

SULIT



First Semester Examination
2018/2019 Academic Session

December 2018/January 2019

**EEK 468 – ELECTRICAL MACHINES AND DRIVES
(MESIN ELEKTRIK DAN PACUAN)**

Duration : 3 hours
(Masa : 3 jam)

Please check that this examination paper consists of **NINE (9)** pages and **ONE (1)** page of printed appendices material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** muka surat dan **SATU (1)** muka surat lampiran yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

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

Arahan: Kertas soalan ini mengandungi **LIMA (5)** soalan. Jawab **SEMUA** 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.]

...2/-

SULIT

1. A DC motor is a class of rotary the electrical machines that converts direct current electrical energy into mechanical energy.

Motor DC merupakan salah satu mesin elektrik berputar yang menukar tenaga elektrik arus terus kepada tenaga mekanik.

- (a) Name and sketch four types of common DC motors.

Namakan dan lakarkan empat jenis motor DC yang biasa.

(20 marks/markah)

- (b) Describe and compare the characteristics of shunt and series DC motors.

Jelaskan and bandingkan ciri-ciri motor pirau DC dan motor siri DC.

(20 marks/markah)

- (c) Explains why the starting current of DC motors need to be limited and suggest one method to start DC motors in a safe way.

Jelaskan mengapa arus permulaan bagi motor DC perlu dihadkan dan cadangkan satu cara untuk memulakan motor DC dengan cara yang selamat.

(20 marks/markah)

- (d) A shunt DC motor rotating at 1500 r/min is fed by a 120 V source as shown in Figure 1. The line current is 51 A and the shunt-field resistance is 120 ohm. If the armature resistance is 0.1 ohm, calculate the following:

Motor pirau DC berputar pada 1500 r/min dibekalkan dengan sumber 120 V seperti ditunjukkan dalam Rajah 1. Arus pada talian adalah 51 A dan rintangan lilitan pirau adalah 120 ohm. Jika rintangan angker adalah 0.1 ohm, kirakan yang berikut:

- (i) The current in the armature

Arus di dalam angker

(10 marks/markah)

...3/-

SULIT

- (ii) The counter-emf/back emf
Aruhan daya gerak elektrik balik

(15 marks/markah)

- (iii) The mechanical power developed by the motor
Kuasa mekanikal yang dibangunkan oleh motor

(15 marks/markah)

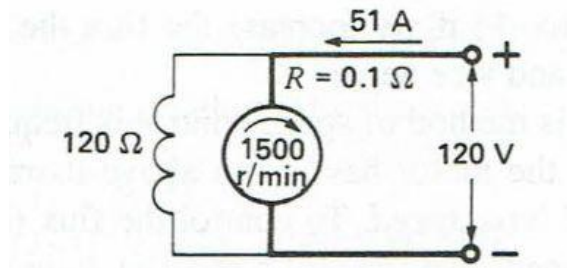


Figure 1 A shunt DC motor
Rajah 1 Sebuah motor pirau DC

- 2. The armature mmf effect is one of the undesirable effects especially in high power DC motors.

Kesan mmf angker adalah satu kesan yang tidak diinginkan dalam DC motor berkuasa tinggi.

- (a) Sketch diagrams to illustrate the armature mmf in DC motor.

Lakarkan rajah bagi ilustrasi kesan angker mmf di dalam motor DC.

(20 marks/markah)

- (b) Explain two methods how armature mmf effects can be minimized in high power DC motors.

Terangkan dua kaedah bagaimana kesan angker mmf boleh dikurangkan dalam motor DC berkuasa tinggi.

(20 marks/markah)

...4/-

- (c) DC motors can be stopped by dynamic braking and plugging. Sketch circuit to illustrate how dynamic braking and plugging work.
Motor DC boleh dihentikan dengan brek dinamik dan juga brek palam. Lakarkan litar bagi menggambarkan bagaimana brek dinamik dan brek palam berfungsi.
(30 marks/markah)
- (d) We wish to stop a 120hp, 240V, 400 rpm DC motor by using the dynamic braking circuit. If the nominal armature current is 400A, calculate;
Sebuah motor elektrik berkuasa 120hp, 240V, 400 rpm DC motor akan diberhentikan dengan menggunakan litar brek dinamik. Jika nilai angker semasa nominal adalah 400A, kirakan;
- (i) The value of the braking resistor R if the maximum braking current is limited to 600A.
Nilai brek perintang R jika nilai arus brek ialah maksimum 600A.
(10 marks/markah)
- (ii) The braking power (kW) when the motor has decelerated to 200 rpm, 50 rpm and 0 rpm.
Nilai brek kuasa (kW) jika kelajuan motor telah berkurang pada 200rpm, 50 rpm, dan 0 rpm.
(20 marks/markah)

3. (a) A three-phase, 230 V, 60 Hz, four-pole, star-connected induction motor with an input power of 35 kW is operating at rated load, rated voltage and rated frequency, which results in a line current of 100 A. The losses for the operating conditions are:
Sebuah motor aruhan tiga-fasa, 230 V, 60 Hz, 4-kutub sambungan-bintang mempunyai kuasa masukan sebanyak 35 kW yang berfungsi pada kadaran beban, voltan dan frekuensi dengan arus talian sebanyak 100 A. Kehilangan pada keadaan operasi adalah seperti di bawah:

Stator conductor loss <i>Kehilangan konduktor pemegun</i>	1000 W
Rotor conductor loss <i>Kehilangan konduktor pemutar</i>	600 W
Core loss <i>Kehilangan teras</i>	200 W
Windage, friction and stray losses <i>Kehilangan geseran angin, geseran dan sesat</i>	360 W

- (i) Sketch the power flow diagram
Lakarkan gambarajah talian kuasa.
(20 marks/markah)
- (ii) Calculate the efficiency
Kirakan kecekapan
(10 marks/markah)
- (iii) Calculate the motor speed
Kirakan kelajuan motor
(20 marks/markah)

- (iv) Calculate the shaft torque
Kirakan kecekapan tork aci.

(10 marks/markah)

- (v) Calculate the power factor
Kirakan faktor kuasa.

(10 marks/markah)

- (b) With the aid of circuit diagram and rotor current waveform shown in Figure 3, explain the rotor resistance control used in induction motor.

Dengan bantuan gambarajah litar dan gelombang arus pemutar yang ditunjukkan di Rajah 3, terangkan kaedah kawalan rintangan pemutar yang digunakan dalam motor aruhan.

(30 marks/markah)

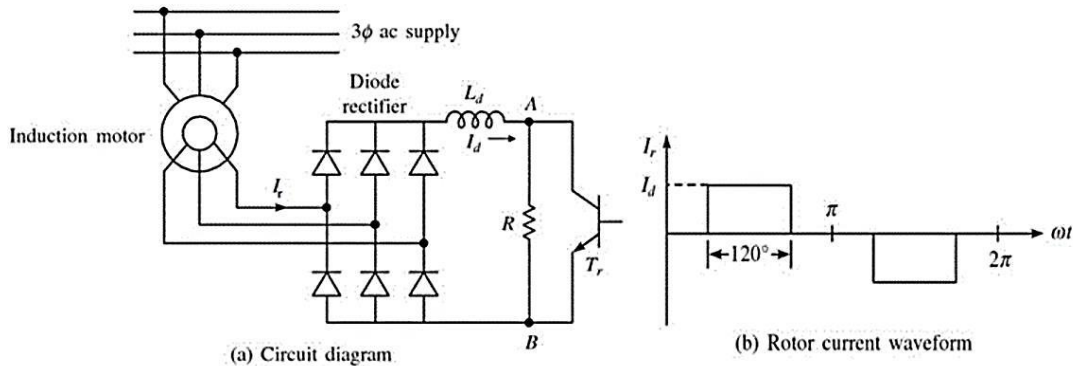


Figure 3 – Rotor resistance control
Rajah 3 – Kawalan rintangan pemutar

4. The torque-speed curve of a water pump is described by the equation $T = \omega^2/200$ Nm, where ω is the speed of the pump motor expressed in rad/s. This pump is to be controlled by a three-phase, 240 V, 6-pole, 50 Hz, star-connected induction motor with pairs of inverse-parallel connected thyristors. The per-phase equivalent circuit parameters of the motor, referred to the primary turns, are $R_1 = 0.3 \Omega$, $R_2 = 0.2 \Omega$, $X_1 = X_2 = 0.6 \Omega$, $X_m = \infty$. The required speed range is 975 rpm to 600 rpm. Find:

Lengkung kilas-kelajuan bagi sesuatu pam air boleh dirangkapkan dengan persamaan $T = \omega^2/200$ Nm, di mana ω adalah kelajuan motor pam diungkapkan dalam rad/s. Pam ini dikawal oleh sebuah motor aruhan tiga-fasa, 240 V, 6-kutub, 50 Hz, sambungan bintang yang mempunyai pasangan thyristor yang disambung songsang selari. Parameter-parameter litar setara motor bagi sesuatu per fasa yang dirujuk kepada lilitan utama adalah: $R_1 = 0.3 \Omega$, $R_2 = 0.2 \Omega$, $X_1 = X_2 = 0.6 \Omega$, $X_m = \infty$. Julat kelajuan yang dikehendaki adalah dari 975 rpm hingga 600 rpm. Dapatkan:

- (i) the slips at different speeds.
gelincir pada kedua-dua kelajuan. (15 marks/markah)
- (ii) the torques at different speeds.
tork pada kedua-dua kelajuan. (15 marks/markah)
- (iii) the impedance at different speeds.
galangan pada kedua-dua kelajuan. (15 marks/markah)
- (iv) the power factor at different speeds.
faktor kuasa pada kedua-dua kelajuan. (15 marks/markah)

- (v) the per unit current at different speeds.
per unit arus pada kedua-dua kelajuan.

(20 marks/markah)

- (vi) Use the performance curves of current versus firing-angles in Figure 4, obtain the necessary range of thyristor firing angles to meet the above required speed operating range.

Gunakan prestasi lengkung arus-sudut pengapian di Rajah 4, dapatkan julat sudut pengapian thyristor yang diperlukan untuk mencapai julat kelajuan yang dinyatakan di atas.

(20 marks/markah)

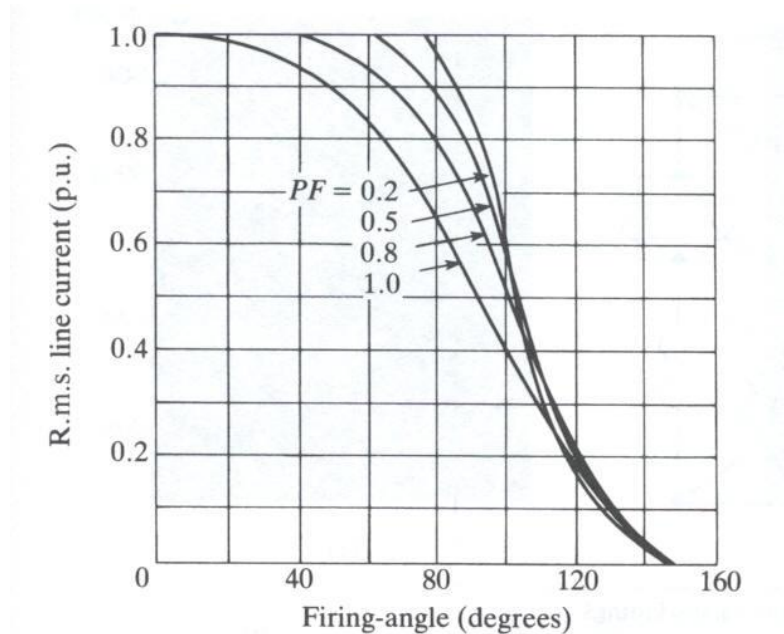


Figure 4 – Performance curves of current versus firing-angles

Rajah 4 - Prestasi lengkung arus-sudut pengapian

5. (a) A rectifier-DC motor drive is supplied by a three-phase, full-controlled SCR bridge 240 V / 50 Hz per-phase. The field is supplied by a single-phase 240 V / 50 Hz, with uncontrolled diode bridge rectifier. The field current is set as maximum as possible. The armature resistance is 0.5 ohm and the field resistance is 200 ohm. The motor constant is 1.25 V/A-rad/s. Assume that the motor operates at 300 rad/s,

Satu penerus pemacu motor-AT dibekalkan oleh tiga-fasa, titi SCR terkawal 240 V, 50 Hz per fasa. Medan dibekalkan oleh satu-fasa, 240 V, 50 Hz penerus titi diod tanpa kawalan. Arus medan disetkan setinggi yang mungkin. Rintangan angker ialah 0.5 ohm dan rintangan medan ialah 200 ohm. Pemalar motor tersebut ialah 1.25 V/A-rad/s. Andaikan bahawa motor ini beroperasi pada 300 rad/s,

- (i) What is the triggering angle for the motor in order to achieve the developed torque of 60 Nm?

Apakah sudut picuan bagi motor tersebut untuk mencapai tork sebanyak 60 Nm?

(15 marks/markah)

- (ii) calculate the required armature current.

kirakan arus angker yang diperlukan.

(15 marks/markah)

- (b) With the aid of diagram, explain the operation of a motor drive.

Dengan bantuan gambarajah, terangkan operasi bagi sesuatu pemacu motor.

(30 marks/markah)

- (i) Give three application examples of motor drives.

Berikan tiga contoh aplikasi pemacu motor.

(15 marks/markah)

- (ii) Compare AC Drives and DC Drives.

Bandingkan pemacu arus ulangalik dan pemacu arus terus.

(25 marks/markah)

APPENDIX**LAMPIRAN****Course Outcomes (CO) – Programme Outcomes (PO) Mapping**
Pemetaan Hasil Pembelajaran Kursus – Hasil Program

Questions Soalan	CO	PO
1	1	2
2	2	3
3	2	3
4	2	3
5	2	3