circuitului

$$r = r_s + 2 \cdot r_l + r_p$$



Suprafețele de contact dintre perie și lamelele 1 și 2

$$S_{c1} = S_c \cdot \frac{T_c - t}{T_c}$$

$$S_{c2} = S_c \cdot \frac{t}{T_c}$$

Rezistențele de contact

$$r_{c1} = r_c \cdot \frac{T_c}{T_c - t}$$

$$r_{c2} = r_c \cdot \frac{T_c}{t}$$

Curentul în secția în comutație

Expresia curentului în secția în comutație :

$$i = \frac{\sum e + I_a \cdot (r_{c2} - r_{c1})}{r_s + 2 \cdot r_l + r_p + r_{c1} + r_{c2}}$$

Dacă se presupune : $\sum e = 0$ $n \cong 0$

Comutația de rezistență

$$r = r_s + r_p + 2 \cdot r_l$$

$$i^* = \frac{I_a \cdot (r_{c2} - r_{c1})}{r_s + 2 \cdot r_l + r_p + r_{c1} + r_{c2}}$$

$$i^* = r_c \cdot I_a \cdot \frac{T_c \cdot (T_c - 2 \cdot t)}{r \cdot t \cdot (T_c - t) + r_c \cdot T_c^2}$$

Tipuri de comutație

Comutația liniară :

$$i^* = r_c \cdot I_a \cdot \frac{T_c \cdot (T_c - 2 \cdot t)}{r \cdot t \cdot (T_c - t) + r_c \cdot T_c^2}$$
$$\cong 0$$

Dacă se consideră :

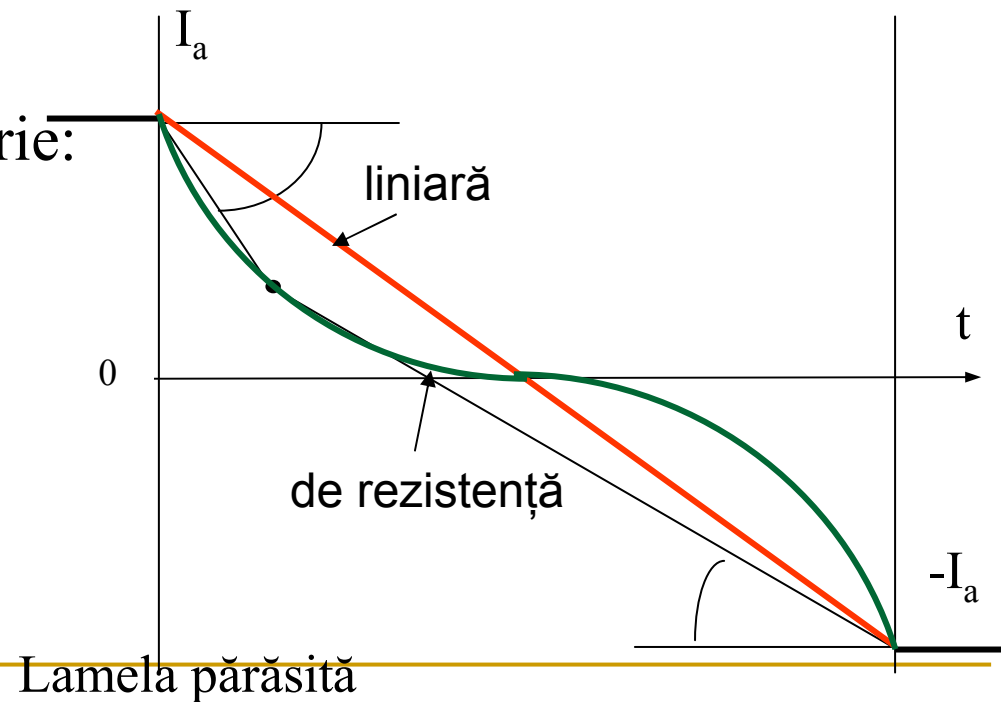
$$i^* = I_a \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot t}{T_c}\right)$$

Densitatea curentului sub perie:

$$j = k \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

La comutația liniară :
este **constantă**

La comutația de rezistență
este **variabilă**.



Tipuri de comutație

Efectul t.e.m. induse

$$\Delta i = \frac{\sum e}{r + r_c} \frac{T_c^2}{t \cdot (T_c - t)}$$

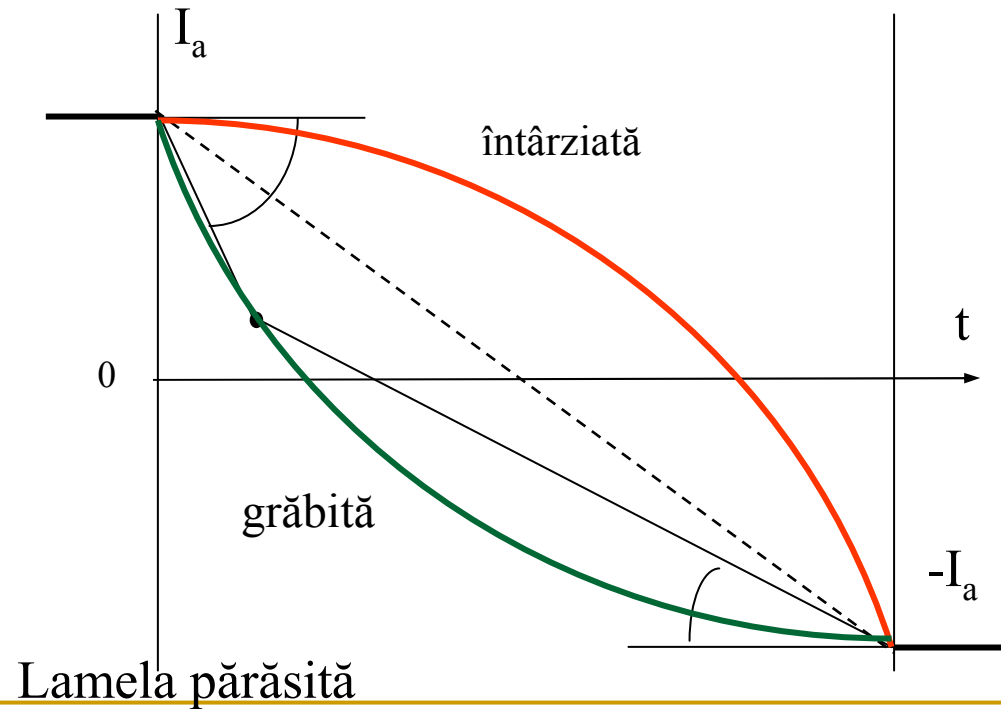
$$i = i^* + \Delta i$$

$$\sum e \geq 0$$

Comutația întârziată

$$\sum e \leq 0$$

Comutația grăbită



Aprecierea comutației.

Grad 1 - lipsesc scântele vizibile

grad $1\frac{1}{4}$ - scântei albe punctiforme sub $\frac{1}{4}$ din peri,

grad $1\frac{1}{2}$ - scântei albe punctiforme sub $\frac{1}{2}$ din peri,

grad 2 - scântei sub toate periile, albe.

grad 3 - scântei puternice care se alungesc

Mașina de curent continuu funcționează cu scântei.

Se permite funcționarea cu scântei de gradul $1\frac{1}{2}$

Gradul 2 este admis numai la pornire și la suprasarcini.

Poate apare focul circular - scurtcircuit.

Factori ce influențează comutația

Electromagnetici

- t.em. induse
- parametrii secției
- rezistența de contact r_c

Mecanici

- viteza de rotație
- presiunea periei pe colector
- prelucrarea suprafețelor în contact
- modul de așezare al periilor pe colector

Altă natură

- materialul periilor și al colectorului
 - uzura, starea suprafețelor de contact
 - mediul în care lucrează mașina
-

Inbunătățirea comutației.

Folosirea polilor de comutație

asigurarea presiunii între perie și colector

folosirea unor perii speciale cu rezistența transversală mărită,

asigurarea calitatii corespunzătoare a materialului periilor

In functionare

decalarea periilor din axa neutră,

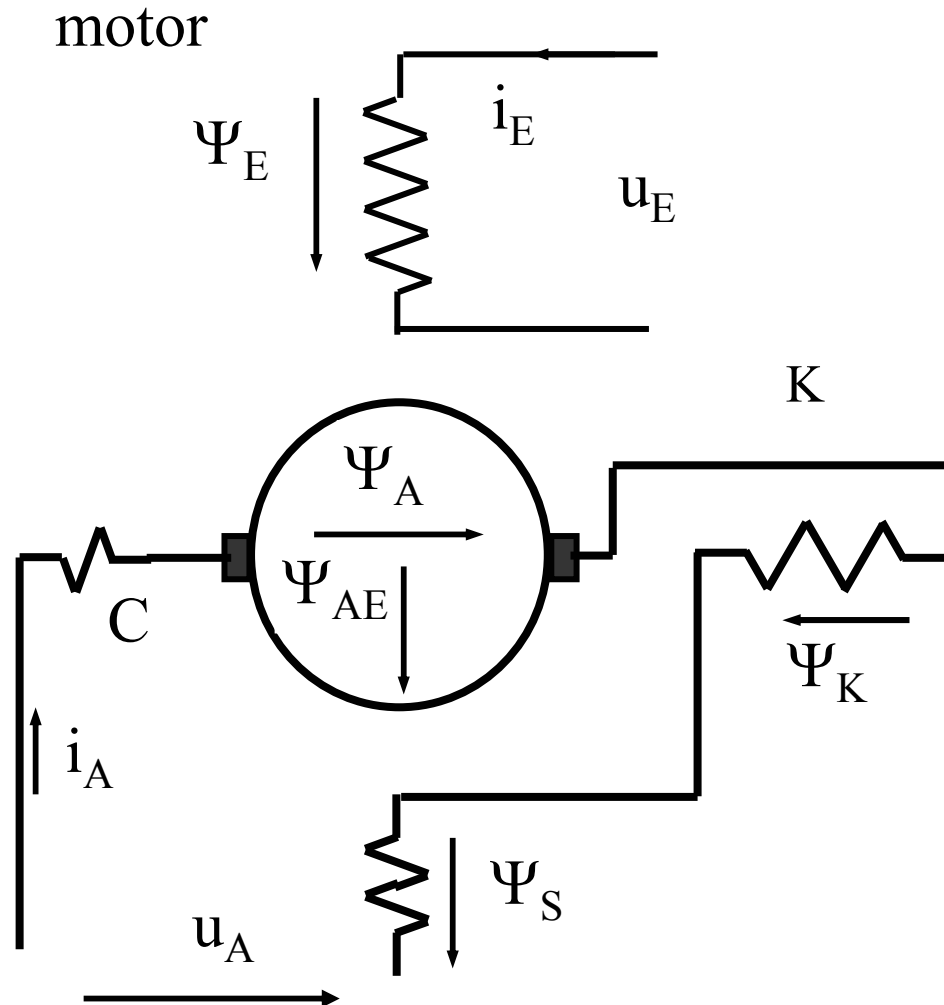
întreținerea corespunzătoare a suprafețelor de contact

Din cauza fenomenului de comutație mecanică periile și suprafața colectorului se uzează. Mașina necesită întreținere periodică.

Modelul mașinii de curent continuu

Ecuatii și pierderi

Schema electrică a mașinii de curent continuu.



Clasificare după legarea excitației

Excitație separată

Excitație derivație

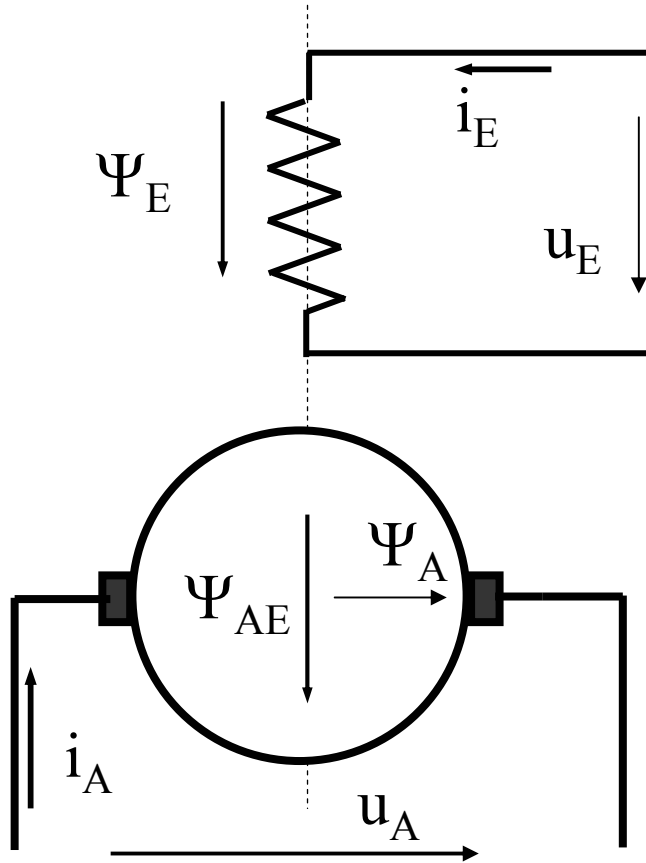
Excitație serie

Excitație mixtă adițională

Excitație mixtă diferențială

Ecuțiile în regim tranzitoriu

Mașina cu excitația separată.(motor)



$$u_E = R_E \cdot i_E + \frac{d\Psi_E}{dt}$$

T.e.m. statică

$$u_A = R_A \cdot i_A + \Delta U_p + \frac{d\Psi_A}{dt} - e$$

$$e = -\omega \cdot \Psi_{AE}$$

T.e.m. de rotație

cuplul

$$C = p \cdot \Psi_{AE} \cdot i_A$$

$$\frac{J}{p} \frac{d\omega}{dt} = C - C_s - k_f \cdot \omega$$

de frecări

sarcina

Cuplul dinamic

electromagnetic

Ecuatiile în regim staționar.

$$U_E = R_E \cdot I_E$$

$$U_A = R_A \cdot I_A + \Delta U_p - E$$

Expresia fluxului de cuplaj

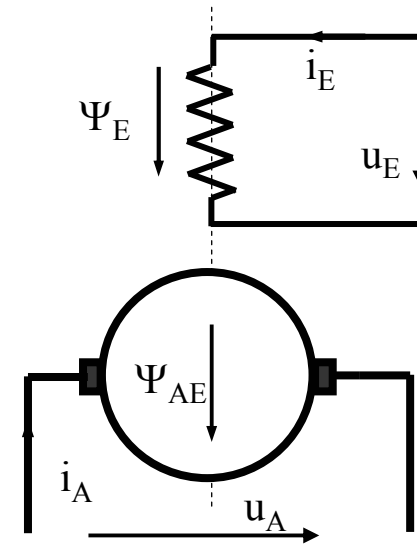
$$\Psi_{AE} = M_{AE} \cdot I_E = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{N}{2 \cdot a} \cdot \Phi = \frac{N}{a \cdot \pi} \cdot \Phi$$

Flux fascicular

Număr de spire

Expresia t.e.m. induse

$$E = -\omega \cdot \frac{N}{a \cdot \pi} \cdot \Phi = -C_u \cdot \Phi \cdot \Omega = -k_e \cdot \Phi \cdot n$$



Expresia cuplului

Constanta de tensiune și constanta universală:

$$C_u = \frac{p}{a} \cdot \frac{N}{\pi} = k_e \cdot 2 \cdot \pi$$

cuplul

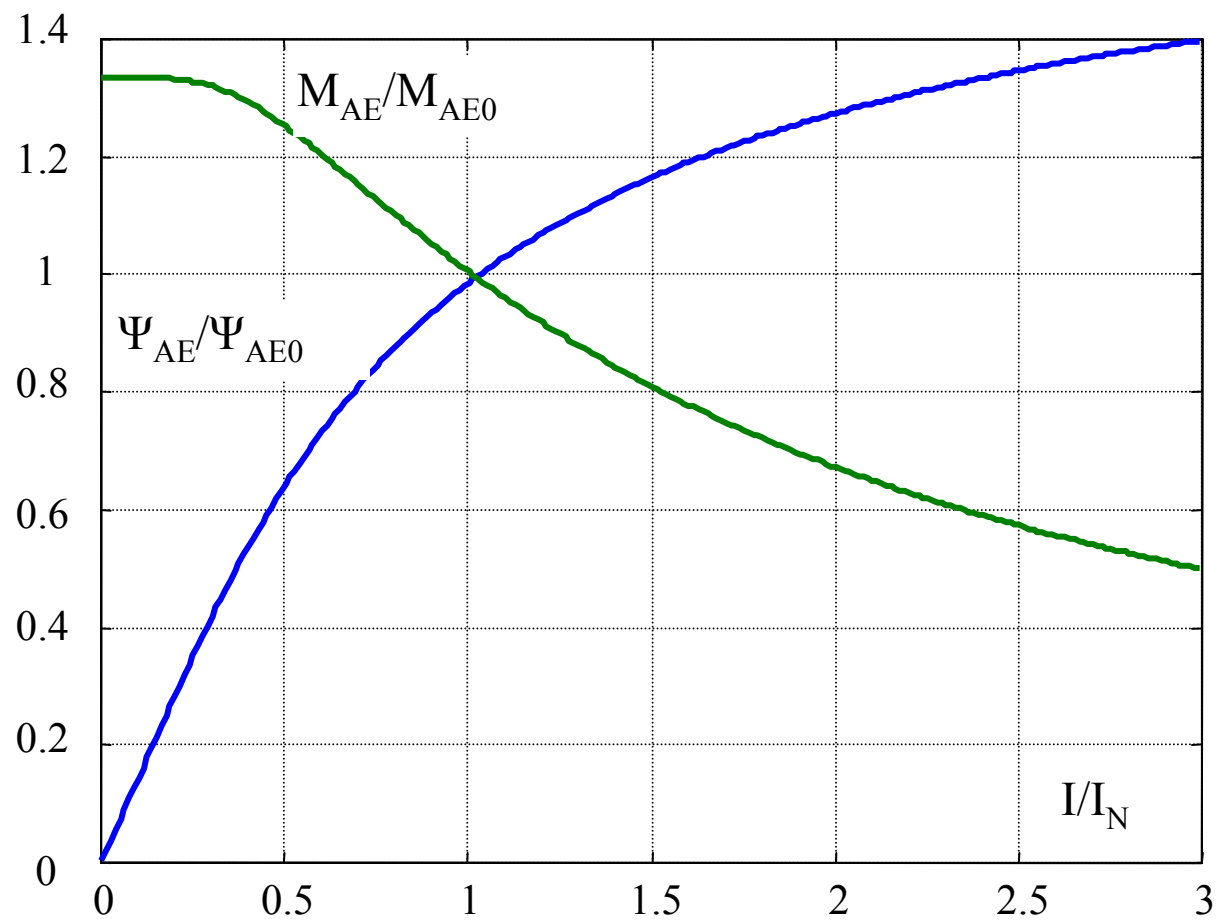
$$C = p \cdot M_{AE} \cdot I_E \cdot I_A = C_u \cdot \Phi \cdot I_A = k_c \cdot \Phi \cdot I_A$$

Constanta de cuplu

$$C_u = \frac{p}{a} \cdot \frac{N}{\pi} = k_c$$

$$k_c = k_e \cdot 2 \cdot \pi$$

Fluxul și inductivitatea de cuplaj



Pierderile în mașini de curent continuu

Pierderi de trecere au loc în rezistența de contact

$$p_t = \Delta U_p \cdot I_A$$

Pierderi în înfășurarea rotorului

$$p_A = R_A \cdot I_A^2$$

Pierderi în fierul rotoric datorită variației cu frecvență de rotație a fluxului

$$p_{Fe} = k \cdot n^\alpha \cdot B_\delta^\beta$$

Pierderi în înf. de excitație

$$p_E = R_E \cdot I_E^2$$

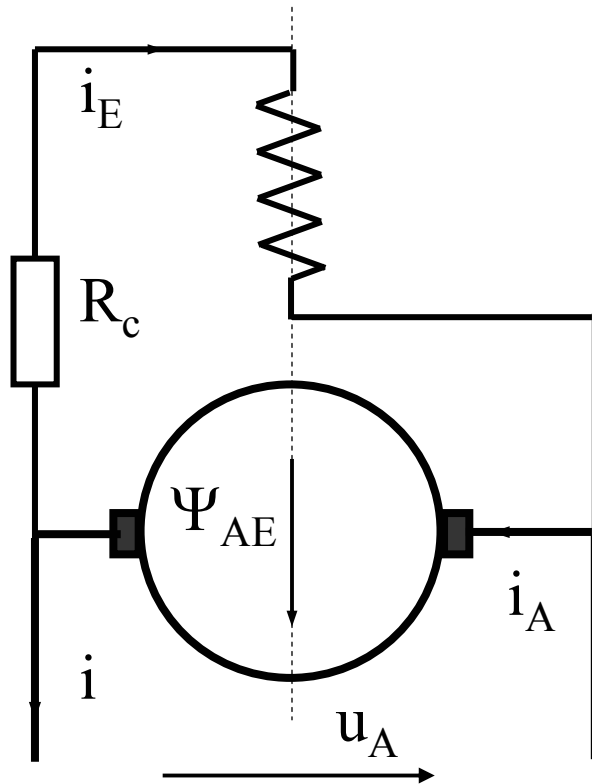
Pierderi mecanice și de ventilație

$$p_{mv} = k \cdot n^2$$

Pierderi suplimentare

$$p_s \cong 0.005 \cdot P_a$$

Ecuatiile mașinii cu excitație derivație.



generator $\Omega = ct.$

$$U_A = (R_C + R_E) \cdot I_E$$

$$U_A = E - R_A \cdot I_A - \Delta U_p$$

$$E = C_u \cdot \Phi \cdot \Omega$$

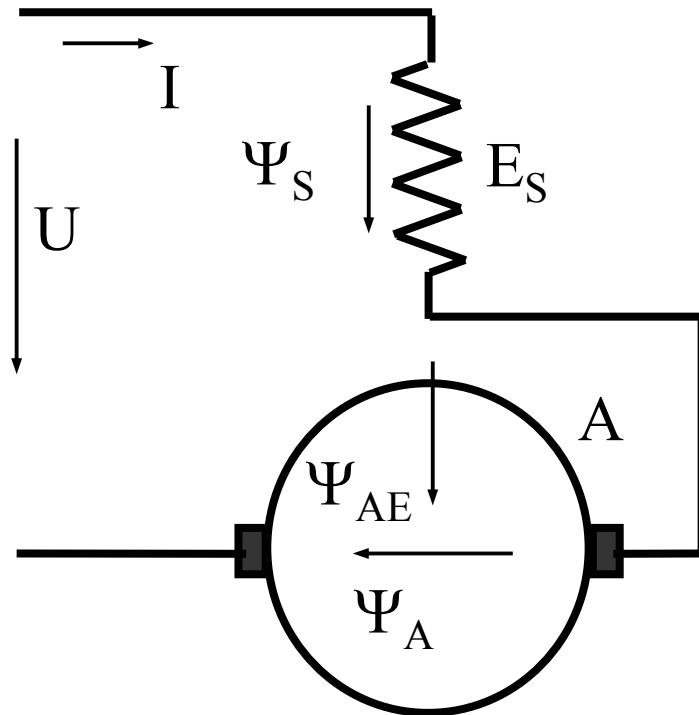
$$I = I_A - I_E$$

Ecuatia sarcinii:

$$U_A = R_s \cdot I$$

Ecuatiile mașinii cu excitație serie.

motor



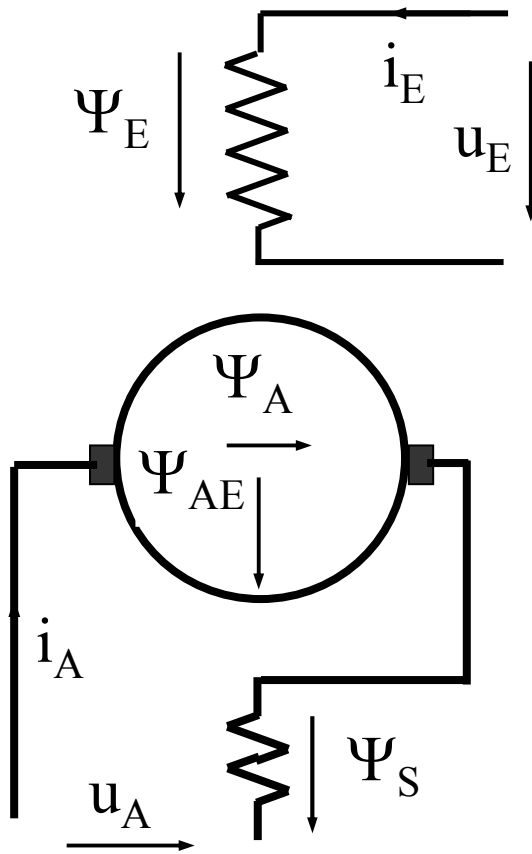
$$U = (R_S + R_A) \cdot I + \Delta U_p - E$$

$$E = -\omega \cdot M_{AE_s} \cdot I$$

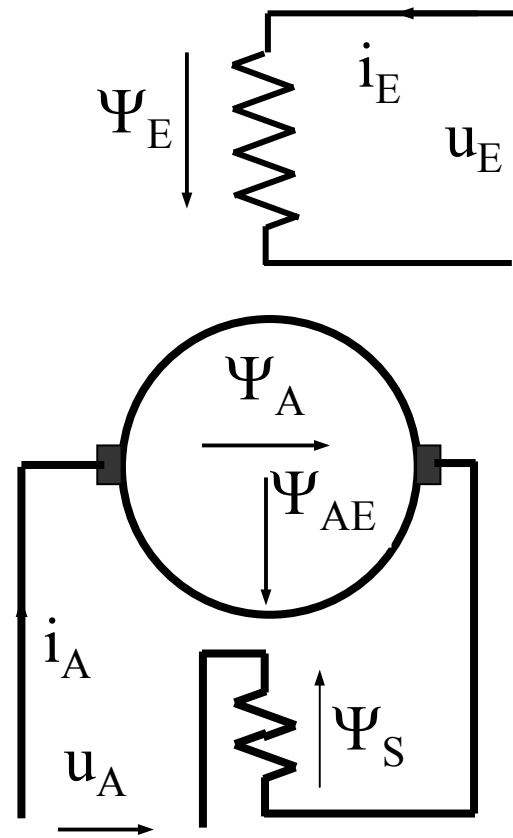
$$C = p \cdot M_{AE_s} \cdot I^2$$

$$M_{AE_s} = f(I)$$

Mașina cu excitație mixtă. (motor)



Aditional.



Diferential

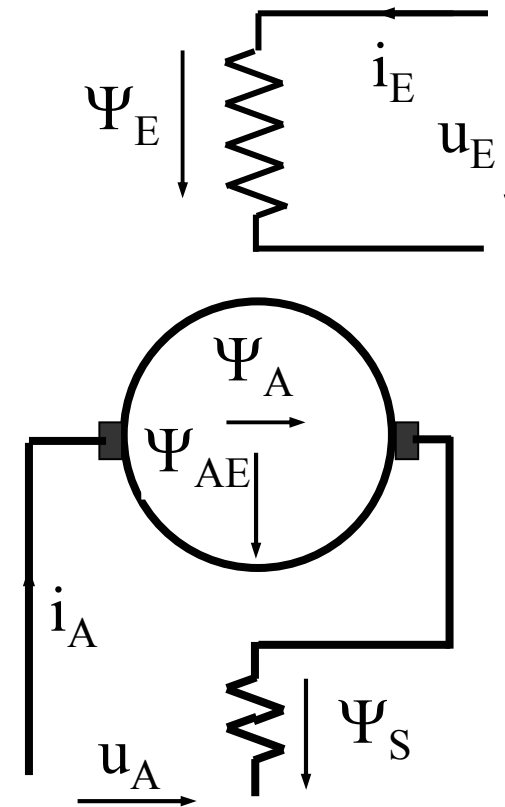
Ecuatiile mașinii cu excitație mixtă

$$\Psi_E = L_E \cdot i_E + M_{ES} \cdot i_A$$

$$\Psi_{AE} = M_{AE} \cdot i_E + M_{AS} \cdot i_A$$

$$\Psi_S = L_S \cdot i_A + M_{SE} \cdot i_E$$

$$\Psi_A = L_A \cdot i_A$$



$$u_A = R_A \cdot i_A + \Delta U_p + L_A \frac{di_A}{dt} + M_{AS} \frac{di_E}{dt} + \omega \cdot \Psi_{AE}$$

$$C = p \cdot (M_{AE} \cdot i_E \pm M_{AS} \cdot i_A) \cdot i_A$$