



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI
JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI

BAHAGIAN PEPERIKSAAN DAN PENILAIAN
JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI
KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI

JABATAN KEJURUTERAAN ELEKTRIK

PEPERIKSAAN AKHIR

SESI 11 : 2025/2026

DET40073: POWER ELECTRONICS

TARIKH : 08 MEI 2026

MASA : 8.30 PAGI – 10.30 PAGI (2 JAM)

Kertas ini mengandungi **SEMBILAN (9)** halaman bercetak.

Bahagian A: Struktur (3 soalan)

Bahagian B: Esei (2 soalan)

Dokumen sokongan yang disertakan : Formula

JANGAN BUKA KERTAS SOALAN INI SEHINGGA DIARAHKAN

(CLO yang tertera hanya sebagai rujukan)

SECTION A: 60 MARKS**BAHAGIAN A: 60 MARKAH****INSTRUCTION:**

This section consists of **THREE (3)** structured questions. Answer **ALL** questions.

ARAHAN:

*Bahagian ini mengandungi **TIGA (3)** soalan berstruktur. Jawab **SEMUA** soalan.*

QUESTION 1**SOALAN 1**

- CLO1 (a) An SCR is a semiconductor device used to control current in power electronics circuits. Explain **TWO (2)** methods to turn ON and **THREE (3)** methods to turn OFF an SCR.

*SCR ialah peranti semikonduktor yang digunakan untuk mengawal arus dalam litar elektronik kuasa. Terangkan **DUA (2)** kaedah untuk menghidupkan dan **TIGA (3)** kaedah untuk mematikan SCR.*

[5 marks]

[5 markah]

- CLO1 (b) Figure A1(b) illustrates the I-V characteristic curve of a TRIAC. Based on the diagram, explain the operation of the TRIAC in Quadrant 1 and Quadrant 3.

Rajah A1(b) menunjukkan lengkung ciri I-V bagi sebuah TRIAC. Berdasarkan rajah tersebut, terangkan operasi TRIAC dalam Kuadran 1 dan Kuadran 3.

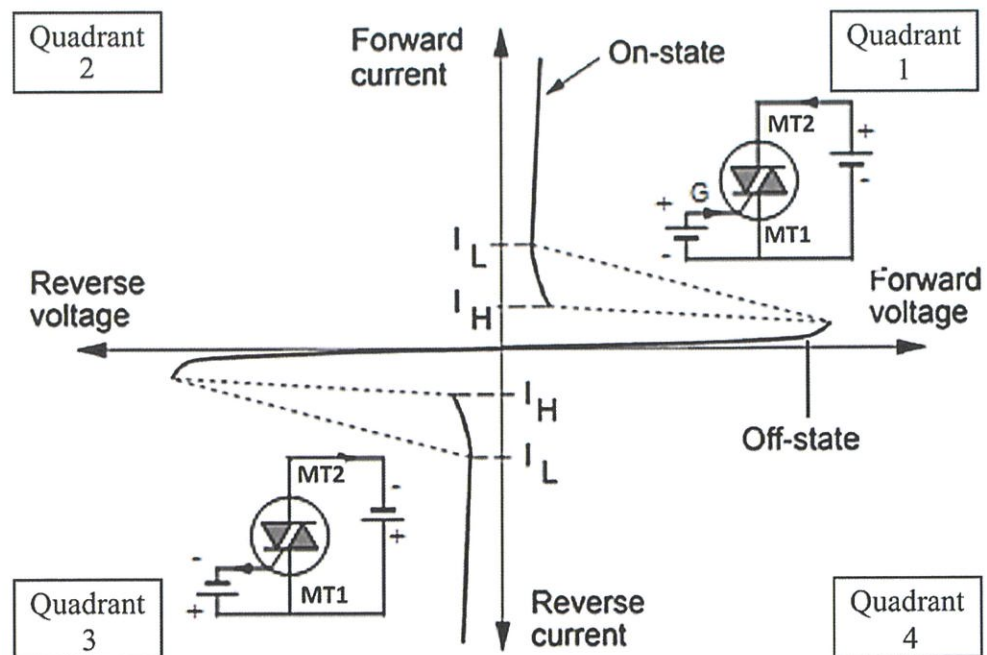


Figure A1(b) / Rajah A1(b)

[5 marks]

[5 markah]

CLO1

- (c) A Single-Phase Half-Wave Uncontrolled Rectifier is supplied with a maximum voltage of 135V. Calculate the output power if the rectifier is connected to a resistive load of $10\ \Omega$. The calculation should be supported by a sketch of the input voltage and output voltage waveform.

Sebuah penerus Tidak Terkawal Separuh Gelombang dibekalkan dengan voltan maksimum 135V. Hitungkan kuasa keluaran jika penerus disambungkan kepada beban rintangan $10\ \Omega$. Pengiraan hendaklah disertakan dengan lakaran bentuk gelombang voltan masukan dan voltan keluaran.

[10 marks]

[10 markah]

QUESTION 2**SOALAN 2**

CLO1

- (a) Discuss how a boost chopper increases the input voltage to produce a higher output voltage.

Bincangkan bagaimana pemenggal langkah naik meningkatkan voltan masukan untuk menghasilkan voltan keluaran yang lebih tinggi.

[5 marks]

[5 markah]

CLO1

- (b) With the aid of a suitable diagram, explain the inductor current waveform in a buck chopper under the continuous conduction mode (CCM).

Dengan bantuan gambar rajah yang sesuai, terangkan bentuk gelombang arus induktor dalam pemenggal langkah turun semasa mod pengaliran berterusan dengan bantuan gambar rajah yang sesuai.

[5 marks]

[5 markah]

CLO1

- (c) A chopper in Figure A2(c) is supplied with a DC input voltage of $V_{in} = 60V$ and operates at a switching frequency of 20kHz. The load consists of a resistance $R = 10\ \Omega$ and duty cycle of the chopper is $D = 0.5$. Assuming the chopper operates in continuous conduction mode (CCM), calculate the output voltage (V_{out}), the output current (I_{out}), the switching period (T), the ON time (T_{ON}) and the power delivered to the load.

Sebuah pemenggal dalam Rajah A2(c) dibekalkan dengan voltan masukan AT $V_{in} = 60V$ dan beroperasi pada frekuensi pensuisan 20kHz. Beban terdiri daripada perintang $R = 10\Omega$ dan kitaran tugas pemenggal ialah $D = 0.5$. Dengan mengandaikan pemenggal beroperasi dalam mod pengaliran berterusan (CCM), kirakan voltan keluaran (V_{out}), arus keluaran (I_{out}), tempoh pensuisan (T), masa kendalian (T_{ON}) dan kuasa yang dihantar ke beban.

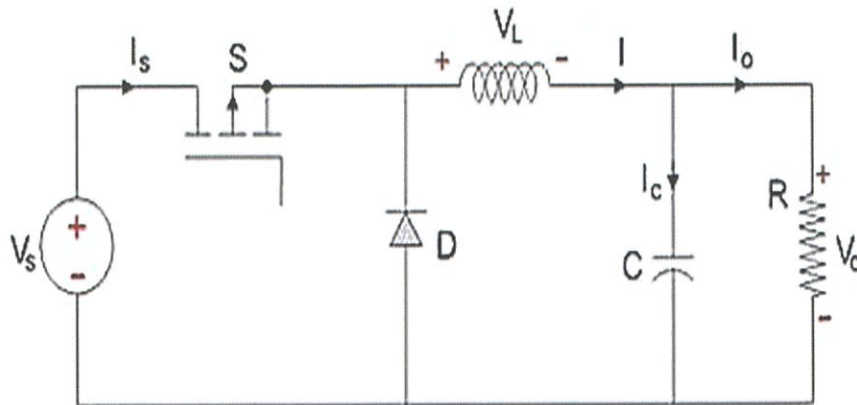


Figure A2(c) / Rajah A2(c)

[10 marks]

[10 markah]

QUESTION 3**SOALAN 3**

- CLO1 (a) A Single-Phase Full-Bridge Inverter with a resistive load uses four thyristors, divided into two pairs (T1, T2 and T3, T4). Explain its operation during the time intervals $0 < t < \frac{T}{2}$ and $\frac{T}{2} < t < T$.

Sebuah Penyongsang Tetimbang Penuh Satu Fasa dengan beban perintang menggunakan empat thyristor, dibahagikan kepada dua pasangan (T1, T2 dan T3, T4). Terangkan operasi litar ini ketika jeda masa $0 < t < \frac{T}{2}$ dan $\frac{T}{2} < t < T$.

[4 marks]

[4 markah]

- CLO1 (b) Figure A3(b) shows the circuit diagram of a Single-Phase Half-Bridge Inverter for an R load. Sketch the waveform of the output voltage and output current of the inverter. The sketch should include the RMS values of both the output voltage and current.

Rajah A3(b) menunjukkan rajah litar penyongsang satu fasa Separuh Tetimbang untuk beban R. Lakarkan bentuk gelombang voltan keluaran dan arus keluaran penyongsang tersebut. Lakaran tersebut perlu mengandungi nilai RMS bagi voltan dan arus keluaran.

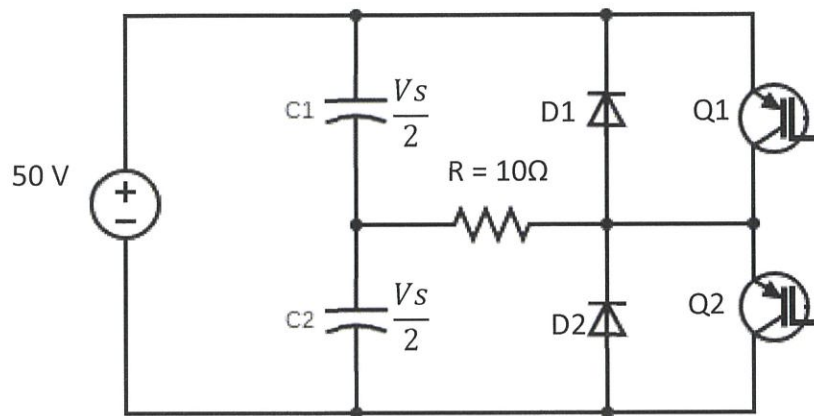


Figure A3(b) / Rajah A3(b)

[8 marks]

[8 markah]

- CLO1 (c) A Single-Phase Full-Bridge Inverter has an input voltage of 24 V at 50 Hz with a resistive load of $15\ \Omega$ and an inductive load of 10 mH, as shown in Figure A3(c). Sketch the output voltage and output current waveforms together with the respective values of RMS output voltage and current.

Sebuah Penyongsang Tetimbang Penuh Satu Fasa mempunyai voltan input sebanyak 24 V pada 50 Hz dengan beban rintangan sebanyak $15\ \Omega$ dan beban induktif sebanyak 10 mH, seperti yang ditunjukkan dalam Rajah A3(c). Lakarkan bentuk gelombang voltan keluaran dan arus keluaran bersama dengan nilai RMS bagi voltan dan arus keluaran masing-masing.

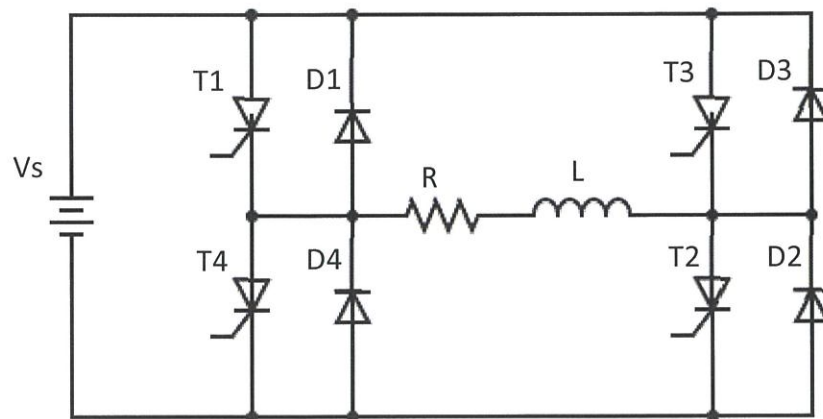


Figure A3(c) / Rajah A3(c)

[8 marks]

[8 markah]

SECTION B: 40 MARKS**BAHAGIAN B: 40 MARKAH****INSTRUCTION:**

This section consists of **TWO (2)** essay questions. Answer **ALL** questions.

ARAHAN:

Bahagian ini mengandungi DUA (2) soalan esei. Jawab SEMUA soalan.

QUESTION 1**SOALAN 1**

- CLO1 A 240V, 50Hz single-phase rectifier with four SCRs is used to control a resistive and inductive load. Given that the triggering angle (α) is 60° and the extinction angle (β) is 210° . Determine an expression for the average output voltage $V_o(\text{avg})$ including the calculation of $V_o(\text{avg})$ and $I_o(\text{avg})$, when the resistance is 20Ω and the inductance is 50mH. If an additional diode is connected in parallel with the load, illustrate the output voltage (V_o) waveform before and after adding the diode. Finally, analyze the differences between both output voltage waveforms.

Sebuah penerus satu fasa 240V, 50Hz dengan empat SCR digunakan untuk mengawal beban rintangan dan induktor. Diberikan sudut picuan (α) ialah 60° dan sudut penghapusan (β) ialah 210° . Tentukan persamaan bagi purata voltan keluaran $V_o(\text{avg})$ termasuk dengan pengiraan $V_o(\text{avg})$ dan $I_o(\text{avg})$, apabila rintangan adalah 20Ω dan induktor adalah 50mH. Sekiranya terdapat satu diod tambahan yang disambungkan secara selari dengan beban, ilustrasikan gelombang voltan output (V_o) sebelum dan selepas penambahan diod tersebut. Akhir sekali, analisis perbezaan antara kedua-dua bentuk gelombang voltan keluaran tersebut.

[20 marks]

[20 markah]

QUESTION 2

SOALAN 2

CLO1

A Single-Phase Unidirectional AC voltage controller as shown in Figure B2 is widely used for controlling power delivered to resistive loads. Given the voltage supply is 230V, 50Hz and the load, R is 60Ω . Demonstrate the working principle of the AC voltage controller for resistive load, the **TWO (2)** advantages of using this an AC voltage controller, the waveforms for input and output voltage, and the output power produced at the load when the $T1$ is triggered at 45° .

*Pengawal voltan AU Satu Arah Satu Fasa seperti ditunjukkan dalam Rajah B2 digunakan secara meluas untuk mengawal kuasa yang dihantar kepada beban rintangan. Diberi bekalan voltan ialah 230V, 50Hz dan beban, R ialah 60Ω . Tunjukkan prinsip kerja pengawal voltan AU untuk beban perintang, **DUA (2)** kelebihan menggunakan pengawal voltan AU, bentuk gelombang untuk voltan masukan dan voltan keluaran, serta kuasa keluaran yang dihasilkan pada beban apabila $T1$ dipicu pada 45°*

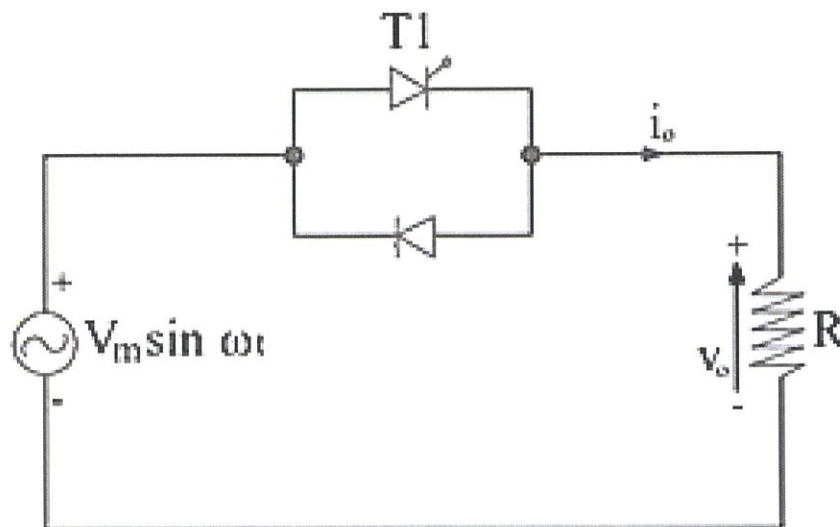


Figure B2 / Rajah B2

[20 marks]
[20 markah]

SOALAN TAMAT

FORMULA

$V_{o(avg)} = \frac{V_m}{\pi}$	$V_{o(rms)} = \frac{V_m}{2}$
$V_{o(avg)} = \frac{V_m}{2\pi} (1 - \cos\beta)$	$V_{o(rms)} = \frac{V_m}{2} \sqrt{\left(\frac{\beta}{\pi} - \frac{\sin 2\beta}{2\pi}\right)}$
$V_{o(avg)} = \frac{V_m}{2\pi} (1 + \cos\alpha)$	$V_{o(rms)} = \frac{V_m}{2} \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{2\pi}}$
$V_{o(avg)} = \frac{V_m}{2\pi} (\cos\alpha - \cos\beta)$	$V_{o(rms)} = \frac{V_m}{2} \sqrt{\left[\frac{\beta}{\pi} - \frac{\alpha}{\pi} - \frac{\sin(2\beta)}{2\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{2\pi}\right]}$
$V_{o(avg)} = \frac{2V_m}{\pi}$	$V_{o(rms)} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$
$V_{o(avg)} = \frac{V_m}{\pi} (1 + \cos\alpha)$	$V_{o(rms)} = V_m \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{\alpha}{2\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{4\pi}}$
$V_{o(avg)} = \frac{V_m}{\pi} (\cos\alpha - \cos\beta)$	$V_{o(avg)} = \frac{2V_m \cos\alpha}{\pi}$
$V_{o(avg)} = \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} V_m$	$V_{o(rms)} = \sqrt{\frac{V_m^2}{2\pi} \left[\beta - \alpha - \frac{\sin(2\beta)}{2} + \frac{\sin(2\alpha)}{2}\right]}$
$V_{o(avg)} = \frac{3\sqrt{3} V_m \cos\alpha}{2\pi}$	$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$
$I_{Lmax} = V_o \left[\frac{1}{R} + \frac{(1-D)}{2Lf} \right]$	$I_{Lmin} = V_o \left[\frac{1}{R} - \frac{(1-D)}{2Lf} \right]$
$I_{Lmax} = \frac{V_s}{(1-D)^2 R} + \left[\frac{V_s}{2L} DT \right]$	$I_{Lmin} = \frac{V_s}{(1-D)^2 R} - \left[\frac{V_s}{2L} DT \right]$
$L_{min} = \frac{(1-D)R}{2f}$	$\Delta V_o = \frac{V_o (1-D)}{8LCf^2}$
$L_{min} = \frac{D(1-D)^2 R}{2f}$	$\Delta V_o = \frac{V_o D}{RCf}$
$V_{o(rms)} = V_s \sqrt{\frac{1}{2\pi} \left[2\pi - \alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right]}$	$V_{o(rms)} = V_s \sqrt{\frac{1}{\pi} \left[\pi - \alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right]}$