

UN CALCUL APROXIMATIV AL CIRCUITELOR MAGNETICE CU MAGNEȚI CONSTANȚI

S. S. STOYANOVA, *Instituitia de
invatamant superior Colegiul Telematika-
Stara Zagova, Republica Bulgaria*

Rezumat: Există o formulă aproximativă propusă pentru a determina inducerea în interspațiu pneumatic de a nu ramifica circuitul magnetic cu magnetul constant. Formula poate fi utilizată în cazul în care atunci când nu se dispune de curba histeresis a magnetului constant, ci numai inducția reziduală și intensitatea coercitivă magnetica sunt cunoscute.

Cuvinte cheie: circuit magnetic, inducție magnetică, magnet constant, permeabilitate magnetică, flux magnetic, nucleu magnetic.

Formularea problemei

O problemă clasică a Teoriei ingineriei electrice o reprezintă circuitul magnetic arătat în Figura 1:

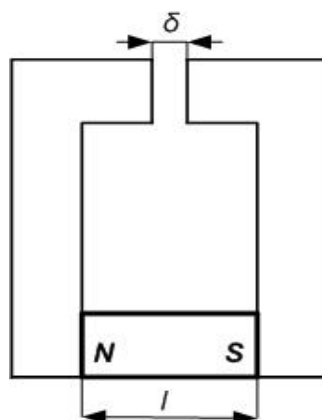


Fig. 1 Circuit magnetic al unui magnet constant conectat consecutiv si nucleul magnetic al materialului feromagnetic ușor magnetic cu interspațiu pneumatic/ A magnetic circuit of consecutively connected constant magnet and magnetic core of magnetically soft ferromagnetic material with a pneumatic interspace

AN APPROXIMATE CALCULATION OF MAGNETIC CIRCUITS WITH CONSTANT MAGNETS

S. S. STOYANOVA, *Institution of higher
education- College Telematika- Stara
Zagova, Republic of Bulgaria*

Abstract: There is proposed an approximate formula to determine the induction in pneumatic interspace of not branching magnetic circuit with constant magnet. The formula can be used in case when it is not dispose of the constant magnet histeresis curve, but only the residual induction and the coercive magnetic intensity are known.

Keyword: magnetic circuit, magnetic induction, constant magnet, magnetic permeability, magnetic flux, magnetic core.

Formulation of the problem

A classical problem of Theoretical electrical engineering represents the magnetic circuit shown in Figure 1:

Circuitul este compus din magneți constanți NS conectați consecutiv, nucleu magnetic din material feromagnetic ușor magnetic și interspațiu pneumatic δ . În multe cazuri poate face următoarele condiții prealabile de simplificare.

2. Secțiunile mageteului constant și ale nucleului magnetic ușor magnetic sunt identice.
3. Rezistența magnetică a nucleului magnetic nesaturat poate fi ignorată.
4. Liniile magnetice din interspațiu rămân paralele datorită lungimii golului de aer δ care este mai mic decât dimensiunile secțiunii.

Constatarea inducției magnetice în golul de aer se întâmplă foarte des grafo-analitic [1], [2]. În acest scop, este necesar un ciclu de histerezis al materialului, mai precis cu bucata din al doilea cadran. În teorie, această abordare este corectă. În practică, rezultatele obținute conțin erori semnificative (de exemplu 10%) având în vedere că, curba în chestiune pentru magnetul continuu de obicei nu este cunoscută cu o precizie foarte mare.

Probleme de rezolvat.

Problema care se ridică aici poate fi rezolvată, chiar dacă aproximativ, prin metodă analitică aproximând curba histerezis în al doilea cadran cu un sfert din circumferință cu centrul O la început, care trece prin punctul inducției reziduale cu coordonatele $(0, B_r)$ și punctul demagnetizării complete cu coordonatele $(-H_c, 0)$. Pentru ca aceste puncte să fie egal distanțe de centrul O , este necesar ca scala inducției magnetice și scala intensității magnetice m_H să fie selectate astfel încât condiția $\frac{B_r}{m_B} = \frac{H_c}{m_H}$ să fie realizată. Permițând aceasta poate fi scrisă relația următoare de dependență:

$$\left(\frac{B}{B_r}\right)^2 + \left(\frac{H}{H_c}\right)^2 = 1 \quad (1)$$

The circuit consists of consecutively connected constant magnet NS, magnetic core of magnetically soft ferromagnetic material and pneumatic interspace δ . In many cases it can make the following simplifying prerequisites.

- The sections of the constant magnet and of the magnetically soft magnetic core are identical.
- The magnetic resistance of the unsaturated magnetic core can be ignored.
- The magnetic power lines through the interspace remain parallel because of the length of the air gap δ that is much smaller than the section dimensions.

The finding of the magnetic induction in the air gap is going on very often grapho-analytical [1], [2]. For this purpose it is necessary to have a hysteresis cycle of the material, and more precise with piece from its in the second quadrant. In theory this approach is completely correct. In practice, the obtained results contain significant error (for instance 10 %) in view of the fact that the curve in question for the concrete continuous magnet usually is not known with great precision.

Problems to work out.

The problem posed here can be worked out, even approximately, by analytical method approximating the hysteresis curve in the second quadrant with a quarter of circumference with center O at the beginning, that passes through the point of the residual induction with coordinates $(0, B_r)$ and the point of the complete demagnetization with coordinates $(-H_c, 0)$. To be these points equally distant from the center O , it is necessary that the scale of the magnetic induction m_B and the scale of the magnetic intensity m_H are selected so that the condition $\frac{B_r}{m_B} = \frac{H_c}{m_H}$ can be realized. Allowing this it can write the following dependence:

$$\left(\frac{\Phi}{SB_r}\right)^2 + \left(\frac{U_\mu}{lH_c}\right)^2 = 1 \quad (2)$$

unde Φ – fluxul magnetic general care trece prin circuitul magnetic;
 U_μ – căderea de tensiune magnetică dintre capetele interspațiului pneumatic;
 S – secțiunea magnetului constant;
 l – lungimea magnetului constant.
 Pentru golul de aer poate fi scrisă dependența:

$$\frac{\Phi}{S} = \frac{\mu_0 U_\mu}{\delta} \quad (3)$$

De aici, după câteva transformări, poate fi obținut următoarea:

$$B = \frac{\mu_0 H_c B_r}{\sqrt{B_r^2 + \mu_0^2 H_c^2 \left(\frac{l}{S}\right)^2}} \cdot \frac{l}{\delta} \quad (4)$$

Formula scrisă permite ca inducția cercetată să fie determinată cunoscând numai cele două caracteristici generale ale materialului magnetic constant ale cărui cantități sunt de obicei date în prospect.

Cazul în care lungimea golului de aer δ este comensurabilă cu dimensiunile secțiunii verticale a nucleului magnetic este de un interes ridicat. În acest caz, conductivitatea magnetică G_δ a golului de aer nu este invers proporțională cu δ , și depinde de următoarea dependență: $G_\delta = G_\delta(\delta)$. Apoi fluxul magnetic general este determinat prin rezolvarea ecuației:

$$\left(\frac{\Phi}{SB_r}\right)^2 + \left(\frac{U_\mu}{lH_c}\right)^2 = 1 \quad (5)$$

$$\Phi = G_\delta U_\mu$$

Trebuie remarcat faptul că aici S este secțiunea verticală a magnetului constant, care este diferită de secțiunea variabilă a fluxului prin interspațiul pneumatic.

where Φ – general magnetic flux through the magnetic circuit;
 U_μ – magnetic voltage fall between the ends of the pneumatic interspace;
 S – section of the constant magnet;
 l – length of the constant magnet.
 For the air gap it can be written the dependence:

From here, after some transformations, it is obtained the following:

The written formula allows that the researched induction can be determined only by knowing the two general characteristics of the constant magnet material which quantities are usually given in the prospect.

The case where the air gap length δ is commensurable with the dimensions of the magnetic core vertical section is of vastly greater practical interest. In this case the magnetic conductivity G_δ of the air gap is not conversely proportional to δ , and depends on the following dependence: $G_\delta = G_\delta(\delta)$. Then the general magnetic flux is determined by the resolve of the equation:

It should be noted that here S is the vertical section of the constant magnet, that is different from the variable section of the flux through the pneumatic interspace.

Exemplu:

Este reprezentat un nucleu magnetic cu o secțiune pătrată și o față

a. Potrivit [3] conductivitatea magnetică G_δ a golului de aer este determinată de ecuația:

$$G_\delta = \frac{\mu_0}{\delta} \left(a + \frac{0.307}{\pi} \delta \right)^2 \quad (6)$$

În vederea acestei ecuații rezolvarea sistemului ecuației permite să fie determinat fluxul magnetic prin golul de aer:

$$\Phi = \frac{B_r H_e l S G_\delta}{\sqrt{S^2 B_r^2 + H_e^2 l^2 G_\delta^2}} \quad (7)$$

Spre deosebire de cazul anterior mai ușor, aici este determinat numai fluxul magnetic general prin golul de aer. Inducția în golul de aer are valori diferite datorită lărgirii liniilor puterii magnetice. Determinarea pentru puncte diferite este un alt tip de problemă a teoriei câmpului electromagnetic.

CONCLUZIE

Fluxul descoperit este suficient pentru a determina puterea electromagnetică F a atracției polare:

$$F = \frac{1}{2} U^2 \frac{dG_\delta}{d\delta} \quad (8)$$

BIBLIOGRAFIE

1. Brandiski, K., G. Georgiev, V. Mladenov, Romyana Stancheva., Partea I Inginerie Electrică Teoretică, King, IK, 2004.
2. Papazov, S.P., Farhan, tablespoons, Inginerie Electrică Teoretică Partea I, CI "Technique, Sofia, 1988.
3. Alexandrov, A.K., Aparate electrice, Sofia, Heron Press, 2002.

Example:

It is represented a magnetic core with square section and a face a . According [3] the magnetic conductivity G_δ of the air gap is determined the equation:

In view of this equation the resolve of the equation system allow to be determine the magnetic flux through the air gap:

In contrast to the previous easier case here it is determined only the general magnetic flux through the air gap. The induction into the air gap has different values because of the magnetic power lines enlargement. Its determination for different points is another kind of the electromagnetic field theory problem.

CONCLUSION

The discovered flux is sufficient to be determined the electromagnetic power F of the polar attraction:

BIBLIOGRAPHY

1. Brandiski, K., G. Georgiev, V. Mladenov, Romyana Stancheva., Part I Theoretical Electrical Engineering, King, IK, 2004.
2. Papazov, S.P., Farhan, tablespoons, Theoretical Electrical Engineering Part I, CI "Technique, Sofia, 1988.
3. Alexandrov, A.K., Aparate electrice, Sofia, Heron Press, 2002.