
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2009/2010

April 2010

EEK 260 – MESIN ELEKTRIK

Masa : 3 Jam

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.

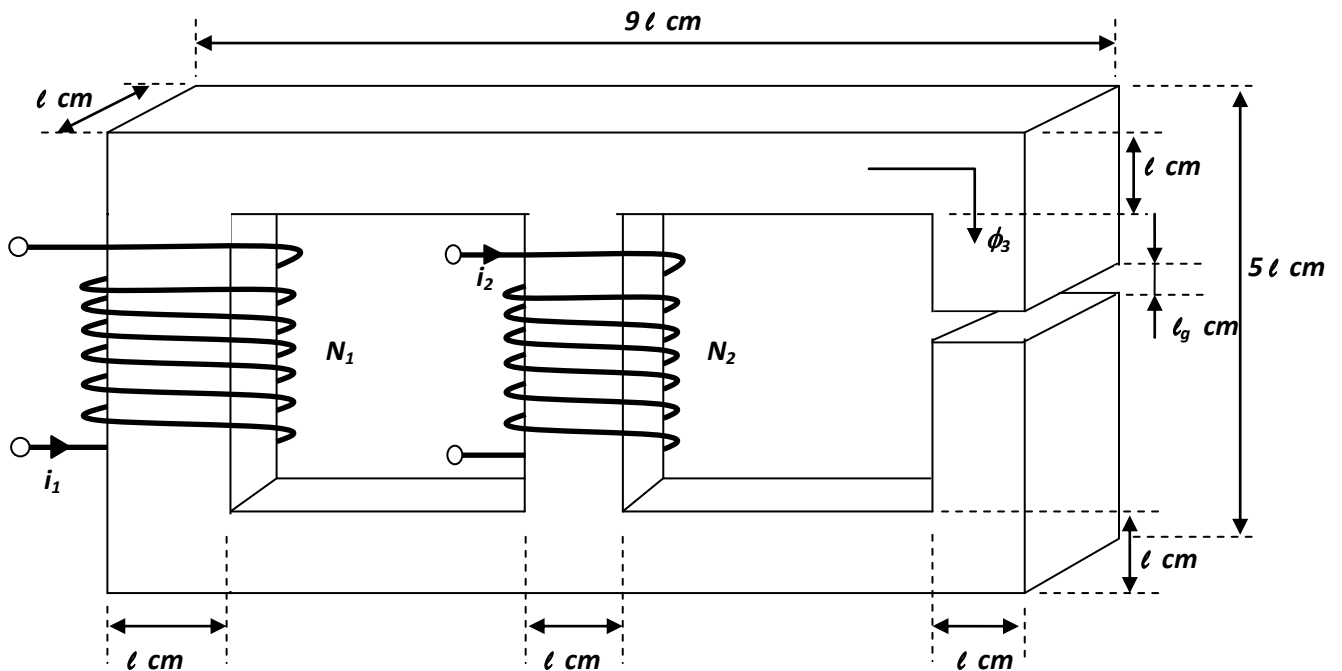
Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris atau kombinasi keduanya.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai].

1. Suatu teras feromagnet seperti di dalam Rajah 1 mempunyai kebolehtelapan nisbi μ_r . Ukuran bagi teras tersebut ditunjukkan di dalam diagram. Dua gegelung dililit pada bahagian kiri dan 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 .

A ferromagnetic core with a relative permeability of μ_r is shown in Figure 1. The dimensions of the core are as shown in the diagram. Two coils are wrapped around the left and center leg 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 the coils of 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 .



Rajah 1: Gambarajah teras magnet
Figure 1: A diagram of magnetic core

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

Draw the equivalent magnetic circuit of the magnetic core in Figure 1. Show all the necessary parameters in the magnetic circuit.

(10 marks)

- (b) Terbitkan persamaan bagi setiap enggan dalam (a).

Derive the equation of respective reluctance in (a).

(30 marks)

- (c) Terbitkan persamaan fluks yang terjadi di bahagian kiri, tengah dan kanan teras tersebut.

Derive the equation of flux that produced in left, center and right side of the core.

(30 marks)

- (d) Dapatkan jumlah fluks bagi teras dan ketumpatan fluks bagi sela udara jika,

Determine the total flux of the core and the flux density of the air gap if,

$$\ell = 10 \text{ cm}, \ell_g = (1/100) \ell \text{ cm}, N_1 = 200 \text{ turns}, N_2 = 400 \text{ turns}, i_1 = i_2 = 2.0 \text{ A}, \mu_r = 2000, \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$$

(30 marks)

2. Sebuah pengubah kuasa tiga fasa 100MVA 230/110 kV disambung secara delta-delta mempunyai per-unit rintangan sebanyak 1 peratus dan per-unit regangan sebanyak 7 peratus. Elemen bagi cawangan pengujian adalah $R_c = 100 \text{ pu}$ dan $X_m = 15 \text{ pu}$.

A 100 MVA 230/110 kV Δ - Δ three phase power transformer has a resistance of 1 percent and a reactance of 7 percent per unit. The excitation branch elements are $R_c = 100 \text{ pu}$ and $X_m = 15 \text{ pu}$.

- (a) Sekiranya pengubah ini membekalkan 80MVA dengan faktor kuasa ekoran 0.8 kepada beban

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

- (i) 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 marks)

- (ii) Lukis gambarajah pemfasa bagi satu fasa pengubah tersebut.

Draw the phasor diagram of one phase of the transformer.

(20 marks)

- (iii) Apakah peraturan voltan bagi pengubah dalam keadaan ini?

What is the voltage regulation of the transformer bank under this condition?

(10 marks)

- (b) Lukiskan litar setara per-fasa bagi pengubah dirujuk pada voltan tinggi. Kira kesemua galangan bagi pengubah tersebut.

Sketch the equivalent circuit referred to the high-voltage side of one phase of this transformer. Calculate all of the transformer impedances referred to the high-voltage side.

(40 marks)

3. (a) Voltan yang diaruhkan kepada hantaran-hantaran angker suatu Penjana A.T ialah ulang-alik atau tak searah. Apakah peranan berus-berus dan pembalik di dalam suatu Penjana A.T? Terangkan dengan diagram yang sepatutnya. Bina pernyataan untuk voltan teraruh dalam suatu Penjana. Apakah tujuan/kegunaan suatu teras angker? Mengapa ia dibuat daripada keratan-keratan nipis?

The voltage induced in the conductors of the armature of a D.C. Generator is alternating or unidirectional. What is the role of brushes and commutator in a D.C. Generator? Explain with suitable diagram. Develop the expression for the voltage induced in the generator. What is the purpose of an armature core? Why it is made of thin laminations?

(30 marks)

- (b) Lukis dan terangkan ciri beban Penjana campuran kumulatif. Beri keterangan daripada bentuk ciri voltan melawan arus dengan pertolongan persamaan yang sesuai berasaskan pada litar setara penjana.

Draw and explain the load characteristics of a cumulative compound generator. Justify the shape of the voltage versus current characteristics with the help of proper equations based on the equivalent circuit of the generator.

(30 marks)

- (c) Sebuah penjana A.T shunt dengan satu rintangan medan 110Ω dan satu rintangan angker 1.2Ω mempunyai 400 pusingan hantaran yang tersambung dalam angkernya. Fluk per kutub ialah 20 mWb. Jumlah kehilangan kuasa mekanikal dan magnetik hingga 500W. Jika suatu rintangan beban 15Ω disambungkan kepada angker dan penjana dipandu pada halaju 1500rpm. Kira:

A 4-pole D.C. Shunt generator with a shunt field resistance of 110Ω and an armature resistance of 1.2Ω has 400 lap connected conductors in its armature. The flux per pole is 20 mWb. Mechanical and magnetic losses amount to 500W. If a load resistance of 15Ω is connected across the armature and the generator is driven at a speed of 1500rpm. Compute:

- (i) Voltan terminal.
Terminal Voltage.
- (ii) Kecekapan. Abaikan pengaruh reaksi angker .
Efficiency. Neglect the effect of armature reaction.

(40 marks)

4. (a) Apakah perbezaan jenis-jenis Motor A.T ? Terangkan beberapa aplikasinya sesuai dengan ciri-cirinya. Bentuk suatu pernyataan untuk tork yang dihasilkan suatu motor A.T. Bentuk hubungkait antara halaju dan arus beban tork dan arus beban dalam motor-motor campuran.

What are the different types of D.C. Motors? Explain some of their applications according to their characteristics. Develop the expression for the developed torque of a DC motor. Develop the relationship between speed and load current; torque and load current in the case of compound motors.

(40 marks)

- (b) Apakah tujuan pemula bagi suatu motor A.T? Terangkan litarnya secara teliti dengan pertolongan diagram yang sesuai. Apakah ia perlu di dalam seluruh motor A.T?

What is the purpose of the starter in a dc motor? Explain its circuit details with the help of a suitable diagram. Is it necessary in all D.C. Motors?

(20 marks)

- (c) Suatu motor A.T shunt 4-kutub, 240V, sambungan gelombang memberikan kuasa keluaran 9.5 KW apabila berpusing pada 1000rpm dan menarik arus angker dan arus medan masing-masing ialah 41A dan 1.1A. Tentukan

A 4-Pole, 240V, wave connected shunt motor gives 9.5 KW output when running at 1000rpm and drawing armature and field currents of 41A and 1.1A respectively. Find

(40 marks)

- (i) Tork beban.
Total torque.
- (ii) Tork yang berguna.
Useful torque.
- (iii) Fluk yang berguna per kutub.
Useful flux per pole.
- (iv) Kehilangan kuasa pusingan.
Rotational losses.
- (v) Kecekapan.
Efficiency.

5. (a) Berikan dua kelebihan sebuah motor aruhan pemutar-belitan berbanding sebuah motor aruhan sarang-tupai.

Give two advantages of wound-rotor induction motor over a squirrel-cage induction motor.

(10 marks)

- (b) Sebuah motor aruhan 3-fasa, 12 kutub disambungkan kepada satu sumber 600V, 60Hz.

A 3-phase, 12-pole induction motor is connected to a 600V, 60Hz source.

- (i) Kira halaju segerak, n_s .

Calculate the synchronous speed, n_s .

- (ii) Apakah halaju nominal jika gelincir ketika beban penuh adalah 6 peratus?

What is the nominal speed if the slip at full-load is 6 percent?

- (iii) Jika bekalan sumber dikurangkan kepada 300V, adakah halaju segerak akan berubah?

If the voltage is reduced to 300V, will the synchronous speed change?

(20 marks)

- (c) Sebuah motor aruhan bagi penyejuk udara-ke-air 3-fasa, 30,000 kuasa kuda, 13.2kV, 60Hz, mempunyai halaju segerak 1800 r/min memandu satu pemampat turbo dalam sebuah loji pembuatan oksigen yang besar. Motor tersebut beroperasi tepat pada kelajuan 1792.8 r/min ketika beban penuh. Selaku sebuah kotak gear, ia memandu pemampat pada kelajuan 4930 r/min. Motor tersebut mempunyai kecekapan sebanyak 98.1% dan 0.90 faktor kuasa. Tork dan arus adalah masing-masing 0.7pu dan 4.7pu. Kira:

A 30 000hp, 13.2kV, 3-phase, 60Hz, air-to-water cooled induction motor having a synchronous speed of 1800 r/min drives a turbo compressor in a large oxygen-manufacturing plant. The motor runs at an exact full-load speed of 1792.8 r/min and by means of a gearbox, it drives the compressor shaft at a speed of 4930 r/min. The motor has an efficiency of 98.1% and a power factor of 0.90. The torque and current are respectively 0.7pu and 4.7pu. Calculate the following:

- (i) Arus beban penuh.

The full-load current.

- (ii) Jumlah kelesapan kuasa ketika beban penuh.

The total losses at full-load.

- (iii) Kelesapan kuasa sebenar pengaruh I^2R jika kelesapan kuasa putaran dan geseran adalah 62kW.

The exact rotor I^2R losses if the windage and friction losses amount to 62kW.

- (iv) Arus dan tork.

The current and torque.

- (v) Nilai tork yang diterbitkan di bahagian pemampat.

The torque developed at the compressor shaft.

(70 marks)

...10/-

6. (a) Nyatakan perbezaan utama di antara penjana turbin-stim dan penjana kutub-tertonjol. Apakah kondisi-kondisi yang perlu ditepati sebelum sebuah penjana disambungkan kepada satu sistem 3-fasa?

State the main differences between steam-turbine generators and salient-pole generators. What conditions must be met before a generator can be connected to a 3-phase system?

(30 marks)

- (b) Suatu penjana seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2 mempunyai ciri-ciri berikut:

$$\begin{aligned} E_0 &= 2400V \\ X_s &= 144\Omega \\ R &= 17\Omega \\ \text{Impedans beban } Z &= 175\Omega \end{aligned}$$

The 3-phase generator shown in Figure 2 has the following characteristics:

$$\begin{aligned} E_0 &= 2400V \\ X_s &= 144\Omega \\ R &= 17\Omega \\ \text{Load Impedance } Z &= 175\Omega \end{aligned}$$

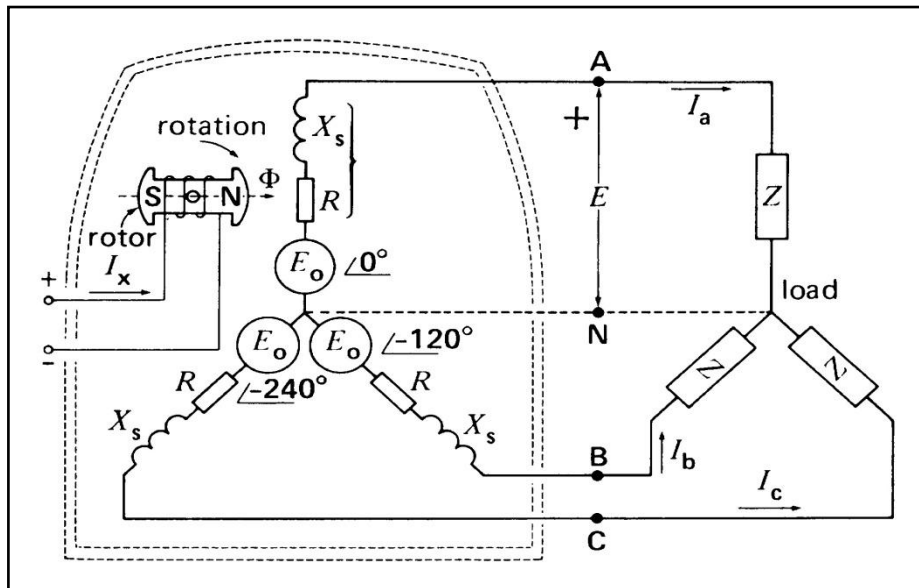
Kira:

Calculate:

- (i) Impedans segerak Z_s per fasa.
The synchronous impedance Z_s per phase.
- (ii) Jumlah kerintangan bagi litar, per fasa.
The total resistance of the circuit, per phase.
- (iii) Jumlah reaktans bagi litar, per fasa.
The total reactance of the circuit, per phase.
- (iv) Arus talian.
The line current.

- (v) Voltan talian-ke-neutral merentasi beban.
The line-to-neutral voltage across the load.
- (vi) Voltan talian merentasi beban.
The line voltage across the load.
- (vii) Kuasa turbin yang memandu pengulang-alik.
The power of the turbine driving the alternator.
- (viii) Sudut fasa di antara E_0 dan voltan yang merentasi beban.
The phase angle between E_0 and the voltage across the load.

(70 marks)



Rajah 2
Figure 2

ooooOoooo