
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua

Sidang Akademik 2007/2008

April 2008

EEK 260 – MESIN ELEKTRIK

Masa : 3 Jam

Sila pastikan 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 diberikan di sudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.

1. (a) Bagaimana anda mengklasifikasikan sesuatu bahan bergantung kepada kemagnetannya? Apakah jenis-jenis bahan yang selalu digunakan dalam pembikinan Pengubah, Penjana dan motor?

How do you classify materials with respect to magnetism? Which type of material is mostly used in the fabrication of Transformers, Generators and motors?

(15%)

- (b) Apakah perbezaan jenis-jenis kehilangan yang terdapat di dalam bahan-bahan magnet dalam aplikasi fluks ulang-alik? Bagaimanakah ianya boleh diminimumkan? Secara amnya arus menguja bagi pengubah ialah bukan bentuk sinus. Bolehkah anda perjelaskannya? Jika teras magnetik digantikan dengan teras aluminium, adakah akan memberi kesan ke atas bentuk gelombang arus menguja bila fluks yang terhasil dalam teras adalah bentuk susoidal?

What are the different types of losses which take place in magnetic materials on the application of alternating flux? How these can be minimized? Generally the exciting current of the transformer is non sinusoidal. Can you explain it? If the magnetic core is replaced by an aluminum core will there be any effect on the wave shape of the exciting current when flux produced in core is sinusoidal?

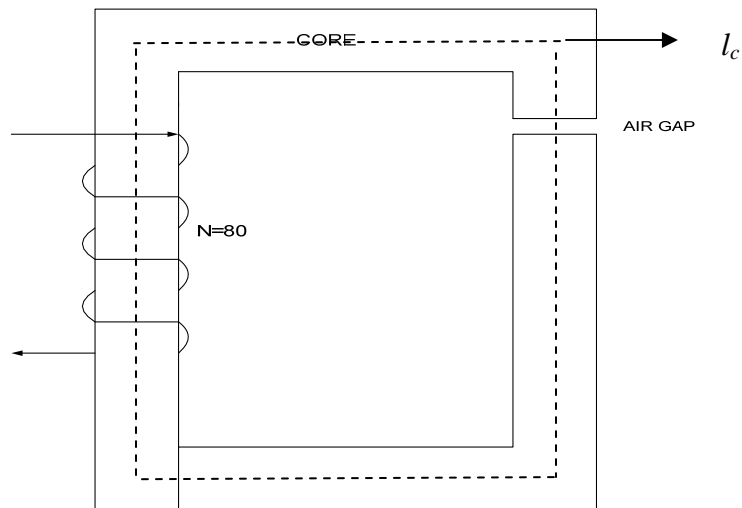
(40%)

- (c) Jelaskan sebutan 'engganan' dalam litar magnet. Satu litar magnet dengan satu sela udara seperti ditunjukkan dalam Rajah 1. Dimensi-dimensi bagi teras berikut adalah:

Explain, the term 'reluctance', of a magnetic circuit. A magnetic circuit with a single air gap is shown in Figure 1. The core dimensions are:

- (i) Luas keratan rentas, $A_c=2.2 \times 10^{-3} \text{m}^2$.
Cross sectional Area, $A_c=2.2 \times 10^{-3} \text{m}^2$.
- (ii) Panjang teras, $l_c=0.85 \text{m}$.
Core Length, $l_c=0.85 \text{m}$.
- (iii) Anggapkan kebolehtelapan teras tersebut = $3000 \mu_0$.
Assume that core has a permeability = $3000 \mu_0$.
- (iv) Kirakan keengganan dihasilkan oleh sela udara dan teras.
Calculate the reluctances offered by air gap and core.

Bila satu arus nilai 2.5A melalui gelungan, kirakan fluks dan kearuhannya.
When a current of 2.5 A is passed through the coil, calculate flux and inductance.



Rajah 1
Figure 1

(45%)

...4/-

2. (a) Apakah bentuk bagi voltan teraruh di dalam konduktor bagi angker? Binakan ungkapan bagi voltan teraruh di dalam penjana tersebut. Apakah keutamaan angker di dalam penjana? Mengapakah ianya dibuat dalam pelapisan nipis?

What is the shape of the voltage induced in the conductors of the armature? Develop the expression for the voltage induced in a generator. What is the purpose of armature in a generator? Why it is made of thin laminations?

(25%)

- (b) Lukiskan dan jelaskan ciri-ciri bagi beban dalam penjana majmuk. Bagaimana anda menjustifikasikan ciri-ciri bagi bentuk dengan bantuan persamaan yang kemas berdasarkan kepada litar setara bagi penjana?

Draw and explain the load characteristics of a compound generator. How can you justify the shape of characteristics with the help of proper equations based on the equivalent circuit of the generator?

(35%)

- (c) Sebuah penjana terpirau A.T. 4-kutub dengan medan rintangan terpirau adalah 100Ω dan rintangan angker bagi 1Ω mempunyai 400 konduktor belitan tertindih dalam angker tersebut. Setiap fluks per kutub ialah 20 mWb. Jumlah kehilangan mekanikal dan magnetik sehingga 500W. Jika rintangan bebanan bagi 10Ω disambungkan merentasi angker dan penjana yang menjana pada 1200rpm. Kirakan:

A 4-pole D.C. Shunt generator with a shunt field resistance of 100Ω and an armature resistance of 1Ω 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 10Ω is connected across the armature and the generator is driven at 1200rpm. Compute:

...5/-

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

(40%)

3. (a) Berikan ungkapan bagi tork terbina dalam motor A.T. Apakah faktor-faktor yang mengawal nilai-nilai tersebut? Binakan satu hubungan di antara kelajuan dan arus beban dan tork dan arus beban dalam kes motor terpirau dan sesiri. Berikan beberapa aplikasi-aplikasi yang sesuai di dalam motor sesiri.

Develop the expression for the developed torque of a DC motor. What are the factors which control its value? Develop the relationship between speed and load current and torque and load current in the case of shunt and series motors. Give some suitable applications of series motor.

(40%)

- (b) Apakah keutamaan pemula bagi motor A.T.? Jelaskan secara menyeluruh litar tersebut dengan bantuan gambarajah yang sesuai.

What is the purpose of the starter in a dc motor? Explain its circuit details with the help of a suitable diagram.

(20%)

- (c) Sebuah motor selari tersambung gelombang 4-kutub, 240V memberi keluaran 9KW pada pusingan 1000rpm dengan arus angker dan arus medan masing-masing adalah 40A dan 1.0A. Carikan

A 4-Pole, 240V, wave connected shunt motor gives 9KW output when running at 1000rpm and armature and field currents of 40A and 1.0A respectively. Find

- (a) Jumlah tork.
Total torque.
- (b) Tork yang berguna.
Useful torque.
- (c) Fluks berkutub yang berguna.
Useful flux per pole.
- (d) Kehilangan pusingan.
Rotational losses.
- (e) Kecekapan.
Efficiency.

(40%)

4. (a) Namakan tiga (3) syarat yang perlu dipatuhi untuk menyambungkan dua buah transformer secara selari.

Name three (3) conditions that must be met in order to connect two transformers in parallel.

(25%)

- (b) Ujian litar-buka (OCT) dan ujian litar-pintas (SCT) dilakukan untuk menentukan parameter-parameter bagi sebuah transformer. Sebuah transformer pada kadaran 500KVA, 69kV/4.16kV, 60Hz mempunyai data-data pengukuran berikut:

Open-circuit test (OCT) and short-circuit test (SCT) are performed to determine the parameters of a transformer. Given a 500KVA, 69kV/4.16kV, 60Hz transformer has the following measured data:

OCT (4160V dibekalkan pada terminal voltan rendah LV manakala sisi voltan tinggi HV dilitar-bukakan)

(4160V is applied on LV terminals while HV side is open-circuited)

$$E_s = 4160V, I_0 = 2A, P_m = 5000W$$

SCT (2600V dibekalkan pada terminal voltan tinggi HV manakala sisi voltan rendah LV di litar-pintaskan)

(2600V is applied on HV terminals while LV side is short-circuited)

$$E_{sc} = 2600V, I_{sc} = 4A, P_{sc} = 2400W$$

- (i) Kira nilai R_m dan X_m merujuk kepada sisi HV.

Calculate the value of R_m and X_m referred to HV side.

(25%)

- (ii) Kira nilai R_p dan X_p merujuk kepada sisi HV.

Calculate the value of R_p and X_p referred to HV side.

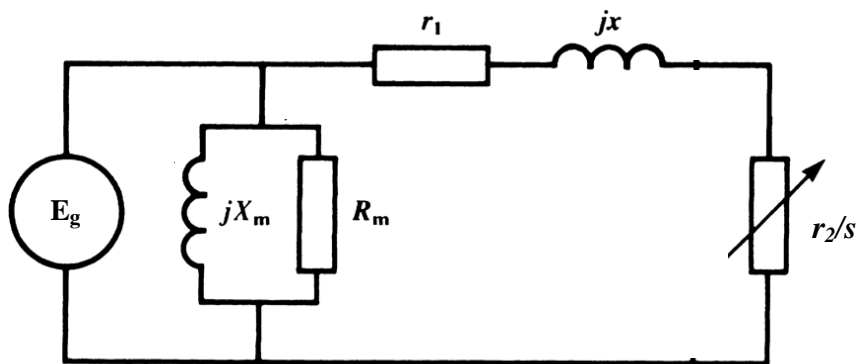
(25%)

...8/-

- (iii) Kira nilai kecekapan transformer tersebut apabila ia membekalkan satu beban 250kVA pada faktor kuasa 80%.

Calculate the efficiency of the transformer when it supplies a load of 250kVA at power factor of 80%.

(25%)



Rajah 2 Litar setara sebuah motor aruhan sarang tupai merujuk kepada sisi primer (pemegun)

Figure 2 Equivalent circuit of a squirrel-cage induction motor referred to the primary (stator) side

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%)

- (b) Sebuah motor aruhan 3-fasa, 20 kutub disambungkan kepada satu sumber 600V, 60Hz.

A 3-phase, 20-pole induction motor is connected to a 600V, 60Hz source.

- (i) Kira kelajuan segerak n_s .

Calculate the synchronous speed n_s . (5%)

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

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

(5%)

- (c) Merujuk kepada Rajah 2, sebuah motor aruhan sarang-tupai pada kadaran 550V, 1780rpm, 3-fasa, 60Hz beroperasi tanpa beban mengalirkan arus 12A dan jumlah kuasa 1500W. Kira nilai-nilai R_m dan X_m per fasa.

Referring to Figure 2, a 550V, 1780rpm, 3-phase, 60Hz squirrel-cage induction motor running at no-load drawing a current of 12A and a total power of 1500W. Calculate the values of R_m and X_m per phase.

(30%)

- (d) Motor di bahagian 5(c) mengalirkan 30A dan kuasa 2.43kW apabila disambungkan kepada satu talian 3-fasa 90V, di bawah keadaan pemutar-terkunci. Nilai rintangan antara dua terminal pemegun adalah 0.8 Ω . Kira nilai-nilai r_1 , r_2 dan x dan juga tork pemutar-terkunci pada voltan terkadar.

The motor in part 5(c) now draws a current of 30A and a power of 2.43kW when connected to a 90V, 3-phase line under locked-rotor conditions. The resistance between two stator terminals is 0.8 Ω . Calculate the values of r_1 , r_2 and x and the locked-rotor torque at rated voltage.

(50%)

6. (a) Namakan tiga kelebihan sebuah motor segerak berbanding sebuah motor aruhan sarang-tupai.

Name three advantages of a synchronous motor compared to a squirrel-cage induction motor.

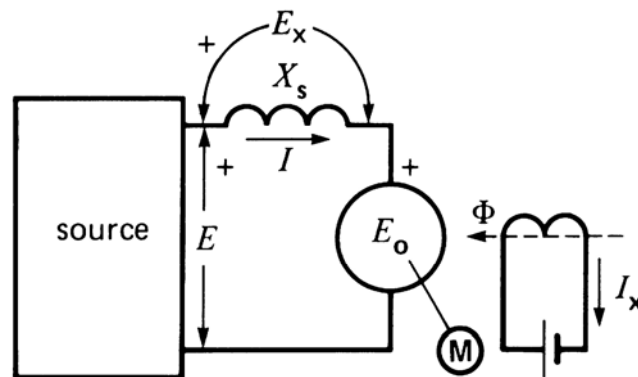
(10%)

- (b) Sebuah motor segerak disambungkan kepada satu talian 3.3kV, 3-fasa dan menghasilkan voltan ujaan E_o sebanyak 1500V (talian ke talian) apabila arus ujaan AT setinggi 25A. Reaktan segerak X_s ialah 22 Ω dan sudut tork δ antara E_o dan E adalah 30 $^\circ$. Dengan bantuan Rajah 3, kira:

A synchronous motor which is connected to a 3.3kV, 3-phase supply lines generates an excitation voltage E_o of 1500V (line-to-neutral) when the dc exciting current is 25A. The synchronous reactance X_s is 22 Ω and the torque angle δ between E_o and E is 30 $^\circ$. With the aid of Figure 3, calculate:

...11/-

- (i) Nilai E_x .
The value of E_x . (20%)
- (ii) Arus talian au.
The ac line current. (20%)
- (iii) Faktor kuasa. Mendahului atau ketinggalan?
The power factor. Leading or lagging? (20%)
- (iv) Kuasa aktif yang diserap oleh motor.
The approximate active power absorbed by the motor. (20%)
- (v) Lukis gambarajah fasor untuk menunjukkan E , E_o , E_x dan I .
Draw the phasor diagram to indicate E , E_o , E_x and I . (10%)



Rajah 3 Litar setara sebuah motor segerak satu fasa
Figure 3 Equivalent circuit of a synchronous motor, showing one phase