
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2011/2012

Jun 2012

EEK 260 – Mesin Elektrik

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi DUA BELAS 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.

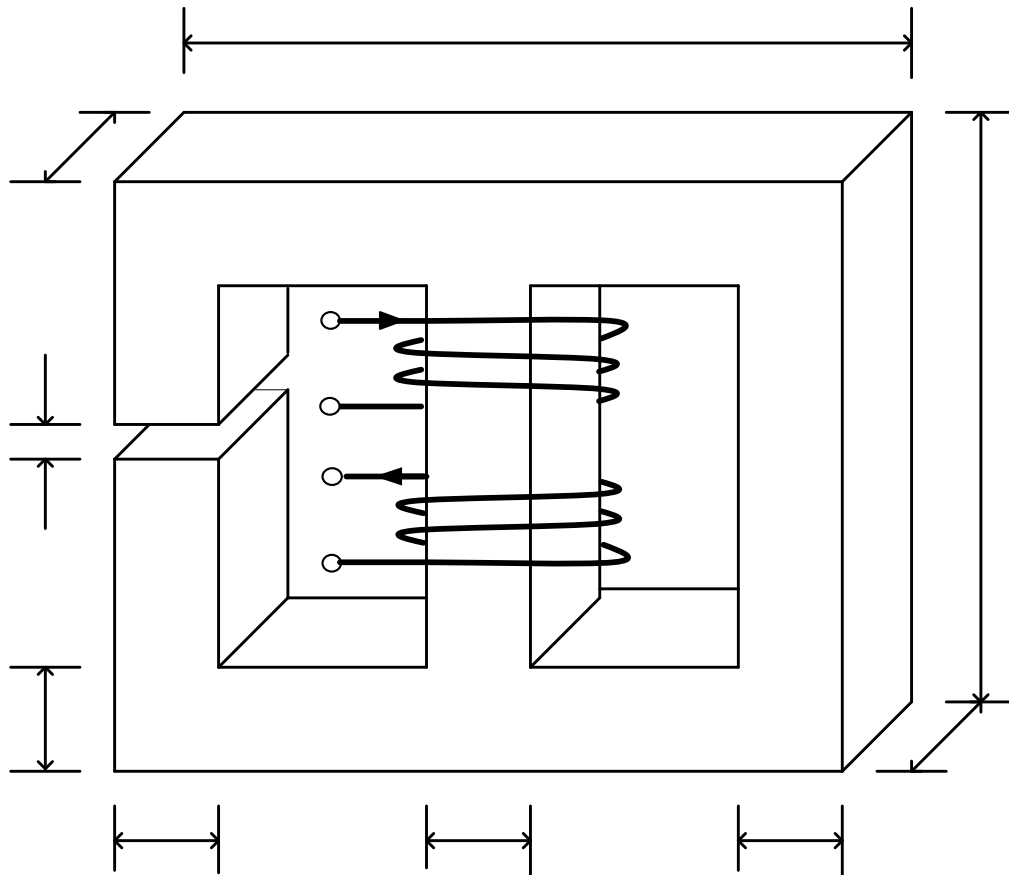
Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris atau kombinasi kedua-duanya.

“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.”

1. Suatu teras feromagnet seperti di dalam Rajah S1 mempunyai kebolehtelapan nisbi μ_r . Ukuran bagi teras tersebut ditunjukkan di dalam diagram. Dua gegelung dililit pada bahagian tengah teras dengan bilangan lilitan sebanyak N_1 dan N_2 . 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 μ_0 . Berikut adalah data-data yang diketahui berkenaan teras.

A ferromagnetic core with a relative permeability of μ_r , is shown in Figure Q1. The dimensions of the core are as shown in the diagram. Two coils are wrapped around the central leg of the core with the number of turns N_1 and N_2 . The currents i_1 and i_2 with the directions shows in the figure are flowing in the coils N_1 and N_2 , respectively. It is noted that effective area of the air gap is 5 percent larger than their physical due to the fringing effect. The permeability of the air is μ_0 . The following data are known about the core.



Rajah S1 Diagram teras ferromagnetic
Figure Q1 A diagram of ferromagnetic core

- (a) Lukiskan litar magnet setara bagi teras magnet di dalam Rajah S1. Tunjukkan kesemua parameter yang perlu di dalam litar magnet setara tersebut.

*Draw the equivalent magnetic circuit of the magnetic core shown in Figure Q1.
Show all the necessary parameters in the magnetic circuit.*

(10 markah/marks)

- (b) Cari nilai bagi setiap enggan dalam (a)
Determine the value of both respective reluctances in (a)

(30 markah/marks)

...4/-

(c) Cari nilai fluks yang terhasil di bahagian kiri, tengah dan kanan teras tersebut.
Determine the flux produced in left, centre and right side of the core.
(45 markah/marks)

(d) Cari nilai ketumpatan fluks untuk sela udara bagi teras tersebut.
Determine the flux density of the air gap of the core.
(15 markah/marks)

2. Sebuah pengubah kuasa tiga fasa 100 MVA 230/110 kV disambung secara mempunyai per-unit rintangan sebanyak 1 peratus dan per-unit regangan sebanyak 7 peratus. Elemen bagi cawangan pengujaan adalah dan .

A 100 MVA 230/110 kV three phase power transformer has a resistance of 1 percent and a reactance of 7 percent per unit. The excitation branch elements are and .

Sekiranya pengubah ini membekalkan 80 MVA dengan faktor kuasa ekoran 0.8 kepada beban

If this transformer supplies a load of 80 MVA at 0.8 PF lagging.

(a) Cari arus talian sekunder, nilai asas arus talian sekunder dan perunit arus talian sekunder bagi pengubah tersebut.

Find the secondary line current, the base value of line current and per unit line current of the transformer.

(30 markah/marks)

(b) Lukis gambarajah pemfasa bagi satu fasa pengubah tersebut.
Draw the phasor diagram of one phase of the transformer.

(15 markah/marks)

...5/-

- (c) Apakah peraturan voltan bagi pengubah dalam keadaan ini?
What is the voltage regulation of the transformer bank under this condition?
(20 markah/marks)

- (d) Lukiskan litar setara per-fasa bagi pengubah dirujuk pada voltan tinggi.
Draw the equivalent circuit referred to the high-voltage side for one phase of this transformer.
(15 markah/marks)

- (e) Kira kesemua galangan bagi pengubah tersebut.
Calculate the entire transformer impedances referred to the high-voltage side.
(20 markah/marks)

3. Lengkungan pemagnetan bagi penjana terpisah dc ditunjukkan dalam Rajah S3. Penjana ini terkadar pada 6 kW, 120 V, 50 A dan 1800 r/min. Litar medan terkadar adalah 5 A. Data-data berkaitan mesin ini diketahui seperti berikut.

The magnetization curve for a separately excited dc generator is shown in Figure Q3. The generator rated at 6 kW, 120 V, 50 A and 1800 r/min. Its field circuit is rated at 5 A. The following data are known about the machine.

- (a) Lukis litar setara bagi penjana ujaan terpisah
Draw the equivalent circuit of separately excited generator
(20 markah/marks)

- (b) Jika ϕ diubah dari 0 hingga 0.02 dan kelajuan penjana berubah dari 1500 hingga 2000 r/min, apakah nilai voltan tanpa beban bagi penjana ini ?

If the ϕ is allowed to vary from 0 to 0.02 and the generator's speed is allowed to vary from 1500 to 2000 r/min, what are the maximum and minimum no-load voltages in the generator.

(20 markah/marks)

- (c) Jika arus angker bagi penjana ini ialah 50 A dengan kelajuan 1700 r/min dan mempunyai voltan pangkalan sebanyak 106 V, berapakah arus medan yang perlu dialirkan dalam penjana ini?

If the armature current of the generator is 50 A, the speed of the generator is 1700 r/min, and the terminal voltage is 106 V, how much field current must be flowing in the generator?

(20 markah/marks)

- (d) Andaikan penjana tersebut mempunyai tinak balas angker pada beban penuh bersamaan dengan daya gerak magnet sebanyak 400 A.turns, apakah nilai voltan pangkalan bagi penjana ini apabila $\phi = 0.02$ dan $n = 1500$ r/min ?

Assuming that the generator has an armature reaction at full load equivalent to 400 A.turns of magnetomotive force, what will the terminal voltage of the generator be when $\phi = 0.02$ and $n = 1500$ r/min ?

(20 markah/marks)

- (e) Jelaskan bagaimana tindak balas angker mempengaruhi hasil voltan keluaran dalam penjana ujaan terpisah dc? Dan bagaimana ia boleh diatasi?

Explain how does armature reaction affect the voltage output in a separately excited dc generator? And how can it be solved?

(20 markah/marks)

Rajah S3: Lengkungan magnet bagi separately excited generator
Figure Q3: The magnetization curve of the separately excited dc generator

4. (a) Kelajuan suatu motor AT sesiri menurun apabila suhu meningkat manakala bagi motor AT pirau ianya akan meningkat. Terangkan keadaan ini. Sekiranya kita mengurangkan arus teruja normal bagi motor AT pirau praktikal kepada 50%, kelajuannya juga akan meningkat tetapi tidak akan berganda. Terangkan kenapa?

The speed of DC series motor drops with rising temperature, while that of shunt DC motor increases. Explain the situation. If we reduce the normal exciting current of a practical DC shunt motor by 50%, the speed is also increased, but it never doubles. Explain why?

(20 markah/marks)

- (b) Sebuah motor AT pirau 186 kW, 230 V, 435 ppm beroperasi pada beban penuh dengan arus talian 862 A. Hitung yang berikut:

A 185 kW, 230 V, 435 rpm dc shunt motor is operated at full load with line current of 862 A. Calculate the followings:

- (i) Jumlah kehilangan dan kecekapannya pada beban penuh.
Total losses and efficiency at full load.
- (ii) Nilai hampir bagi medan arus teuja pirau I_f jika medan pirau tersebut menyumbang kepada 20% daripada jumlah kehilangan.

The approximate shunt field exciting current I_f if the shunt field causes 20% of the total losses.

- (iii) Nilai bagi rintangan angker R_a dan juga nilai angker teraruh emf E_a , jika diketahui 50% daripada kehilangan keseluruhan pada beban penuh adalah disebabkan oleh rintangan angker.

Value of armature resistance R_a as well as the armature induced emf E_a , knowing that 50% of the total losses at full load are due to armature resistance.

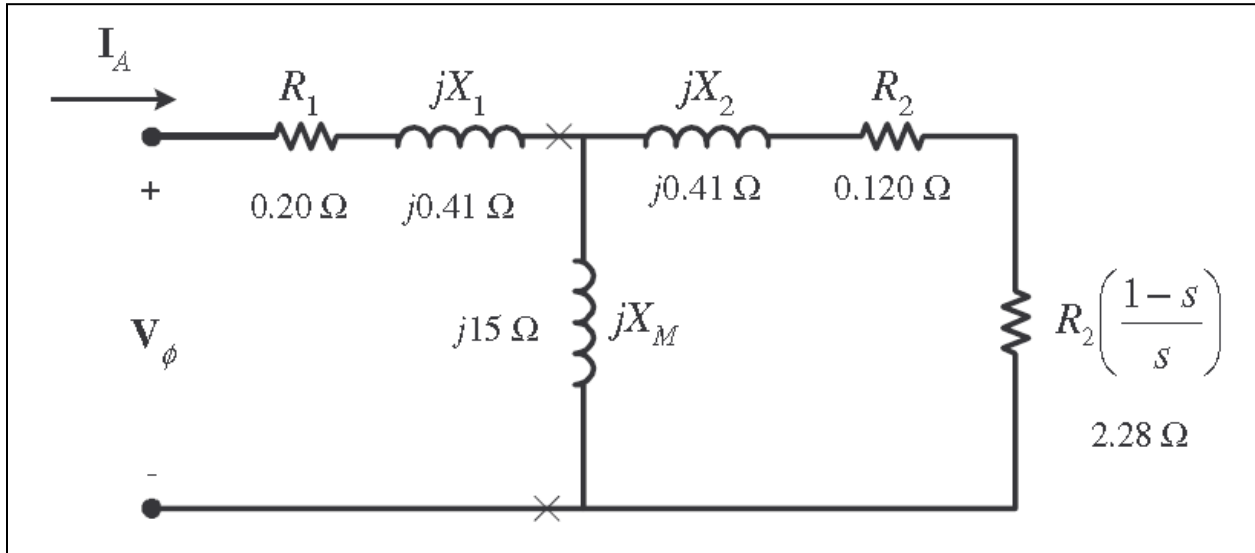
- (iv) Jika kita berharap untuk mencapai kelajuan 1100 ppm, apakah nilai hampir yang perlu bagi arus teruja I_f ?

If we wish to attain a speed of 1100 ppm, what should be the approximate exciting current I_f ?

(80 markah/marks)

5. Satu motor aruhan pemutar belitan 3-fasa, 208 V, 60 Hz, 2-kutub, sambungan-Y mempunyai kuasa terkadar 11 kW. Parameter-parameter litar yang setara adalah seperti dalam Rajah S5.

A 208 V, 60 Hz, 2-pole, Y-connected 3-phase wound rotor induction motor is rated at 11 kW. The equivalent circuit parameters are shown as in Figure Q5.



Rajah S5

Figure Q5

Jika motor tersebut beroperasi pada gelincir 5%, tentukan

If the motor is running at a slip of 5%, determine

(i) Arus talian, I_L .

The line current, I_L .

(ii) Kehilangan pemegun tembaga, P_{SCL} .

The stator copper losses, P_{SCL} .

(iii) Kuasa sela udara, P_{AG} .

The air gap power, P_{AG} .

(iv) Kuasa yang ditukar daripada bentuk elektrik kepada bentuk mekanikal, P_{conv} .

The power converted from electrical to mechanical form, P_{conv} .

- (v) Kilas teraruh, τ_{ind} .
The induced torque, τ_{ind} .
- (vi) Kilas beban, τ_{load} .
The load torque, τ_{load} .
- (vii) Kecekapan keseluruhan mesin.
The overall machine efficiency.
- (viii) Gelincir ketika kilas tarik-keluar.
The slip at the pullout torque.
- (viii) Kilas tarik-keluar bagi motor ini.
The pullout torque of this motor.

(100 markah/marks)

6. (a) Suatu mesin segerak 3-fasa, 10 kVA, 400 V, 4-kutub, 50 Hz sambungan bintang, mempunyai regangan segerak 16Ω dengan rintangan diabaikan. Mesin ini beroperasi sebagai motor yang membawa beban aci 8 kW dengan kelesapan putarannya adalah 0.5 kW. Ujaan emf motor tersebut dilaras kepada 750 V (talian). Hitung

A 3-phase 10 kVA, 400 V, 4-pole, 50 Hz star connected synchronous machine has synchronous reactance of 16Ω and negligible resistance. The machine is operating as a motor that carries a shaft load of 8 kW and its rotational loss is 0.5 kW. Its excitation emf is adjusted to 750 V (line). Calculate

- (i) Arus angker, I_a .
The armature current, I_a .

- (ii) Faktor kuasa, PF dan sudut kuasanya.
The power factor, PF and the power angle.
- (iii) Kilas yang diterbitkan dan kilas aci.
The developed torque and the shaft torque.

(30 markah/marks)

- (b) Motor yang sama seperti dalam 6(a) berfungsi tanpa beban dengan kehilangannya diabaikan. Hitung

The motor in 6(a) is now running at no load and its losses can be neglected. Calculate

- (i) Arus angker, faktor kuasa dan kVAR yang dilukis sekiranya ujaan emf (talian) adalah 600 V. Tentukan keadaan motor pada kes ini.

The armature current, power factor and the kVAR drawn if the excitation emf (line) is 600 V. Determine the condition of the motor at this case.

- (ii) Arus angker, faktor kuasa dan kVAR yang dilukis sekiranya ujaan emf (talian) adalah 300 V. Tentukan keadaan motor pada kes ini.

The armature current, power factor and the kVAR drawn if the excitation emf (line) is 300 V. Determine the condition of the motor at this case.

Apakah nilai ujaan emf (talian) bagi motor ini sekiranya ia ingin melakar kVAR 6 mendahulu? Lukis gambarajah fasa bagi situasi ini.

What should be its excitation emf (line) for the motor to draw a leading kVAR of 6? Draw the phasor diagram for this situation.

(70 markah/marks)