

---

**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2010/2011

April/Mei 2011

**EEK 260 – Mesin Elektrik**

Masa : 3 jam

---

**ARAHAN KEPADA CALON:**

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEBELAS** muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi **ENAM** soalan

Jawab **LIMA** soalan.

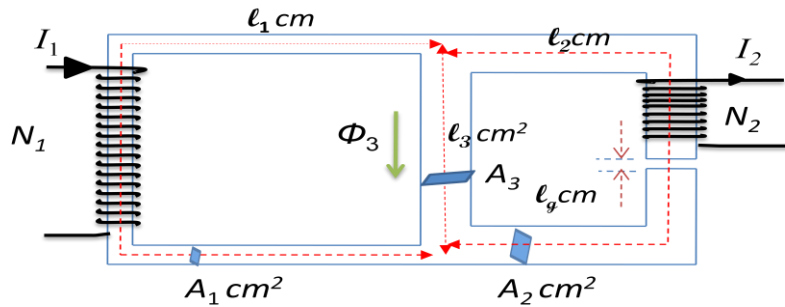
Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi soalan diberikan disudut sebelah kanan soalan berkenaan.

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

**“Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.”**

*“In the event of any discrepancies, the English version shall be used.”*



Rajah 1  
Figure 1

1. Suatu teras ferromagnetic seperti di dalam Rajah 1 mempunyai kebolehtelapan nisbi  $\mu_r$ . Ukuran bagi teras tersebut ditunjukkan di dalam gambarajah. Dua gegelung dililit pada bahagian kiri dan kanan teras dengan bilangan lilitan sebanyak  $N_1$  dan  $N_2$  masing-masing. Arus  $I_1$  dan  $I_2$  mengalir di dalam gegelung  $N_1$  dan  $N_2$  pada arah seperti yang ditunjukkan di dalam gambarajah. Sebagai catatan, luas berkesan sela udara adalah 5 peratus lebih besar daripada saiz fizikal teras tersebut disebabkan kesan peminggiran. Kebolehtelapan udara ialah  $\mu_0$ .

*A ferromagnetic core with a relative permeability of  $\mu_r$  is shown in Fig. 1. The dimensions of the core are as shown in the diagram. Two coils are wrapped around the left and right portion of the core with the number of turns  $N_1$  and  $N_2$ , respectively. The currents of  $I_1$  and  $I_2$  with the directions shown in the figure are flowing in and out of the coils. It is noted that the effective area of the air gap is 5 percent larger than their physical area due to the fringing effect. The permeability of the air is  $\mu_0$ .*

- (i) Lukiskan litar magnet setara bagi teras magnet di dalam Rajah 1. Tunjukkan kesemua parameter yang perlu di dalam litar magnet.

*Draw the equivalent magnetic circuit of Fig 1. Show all the necessary parameters in the magnetic circuit.*

(20 markah/marks)

...3/-

- (ii) Cari nilai bagi setiap enggan dalam (i) jika,

*Determine the respective reluctance in (i) if,*

(20 markah/marks)

$$A_1 = \frac{1}{2} A_2 \quad ; A_2 = A_3 = 10 \text{ cm}; l_1 = 50 \text{ cm}; l_2 = 28 \text{ cm}; l_3 = 10 \text{ cm};$$

$$N_1 = 400; N_2 = \frac{1}{2} N_1; I_1 = I_2 = 1A; \quad \mu_r = 2000; \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$$

- (iii) Cari nilai fluks di bahagian 1, 2 dan 3

*Determine the flux in portion 1,2 and 3*

(30 markah/marks)

- (iv) Cari nilai keamatan pemagnetan bagi sela udara

*Determine the magnetizing intensity of the air gap.*

(30 markah/marks)

2. Tiga pengubah pengagih 25kVA 24,000/277-V disambung secara  $\Delta$ -Y. Ujian litar terbuka telah dilakukan pada bahagian voltan rendah bagi pengubah tersebut dan data berikut telah dicatatkan:

$$V_{\text{talian,OC}} = 480 \text{ V} \quad I_{\text{talian,OC}} = 4.10 \text{ A} \quad P_{3\phi, \text{OC}} = 945 \text{ W}$$

*Three 25-kVA 24,000/277-V distribution transformers are connected in  $\Delta$ -Y. The open-circuit test was performed on the low-voltage side of this transformer bank, and the following data were recorded:*

$$V_{\text{line,OC}} = 480 \text{ V} \quad I_{\text{line,OC}} = 4.10 \text{ A} \quad P_{3\phi, \text{OC}} = 945 \text{ W}$$

...4/-

Ujian litar pintas telah dilakukan pada bahagian voltan tinggi bagi pengubah tersebut, dan data berikut telah dicatatkan:

$$V_{\text{talian,SC}} = 1600 \text{ V} \quad I_{\text{talian,SC}} = 2.00 \text{ A} \quad P_{3\phi, \text{SC}} = 1150 \text{ W}$$

*The short-circuit test was performed on the high-voltage side of this transformer bank, and the following data were recorded:*

$$V_{\text{line,SC}} = 1600 \text{ V} \quad I_{\text{line,SC}} = 2.00 \text{ A} \quad P_{3\phi, \text{SC}} = 1150 \text{ W}$$

- (a) Cari nilai per-unit, per-fasa litar setara bagi pengubah tersebut. Lukiskan litar setara bagi pengubah ini.

*Find the per-unit, per-phase equivalent circuit of this transformer bank. Draw the equivalent circuit of the this transformer.*

(60 markah/marks)

- (b) Lukiskan gambarajah pemfasa dan cari nilai peraturan voltan bagi pengubah ini pada kadaran beban dan pada faktor kuasa ekoran 0.9.

*Draw the phasor diagram and find the voltage regulation of this transformer bank at the rated load and 0.90 PF lagging.*

(15 markah/marks)

- (c) Apakah kecekapan pengubah pada keadaan ini.

*What is the transformer bank's efficiency under these conditions?*

(25 markah/marks)

...5/-

3. (a) Apakah kepentingan penukartertiban dalam penjana DC? Apakah masalah yang berkaitan dengan mesin ini? Bagaimana masalah ini boleh dikurangkan?

*What is the importance of commutation in DC generator? What are the problems associated with it? How these problems may be minimized?*

(25 markah/marks)

- (b) Bangunkan litar setara bagi penjana DC bertokok? Bangunkan hubungkait di antara pembolehubah yang berlainan. Apakah kepentingan kemagnetan berbaki dalam teruja-diri penjana DC ? Apakah rintangan genting dalam penjana ini? Terang secara ringkas. Lukiskan ciri-ciri beban bagi penjana ini sehingga ke tahap beban penuh sahaja.

*Develop the equivalent circuit of a cumulative DC generator? Develop relationships among different variables. What is the importance of residual magnetism in self excited DC generators? What are the critical resistances in this generator? Explain briefly. Draw the load characteristic of this generator up to full load only.*

(35 markah/marks)

- (c) 4 kutub penjana pirau DC mempunyai 676 gelombang bersambung dengan pengalir angker berputar pada kelajuan 600 rpm dan membekalkan beban 10  $\Omega$  pada pengkalan voltan 200 V. Nilai angker dan rintangan medan adalah 0.34 $\Omega$  dan 100 $\Omega$ , masing-masing. Kira perkara berikut:

*A 4-pole DC shunt generator having 676 wave connected armature conductors runs at a speed of 600rpm and supplies a load of 10 $\Omega$  at a terminal voltage of 200 V. The armature and field resistances are 0.34 $\Omega$  dan 100 $\Omega$ , respectively. Calculate the following:*

...6/-

(i) Arus angker  
*The armature current*

(ii) Emf yang dihasilkan dan  
*Generated emf and*

(iii) Fluks bagi satu kutub  
*Flux per pole*

(40 markah/marks)

4. (a) Nyatakan ciri-ciri tork bagi motor siri DC. Apakah kebaikan dan had motor ini dalam industri? Apakah keperluan bagi penukartertiban dalam motor DC?

*Develop the torque characteristics of a DC Series Motor. What are the advantages and limitations of this motor in the industries? What is the need of commutation in DC Motor?*

(30 markah/marks)

- (b) Kenapa pemula merupakan bahagian yang penting dalam motor DC berkuasa kuda yang tinggi? Terangkan dengan diagram yang sesuai cara kerja bagi 4 titik pemula yang digunakan dalam DC motor pirau. Adakah ia juga mencukupi untuk DC motor siri?

*Why is the starter an essential part of a high horse power DC Motor? Explain the working of a 4- point starter used in DC Shunt motor, with the help of suitable diagram. Will it be sufficient for DC Series Motor also?*

(35 markah/marks)

...7/-

- (c) 4 kutub, 220V sambungan bertindih DC motor pirau menghasilkan 12kW. Ia berputar pada 100rpm dan arus angker dan arus medan adalah 60 A dan 2A, masing-masing. Jumlah pengalir angker ialah 500 dan rintangan angker ialah  $0.12\Omega$ . Kira (i) jumlah tork, (ii) tork yang berguna, (iii) fluks yang berguna/kutub, (iv) kehilangan putaran dan (v) kecekapan .

*A 4-pole, 220 V lap connected DC shunt motor delivers 12kW. It runs at 100rpm and draws armature and field current of 60 A and 2A respectively. The total number of armature conductor is 500 and armature resistance is  $0.12\Omega$ . Calculate the (i) total torque, (ii) useful torque, (iii) useful flux/pole (iv) rotational losses and (v) efficiency*

(35 markah/marks)

5. (a) Huraikan ujian tanpa beban dan ujian pemutar terkunci bagi menentukan parameter model suatu litar motor aruhan.

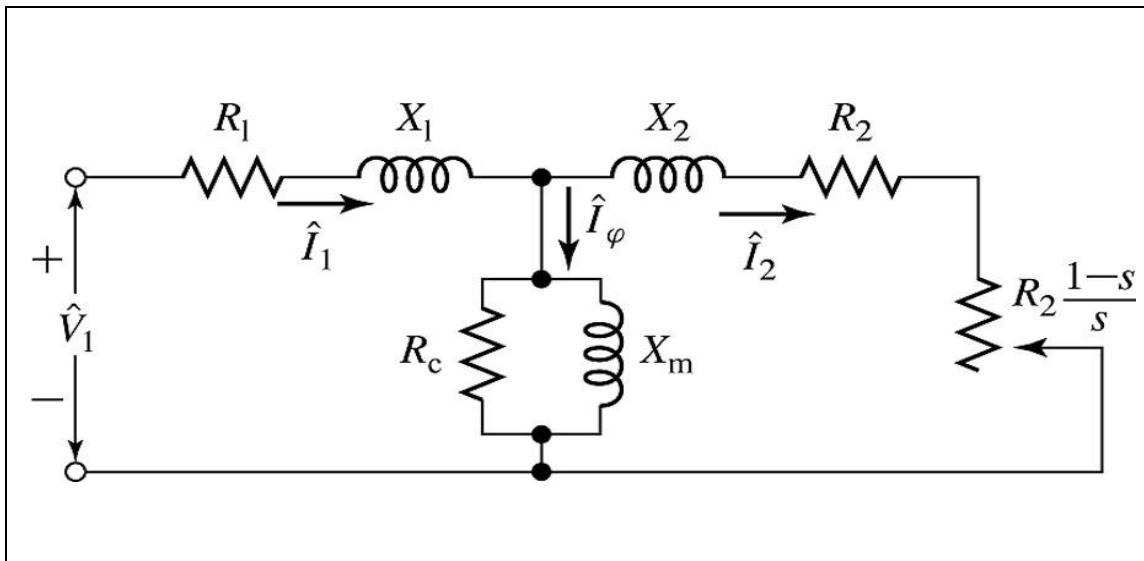
*Describe the No-Load (NL) test and the Locked-Rotor (LR) test to determine the circuit model parameter of the induction motor.*

(30 markah/marks)

- (b) Suatu motor aruhan sarang-tupai 3-fasa, 75 kW, 3.3 kV, 6 kutub, 50 Hz (rujuk Rajah 2) mempunyai ujian data seperti berikut (Anggap bahawa rintangan kehilangan teras,  $R_C$  diabaikan):

*A 3-phase, 75 kW, 3.3 kV, 6-pole, 50 Hertz squirrel cage induction motor (refer to Figure 2) has the following test data (Assume the core-loss resistance,  $R_C$  is neglected):*

NL Test:	Rated frequency, 50 Hz	$V_0 = 3.3kV$ (line-to-line)	$I_0 = 5A$	$P_0 = 2500W$
LR Test:	Rated frequency, 15 Hz	$V_{LR} = 400V$ (line-to-line)	$I_{LR} = 27A$	$P_{LR} = 15kW$
DC Test:	Stator resistance / phase = $3.75 \Omega$			



Rajah 2  
Figure 2



- (i) Tentukan parameter-parameter ( $Z_0, R_0, X_0, Z_{LR}, R_{LR}, X_{LR}, R_1, R_2, X_1, X_2, X_m$ ) bagi model litar ini.

*Determine the parameters ( $Z_0, R_0, X_0, Z_{LR}, R_{LR}, X_{LR}, R_1, R_2, X_1, X_2, X_m$ ) of the circuit model.*

- (ii) Cari parameter-parameter bagi setara Thevenin ( $\bar{V}_{TH}, \bar{Z}_{TH}, \bar{R}_{TH}, \bar{X}_{TH}$ ), seperti dilihat daripada litar pemutar.

*Find the parameters of Thevenin equivalent ( $\bar{V}_{TH}, \bar{Z}_{TH}, \bar{R}_{TH}, \bar{X}_{TH}$ ), as seen from the rotor circuit.*

- (iii) Hitung tork maksimum dan gelincir ketika ia berlaku.

*Calculate the maximum torque and the slip at which it occurs.*

- (iv) Bagi gelincir sebanyak 4%, hitung arus pemegun, factor kuasa dan kecekapan motor.

*For a slip of 4%, calculate the stator current, its power factor and motor efficiency.*

(70 markah/marks)

6. (a) Menggunakan gambarajah aliran kuasa, tunjukkan bagaimana masukan elektrik ditukarkan kepada keluaran kuasa mekanikal di dalam sesebuah motor aruhan.

*By using a power flow diagram, show how electrical input is converted into mechanical power output in an induction motor.*

(30 markah/marks)

- (b) Suatu pemutar bagi motor aruhan 3-fasa berputar pada 1440 putaran per minit apabila sumber 50 Hz frekuensi disambungkan merentasi terminal pemegun. Pelajari situasi ini dan kenalpasti laju segerak yang sesuai dan cadangan jumlah kutub yang terbelit pada motor. Hitung frekuensi bagi emf teraruh pada pemutar.

*The rotor of a 3-phase induction motor rotates at 1440 rpm when a 50 Hz supply is connected, across the stator terminals. Study the situation and identify the suitable synchronous speed and the recommended poles on motor wounded poles. Calculate the frequency of the rotor induced emf.*

(35 markah/marks)

- (c) Suatu motor aruhan 3-fasa mempunyai laju segerak 1200 putaran per minit memacu 80 kW daripada penyuaip 3-fasa. Kelesapan tembaga dan kelesapan besi di dalam pemegun adalah berjumlah 5 kW. Jika motor bergerak pada 1152 putaran per minit, hitung perkara-perkara berikut:

*A 3-phase induction motor having a synchronous speed of 1200 rpm draws 80 kW from a 3-phase feeder. The copper losses and iron losses in the stator amount to 5 kW. If the motor runs at 1152 rpm, calculate the following:*

- (i) Kuasa aktif dihantar ke motor

*The active power transmitted to the motor*

- (ii) Kelesapan  $I^2R$  pemutar

*The rotor  $I^2R$  losses*

- (iii) Kuasa mekanikal yang terbina

*The mechanical power developed*

- (iv) Kuasa mekanikal yang dihantar ke beban sekiranya diketahui bahawa kelesapan akibat belitan dan geseran adalah bersamaan dengan 2 kW

*The mechanical power delivered to the load, knowing that the windage and friction losses are equal to 2 kW*

- (v) Kecekapan motor

*The efficiency of the motor*

(35 markah/marks)

oooOooo