
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2012/2013 Academic Session

June 2013

EEK 368 – Electrical Machines & Drives
[Mesin dan Pacuan Elektrik]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 Jam]

Please check that this examination paper consists of **TWELVE (12)** pages of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **DUA BELAS (12)** muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

Instructions: This question paper consists **SIX (6)** questions. Answer **FIVE (5)** questions. All questions carry the same marks.

Arahan: *Kertas soalan ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.]*

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

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

1. (a) Takrifkan sistem pemacu elektrik.

Define an electrical drive system.

(5 markah/marks)

- (b) Apakah komponen-komponen asas sistem pemacu elektrik? Lukiskan gambarajah blok fungsi daripada suatu sistem pemacu elektrik dan terangkan secara ringkas fungsi daripada setiap blok asas tersebut.

What are the basic components of an electrical drive system? Draw a functional block diagram of an electrical drive system and briefly describe the function of each of the basic block.

(30 markah/marks)

- (c) Sebuah mesin AT dua kutub, 24 slot, mempunyai 24 gegelung dan 18 lilitan per gegelung. Purata ketumpatan fluks per kutub ialah 1 T. Panjang berkesan mesin ialah 20 cm, dan jejari angker 10 cm. Kutub magnet direka untuk meliputi 80% daripada pinggir angker. Jika halaju sudut angker ialah 183.2 rad / s, tentukan emf teraruh setiap pusingan.

A 24-slot, two pole dc machine has 24 coils and 18 turns per coil. The average flux density per pole is 1 T. The effective length of the machine is 20 cm, and the radius of the armature 10 cm. The magnetic poles are designed to cover 80% of the armature periphery. If the armature angular velocity is 183.2 rad/s, determine the induced emf per turn.

(45 markah/marks)

- (d) Jika arus angker daripada mesin dalam Soalan 1(c) di atas ialah 25 A, tentukan arus purata perbahagian, kilasan purata yang terbangun dan kuasa terbangun.

If the armature current of the machine in Question 1(c) is 25 A, determine the average current per path, average torque developed and the power developed.

(20 markah/marks)

2. (a) Sebuah motor AT pirau 230 V, 10 HP mempunyai sebuah rintangan angker 0.3Ω dan rintangan medan 160Ω . Kelajuan tanpa beban dan arus talian masing-masing ialah 1200 rpm dan 3.938 A. Motor menarik arus angker 40 A apabila beroperasi dengan penuh beban. Tentukan;

A 230 V, 10 HP dc shunt motor has an armature resistance of 0.3Ω and field resistance of 160Ω . The no-load speed and line current of the motor are 1200 rpm and 3.938 A respectively. The motor draws an armature current of 40 A when operating with full-load. Determine;

- (i) arus angker ketika tanpa-beban,

the armature current at no-load,

(10 markah/marks)

- (ii) kuasa terhasil oleh angker tanpa-beban,

the power developed by armature on no-load,

(10 markah/marks)

- (iii) kecekapan beban penuh motor tersebut, dan

the full load efficiency of the motor, and

(20 markah/marks)

- (iv) halaju beban penuh daripada motor.

the full load speed of the motor.

(5 markah/marks)

- (b) Sebuah motor AT sesiri 600 V, 150 hp mempunyai rintangan angker 0.12Ω dan rintangan medan siri 0.04Ω . Motor beroperasi pada bebas berkadar penuh menarik arus 200 A. Kelajuan operasi motor pada beban penuh adalah 600 ppm. Tentukan;

A 600 V, 150 hp dc series motor has an armature resistance of 0.12Ω and the series field resistance of 0.04Ω . The motor operates at its full-rated load drawing a current of 200 A. The operating speed of motor at full-load is 600 rpm. Determine;

- (i) emf balik angker pada beban penuh,

the armature back emf at full load,

(5 markah/marks)

- (ii) kilas dalaman yang terhasil, dan

the internal developed torque, and

(10 markah/marks)

- (iii) kehilangan putaran dan kecekapan beban penuh

the rotational losses and full load efficiency.

(20 markah/marks)

- (c) Anggap bahawa beban pada motor dalam Soalan 2(b) berubah dan sebagai hasilnya arus bekalan turun kepada 150 A. Cari kelajuan baru dalam ppm.

Assume that load on the motor in Question 2(b) is changed and as a result the supply current is dropped to 150 A. Find the new speed in rpm.

(20 markah/marks)

3. (a) Terangkan mengapa kelajuan pemutar secara lazimnya kurang daripada kelajuan segerak pada motor-motor aruhan.

Explain why rotor speed is normally less than the synchronous speed in induction motors.

(10 markah/marks)

- (b) Sebuah motor aruhan belitan tersambung Y, 440 V, 50 Hz, 6 kutub adalah terkadar 75 kW. Komponen litar setaranya adalah:

A 440 V, 50 Hz, six-pole Y connected wound motor induction motor is rated 75 kW. Its equivalent circuit components are:

$$R_1 = 0.082 \, \Omega, \quad R_2 = 0.07 \, \Omega, \quad X_1 = 0.19 \, \Omega, \quad X_2 = 0.18 \, \Omega, \quad \text{and} \quad X_m = 7.2 \, \Omega$$

$$P_{mech} = 1.3 \, \text{kW}, \quad P_{misc} = 150 \, \text{W}, \quad \text{and} \quad P_{core} = 1.4 \, \text{kW}$$

Untuk gelincir 0.04, cari:

For a slip of 0.04, find:

- (i) Arus talian I_L

The line current I_L

(25 markah/marks)

- (ii) Faktor kuasa pemegun

The stator power factor

(5 markah/marks)

- (iii) Kehilangan tembaga pemegun P_{SCL}

The stator copper losses P_{SCL}

(10 markah/marks)

(iv) Kuasa sela udara P_{AG}

The air gap power P_{AG}

(10 markah/marks)

(v) Kuasa tertukar P_{CONV}

The power converted P_{CONV}

(10 markah/marks)

(vi) Kilas teraruh τ_{ind}

The induced torque τ_{ind}

(15 markah/marks)

(vii) Kilas beban τ_{load}

The load torque τ_{load}

(15 markah/marks)

4. (a) Jelaskan secara ringkas, mengapa sebuah motor segerak tidak boleh dimulai dengan sendirinya?. Senaraikan tiga cara yang dapat digunakan untuk memulakan motor segerak secara selamat.

Describe briefly, why a synchronous motor can't start by itself? List three basic approaches that can be used to safely start a synchronous motor.

(20 markah/marks)

- (b) Sebuah motor segerak 480 V, 100 kW, 50 Hz, empat kutub, sambungan Y mempunyai rintangan angker 0.08Ω dan reaktan segerak 1.0Ω . Motor beroperasi pada beban penuh dan kadaran faktor kuasa ialah 0.85 FK mendahulu. Kecekapan motor pada beban penuh adalah 91 peratus. Tentukan,

A 480 V, 100 kW, 50 Hz, four-pole, Y-connected synchronous motor has an armature resistance of 0.08Ω and synchronous reactance of 1.0Ω . The motor is operating at full load and its rated power factor is 0.85 PF leading. The efficiency of motor at full-load is 91 percent. Determine,

- (i) Kilas keluaran,

the output torque,

(10 markah/marks)

- (ii) Kuasa masukan,

the input power,

(5 markah/marks)

- (iii) Halaju mekanik n_m

the mechanical speed n_m

(5 markah/marks)

- (iv) Voltan teraruh E_A ,

the induced voltage E_A ,

(10 markah/marks)

- (v) Arus angker I_A ,

the armature current I_A ,

(5 markah/marks)

(vi) Kuasa tertukar P_{conv} , dan

the power converted P_{conv} , and

(10 markah/marks)

(vii) Kehilangan mekanik, teras dan sesat ((*iaitu. $P_m + P_{core} + P_{stray}$*)

the mechanical, core and stray losses (i.e. $P_m + P_{core} + P_{stray}$)

(10 markah/marks)

(c) Sebuah motor segerak 8 kW, 500 V, tiga fasa, sambungan bintang mempunyai rintangan angker diabaikan. Regangan segerak per fasa ialah 12Ω . Kira arus minimum yang akan ditarik oleh motor jika pengujaan diubah. Cari emf yang berkaitan per fasa. Kecekapan beban penuh motor adalah 86%.

A 8 kW, 500 V, three-phase, star-connected synchronous motor has negligible armature resistance. The synchronous reactance per phase is 12Ω . Calculate the minimum current that the motor will draw if excitation is varied. Find the corresponding emf per phase. The full-load efficiency of the motor is 86%.

(25 markah/marks)

5. (a) Sebuah penerus terkawal gelombang penuh tiga fasa digunakan untuk membekalkan kuasa kepada litar angker sebuah motor AT teruja berasingan yang mempunyai rintangan angker 0.2Ω . Voltan masukan kepada penerus tiga fasa ialah 230 V (RMS). Motor menarik arus 205 A apabila beroperasi pada 1750 rpm dengan suatu voltan angker 230 V AT . Tentukan,

A three-phase full-wave controlled rectifier is used to supply power to the armature circuit of a separately excited DC motor having an armature resistance of 0.2Ω . The input voltage to the three-phase rectifier is 230 V (rms). The motor draw a current of 205 A when running at 1750 rpm with an armature voltage of 230 V dc . Determine,

- (i) sudut pengapian α di bawah syarat-syarat yang ditetapkan,

the firing angle α under the specified conditions,

(10 markah/marks)

- (ii) sudut pengapian α diperlukan untuk motor beroperasi pada 875 rpm dan

the firing angle α required for the motor to run at 875 rpm and

(25 markah/marks)

- (iii) kelajuan motor untuk sudut pengapian 75°

the motor's speed for the firing angle of 75° .

(20 markah/marks)

- (b) Sebuah motor AT siri dibekalkan dari pemenggal AT-AT satu-kuadran yang mendapat bekalan daripada sebuah bateri 450 V. Arus yang mengalir melalui angker motor mempunyai nilai purata 110 A. Data yang lain untuk pacuan ini adalah $R_a = 0.07 \Omega$, $R_f = 0.07 \Omega$, $K_a = 0.82 \frac{V}{Wb \frac{rad}{s}}$, dan $\phi = 0.018 I_a$. Nisbah duti ($D = t_{on}/T$) adalah 0.65. Kira

A dc series motor is supplied from a single-quadrant dc-dc chopper which in turn is getting its supply from a 450 V battery. The current flowing through the armature of the motor has a mean value of 110 A. The other data for this drive are $R_a = 0.07 \Omega$, $R_f = 0.07 \Omega$, $K_a = 0.82 \frac{V}{Wb \frac{rad}{s}}$, and $\phi = 0.018 I_a$. The duty ratio ($D = t_{on}/T$) is 0.65. Calculate

- (i) kelajuan motor

the speed of the motor,

(15 markah/marks)

- (ii) kilas terhasil oleh motor

the torque developed by the motor,

(10 markah/marks)

- (iii) rintangan masukan setara, dan

equivalent input resistance, and

(10 markah/marks)

- (iv) kuasa masukan keseluruhan

the total input power.

(10 markah/marks)

6. Suatu motor bergerak tiga fasa 30-kW, 440-V, 50-Hz, 4-kutub sambungan bintang mempunyai parameter-parameter sebagai berikut :

$$R_S = 0.37 \Omega, R_r = 0.26 \Omega, X_S = 0.8 \Omega, \text{ dan } X_r = 0.8 \Omega$$

Semua kuantiti dirujuk ke bahagian pemegun.

Motor beroperasi dengan pengendalian volt / Hz malar berkaitan dengan voltan kadaran dan frekuensi. Jika motor membekalkan suatu kilas beban 120 Nm, kira kuantiti berikut dengan kadaran frekuensi dan dengan frekuensi 40 Hz:

A 30-kW, 440-V, 50-Hz, 4-pole, three-phase star connected synchronous motor has following parameters;

$$R_S = 0.37 \Omega, R_r = 0.26 \Omega, X_S = 0.8 \Omega, \text{ and } X_r = 0.8 \Omega$$

All the quantities are referred to stator side.

The motor is operated with constant volt/Hz control corresponding to the rated voltage and frequency. If the motor has to supply a load torque of 120 Nm, calculate the following quantities with rated frequency and with a frequency of 40 Hz:

- (a) Gelincir untuk yang diberikan kilas beban,

Slip for the given load torque,

(25 markah/marks)

- (b) Gelincir untuk kilas maksimum,

Slip for the maximum torque,

(15 markah/marks)

- (c) Kilas runtuh,

Breakdown torque,

(20 markah/marks)

(d) Arus rotor runtuh, dan

Breakdown rotor current, and

(15 markah/*marks*)

(e) Kecekapan

Efficiency

(25 markah/*marks*)

ooooOoooo