
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2004/2005

Mac 2005

EEK 366 – MESIN ELEKTRIK DAN PACUAN

Masa : 3 Jam

ARAHAN KEPADA CALON:-

Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi **LAPAN (8)** muka surat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab **LIMA (5)** soalan.

Agihan markah diberikan di sudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Semua soalan hendaklah dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Lukis ciri-ciri magnet dan luaran bagi sebuah penjana teruja asing.

Draw the magnetization and external characteristics of a separately excited generator.

(10%)

- (b) Sebuah motor arus terus 230 V, 4-kutub mempunyai rintangan angker 0.5 ohm, rintangan medan selari 100 ohm dan rintangan medan sesiri 0.5 ohm. Angker tersebut mempunyai belitan tindih.

A 230 V, 4-pole dc motor has armature resistance of 0.5 ohm, shunt field resistance of 100 ohms and series field resistance of 0.5 ohm. The armature has lap winding.

- [i] Lukis gambarajah litar bila motor tersebut beroperasi sebagai sebuah motor selari tanpa belitan medan sesiri, pada 1200 rpm dan mengambil arus talian sebanyak 20 A.

Draw the circuit diagram when the motor is operated as a shunt motor without series field winding, at 1200 rpm and takes a line current of 20 A.

(5%)

- [ii] Daripada (i) tentukan arus medan selari dan arus yang mengalir melalui setiap pengalir angker.

From (i) determine the shunt field current and current through each armature conductor.

(10%)

- [iii] Seperti dalam (i), mengoperasikan motor tersebut sebagai sebuah motor selari, dengan mengekalkan tork malar, apakah rintangan tambahan yang diperlukan dalam litar angker supaya kelajuan menjadi 750 rpm.

As in (i), operating the motor as a shunt motor, keeping the torque constant, what additional resistance is required in the armature circuit to bring the speed to 750 rpm.

(30%)

...3/-

- [iv] *Lukis gambarajah litar bila motor itu beroperasi sebagai sebuah motor sesiri pada 1400 rpm dan mengambil arus angker 15 A.*

Draw the circuit diagram when the motor is operated as a series motor at 1400 rpm and takes an armature current of 15 A.

(5%)

- [v] *Seperti dalam (iv), mengoperasikan motor tersebut sebagai sebuah motor sesiri, jika arus angker dikurangkan kepada 12 A dan fluks per kutub dikurangkan sebanyak 20% daripada fluks pada 15 A dalam medan sesiri, tentukan (1) Halaju (2) Tork.*

As in (iv), operating the motor as a series motor, if the armature current is reduced to 12 A and the flux per pole is now reduced by 20 % of the flux at 15 A in the series field, determine (1) the speed and (2) the torque.

(40%)

2. (a) *Tulis nama-nama ujian yang dikendalikan pada sebuah penjana segerak 3-fasa bagi menentukan reaktan segerak. Tunjukkan pengiraan reaktan segerak daripada ujian-ujian tersebut dan graf-graf.*

Write the names of tests conducted on a 3-phase synchronous generator to determine the synchronous reactance. Show the calculation of synchronous reactance from the tests and graphs.

(10%)

- (b) *Sebuah mesin segerak 3-fasa pada kadaran 10 kVA, 400 V, 50 Hz, 4-kutub sambungan bintang mempunyai rintangan belitan pemegun per fasa 0.75 ohm. Pemegun tersebut mempunyai 48 alur dan rentangan gegelung ialah 1 hingga 11 alur.*

A 3-phase, 10 kVA, 400 V, 50 Hz, 4-pole star connected synchronous machine has stator winding resistance per phase of 0.75 ohm. The stator has 48 slots and the coil span is 1 to 11 slots.

- [i] Tentukan faktor pengagihan, faktor rentangan gegelung dan faktor belitan.

Determine the distribution factor, coil span factor and winding factor. (15%)

- [ii] Bila mesin itu beroperasi sebagai sebuah penjana segerak pada voltan kadaran dan arus kadaran, regulasi voltan pada faktor kuasa beban 0.85 menyusul ialah 22%. Tentukan impeden segerak.

When the machine is operated as a synchronous generator at rated voltage and rated current, the voltage regulation at 0.85 power factor lagging load is 22 %. Determine the synchronous impedance. (25%)

- [iii] Tentukan voltan ujaan sebagai sebuah penjana pada separuh beban-penuh dan faktor kuasa uniti.

Determine the excitation voltage as a generator at half full- load and unity power factor. (15%)

- [iv] Mesin tersebut beroperasi sebagai sebuah motor segerak pada voltan kadaran dan menghasilkan voltan ujaan 260 V. Sudut tork (sudut beban) ialah 30°. Tentukan arus talian dan faktor kuasa.

The machine is operated as a synchronous motor at rated voltage and develops an excitation voltage of 260 V. The torque angle (load angle) is 30°. Determine the line current and power factor. (30%)

- [v] Lukis gambarajah fasor untuk (iv).

Draw the phasor diagram for (iv). (5%)

3. (a) *Lukis lengkung-lengkuk tork-gelinciran bagi sebuah motor induksi 3-fasa yang beroperasi pada dua frekuensi berbeza. Tunjukkan titik-titik menonjol pada lengkung-lengkuk tersebut.*

Draw the torque-slip curves of a 3-phase induction motor operating at two different frequencies. Show the salient points on the curves.

(15%)

- (b) Sebuah motor induksi sarang-tetupai 3-fasa sambungan bintang mempunyai kadaran-kadaran dan parameter-parameter berikut:

A 3-phase, star connected squirrel-cage induction motor has following ratings and parameters:

400 V, 50 Hz, 4-kutub, 1370 rpm
Parameter-parameter per fasa merujuk kepada pemegun:
 $R_1 = 2 \text{ ohm}$, $R_2' = 3 \text{ ohm}$, $X_1 = X_2' = 3.5 \text{ ohm}$
Cabang kemagnetan, $X_m = 55 \text{ ohm}$
Rintangan cabang kehilangan teras diabaikan.

400 V, 50 Hz, 4-pole, 1370 rpm
Parameters per phase referred to stator:
 $R_1 = 2 \text{ ohms}$, $R_2' = 3 \text{ ohms}$, $X_1 = X_2' = 3.5 \text{ ohms}$
Magnetizing branch, $X_m = 55 \text{ ohms}$
Core loss branch resistance is neglected.

- [i] Lukis litar setara yang sebenar.
Draw the exact equivalent circuit. (5%)
- [ii] Tentukan daripada litar dalam [i] nilai-nilai beban-penuh bagi (1) gelinciran (2) arus talian pemegun (3) Kuasa masukan pemutar (4) Jumlah tork dihasilkan (5) Jumlah tork permulaan dan (6) Kecekapan, jika kehilangan putaran adalah 300 watt.

Determine from the circuit in [i], the full-load values of (1) slip (2) Stator line current (3) Rotor power input (4) Total Torque developed (5) Total Starting torque and (6) Efficiency, if the rotational losses are 300 watts. (75%)

- [iii] Apakah nilai gelinciran pada tork maksimum.
What is the value of slip at maximum torque.

(5%)
...6/-

4. (a) Apakah halaju asas suatu motor dc?

What is a base speed of a dc motor?

(10%)

- (b) Apakah parameter yang perlu diubah untuk mengawal halaju motor dc teruja berasingan? Lakarkan ciri bagi motor teruja berasingan.

What are the parameters to be varied for speed control of separately excited dc motor? Draw the characteristics of separately excited motors.

(30%)

- (c) Halaju motor teruja berasingan dikawal oleh litar semikonverter satu fasa. Arus medan juga dikawal oleh semikonverter dan ia disetkan pada nilai maksimum. Punca masukan ac ke konverter angker dan medan adalah satu fasa 208-V, 60Hz. Rintangan angker ialah $R_a=0.12\Omega$, rintangan medan ialah $R_f=220\Omega$, dan pemalar voltan ialah $K_v=1.055 \text{ V/A rad/s}$. Tork beban ialah $T_l=75 \text{ N m}$ pada halaju 700 rpm. Kehilangan geseran likat dan tanpa beban diabaikan. Arus angker dan medan adalah berterusan dan tanpa riak. Lakarkan litar lengkap sistem. Tentukan:

The speed of a separately excited motor is controlled by a single-phase semiconverter. The field current is also controlled by a semiconverter and the field current is set to the maximum possible value. The ac supply voltage to the armature and field converter is one phase, 208 V, 60 Hz. The armature resistance is $R_a=0.12\Omega$, the field resistance is $R_f=220\Omega$, and the motor voltage constant is $K_v=1.055 \text{ V/A rad/s}$. The load torque is $T_l=75 \text{ N m}$ at a speed of 700 rpm. The viscous friction and no load losses are negligible. The armature and field current are continuous and ripple free. Draw the complete circuit of the system. Determine:

- [i] Arus medan I_f
The field current I_f
- [ii] Sudut lengah converter dalam litar angker α_a
The delay angle of the converter in the armature circuit α_a
- [iii] Faktor kuasa masukan litar angker.
The input power factor (PF) of the armature circuit.

(60%)

5. Huraikan secara ringkas bagaimana halaju dan tork motor ac dikawal menggunakan kaedah-kaedah seperti berikut:

Explain briefly how the speed and torque of a 3-phase ac motor is controlled using the following methods:

- (a) Kawalan voltan stator
Stator voltage control
- (b) Kawalan voltan rotor
Rotor voltage control
- (c) Kawalan frekuensi
Frequency control
- (d) Kawalan frekuensi dan voltan stator
Frequency and stator voltage control

(100%)

6. (a) Bincangkan dengan jelas motor-motor berikut:

Discuss in details the following motors:

- [i] Motor dc tanpa berus
Brushless dc motor

- [ii] Motor Pelangkah
Stepper motor

- [iii] Motor Engganam Tersuis
Switched reluctance motor

(80%)

(b) Apakah langkah umum yang diambil dalam memilih motor elektrik.

What are the common rules for electric motor selection.

(20%)