

---

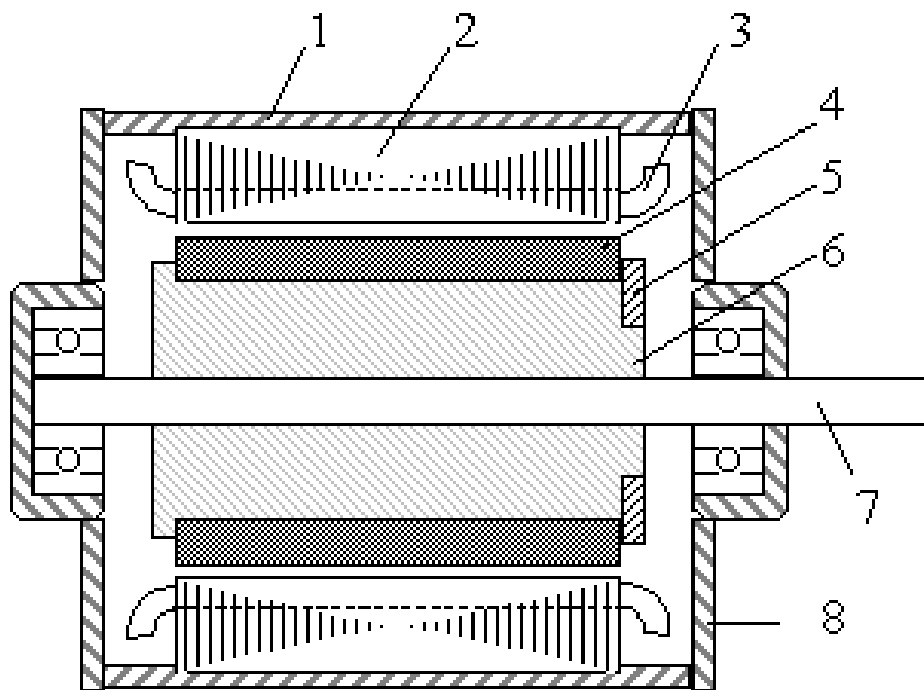
# MASINI SINCRONE SPECIALE

---

Motorul cu histerezis

## Construcția și funcționarea motorului cu histerezis

Motorul cu histerezis, deși poate funcționa și în asincron, este considerat **motor sincron** deoarece acesta este regimul lui obișnuit de funcționare. Din punct de vedere constructiv se aseamănă mult cu **motorul de inducție cu rotor masiv**.



- 1 – carcasă,
- 2 – miez statoric,
- 3 – bobinaj statoric,
- 4 – inel din material special,
- 5 – rondelă de fixare,
- 6 – miez (butuc) rotoric,
- 7 – axul motorului,
- 8 – scuturi portlagăr.

# Construcția și funcționarea motorului cu histerezis

Clasificare în funcție de construcția miezului rotoric:

- ❑ **Reactiv**, dacă se realizează din fier masiv, tole sau cu spițe.
- ❑ Cu **magneți permanenți**, dacă se realizează din materiale magnetice dure .

Pentru funcționare mașina necesită **câmp învârtitor** circular sau eliptic.

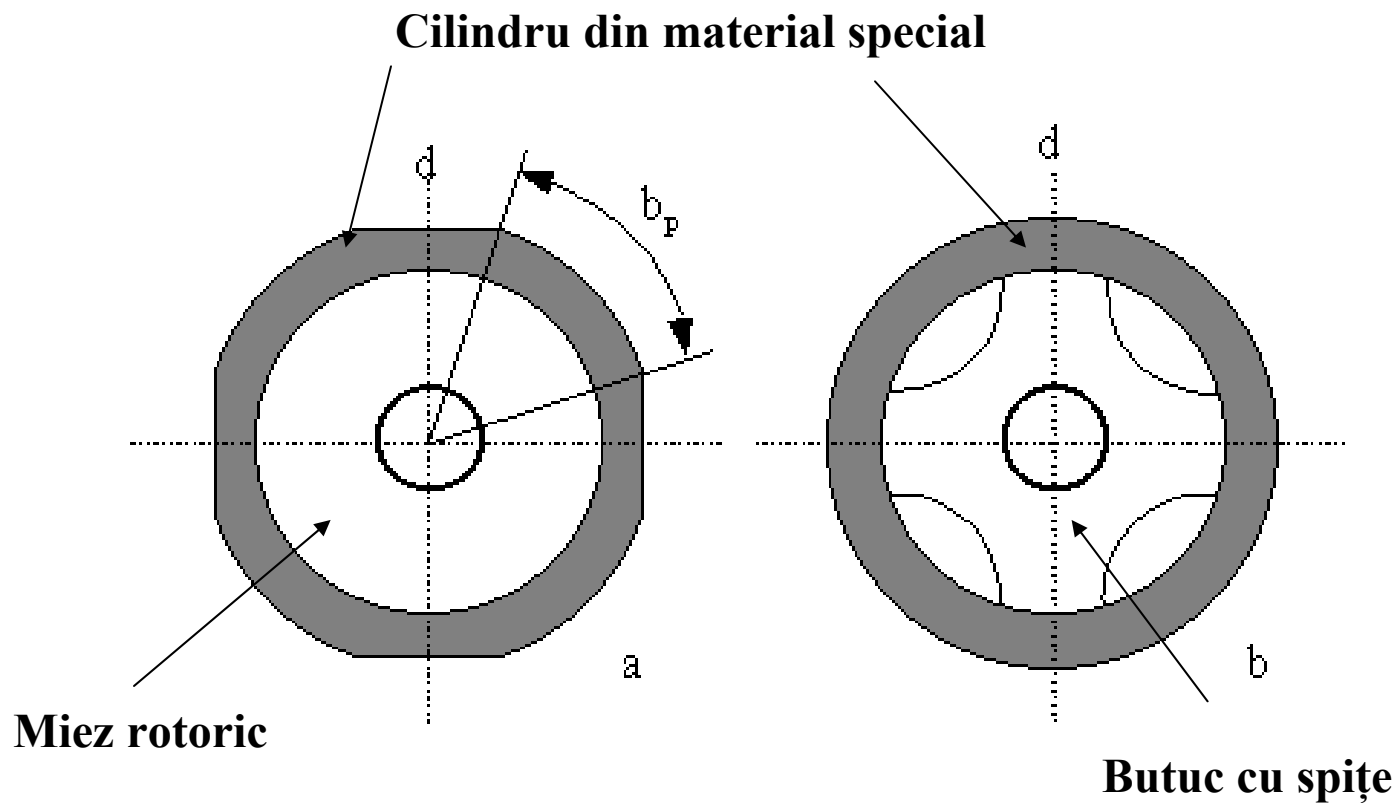
Mașina cu histerezis are **o singură înfășurare dispusă pe stator**

Se construiesc mașini trifazate, bifazate și monofazate, folosind principiile de construcție ale mașinilor de inducție.

Pentru construcția de motoare cu histerezis prezintă interes acele **materiale speciale** la care:

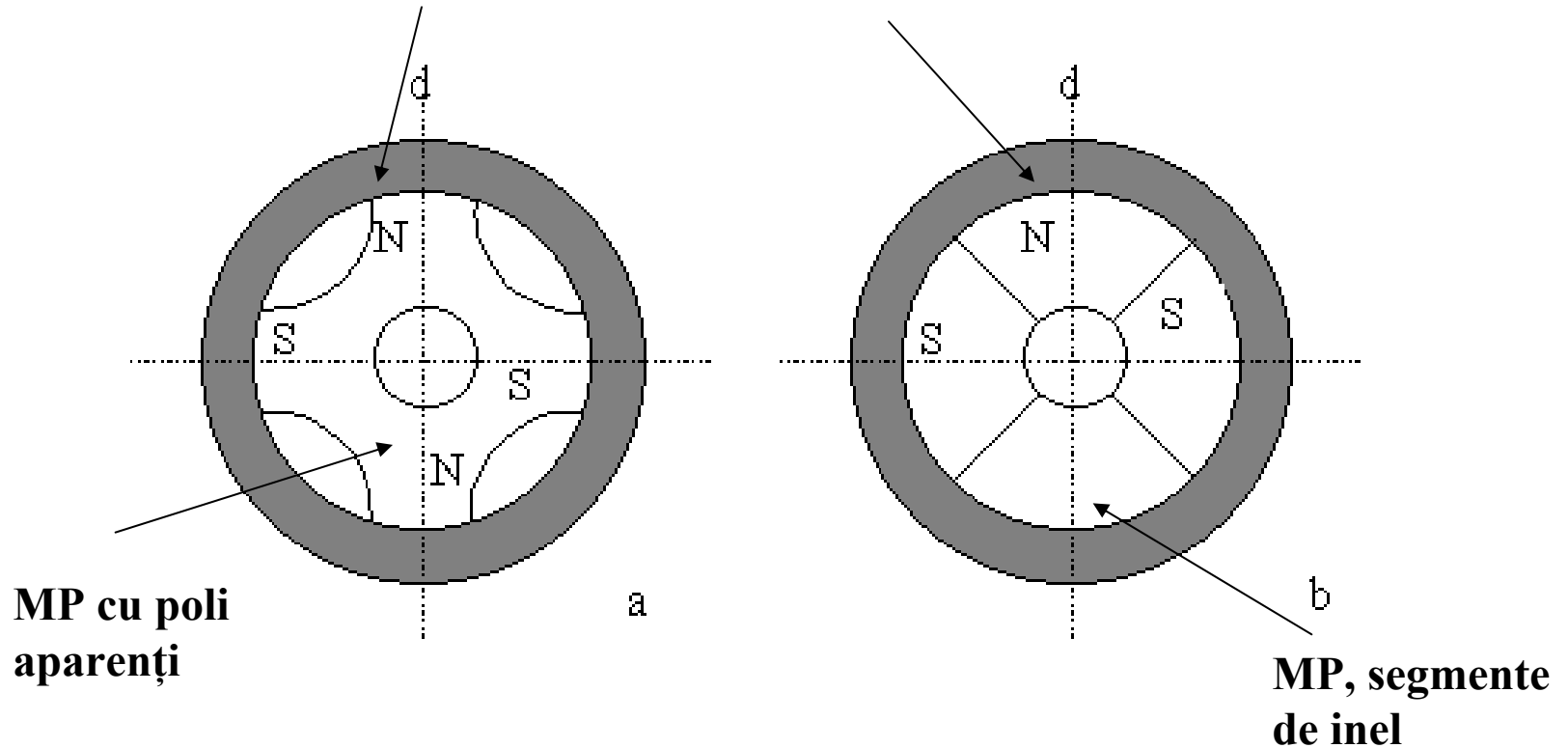
- pierderile prin histerezis sunt mari ,și
- curentul de magnetizare prin histerezis din înfășurarea statorică să fie relativ mic.

# Construcția și funcționarea motorul histerezis-reactiv



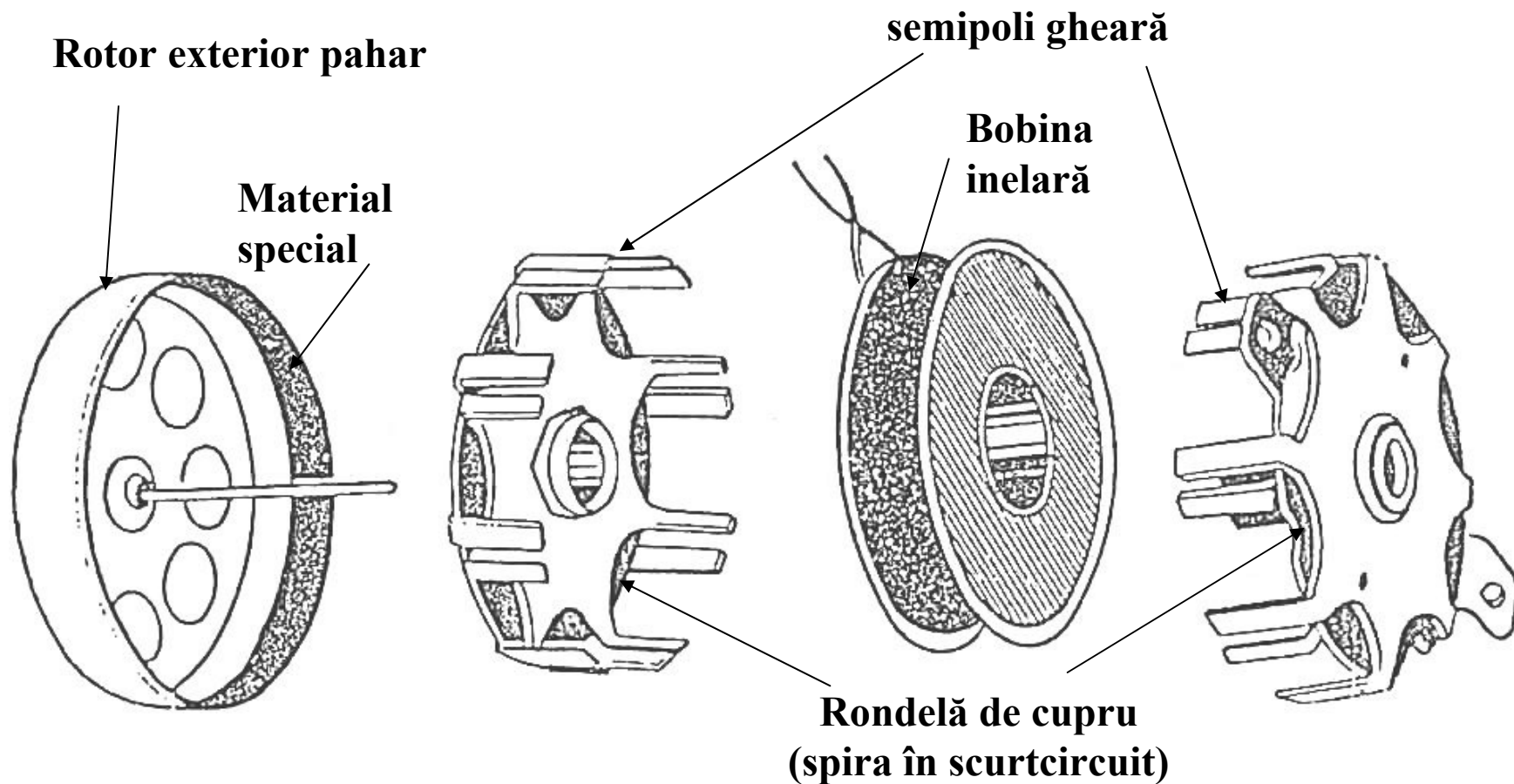
# Construcția și funcționarea

## Cilindru din material special



Construcția rotorului motorului cu histerezis și magneți permanenți

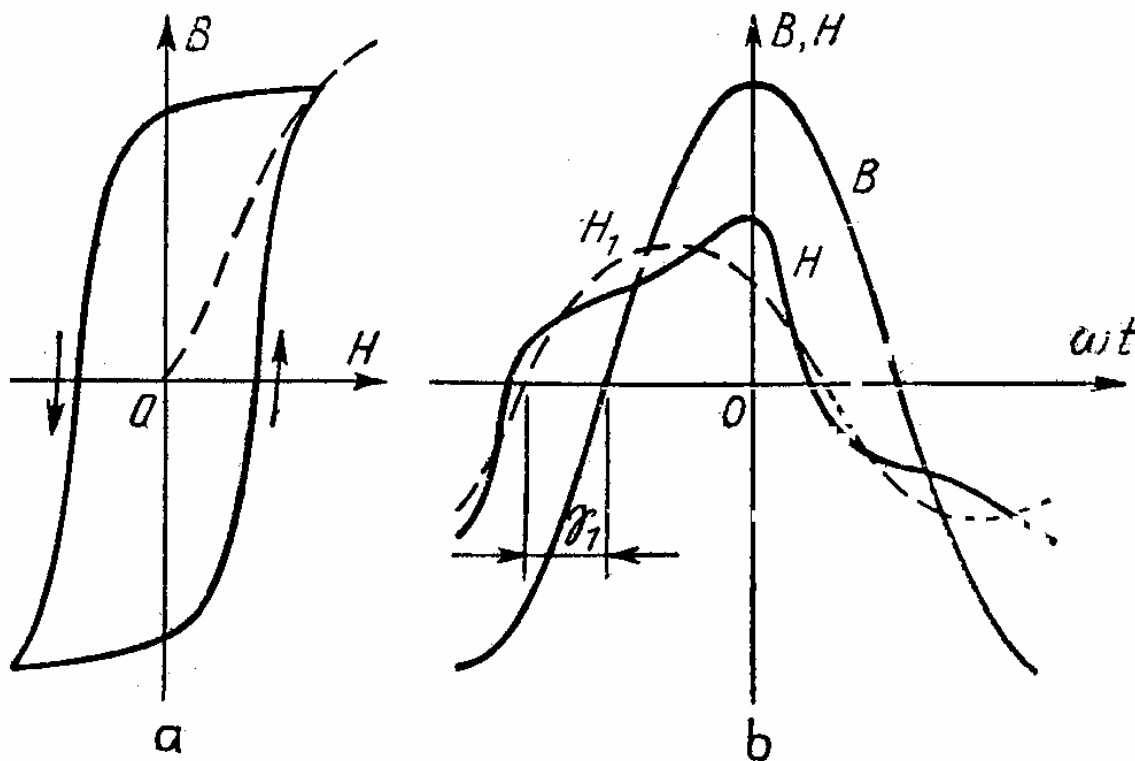
# Construcția și funcționarea



Construcția a motorului cu histerezis monofazat cu poli gheară și cu spirală în scurtcircuit.

## Construcția și funcționarea

Prezența fenomenului de histerezis face ca mărimile  $B(t)$  și  $H(t)$  să fie defazate în timp cu unghiul  $\gamma$ , iar fundamentalele celor două curbe cu unghiul  $\gamma_1$ . În practică  $\gamma = 40^\circ \div 60^\circ$

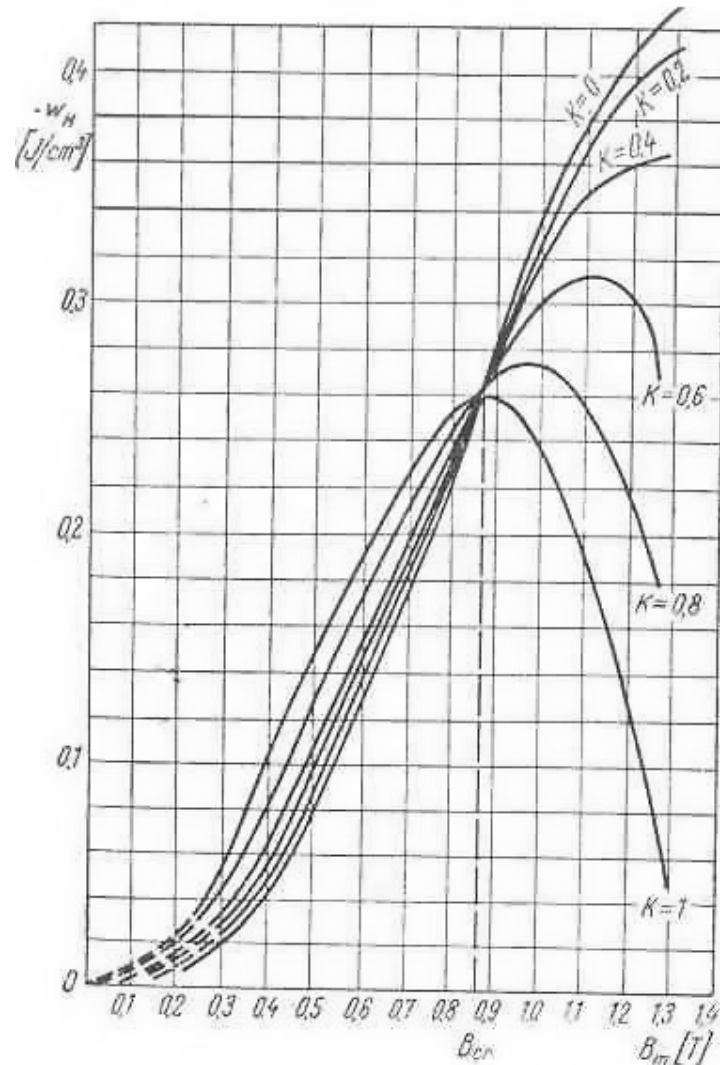


# Pierderi prin histerezis

La **magnetizarea alternativă** (pulsatorie),  $K = 0$  pierderile prin histerezis cresc odată cu inducția până la saturație, după care rămân aproximativ constante.

La **magnetizarea rotativă**,  $K = 1$  pierderile cresc cu inducția până ating o valoare maximă, după care aceste pierderi încep să scadă. Inducția magnetică la care pierderile ating valoarea maximă se numește inducție critică  $B_{cr}$ .

La **magnetizarea mixtă**,  $0 \neq K \neq 1$  pierderile cresc cu inducția, ca în figură.





## Construcția și funcționarea

În realitate, în zona activă a motorului cu histerezis poate avea loc atât magnetizarea pulsatorie, cât și o magnetizare rotativă.

Câmpul magnetic are două componente: **tangențială și radială**.

Componentele câmpului în zona activă sunt determinate :

- dimensiunile zonei active,
- de forma câmpului magnetic statoric.

Considerând un **câmp eliptic** cu **gradul de elipticitate K**, definit ca fiind raportul dintre axa mică și axa mare a elipsei, se produc ambele tipuri de magnetizări.

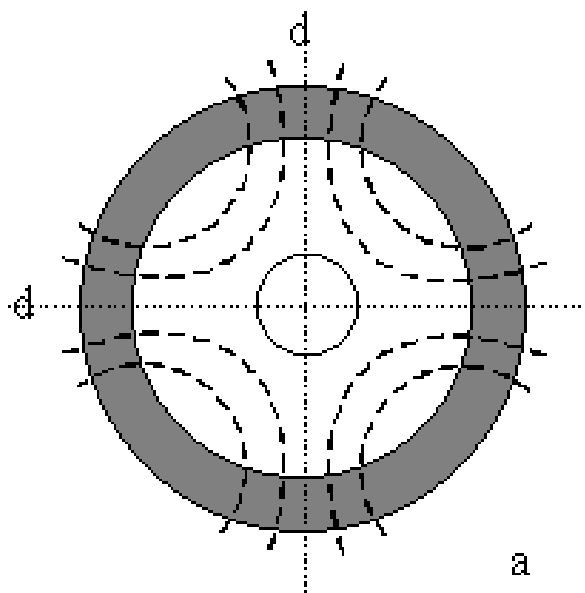
Pentru  $K = 1$  are loc magnetizarea rotativă.

Pentru a caracteriza materialul, utilizat din punctul de vedere al acestor cerințe, s-a introdus **coeficientul de convexitate  $K_c$** , definit de relația:

$$K_c = \frac{W_H}{4 B_m H_m} = 0,4 \div 0,7$$

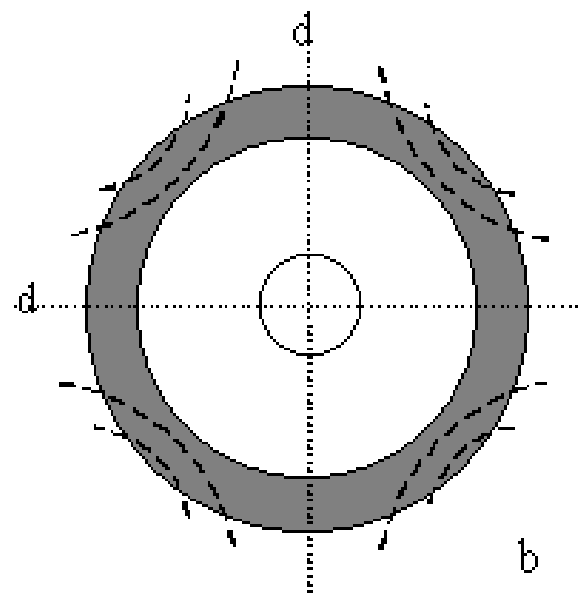
# Construcția și funcționarea

**Câmp radial**



Magnetizare alternativă

**Câmp tangențial**



Magnetizare prin rotație

Modele idealizate ale liniilor câmpului magnetic

## Cuplul motorului cu histerezis

Determinarea relațiilor de bază pentru calculul cuplului motorului cu histerezis presupune analiza distribuției spațiale a câmpului magnetic în zona activă în funcție de caracteristicile materialului utilizat și de dimensiunile geometrice ale mașinii. Pentru determinări analitice se fac o serie de ipoteze simplificatoare:

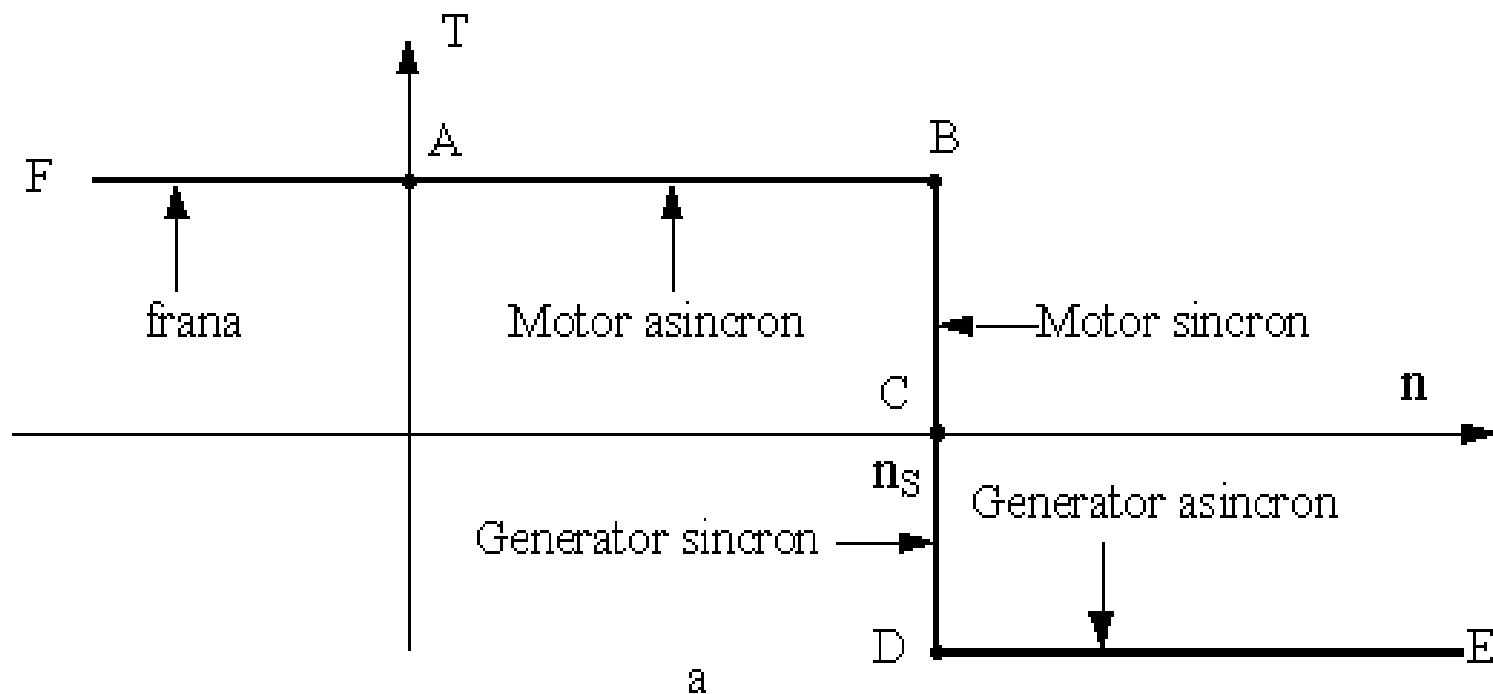
- se presupune că în timp și spațiu inducția și câmpul magnetic variază sinusoidal;
- se aproximează ciclul de histerezis cu o elipsă.

$$T = \frac{p}{2\pi} (\pi \cdot D \cdot l \cdot \Delta) \cdot (\pi \cdot B_m \cdot H_m \cdot \sin\gamma)$$

$$T = \frac{p}{2\pi} V \cdot S_H = \frac{p}{\omega_s} V \cdot p_H$$

Cuplul de histerezis nu depinde de viteza de rotație, ci de materialul activ al rotorului, este constant și pozitiv în regim de motor și frână și negativ în regim de generator

# Cuplul motorului cu histerezis



Variația cuplului de histerezis cu turația

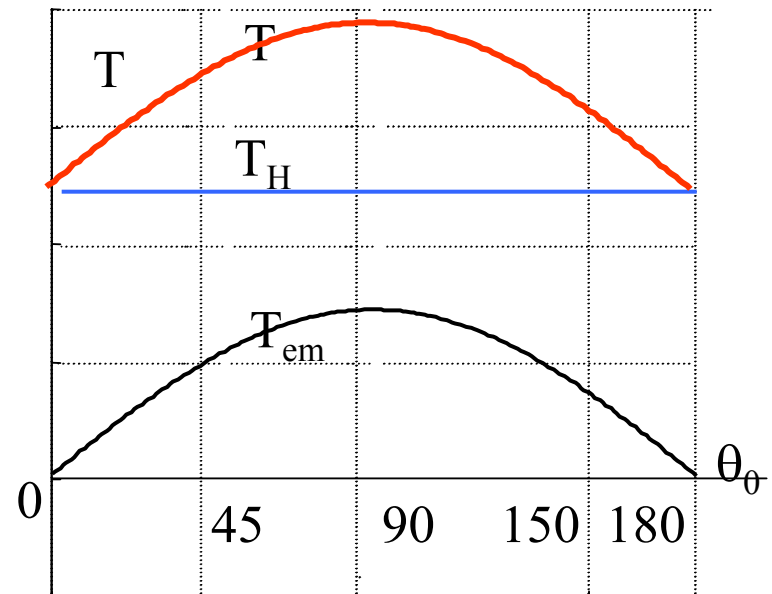
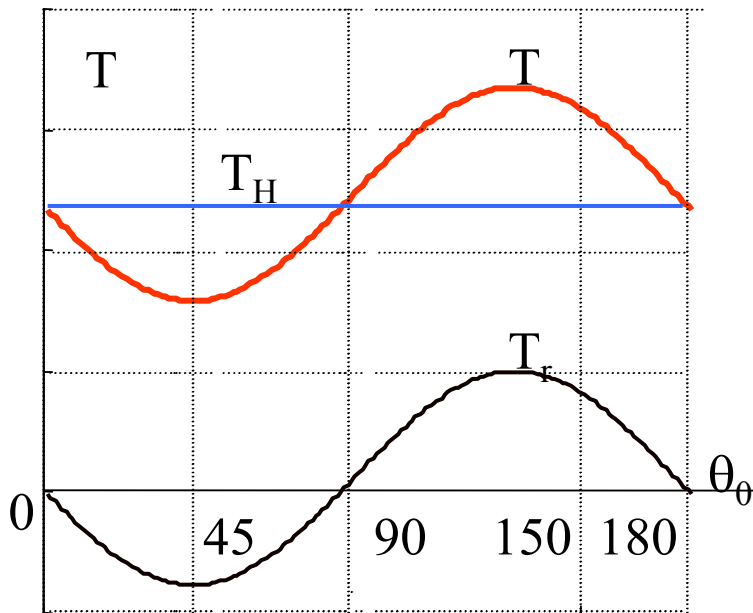
# Cuplul motorului cu histerezis

În **regim sincron** cuplul mașinii sincrone cu histerezis se compune din:

- cuplul de **histerezis**, la care se adaugă
- cuplul **electromagnetic de tip sincron**, datorită construcției rotorului.

Cuplul electromagnetic de tip sincron există la:

- construcția rotorului cu nesimetrie,
  - **cuplu de reluctanță**,
- construcția rotorului cu magneți permanenți,
  - **cuplu sincron**.

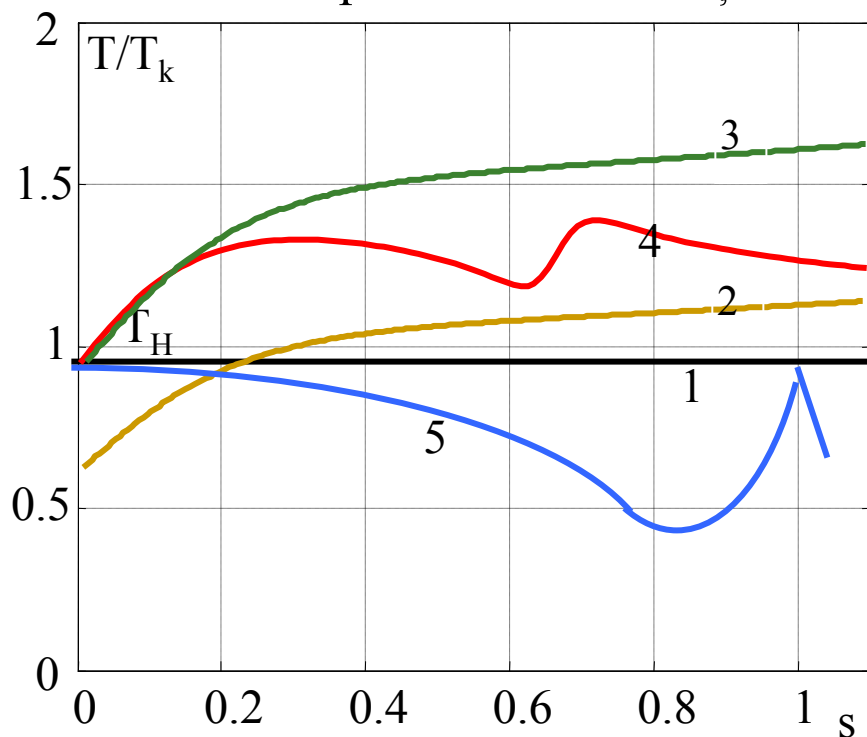


# Cuplul motorului cu histerezis

În **regim asincron** cuplul mașinii sincrone cu histerezis se compune din:

- cuplul de **histerezis**, la care se adaugă
- cuplul de **pierderi de tip asincron**, datorită curenților turbionari rotorici.

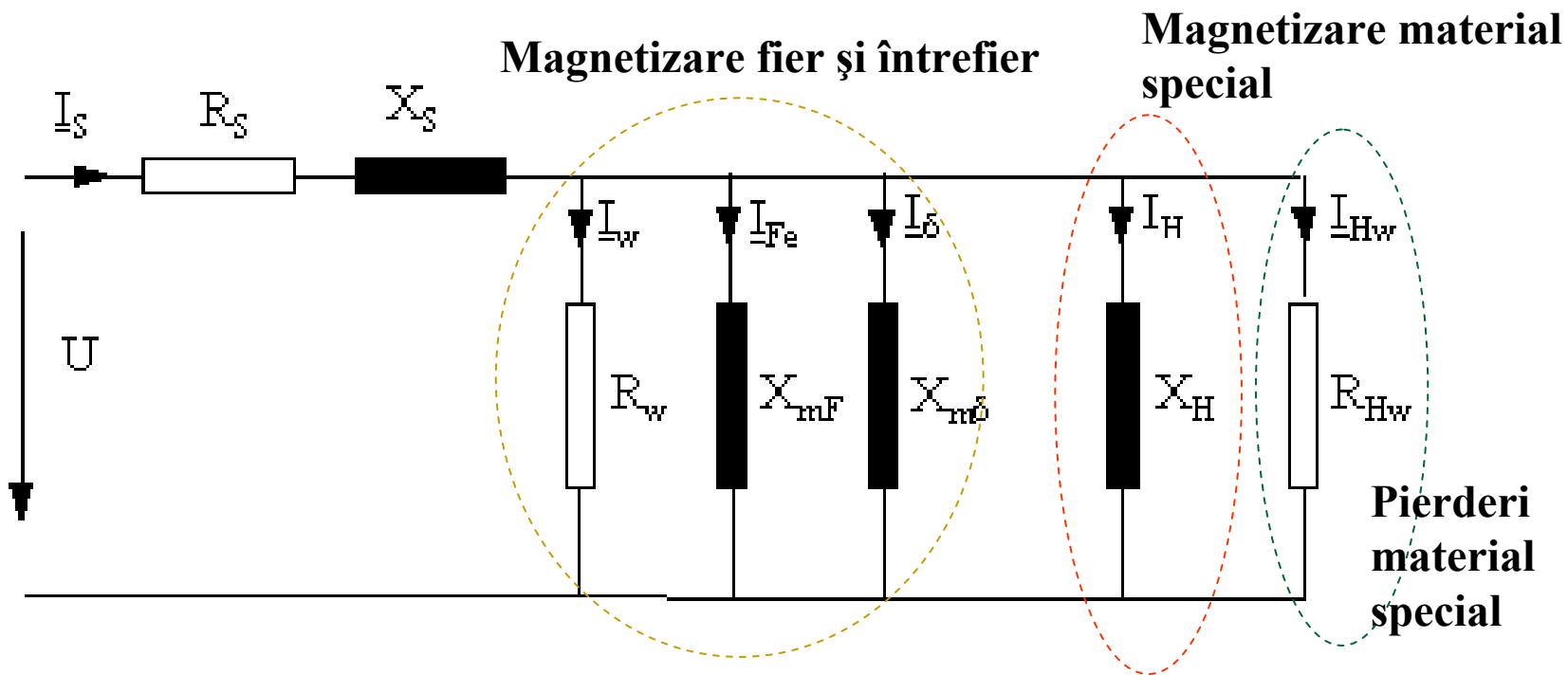
Cuplul de pierderi este un cuplu asincron a cărui formă de variație în funcție de alunecare depinde de construcția statorului și rotorului mașinii.



- 1 - motorul cu rotor masiv în întregime din material activ,
- 2 - motorul cu rotor lamelat,
- 3 - motorul trifazat cu un inel subțire masiv.
- 4 - motorul monofazat cu spiră în scurtcircuit,
- 5 – rotor cu magnet permanent

Caracteristicile mecanice ale motoarelor cu histerezis în regim asincron.

# Caracteristicile motorului cu histerezis



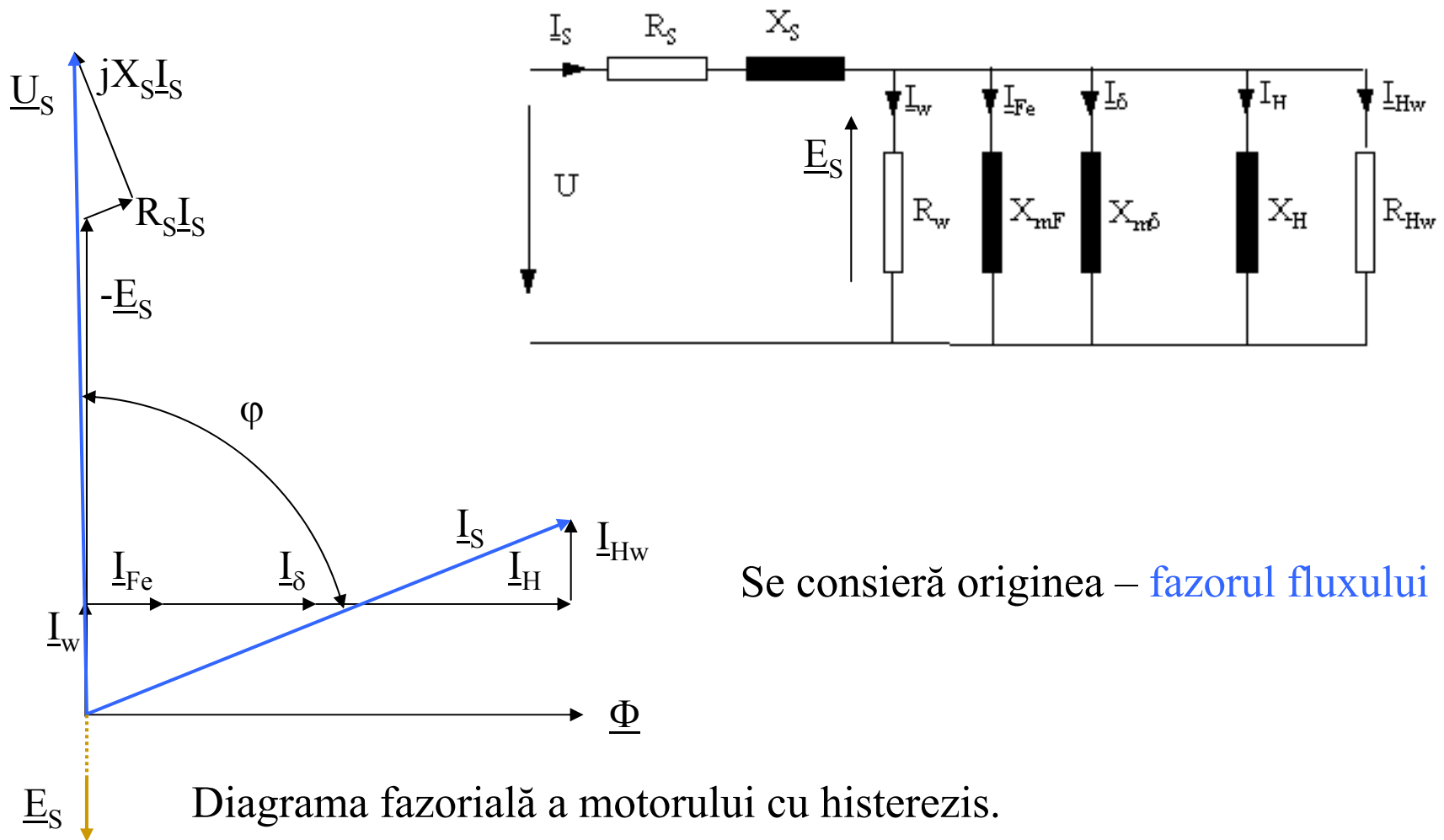
Schema echivalentă a motorului cu histerezis cu simetrie circulara

Rezistența  $R_H$  variază, scade aproximativ hiperbolic cu sarcina, este mult mai mare decât  $X_H$ ,

Reactanța  $X_H$ , nu depinde de sarcină, ci numai de magnetizare, adică tensiunea de alimentare,

Curentul de sarcină variază puțin de la gol la sarcină și în regim sincron.

# Caracteristicile motorului cu histerezis







# Caracteristicile motorului cu histerezis

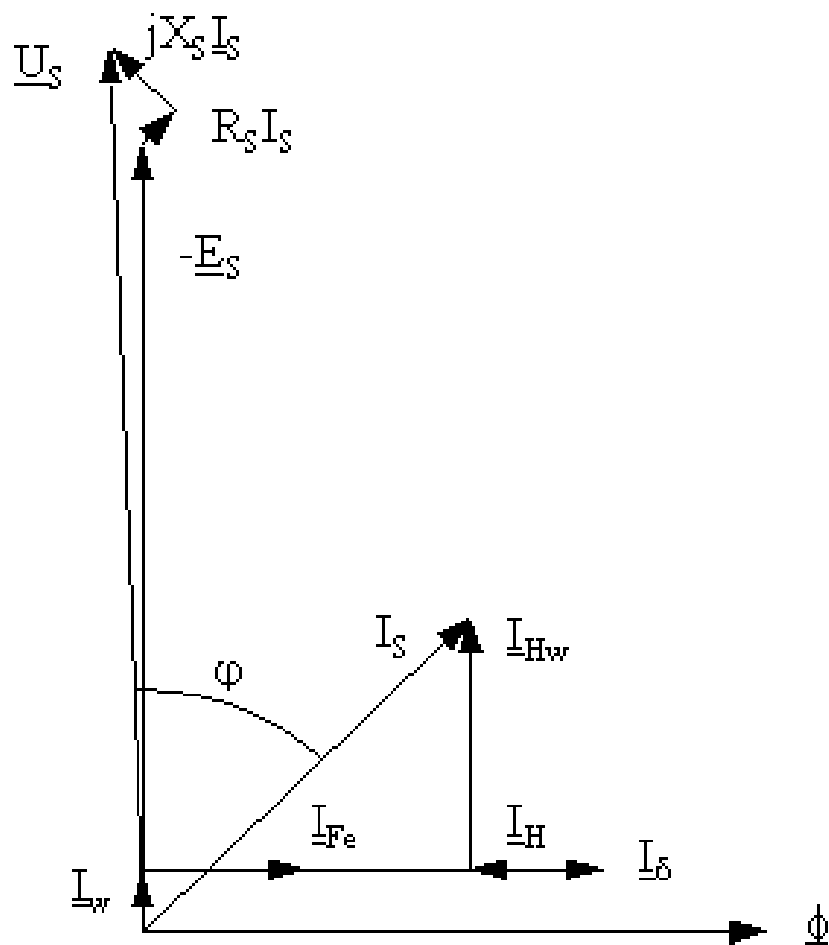


Diagrama fazorială a motorului cu histerezis magnetizat

---

## Bibliografie

**Armensky E.V., Falk G.B.**, "*Fractional horsepower electrical machines*", MIR Publisher, Moscova, 1978.

**Bart S.F. et al.**, "Measurements of electric micromotor dynamics", *Proc. of ASME Winter Annl. Meeting*, Dallas, vol. 19 (1990), pp. 19-29.

**Biro K.A., Viorel I.A., Syabo L., Henneberger G.** "Maşini electrice speciale", *Editura MEDIAMIRA*, Cluj-Napoca, 2005.

**Galan N.**, "*Motorul electric cu histerezis*", Ed. Tehnică, Bucureşti, seria Maşini şi aparate electrice, 1974.

**Moczala H. et al.**, "*Elektrische Kleinmotoren. Wirkungsweise, Bauformen, Eigenschaften- Hinweise für den Einsatz*", Expert Verlag, 1993.

**Simion A.**, "*Maşini electrice speciale pentru automatizări*", Ed. Universitas, Chişinău, 1993.

**Yeadon P.W.H., Yeadon A.W.**, "*Handbook of small electric motors*", McGraw-Hill, New York, 2001.

---