

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2008/2009

April- Mei 2009

**EEK 366 – MESIN DAN PACUAN ELEKTRIK**

Masa: 3 jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEPULUH muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan.

Jawab **LIMA** soalan.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan dalam bahasa Malaysia atau bahasa Inggeris atau kombinasi kedua-duanya.

1. (a) Sebuah motor AT penguatan terpisah memicu tork beban malar.

*A separately excited dc motor drives a constant torque load.*

- (i) Jika sebuah perintang ditambahkan secara seri dengan litar angker, apakah arus angker juga berubah? Jelaskan mengapa?

*If a resistance is added in series with the armature circuit, does the armature current change? Explain why?*

(20%)

- (ii) Bagaimana perubahan kelajuan motor berubah dalam kes (i)

*How does the speed change in case (i)*

(20%)

- (b) Motor AT selari 400V, mempunyai medan angker dan perintang medan masing-masing ialah  $1\Omega$  dan  $400\Omega$ . Apabila motor beroperasi tanpa beban, motor menarik arus 3A dan kelajuan motor ialah 1000rpm.

*A 400V, dc shunt motor has armature and field resistance of  $1\Omega$  and  $400\Omega$ , respectively. When the motor runs at no-load, the motor draws line current of 3A and the motor speed is 1000rpm.*

- (i) Kira kelajuan motor apabila beban menarik arus angker 25A.

*Calculate the motor speed when the load draws armature current of 25A.*

(20%)

- (ii) Jika beban mempunyai jenis tork malar; berapakah kelajuan motor apabila perintang  $2\Omega$  ditambahkan kepada litar angker.

*If the load is constant-torque type, what is the motor speed when  $2\Omega$  resistance is added to the armature circuit?*

(20%)

- (iii) Dari bahagian (i), kira kelajuan motor jika medan penguat selari secara tiba-tiba dikurangkan sebanyak 15%.

*From part (i), calculate the motor speed if the field is suddenly reduced by 15%.*  
(20%)

2. Sebuah motor AT penguat terpisah digunakan untuk memicu beban tok malar. Litar medan dibekalkan dari sebuah penukar SCR AUA/AT satu fasa gelombang penuh. Litar angker motor tersebut disambungkan kepada sumber voltan AT malar 160 V. Aruhan litar medan adalah besar dan arus medan mengalir secara berterusan. Voltan AUA (masukkan daripada penukar) ialah  $120 V_{rms}$ , dan perintang medan ialah  $100 \Omega$ . Apabila sudut pemucuan penukar SCR tersebut dilaraskan kepada sifar, kelajuan motor adalah 1200 rpm, dan arus angker ialah 10 A.

*A separately excited dc motor is used to drive a constant-torque load. The field circuit is excited by a single-phase full-wave ac/dc SCR converter. The armature circuit of the motor is connected to a constant dc source of 160 V. The inductance of the field circuit is large and the field current is continuous. The ac voltage (input to the converter) is  $120V_{rms}$ , and the field resistance is  $100\Omega$ . When triggering angle of the SCRs is adjusted to zero, the motor speed is 1200rpm, and the armature current is 10A.*

- (a) Kira arus purata dan kuasa AT daripada litar medan apabila sudut picuan penukar ialah sama dengan  $20^\circ$ .

*Calculate the average current and dc power of the field circuit when the triggering angle is equal to  $20^\circ$*   
(20%)

- (b) Kira nilai voltan rms merintasi belitan medan untuk kondisi yang diberikan pada (a). Jelaskan bagaimana voltan rms bergantung pada sudut picuan.

*Calculate the rms voltage across the field winding for the condition given in (a). Explain how the rms voltage is dependent on the triggering angle.*  
(20%)

- (c) Kira kelajuan motor tanpa beban. Abaikan kehilangan kuasa geseran dan kuasa rintangan angin.

*Calculate the no-load speed of the motor. Ignore the friction and wind losses.*

(20%)

- (d) Kira sudut picuan untuk mengoperasikan motor pada kelajuan 1400rpm.

*Calculate the triggering angle to operate the motor at a speed of 1400rpm.*

(20%)

- (e) Dapatkah Anda menggunakan penukar medan untuk mengurangkan kelajuan motor kepada 1000rpm? Bagaimana ?

*Can you use the field converter to reduce the motor speed to 1000rpm? How?*

(20%)

3. Sebuah motor aruhan tiga fasa 15HP, 208V, 60Hz, 6-kutub, sambungan Y mempunyai parameter per fasa sebagai berikut :

*A 15HP, 208V, 3-Phase, 60Hz, 6-Pole, Y-connected induction motor has the following parameters per phase:*

$$\begin{array}{ll} R_1 = 0.128 \Omega & R_2 = 0.0935 \Omega \\ X_1 = 0.25 \Omega & X_2 = 0.24 \Omega \end{array}$$

Pada operasi beban penuh, gelincir motor ialah 3%. Kehilangan kuasa geseran dan rintangan angin ialah 300W. Kehilangan kuasa inti ialah 650W.

*At full-load motor operation, the motor slip is 3%. Friction and windage losses are 300W. Core losses are 650W.*

- (a) Lukis diagram litar setara per fasa untuk motor aruhan ini (abaikan cabang manetisasi)  
*Draw the per phase equivalent circuit diagram for this induction motor (ignore the magnetizing branch)* (20%)
- (b) Tentukan arus mula  $I_{st}$ , menggunakan litar yang dilukis pada bahagian (a)  
*Determine the starting current  $I_{st}$ , using the circuit that you draw in part (a)* (20%)
- (c) Tentukan tork mula  $T_{st}$   
*Determine the starting torque  $T_{st}$*  (20%)
- (d) Tentukan kelajuan motor dan arus talian pada operasi beban penuh  
*Determine motor speed and line current at full-load operation* (20%)
- (e) Tentukan kecekapan motor pada operasi beban penuh  
*Determine the motor efficiency at the full-load operation* (20%)

4. (a) Sebuah motor AT penguatan terpisah 240V, 70 rad/s, mempunyai pemalar medan  $K\Phi = 3 \text{ Vs/rad}$  dan sebuah perintang angker  $1\Omega$ .

*A 240V, 70 rad/s, separately excited dc motor has a field constant  $K\Phi = 3 \text{ Vs}$  and an armature resistance of  $1\Omega$ .*

- (i) Kira perintang pembrekan dinamik  $R_b$  yang tidak akan membenarkan arus brek menjadi lebih besar dari dua kali nilai kadaran ganda.

*Calculate the dynamic braking resistance  $R_b$  that will not allow the braking current to be larger than twice the rated value*

(20%)

- (ii) Jika motor memacu suatu tork beban malar 60Nm, tentukan kelajuan pada keadaan mantap baru dan arus selepas brek dinamik diaplikasikan

*If the motor drives a constant torque load of 60Nm, determine the new steady-state speed and the current after the dynamic braking is applied*

(20%)

- (b) Sebuah motor AT penguat terpisah dengan kadaran 220V, 1500rpm, dibekalkan oleh sebuah penukar SCR satu fasa gelombang penuh dan disambungkan dengan suatu beban tork malar 35Nm pada suatu kelajuan 1100rpm. Data-data lain ialah  $R_a = 0.22\Omega$ , pemalar medan  $K\Phi = 1.008Vs/rad$ . Pembekal AUA untuk penukar ialah  $160V_{rms}$  dengan frekuensi 50Hz. Anggaphlah bahawa beban mempunyai induktif yang tinggi,

*A 220V, 1500rpm rated, separately excited dc motor is supplied by a single-phase full-wave SCR converter and is connected to a load with a torque of 35Nm at a speed of 1100rpm. Other data are  $R_a = 0.22\Omega$ , field constant  $K\Phi = 1.008Vs$ , The ac supply to the converter is from  $160V_{rms}$  at 50Hz. Assuming that the load is highly inductive, compute:*

- (i) Kira arus angker.  
*Calculate the armature current.* (20%)
- (ii) Kira sudut pemicu thyristors  
*Calculate the firing angle of the thyristors* (20%)

- (c) Jelaskan bagaimana pengawalan kelajuan daripada sebuah motor AT penguatan terpisah dapat dicapai untuk masing-masing daerah tork malar dan daerah kuasa malar.

*Explain how speed control of a separately excited dc motor can be achieved for constant torque region and constant power region respectively.*

(20%)

5. (a) Suatu motor aruhan tiga fasa 480 V, empat kutub, 50 Hz, sambungan Y mempunyai perintang pemegun  $0.2 \Omega$  dan reaktan aruhan pemegun  $4 \Omega$ . Perintang pemutar dan reaktan aruhan pemutar masing ialah  $0.2 \Omega$  dan  $4 \Omega$  dirujuk kepada pemegan. Reaktan magnetisasi ialah  $150 \Omega$  dalam kawasan linear dan  $50 \Omega$  dalam kawasan tepu. Motor memicu tork beban malar 120 Nm dan dipandu oleh sebuah Penyongsang Sumber Arus (PSA). Frekuensi PSA boleh diubahsuai. Kira frekuensi PSA untuk keperluan hal laju tanpa melebihi kadaran motor, dan tentukan tork mula.

*A 480 V, four-pole, 50 Hz, Y-Connected three-phase induction motor has a stator resistance of  $0.2 \Omega$  and stator inductive reactance of  $4 \Omega$ . The rotor resistance and rotor inductive reactance referred to the stator are  $0.2 \Omega$  and  $4 \Omega$  respectively. The magnetizing reactance is  $150 \Omega$  in the linear region and  $50 \Omega$  in the saturation region. The motor driving a constant-torque load of 120 Nm and is driven by a Current Source Inverter (CSI). The frequency of the CSI is adjustable. Calculate the frequency of CSI for the needed speed without exceeding the ratings of the motor, and determine the starting torque.*

(50%)

- (b) Sebuah motor aruhan tiga fasa, 480 V, enam kutub, sambungan Y, 60 Hz, 10 kW, 1150 rpm memicu suatu beban tork malar 60 Nm. parameter per fasa daripada motor ialah :  $R_1 = 0.4 \Omega$ ,  $R_2 = 0.5 \Omega$ ,  $X_{eq} = 4 \Omega$  and  $N_1/N_2=2$ . Jika voltan yang diinjeksikan kedalam litar rotor dikurangi 40%.

*A three-phase, 480 V, six-pole Y-connected, 60 Hz, 10 kW, 1150 rpm induction motor is driving a constant-torque load of 60 Nm. The parameters per phase of the motor are :  $R_1 = 0.4 \Omega$ ,  $R_2 = 0.5 \Omega$ ,  $X_{eq} = 4 \Omega$  and  $N_1/N_2=2$ . If the voltage is injected in rotor circuit to be reduced by 40% then.*

Kira :

Calculate :

- (i) Magnitude voltan yang diinjeksikan  
*The magnitude of the injected voltage.*
  - (ii) Tork rotor  
*The rotor torque*
  - (iii) Arus motor  
*The motor current*
  - (iv) Tork mula  
*The starting torque*
  - (v) Arus mula  
*The starting current* (50%)
6. (a) Sebuah motor aruhan tiga fasa 415 Volt, 50 Hz, empat kutub, sambungan Y dipicu dengan pengendalian voltan pemegan. Parameternya adalah sebagai berikut :
- Perintang pemegan per-fasa ialah  $1.01 \Omega$
  - Perintang pemutar per-fasa dipandang dari sisi pemegan ialah  $0.69 \Omega$
  - Reaktan bocor pemegan per fasa ialah  $1.3 \Omega$
  - Reaktan bocor pemutar per fasa dipandang dari sisi pemegan ialah  $1.94 \Omega$
  - Reaktan pemagnetan perfasa ialah  $43.5 \Omega$
- Kehilangan kuasa tanpa beban (kehilangan kuasa inti) diabaikan. Tork beban adalah berkadaran kuadratik terhadap kelajuan motor. Tork beban ialah 41 Nm pada kelajuan motor 1340 rpm. Jika kelajuan motor 1000 rpm, tentukan :



*A three-phase, 415 Volt, 50 Hz, four pole, Y connected induction motor is driven with stator voltage control. It has following parameter :*

*Stator resistance per-phase is 1.01  $\Omega$*

*Rotor resistance per-phase referred to stator is 0.69  $\Omega$*

*Stator leakage reactance per-phase is 1.3  $\Omega$*

*Rotor leakage reactance referred to stator per-phase is 1.94  $\Omega$*

*Magnetizing reactance per-phase is 43.5  $\Omega$*

*The no-load loss (core losses) is negligible. The load torque proportional to motor speed squared. The load torque is 41 Nm at speed motor 1340 rpm. If the motor speed 1000 rpm, determine :*

- (i) Tork beban  
*The load torque*
- (ii) Arus rotor  
*The rotor current*
- (iii) Voltan bekalan pemegun  
*The stator supply voltage*
- (iv) Arus masukkan motor  
*The motor input current*
- (v) Faktor kuasa motor  
*The power factor of motor*

(50%)

- (b) Sebuah motor aruhan tiga fasa, 56 kW, 3560 rpm, 400 Volt, 60 Hz, dua kutub, sambungan Y mempunyai parameter sebagai berikut :  $R_s = 0.05 \Omega$ ,  $R_r' = 0.18 \Omega$ ,  $X_s = 0.13 \Omega$ ,  $X_r' = 0.25 \Omega$  dan  $X_m = 11.4 \Omega$ . Motor tersebut dikawal dengan menukar frekuensi. Jika tork maksimum ialah 160 Nm.

Kira :

*A three-phase, 56 kW, 3560 rpm, 400 Volt, 60 Hz, two-pole, Y connected induction motor has the following parameters :  $R_s = 0.05 \Omega$ ,  $R_r' = 0.18 \Omega$ ,  $X_s = 0.13 \Omega$ ,  $X_r' = 0.25 \Omega$  and  $X_m = 11.4 \Omega$ . The motor controlled by varying the frequency. If the maximum torque requirement is 160 Nm.*

Calculate :

- (i) Frekuensi bekalan  
*The supply frequency*
- (ii) Kelajuan motor pada tork maksimum  
*The motor speed at the maximum torque*

(50%)