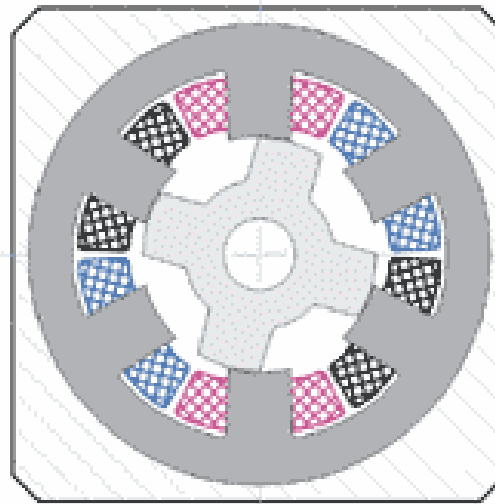
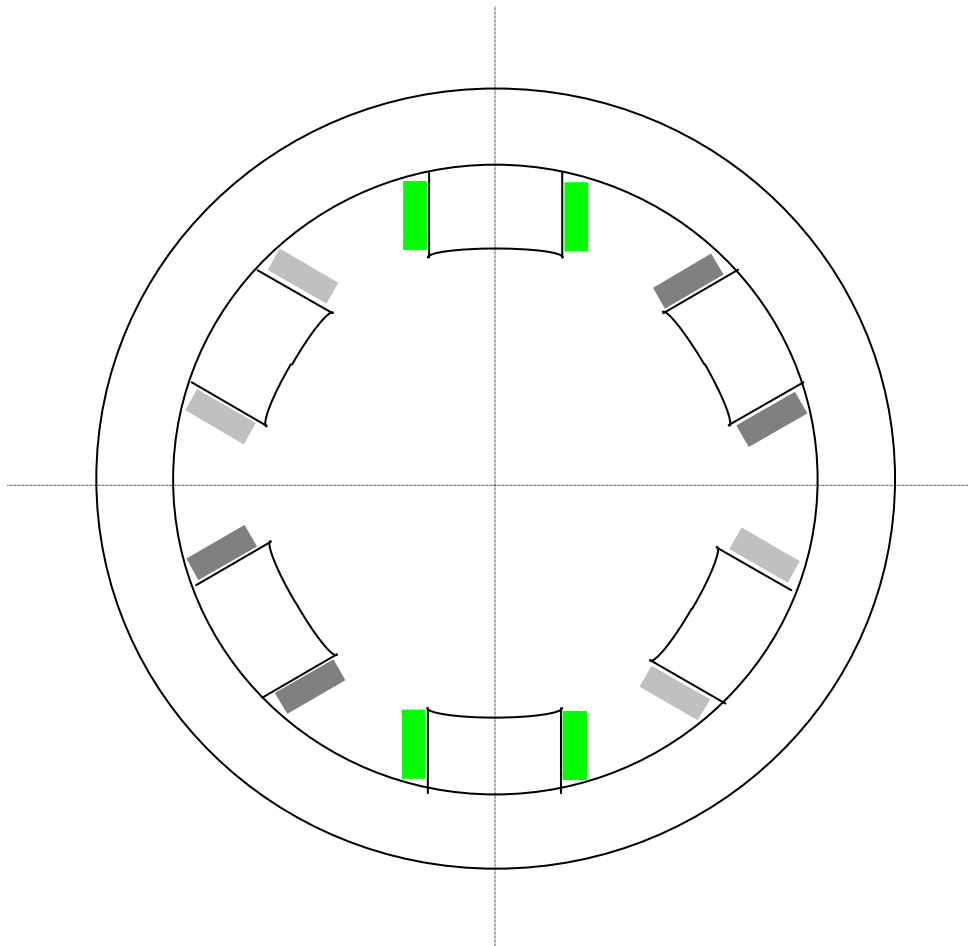


BLOCUL DE ACTIONARE

MASINI CU RELUCTANTA VARIABILĂ



STATOR: este prevazut cu poli aparenti pe care este instalat bobinajul



**Alimentarea satorica este
secventiala (periodica)**



Fluxul in intrefier este alternativ



**Circuitul magnetic este realizat din
tole**

ROTOR: este prevazut cu poli aparenti, fara infasurari

Circuitul magnetic rotoric:

Masiv

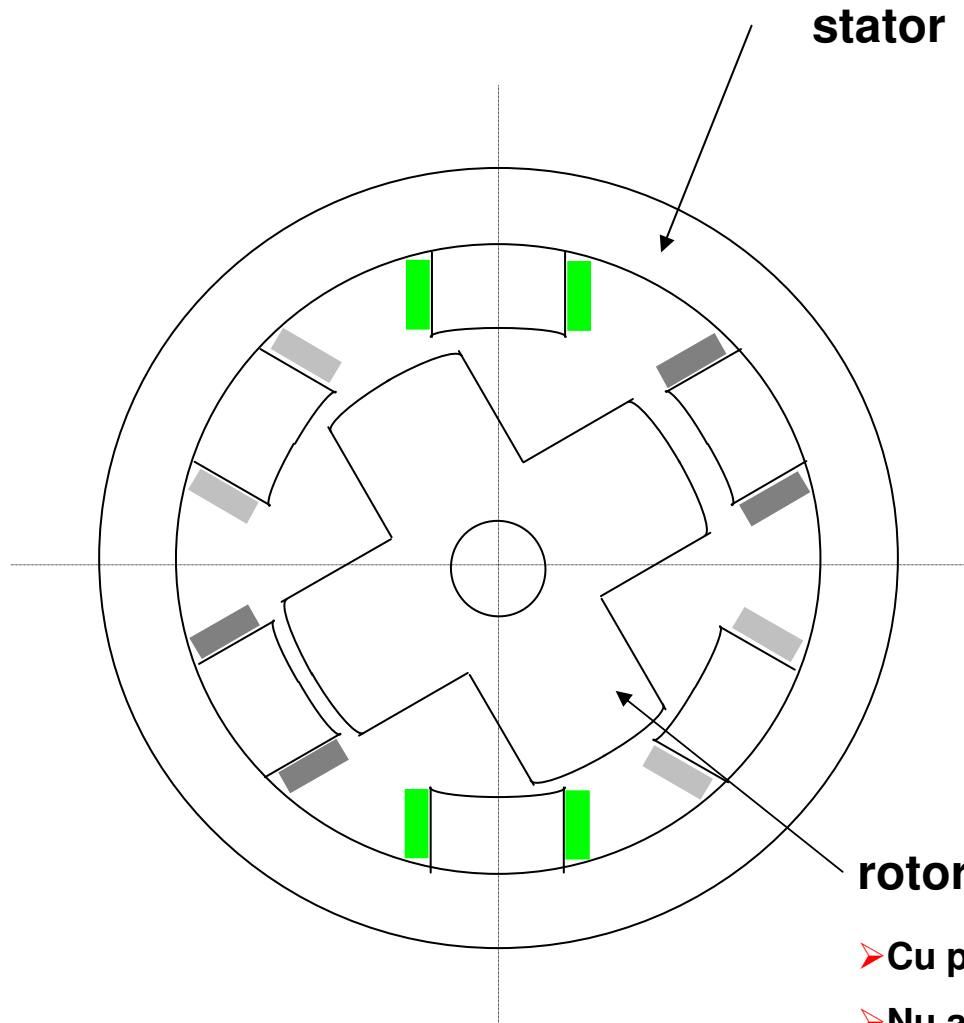


Fluxul asociat este practic fix (miscarea rotorului prezinta un caracter sincron in raport cu fluxul magnetic statoric)

Din tole



Se utilizeaza pentru reducerea pierderilor datorate armonicilor superioare ale campului magnetic

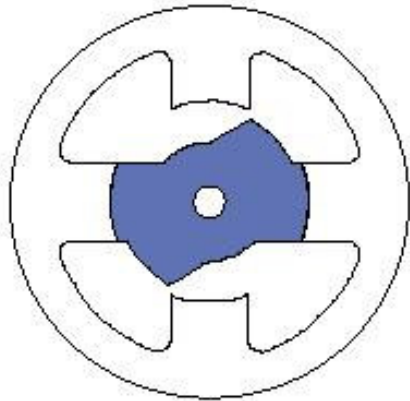


- Cu poli aparenti
- Infasurarile sunt instalate pe poli
- Fiecare faza este constituita din conectarea in serie sau paralel a infasurarilor situate pe poli opusi
- Alimentarea se face in c.c. secvential, in functie de pozitia rotorica.

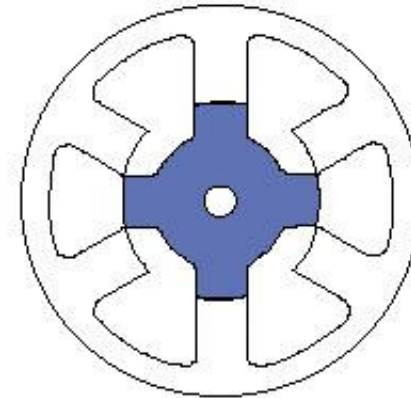
rotor

- Cu poli aparenti
- Nu are infasurari

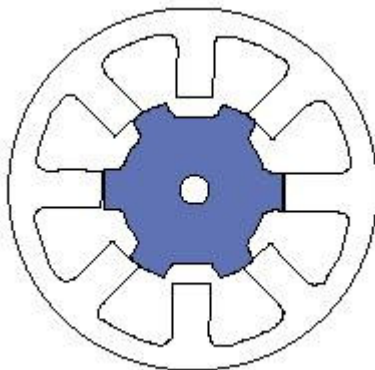
VARIANTE CONSTRUCTIVE



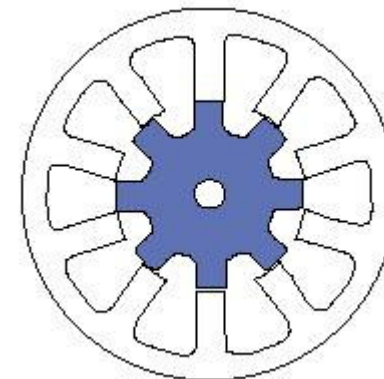
Cu 2 faze



Cu 3 faze



Cu 3 faze



Cu 5 faze



Ecuatia unei faze k

$$u_k = i_k R_k + \frac{d\psi_k}{dt}$$

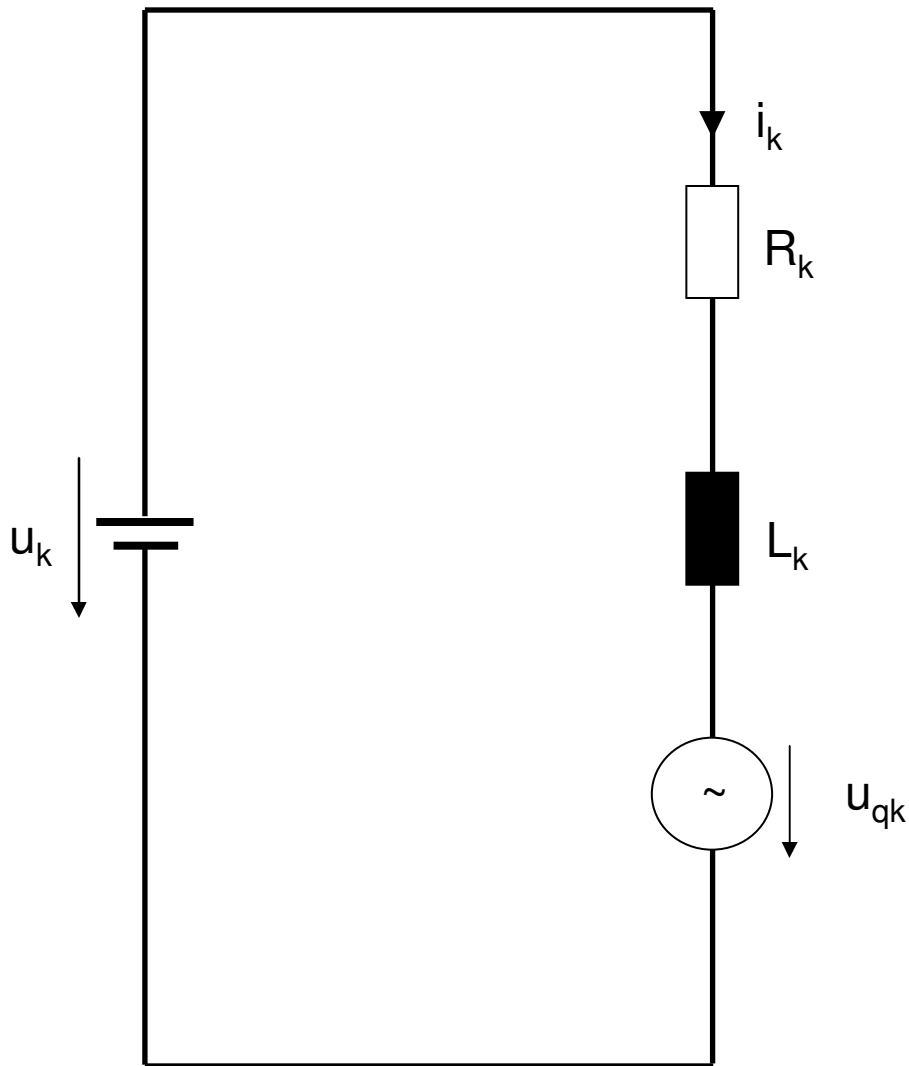


Fluxul ce inlantuie faza k este o functie de curent si pozitie rotorica

$$\psi_k = \psi_k(i_k, \theta)$$



$$\frac{d\psi_k}{dt} = \frac{\partial \psi_k}{\partial i_k} \frac{di_k}{dt} + \frac{\partial \psi_k}{\partial \theta} \frac{d\theta}{dt}$$

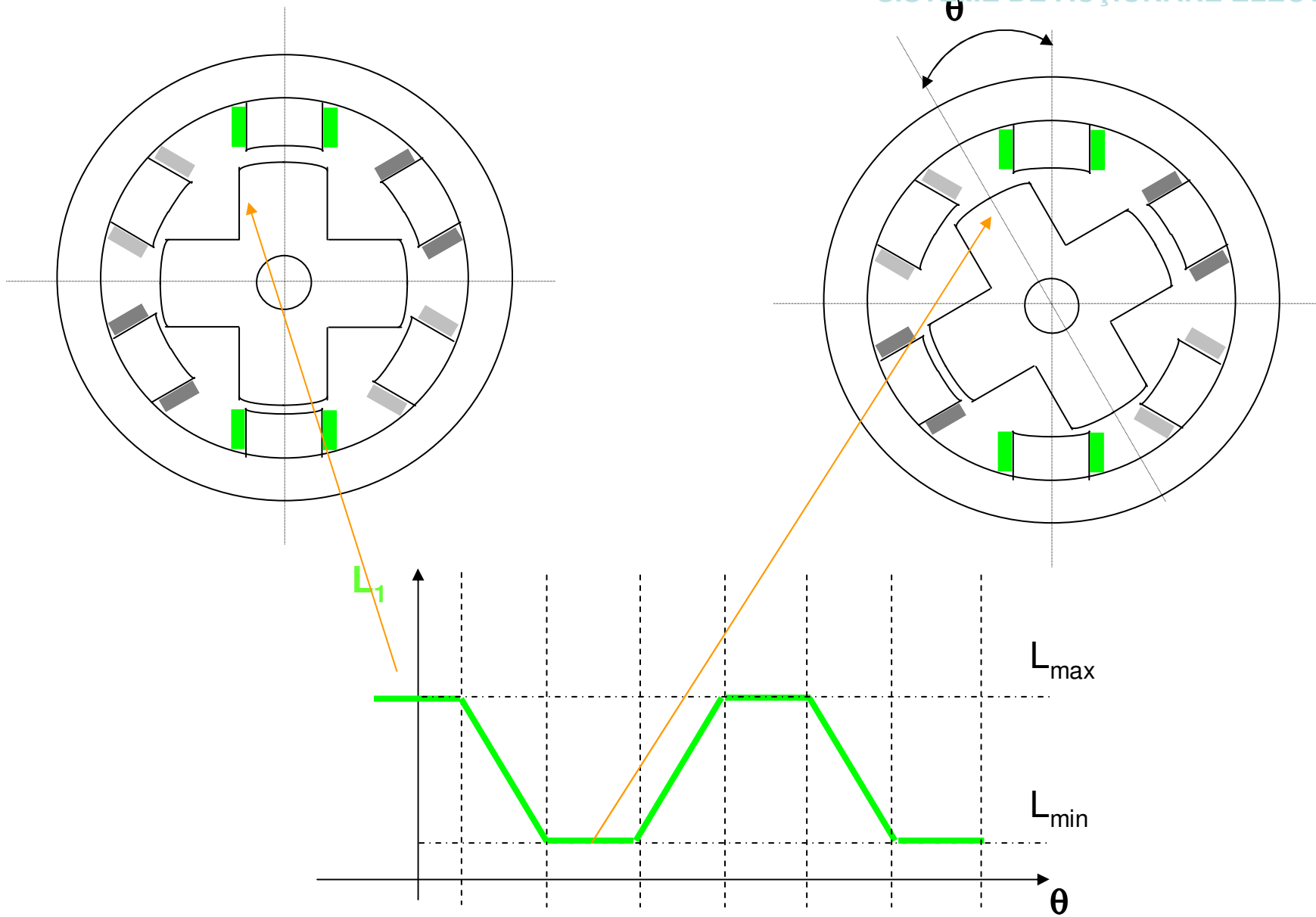


$$u_k = i_k R + L_k \frac{di_k}{dt} + u_{qk} \omega$$

$$L_k = \frac{\partial \psi_k}{\partial i_k}$$

$$u_{qk} = \frac{\partial \psi_k}{\partial \theta}$$

$$\omega = \frac{d\theta}{dt}$$



CUPLUL ELECTROMAGNETIC AL MRV

$$u_k = i_k R_k + \frac{d\psi_k}{dt}$$

Multiplicand ecuatia cu i_k

Puterea electrica consumata



$$u_k i_k = R_k i_k^2 + \frac{d\psi_k}{dt} i_k$$

Pierderi Joule

Suma intre puterea mecanica si cea stocata in campul magnetic

$$\frac{d\psi_k}{dt} i_k = \frac{dW_{mec}}{dt} + \frac{dW_{mag}}{dt}$$

$$\frac{dW_{mec}}{dt} = M\omega$$



$$\frac{d\psi_k}{dt} i_k = M\omega + \frac{dW_{mag}}{dt}$$

$$i_k \frac{\partial \psi_k}{\partial \theta} \frac{d\theta}{dt} = M \frac{d\theta}{dt} + \frac{\partial W_{mag}}{\partial \theta} \frac{d\theta}{dt}$$



$$M = i_k \frac{\partial \psi_k}{\partial \theta} - \frac{\partial W_{mag}}{\partial \theta}$$



Pentru flux constant

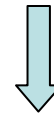
$$M = - \frac{\partial W_{mag}}{\partial \theta}$$

Energia magnetica:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\psi_k}{dt} i_k &= M \omega + \frac{dW_{mag}}{dt} \\ \omega &= \frac{d\theta}{dt} = 0 \end{aligned} \right\}$$

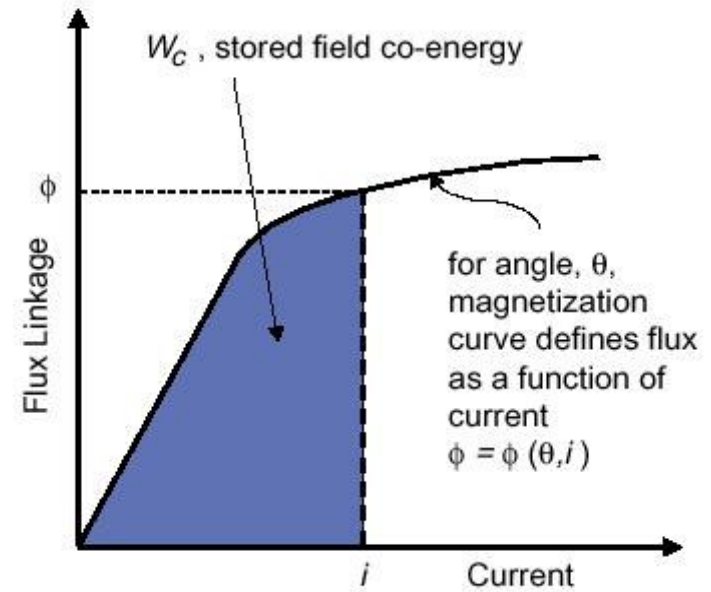
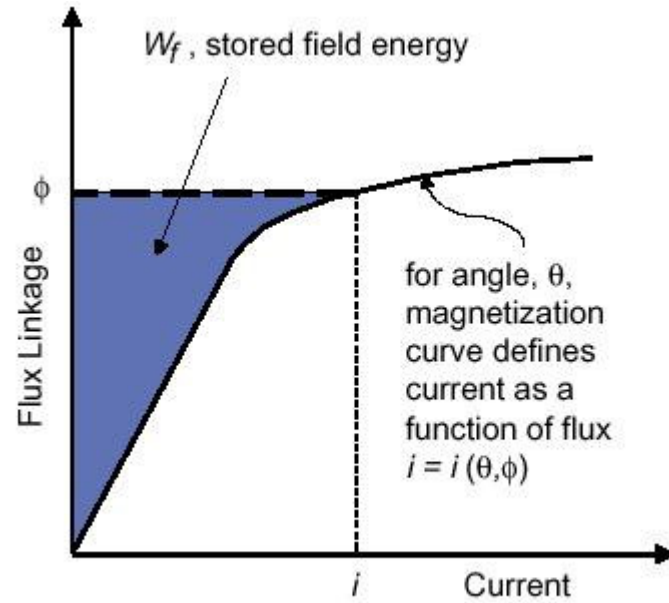


$$W_{mag} = \int_0^{\psi} i_k(\psi, \theta) d\psi$$



Prin simetrie se poate defini coenergia magnetica

$$W_{cmag} = \int_0^i \psi_k(i, \theta) di$$



$$W_{mag} + W_{cmag} = i\psi \quad \Rightarrow$$

$$dW_{mag} + dW_{cmag} = id\psi + \psi di$$

$$dW_{mag} = id\psi + \psi di - dW_{cmag}$$

$$\left. \begin{aligned} dW_{mag} &= id\psi + \psi di - dW_{cmag} \\ M &= \frac{id\psi - dW_{mag}}{d\theta} \end{aligned} \right\} \longrightarrow M = \frac{dW_{cmag} - \psi di}{d\theta}$$

Diferentiala coenergiei este data de:

$$dW_{cmag}(i, \theta) = \frac{\partial W_{cmag}}{\partial i} \frac{di}{dt} + \frac{\partial W_{cmag}}{\partial \theta} \frac{d\theta}{dt}$$

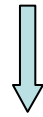
Pentru curent
constant

$$dW_{cmag}(i, \theta) = \frac{\partial W_{cmag}}{\partial \theta} \frac{d\theta}{dt}$$

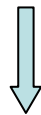
$$M = \frac{\partial W_{cmag}}{\partial \theta}$$

Neglijand saturatia

$$\psi = L(\theta)i$$



$$W_{cmag} = \frac{1}{2} L(\theta)i^2$$



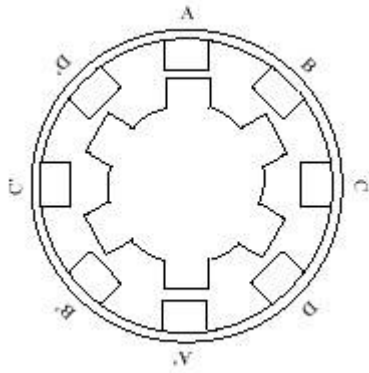
$$M = \frac{1}{2} \frac{dL(\theta)}{d\theta} i^2$$

Cuplul electromagnetic al unei
MRV

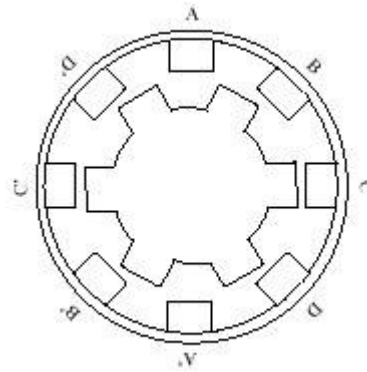
FUNCTIONAREA UNUI MRV

Pozitii rotorice semnificative

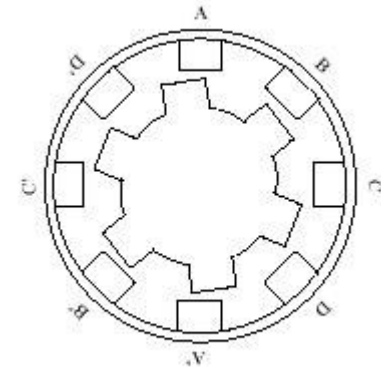
- Pentru faza A -



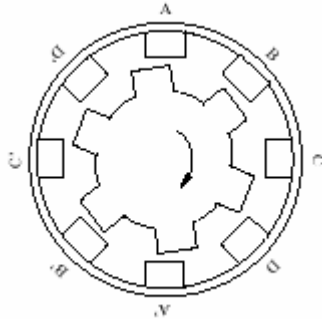
Pozitie aliniata



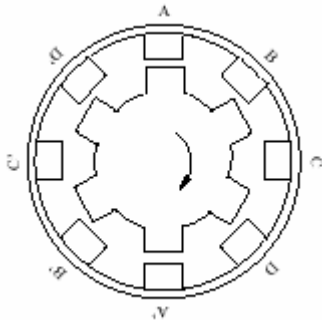
Pozitie nealiniata



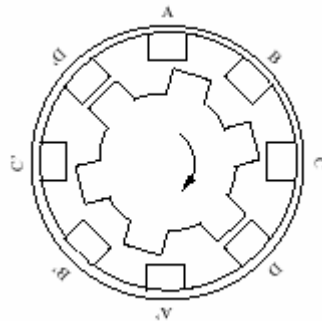
Pozitie intermediara



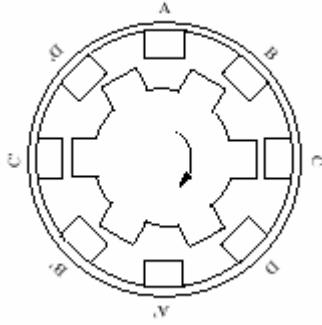
Faza A este alimentata. Rotorul se va deplasa in sens orar pana la prima pozitie aliniata.



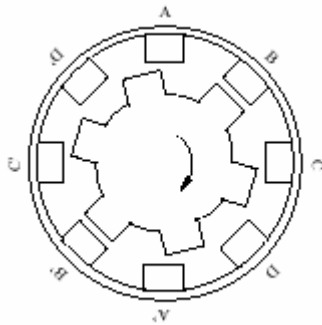
Se decupleaza faza A. pentru continuarea miscarii faza D trebuie alimentata, asigurandu-se deplasarea pana la urmatoarea pozitie aliniata.



Se decupleaza faza D. pentru continuarea miscarii faza C trebuie alimentata, asigurandu-se deplasarea pana la urmatoarea pozitie aliniata.

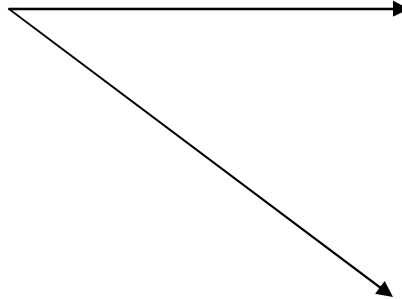


Se decupleaza faza C. pentru continuarea miscarii faza B trebuie alimentata, asigurandu-se deplasarea pana la urmatoarea pozitie aliniata.



Suntem in pozitia initiala si pentru continuarea miscarii trebuie reluat ciclul.

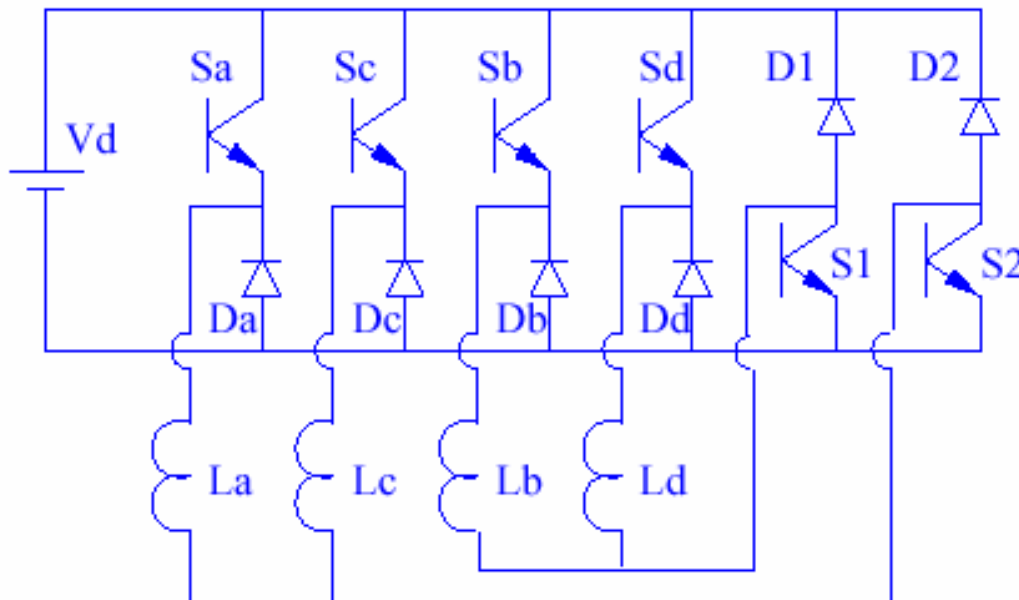
ALIMENTAREA UNUI MRV



**Utilizand un convertor
de putere cu structura
semi dependenta**

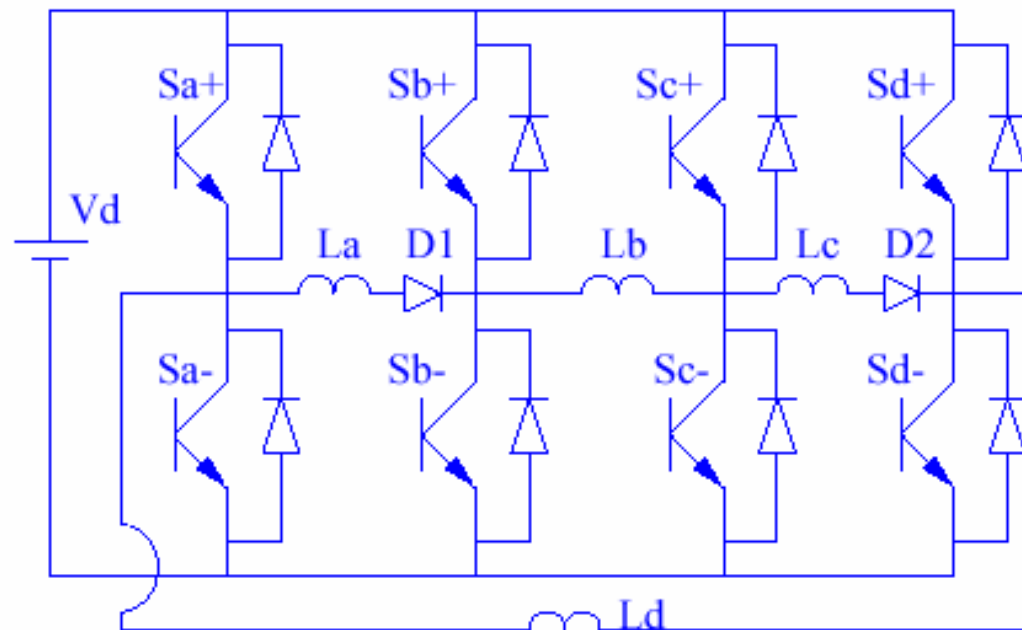
**Utilizand un convertor
de putere cu structura
dependenta**

Convertor cu structura semi dependenta



- 😊 Fazele A si C utilizeaza amandoua comutatorul static S_2 .
- 😊 Controlul curentului sau tensiunii pentru cele doua faze (A si C) este independent, deoarece convertorul este unipolar si diferenta spatiala intre cele doua faze este de 180° .

Convertor cu structura dependenta



- 😊 Fazele A si B utilizeaza comutatoarele statice S_{b+} si S_{b-} .
- 😊 Unghiul de conductie trebuie sa fie cel puțin de 15° pentru a evita scurt circuitul puntii.

Detectia partii mobile



Directa – utilizand
traductori de pozitie

Indirecta – fara senzori
(sensorless)

Aplicatii ale MRV

roboti

Masini unelte

Actionari cu pozitionare si viteza reglabila

Scule portabile

MASINI PAS CU PAS



Asigura o conversie de semnal si energie.



Asigura o miscare incrementală.



Fiecare impuls de alimentare corespunde unui avans elementar (de rotatie sau de translatie) numit *pas*.

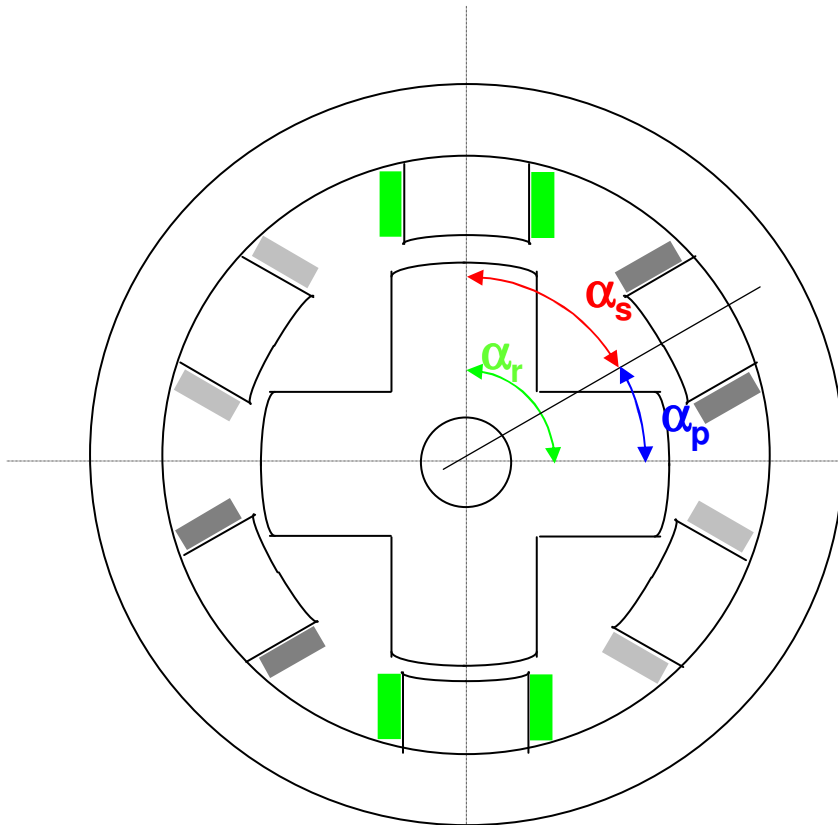


Sucesiunea impulsurilor la o frecventa determinata permite impunerea unei viteze constante de deplasare.



Alimentarea se realizeaza prin impulsuri.

MOTOR PAS CU PAS RELUCTANT CU CIRCUIT MAGNETIC SIMPLU



α_s : pasul dentar statoric

α_r : pasul dentar rotoric

α_p : pasul unghiular geometric elementar, sau avansul incremental elementar

N_p : numarul de pasi pe rotatie

$$N_p = \frac{2\pi}{\alpha_p}$$

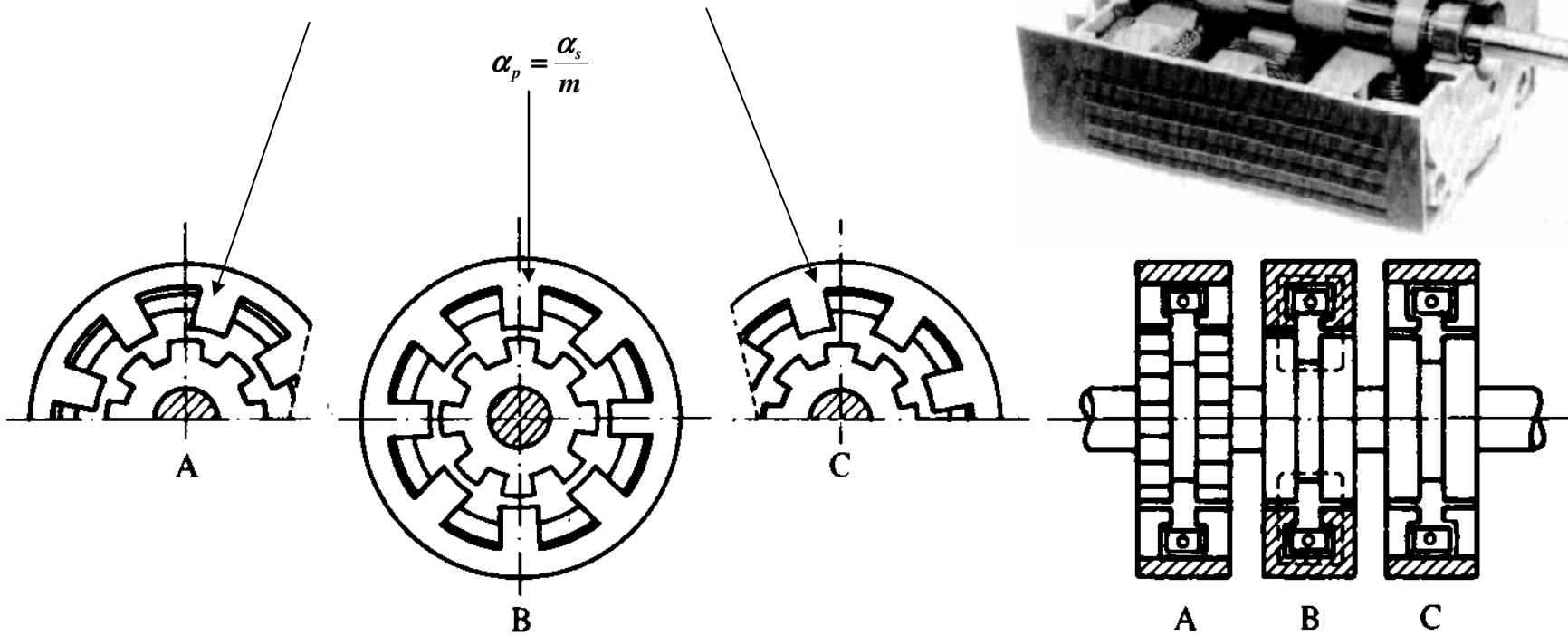
α_R : unghiul de rotatie corespunzator unui ciclu de m impulsuri de comanda

$$\alpha_R = m \alpha_s$$

MOTOR PAS CU PAS RELUCTANT MULTICIRCUIT

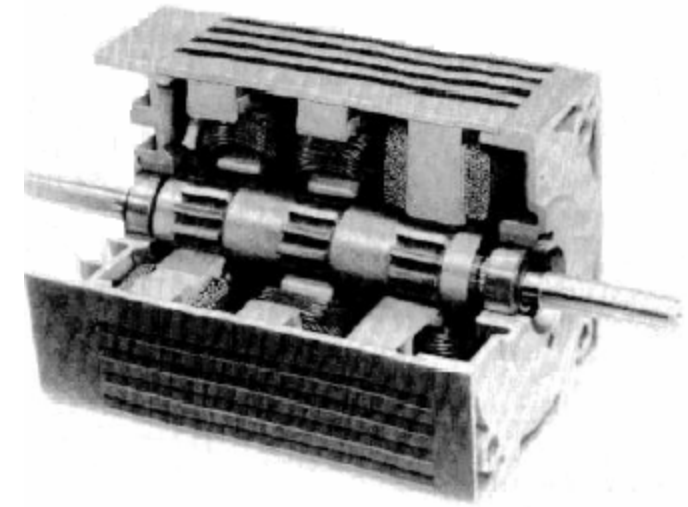
Circuitele statorice sunt decalate cu unghiul geometric :

$$\alpha_p = \frac{\alpha_s}{m}$$



Sectiune transversala

Sectiune axiala





Circuitele magnetice statorice corespunzatoare fazelor statorice sunt independente.



Circuitele magnetice rotorice pot fi comune sau independente.



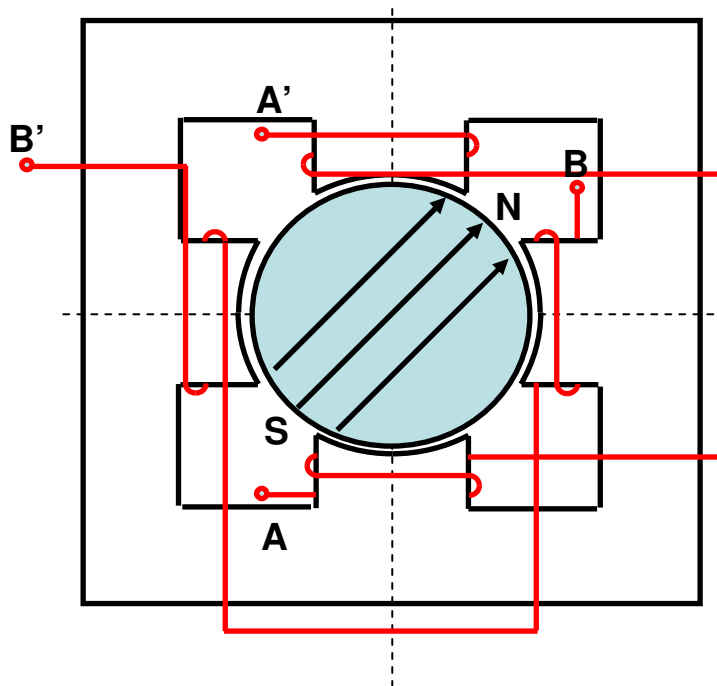
De cele mai multe ori, numarul dintilor statorici este egal cu cel al dintilor rotorici.



Se elimina inductantele mutuale intre fazele statorice.

MOTOR PAS CU PAS CU MAGNET PERMANENT

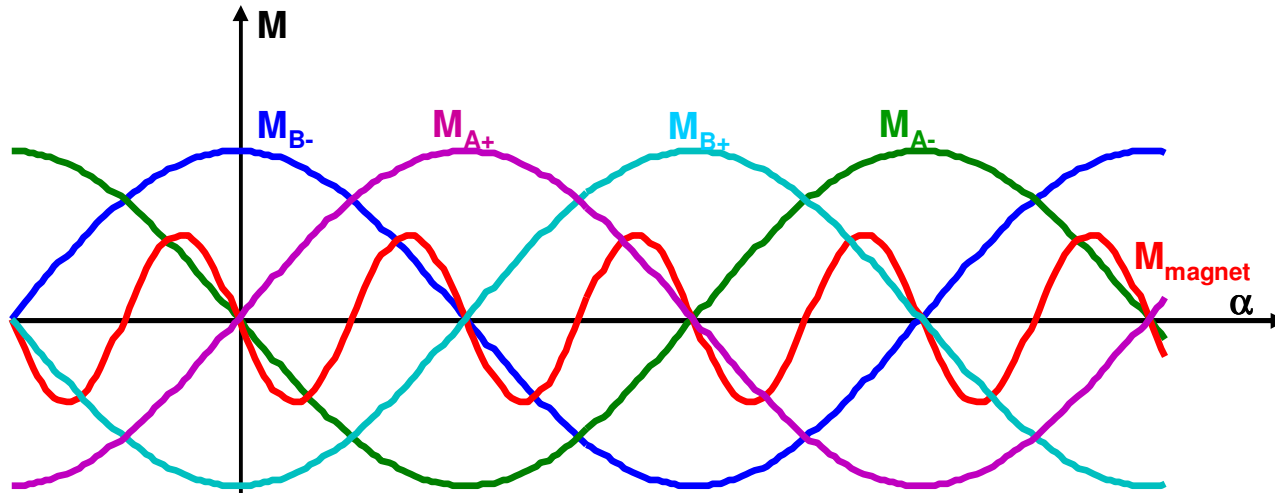
- Exista un cuplu de pozitionare in absenta alimentarii.
- Inductanta proprie a bobinelor statorice este foarte mica; constanta de timp este inferioara celei corespunzatoare celorlalte variante constructive. Se preteaza deci la functionarea la frecventa ridicata.
- Sunt caracterizate in general de randament ridicat.



Motor pas cu pas bifazat cu 4 pasi pe rotatie

- Sensul de rotatie e definit de secventa de alimentare.
- Pentru rotatie in sens orar: A+ B+ A- B-
- Pentru rotatie in sens antiorar: A+ B- A- B+

Cuplul electromagnetic: interacțiunea dintre câmpul creat de un curent electric și cel creat de un magnet permanent.



Permeanta circuitului magnetic vazut de magnetul permanent

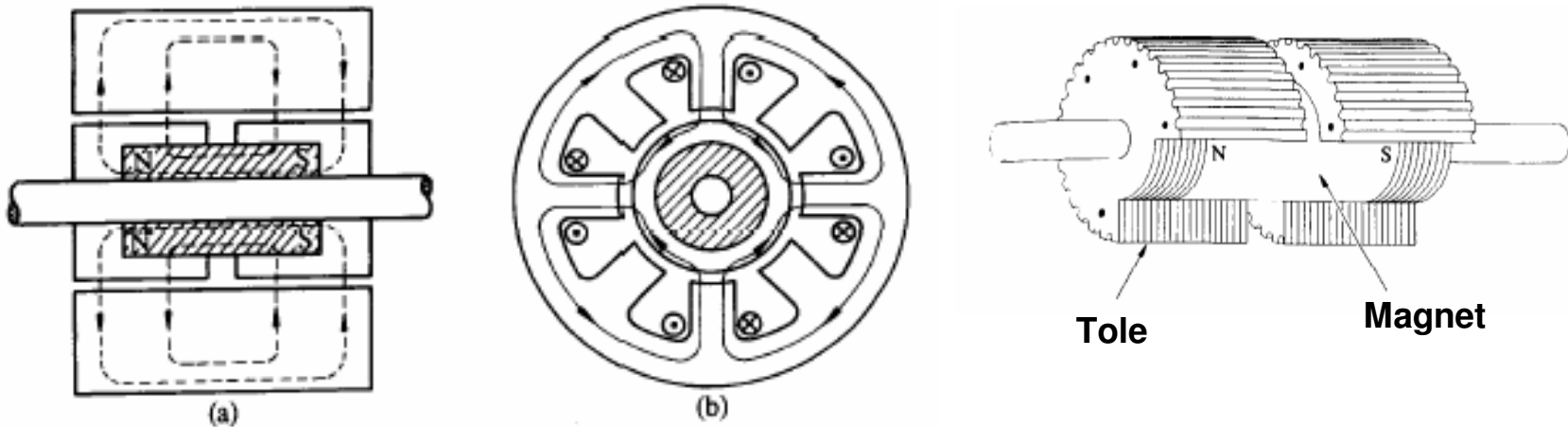
Permeanta circuitului magnetic comun magnetului permanent și fluxului determinat de bobinaj

$$M = \frac{1}{2} \frac{d\Lambda_a}{d\theta} \textcircled{H}_a^2 + \frac{d\Lambda_{ab}}{d\theta} \textcircled{H}_a \textcircled{H}_b$$

t.m.m a bobinajului

t.m.m. a magnetului permanent

MOTOR PAS CU PAS HIBRID



- Statorul este prevazut cu poli aparenti pe care sunt instalate bobinele statorice formand doua faze fiecare cu 4 bobine alimentate in serie.
- Rotorul este format din doua circuite feromagnetice danturate decalate cu o jumatate de pas dentar una fata de alta si prezinta un magnet permanent magnetizat axial
- Pasul dentar statoric este egal cu cel rotoric .

Cuplul electromagnetic: interacțiunea dintre câmpul creat de un curent electric și cel creat de un magnet permanent introdus într-un circuit magnetic cu reluctanță variabilă

Permeanța circuitului magnetic comun magnetului permanent și fluxului determinat de bobinaj

Permeanța circuitului magnetic văzut de bobinajul statoric

Permeanța circuitului magnetic văzut de magnetul permanent

$$M = \frac{1}{2} \frac{d\Lambda_a}{d\theta} \Theta_a^2 + \frac{d\Lambda_{ab}}{d\theta} \Theta_a \Theta_b + \frac{1}{2} \frac{d\Lambda_b}{d\theta} \Theta_b^2$$

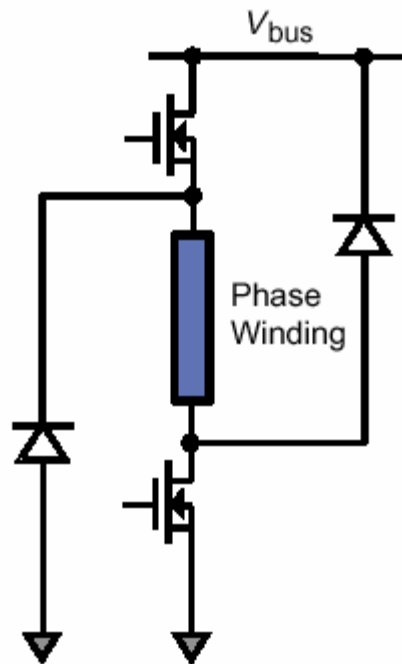
t.m.m. a magnetului permanent

t.m.m. a bobinajului

ALIMENTAREA UNUI MPP

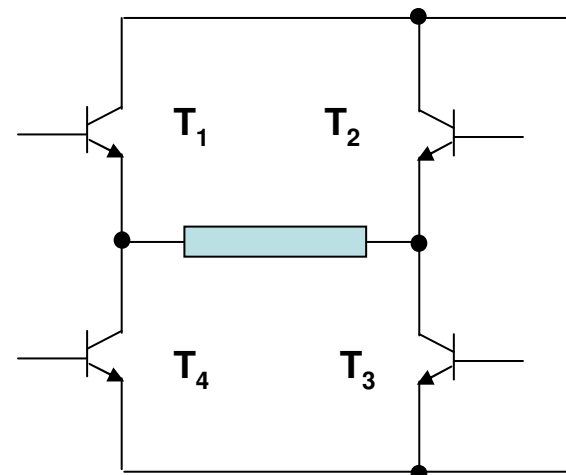
Unipolara

Are un semn constant



Bipolara

Semnul alimentarii unei faze alterneaza



Aplicatii ale MPP



roboti

Masini unelte

Actionari cu pozitionare incrementală