

## ĐỀ THI (giữa học kỳ)

Ký tên

Môn thi: **BIẾN ĐỔI NĂNG LƯỢNG ĐIỆN CƠ**

Ngày thi: **28/3/2014.**

Thời gian thi: **45 phút.**

(Sinh viên được phép sử dụng **tài liệu riêng của mình**)

Họ & tên SV: .....

MSSV: .....

**Bài 1.** Kết quả thí nghiệm hở mạch (*không tải*) và ngắn mạch trên một máy biến áp (MBA) 1 pha 50 kVA, 12700/230 V, 50 Hz như sau:

– Thí nghiệm hở mạch phía cao áp (*các thông số đo ở phía hạ áp*):

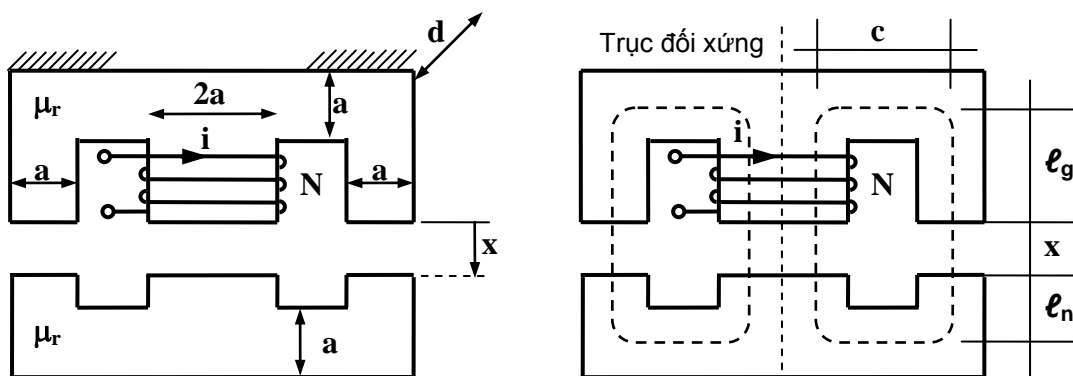
$$V_{oc} = 230 \text{ V}, \quad I_{oc} = 2,5 \text{ A}, \quad P_{oc} = 108 \text{ W}$$

– Thí nghiệm ngắn mạch phía hạ áp (*các thông số đo ở phía cao áp*):

$$V_{sc} = 250 \text{ V}, \quad I_{sc} = 3,94 \text{ A}, \quad P_{sc} = 570 \text{ W}$$

- a) Xác định các tham số của mạch tương đương gần đúng của MBA (dạng  $\Gamma$ ), quy về phía cao áp. Vẽ mạch tương đương đó với các tham số đã tính được (ghi rõ các giá trị này trên mạch tương đương). (2 đ)
- b) Tìm điện áp nguồn cần phải cung cấp bên cao áp khi phía hạ áp của máy biến áp được mắc vào một tải với công suất tiêu thụ **25 kW** ở hệ số công suất **0,866 trễ** và điện áp trên tải là **220 V**. Trong trường hợp hệ số công suất bằng **0,866 sớm**, tính lại điện áp nguồn và nêu nhận xét. (1,5 đ)
- c) Tính hiệu suất của máy biến áp trong cả hai trường hợp trên. (1 đ)
- d) Giữ nguyên điện áp nguồn như trong câu b) ứng với hệ số công suất **0,866 trễ**, xác định dòng điện sự cố ngắn mạch ở phía cao áp và hạ áp khi cuộn dây hạ áp của máy biến áp bị nối ngắn mạch. Nêu nhận xét. (1,5 đ)

**Bài 2.** Với mạch từ trong Hình vẽ sau, phần trên có dây quấn được gắn cố định, còn phần dưới có thể di chuyển theo phương thẳng đứng (*lên và xuống*). Bỏ qua từ tản. Mạch từ có chiều dày  $d$  như được thể hiện trong Hình vẽ.  
Cho  $a = 1 \text{ cm}$ ,  $d = 1,5 \text{ cm}$ ,  $\mu_r = 200$ ,  $N = 500$  vòng, dòng điện DC cấp vào cuộn dây là **1 A**. Chiều dài đường sức từ trung bình trong phần lõi thép của một nửa mạch từ đối xứng là  $\ell_c = 12 \text{ cm}$  ( $\approx 2(\ell_g + \ell_n + c)$ ).



Ghi chú: 2 hình trên là như nhau, dùng để thể hiện kích thước

- a) Lập công thức tính từ thông móc vòng bằng mạch từ tương đương. (1 đ)
- b) Lập công thức tính đồng năng lượng của hệ và lực điện từ sinh ra. (1 đ)
- c) Khi nào lực điện từ sẽ đạt giá trị lớn nhất (*xét về độ lớn*), và tìm lực điện từ lớn nhất này? (1 đ)
- d) Tính khoảng cách giữa hai phần mạch từ ( $x$ ) để lực điện từ sinh ra cân bằng với trọng lực được tạo ra bởi trọng lượng của phần dưới, biết phần dưới có khối lượng **M = 0,5 kg**, gia tốc trọng trường  **$g = 9,81 \text{ m/s}^2$** . (1 đ)

HẾT

Đáp án:

Bài 1.

a)  $R_c = 489,8 \text{ ohms}$ , quy đổi về phía cao áp  $R_{c1} = 1493 \text{ k}\Omega$  (0,5 đ)

$X_m = 93,67 \text{ ohms}$ , quy đổi về phía cao áp  $X_{m1} = 285,6 \text{ k}\Omega$  (0,5 đ)

$R_n = 36,72 \text{ ohms}$ , đã quy đổi về phía cao áp

$X_n = 51,75 \text{ ohms}$ , đã quy đổi về phía cao áp (0,5 đ)

Vẽ mạch tương đương với các tham số đúng (0,5 đ)

b) Điện áp tải quy đổi về phía cao áp  $a\bar{V}_2 = \frac{12700}{230} \times 220 \angle 0^\circ = 12148 \angle 0^\circ \text{ V}$

Công suất biểu kiến của tải  $S_2 = P_2 / (\text{PF}) = 28,87 \text{ kVA}$

Dòng điện phức mà tải tiêu thụ quy về phía cao áp

$$\bar{I}_2 / a = \frac{28870}{12148} \angle -\cos^{-1}(0,866) = 2,376 \angle -30^\circ \text{ A}$$

Điện áp nguồn cần đặt vào phía cao áp

$$\bar{V}_{1(lag)} = a\bar{V}_2 + (R_n + jX_n) \frac{\bar{I}_2}{a} = 12285 \angle 0,3^\circ \text{ V (0,5 đ)}$$

Tính lại với hệ số công suất 0,866 sớm:

$$\bar{I}_2 / a = \frac{28870}{12148} \angle \cos^{-1}(0,866) = 2,376 \angle 30^\circ \text{ A}$$

Điện áp nguồn cần đặt vào phía cao áp

$$\bar{V}_{1(lead)} = a\bar{V}_2 + (R_n + jX_n) \frac{\bar{I}_2}{a} = 12163 \angle 0,71^\circ \text{ V (0,5 đ)}$$

Nhận xét: Khi phụ tải thay đổi tính chất từ cảm kháng sang dung kháng, ở cùng công suất tác dụng, điện áp giữa nguồn vào tải sẽ ít chênh lệch hơn. Trong trường hợp tải dung có hệ số công suất thấp, điện áp tải có thể sẽ cao hơn điện áp nguồn (chẳng hạn, nếu phụ tải tiêu thụ 25 kW ở hệ số công suất 0,6 sớm, điện áp nguồn sẽ có độ lớn 12083 V, so với điện áp phụ tải đã quy đổi là 12148 V). (0,5 đ)

c) Tổn hao lõi thép ở trường hợp hệ số công suất 0,866 trễ:  $P_{i(lag)} = \frac{V_{1(lag)}^2}{R_{c1}} = 101 \text{ W}$

Tổn hao đồng (trên cả hai dây quấn)  $P_c = R_n \left( \frac{I_2}{a} \right)^2 = 207,4 \text{ W}$

Hiệu suất của máy biến áp tương ứng  $\eta_{(lag)} = \frac{P_2}{P_2 + P_{i1} + P_c} \times 100\% = 98,78\% \text{ (0,5 đ)}$

Tổn hao lõi thép ở trường hợp hệ số công suất 0,866 sớm:  $P_{i(lead)} = \frac{V_{1(lead)}^2}{R_{c1}} = 99 \text{ W}$

Tổn hao đồng không đổi so với trường hợp hệ số công suất 0,866 trễ:  $P_c = R_n \left( \frac{I_2}{a} \right)^2 = 207,4 \text{ W}$

Hiệu suất của máy biến áp tương ứng  $\eta_{(lead)} = \frac{P_2}{P_2 + P_{i(lead)} + P_c} \times 100\% = 98,79\% \text{ (0,5 đ)}$

d) Từ câu b), điện áp nguồn là  $\bar{V}_1 = 12285 \angle 0,3^\circ \text{ V}$

Khi ngắn mạch cuộn dây hạ áp của MBA thì chỉ còn tổng trở  $Z_n = 36,72 + j51,75$  trong mạch vòng (bỏ qua nhánh từ hóa với tổng trở rất lớn so với  $Z_n$ ). Dòng điện ngắn mạch phía cao áp là:

$$I_{nm(CA)} = \frac{\bar{V}_1}{Z_n} = 193,6 \angle -54,64^\circ \text{ A (0,5 đ)}$$

Vậy dòng điện ngắn mạch phía cao áp khi cuộn dây hạ áp bị ngắn mạch là 193,4 A.

Do đó, dòng điện ngắn mạch phía hạ áp tương ứng là  $193,4 \times a = 10,69 \text{ kA}$ . (0,5 đ)

Nhận xét, dòng điện ngắn mạch phía cao áp và phía hạ áp đều có giá trị lớn hơn dòng điện định mức tương ứng (lần lượt là 3,94 A và 217,6 A) rất nhiều lần. (0,5 đ)

Bài 2.

a) (1 đ)

$$\text{Tổng từ trở lõi thép } R_{core} = \frac{l_c}{\mu_r \mu_0 (2ad)}$$

$$\text{Tổng từ trở khe hở } R_{gap} = \frac{x}{\mu_0 (ad)}$$

$$\text{Tổng từ trở của mạch từ } R(x) = R_{core} + R_{gap}$$

$$\text{Từ thông } \Phi = \frac{Ni}{R(x)}$$

$$\text{Từ thông móc vòng } \lambda = N\Phi = \frac{N^2 i}{R(x)}$$

$$\text{b) Đồng năng lượng } W'_m = \frac{N^2 i^2}{2R(x)} \text{ (0,5 đ)}$$

$$\text{Lực điện từ } f^e = -\frac{N^2 i^2 \mu_0 (ad)}{2 \left[ \frac{l_c}{2\mu_r} + x \right]^2} \text{ (N) (0,5 đ)}$$

c) Lực điện từ đạt cực đại khi  $x = 0$ , với độ lớn bằng

$$f^e = \frac{N^2 i^2 \mu_0 (ad)}{2 \left[ \frac{l_c}{2\mu_r} \right]^2} = 261,8 \text{ N (1 đ)}$$

*Lưu ý: Trong thực tế không thể đạt được điều kiện  $x = 0$ , vì khi hai phần mạch từ chạm nhau, bề mặt của hai phần sẽ chỉ tiếp xúc với nhau ở vài chỗ (do sự gồ ghề của mạng tinh thể trong vật liệu từ), và vẫn có nhiều khoảng trống ở giữa hai bề mặt. Do đó, lực điện từ cực đại thực tế sẽ nhỏ hơn giá trị đã tính toán ở trên khá nhiều.*

d) Độ lớn của lực điện từ sẽ cân bằng với trọng lực tạo ra do trọng lượng của phần dưới khi  $x = 1,892 \text{ mm}$  (1 đ)