

ĐỀ THI (cuối học kỳ)

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

Ngày thi: **04/6/2014.**

Thời gian thi: **90 phút.**

Ký tên

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

Họ & tên SV:

MSSV:

Bài 1. Một máy phát đồng bộ 3 pha, **2750 kVA**, nối **Y**, **50 Hz**, **400 V**, **10** cực, có điện kháng đồng bộ là **0,05 Ω /pha**. Dòng điện kích từ được điều chỉnh sao cho điện áp đầu cực của máy khi không tải là **440 V**. Bỏ qua điện trở dây quấn phần ứng. Hãy xác định:

- a) Góc công suất δ , nếu máy phát đang cung cấp cho một tải **2000 kW**, ở điện áp định mức. (1 đ)
- b) Mômen tương ứng của động cơ sơ cấp, và hệ số công suất của tải. (1 đ)
- c) Dòng điện kích từ phải thay đổi ra sao (so với câu a) để điện áp đầu cực máy phát vẫn như cũ, nhưng tải lúc này chỉ còn **1000 kW**, với hệ số công suất như cũ. Xem mạch từ của máy đang hoạt động ở chế độ tuyến tính. (1,5 đ)

Bài 2. Một động cơ không đồng bộ 3 pha, nối **Y**, **50 Hz**, **400 V**, **6** cực, có các tham số của mạch tương đương một pha **chính xác** như sau: $R_a = 0,8 \Omega$; $x_{ls} = 0,6 \Omega$; $x'_{lr} = 0,6 \Omega$; $x_M = 29 \Omega$; $R'_r = 0,3 \Omega$. Tổng tổn hao do ma sát và lõi thép là **750 W** và được coi là không đổi khi động cơ vận hành bình thường. Động cơ được cung cấp điện áp định mức ở tần số định mức.

- a) Nếu bỏ qua tổn hao do ma sát và lõi thép của động cơ, xác định dòng điện không tải và hệ số công suất không tải của động cơ. (1 đ)
- b) Tốc độ định mức của động cơ là $n_{đm} = 970$ vòng/phút, tính dòng điện định mức, công suất định mức và hiệu suất định mức của động cơ. (1,5 đ)
- c) Xác định tốc độ ứng với mômen điện từ cực đại, và giá trị mômen cực đại đó. (1 đ)

Bài 3. Một động cơ DC kích từ độc lập **18 kW**, **110 V**, **4400** vòng/phút, có dòng điện kích từ được điều chỉnh để tạo ra từ thông ứng với điều kiện định mức. Động cơ có điện trở phần ứng $R_a = 17 \text{ m}\Omega$. Khi không tải, phần ứng của động cơ tiêu thụ dòng điện **7,45 A**. Giả sử tổng tổn hao quay và tổn hao lõi thép là không đổi trong điều kiện hoạt động từ không tải đến định mức. Động cơ đang làm việc ở điện áp định mức.

- a) Xác định dòng điện phần ứng định mức. (1 đ)
- b) Xác định tốc độ không tải của động cơ. (1 đ)
- c) Xác định giá trị điện trở thêm vào mạch phần ứng, để hạn chế dòng điện mở máy có giá trị tối đa bằng 2 lần dòng điện định mức. (1 đ)

HẾT

Đáp án:

Bài 1:

a) Với công suất ngõ vào (bằng công suất ngõ ra) là 2000 kW, điện áp pha = 230,9 V, điện áp cảm ứng pha = 254 V, và điện kháng đồng bộ = 0,05 Ω , ta có:

$$\sin(\delta) = 0,5682, \text{ do đó } \delta = 34,62^\circ$$

b) Mômen được xác định từ công suất ngõ vào và tốc độ của máy phát:

$$T^e = 31831 \text{ N.m}$$

Vectơ pha dòng điện được xác định từ vectơ pha điện áp cảm ứng pha và vectơ pha điện áp pha, từ đó suy ra

$$\text{hệ số công suất của tải: } \bar{I}_a = \frac{\bar{E}_{ar} - \bar{V}_a}{jx_s} = 2920 \angle 8,63^\circ \text{ A}$$

$$PF = 0,9887 \text{ sớm}$$

c) Vectơ pha dòng điện lúc này có độ dài bằng một nửa so với ban đầu, với góc pha không đổi. Từ đó tính được điện áp cảm ứng mới:

$$E_{ar} = 231,5 \text{ V}$$

Do đó, dòng điện kích từ so với giá trị ban đầu (ứng với E_{ar} bằng 254 V) sẽ có giá trị bằng 91,14%.

```
p = 5;
f = 50;
xs = 0.05;
Ef = 440/sqrt(3);
Uf = 400/sqrt(3);
% a)
P = 2e6;
sin_delta = P*xs/(3*Uf*Ef)
delta = asind(sin_delta)

% b)
wm = 2*pi*f/p
Te = P/wm
Ia = (Ef*exp(1i*asin(sin_delta)) - Uf)/(1i*xs)
abs_Ia = abs(Ia)
angle_Ia = angle(Ia)*180/pi
phi = angle(Ia)*180/pi
PF = cosd(phi)

% c)
P = 1e6;
% Ia = P/(3*Uf*PF)*exp(1i*angle(Ia))
Ia = Ia/2
Ea = Uf + 1i*xs*Ia
abs(Ea)
angle(Ea)*180/pi
Ir_ratio = abs(Ea)/Ef
```

Bài 2:

a) Tổng trở tương đương khi không tải: $Z_{10} = 0,8 + j29,6 = 29,61 \angle 88,45^\circ \Omega$

Dòng điện không tải: $\bar{I}_{10} = 7,8 \angle -88,45^\circ \text{ A}$

Hệ số công suất không tải:

$$PF_0 = 0,027 \text{ trễ (hệ số công suất của động cơ khi không tải rất thấp)}$$

b) $s = 0,03$, tổng trở tương đương của mạch rôto và nhánh từ hóa: $Z_{ab} = 8,615 + j3,498 \Omega$

Dòng điện ngõ vào của động cơ (dòng điện định mức) tương ứng:

$$\bar{I}_{1dm} = 22,49 \angle -23,52^\circ \text{ A (như vậy dòng điện không tải bằng khoảng 35% dòng điện định mức)}$$

Công suất ngõ vào định mức của động cơ (sẽ dùng để tính hiệu suất): $P_{1dm} = 14286 \text{ W}$

Để tính công suất định mức và hiệu suất định mức, có thể dùng nguồn Thevenin tương đương.

$$\text{Điện áp Thevenin: } \bar{V}_{th} = 226,2 \angle 1,55^\circ \text{ V}$$

$$\text{Tổng trở Thevenin: } Z_{th} = 0,7673 + j0,6086 \Omega$$

Dòng điện rôto quy đổi: $\bar{I}'_r = 20,87 \angle -4,86^\circ$ A

Công suất điện từ: $P_{ag(dm)} = 13073$ W

Công suất định mức: $P_{2dm} = 11930$ W

Hiệu suất định mức: $\eta_{dm} = 83,51\%$

c) Độ trượt ứng với mômen điện từ cực đại: $s_{mT} = 0,2096$

Tốc độ tương ứng: $n_{mT} = 790,4$ vòng/phút

Mômen điện từ cực đại:

$$T_{\max}^e = \frac{P}{\omega_s} \frac{3V_{th}^2}{2 \left[R_{th} + \sqrt{R_{th}^2 + (X_{th} + x'_{lr})^2} \right]} = 333,3 \text{ N.m (so với mômen điện từ định mức là 128,7 N.m)}$$

p = 3; f = 50; Rr = 0.3; Ra = 0.8; xls = 0.6; xlr = 0.6; xm = 29

Va = 400/sqrt(3);

ns = 60*f/p;

Prot_i = 750;

% a)

Zl0 = Ra + li*(xls + xm)

I10 = Va/Zl0;

abs_I10 = abs(I10)

angle_I10 = angle(I10)*180/pi

PF = cos(angle(I10))

% b)

n = 970;

s = (ns - n)/ns

Zab = (Rr/s + li*xlr)*(li*xm)/(Rr/s + li*(xlr + xm));

I1dm = Va/(Ra + li*xls + Zab);

abs_I1dm = abs(I1dm)

P1dm = 3*Va*abs_I1dm*cos(angle(I1dm))

% PF = cos(angle(I1dm))

Vth = Va*(li*xm)/(li*(xm + xls) + Ra);

abs_Vth = abs(Vth)

angle_Vth = angle(Vth)*180/pi

% Coi Zth = Rth + j*Xth

Zth = (li*xm)*(li*xls + Ra)/(li*(xm + xls) + Ra);

Rth = real(Zth);

Xth = imag(Zth);

Ir = Vth/(Zth + Rr/s + li*xlr);

abs_Ir = abs(Ir)

angle_Ir = angle(Ir)*180/pi

Pagdm = 3*Rr/s*abs_Ir^2

Pmdm = (1 - s)*Pagdm

P2dm = Pmdm - Prot_i

% Vab = (Rr/s + li*xlr)*Ir;

% Pscl = 3*Ra*abs(Ir + Vab/(li*xm))^2

% P1dm1 = Pagdm + Pscl;

hieusuat = P2dm*100/P1dm

% hieusuat = P2dm*100/P1dm1

% c)

smT = Rr/sqrt(Rth^2 + (Xth + xlr)^2)

nmT = (1 - smT)*ns

Temax = p/(2*pi*f)*3*Rr/smT*abs(Vth)^2/((Rth + Rr/smT)^2 + (Xth + xlr)^2)

Bài 3:

a) Tổn hao quay và lõi thép được tính từ điều kiện làm việc không tải: $P_{rot_i} = 818,6$ W

Suy ra, công suất điện từ định mức (tính từ công suất định mức và tổn hao quay và lõi thép):

$$P_{m(dm)} = 18818,6 \text{ W}$$

Từ đó, thành lập được phương trình bậc hai theo I_a , giải ra được hai nghiệm:

$I_a = 6295 \text{ A}$ (loại, vì quá lớn)

$I_a = 175,9 \text{ A}$ (đây là dòng điện phần ứng định mức)

b) Sức điện động khi không tải: $E_{a0} = 109,9 \text{ V}$

Sức điện động định mức: $E_{a(dm)} = 107 \text{ V}$

Suy ra tốc độ không tải: $n_0 = 4518 \text{ vòng/phút}$

c) Dòng điện phần ứng cho phép tối đa khi mở máy: $I_{a(mm)} = 351,8 \text{ A}$

Suy ra điện trở cần thêm vào mạch phần ứng: $R_{a_ext} = 0,2958 \Omega$

```
Ut = 110;  
Ra = 0.017;  
ndm = 4400;  
P2dm = 18000;  
Ia0 = 7.45;
```

```
% a)  
Prot_i = Ut*Ia0 - Ra*Ia0^2  
Pmdm = P2dm + Prot_i  
% (Ut - Ra*Iadm)*Iadm = Pmdm  
nghiemptbac2 = roots([Ra, -Ut, Pmdm])  
% Giai ra hai nghiem, loai bo nghiem Iadm = 6295 A  
Iadm = nghiemptbac2(2)
```

```
% b)  
Eadm = Ut - Ra*Iadm  
Ea0 = Ut - Ra*Ia0  
n0 = ndm*Ea0/Eadm
```

```
% c)  
Imm = 2*Iadm  
Ramm = Ut/Imm  
Ra_ext = Ramm - Ra
```