

SULIT



First Semester Examination
2022/2023 Academic Session

February 2023

**EEK468 – Electrical Machine and Drives
(Mesin dan Pacuan Elektrik)**

Duration : 3 hours.
(Masa : 3 jam)

Please check that this examination paper consists of **NINE** (9) pages of printed material including appendix before you begin the examination.

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

Instructions : This paper consists of **FOUR (4)** questions. Answer **FOUR (4)** questions.

Arahan : Kertas ini mengandungi **EMPAT (4)** soalan. Jawab **EMPAT (4)** soalan.]

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 any of a class of rotary 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.

Huraikan and bandingkan ciri ciri motor pirau DC dan motor siri DC.

(20 marks/markah)

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

Terangkan 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 230V shunt motor has a nominal armature current of 60A. If the armature resistance is 0.15Ω , calculate the following:

Sebuah motor pirau 230V mempunyai arus angker sebanyak 60A. Jika rintangan angker ialah 0.15Ω , kirakan berikut:

- (i) the counter emf (V)
aruhan belakang emf (V)

(10 marks/markah)

- (ii) the power supplied to the motor
kuasa dibekalkan kepada motor

(5 marks/markah)

...3/-

(iii) the mechanical power developed by the motor in kW and hp
kuasa mekanikal dijana oleh motor dalam kW dan hp
(10 marks/markah)

(iv) initial starting current if the motor is directly connected across 230V line
arus permulaan awal jika motor disambungkan terus merentasi talian 230V
(5 marks/markah)

(v) the value of starting resistor needed to limit the initial current to 115A.
nilai perintang permulaan yang diperlukan untuk menghadkan arus awal kepada 115A
(10 marks/markah)

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

Kesan mmf armatur adalah satu kesan yang tidak diingini dalam DC motor berkuasa tinggi.

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

Lakarkan rajah bagi ilustrasi kesan armature 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 armatur mmf boleh dikurangkan dalam motor DC berkuasa tinggi.

(20 marks/markah)

(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) A 500hp, 720 rev/min synchronous motor connected to a 3980V, 3 phase line generates an excitation voltage E_o of 1790V (line to neutral) when the dc exciting current is 25A. The synchronous reactance is 22Ω and the torque angle between E_o and E is 30° . Calculate

Motor segerak 500hp, 720 rev/min yang disambungkan ke talian 3 fasa 3980V, menghasilkan voltan pengujaan E_o 1790V (talian ke neutral) apabila arus menarik dc adalah 25A. Reaktans segerak ialah 22Ω dan sudut tork antara E_o dan E ialah 30° . Hitungkan

(i) The value of E_x
Nilai E_x

(20 marks/markah)

(ii) The ac line current.
Arus talian ac

(10 marks/markah)

...5/-

3. 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 satu 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 tiga-fasa, 240 V, 6-kutub, 50 Hz, sambungan bintang motor aruhan yang mempunyai pasangan thyristor yang disambung songsang selari. Parameter-parameter litar setara motor 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 both speeds.
gelincir pada kedua-dua kelajuan. (15 marks/markah)
- (ii) the torques at both speeds.
kilas pada kedua-dua kelajuan. (15 marks/markah)
- (iii) the impedance at both speeds.
galangan pada kedua-dua kelajuan. (15 marks/markah)
- (iv) the power factor at both speeds.
faktor kuasa pada kedua-dua kelajuan. (15 marks/markah)

-6-

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

(20 marks/markah)

Use the performance curves of current versus firing-angles in Figure Q3, obtain the necessary range of thyristor firing angles to meet the above required speed operating range.

Gunakan prestasi lengkung arus-sudut pengapian di Gambarajah Q3, dapatkan julat sudut pengapian thyristor yang diperlukan untuk mencapai julat kelajuan yang dinyatakan di atas.

(20 marks/markah)

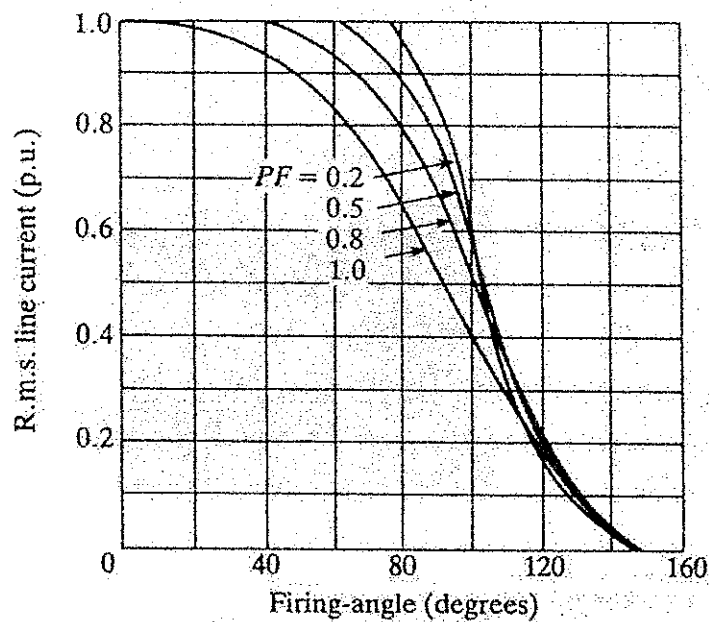


Figure Q3 – Performance curves of current versus firing-angles
 Gambarajah Q3 - Prestasi lengkung arus-sudut pengapian

...7/-

4. (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. When the motor operates at 300 rad/s,

Satu penerus pemacu motor arus terus dibekalkan oleh satu tiga-fasa, titi SCR terkawal 240 V, 50 Hz per satu 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. Apabila 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?

(25 marks/markah)

- (ii) calculate the required armature current.

kirakan arus angker yang diperlukan.

(25 marks/markah)

- (b) Four-quadrant operation of a DC machine means that the machine operates in four quadrants.

Operasi empat sukuan sesuatu mesin AT bermakna mesin tersebut beroperasi dalam empat sukuan.

- (i) Explain the speed-torque characteristics for each of the four quadrants. *Terangkan ciri-ciri kelajuan-kilas dan setiap sukuan bagi keempat-empat sukuan.*

(40 marks/markah)

...8/-

(ii) What is the difference between motoring mode and braking mode?

Apakah perbezaan antara mod permotoran dan mod pembrekan?

(10 marks/markah)

-oooOooo-

APPENDIX

LAMPIRAN

| Question | Course Outcome (CO) | Programme Outcome (PO) |
|----------|---------------------|------------------------|
| 1 | 1 | PO3 |
| 2 | 2 | PO3 |
| 3 | 2 | PO3 |
| 4 | 2 | PO3 |