

SULIT



**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 I : 2025/2026

DET40073: POWER ELECTRONICS

TARIKH : 02 DISEMBER 2025

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)

SULIT

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.

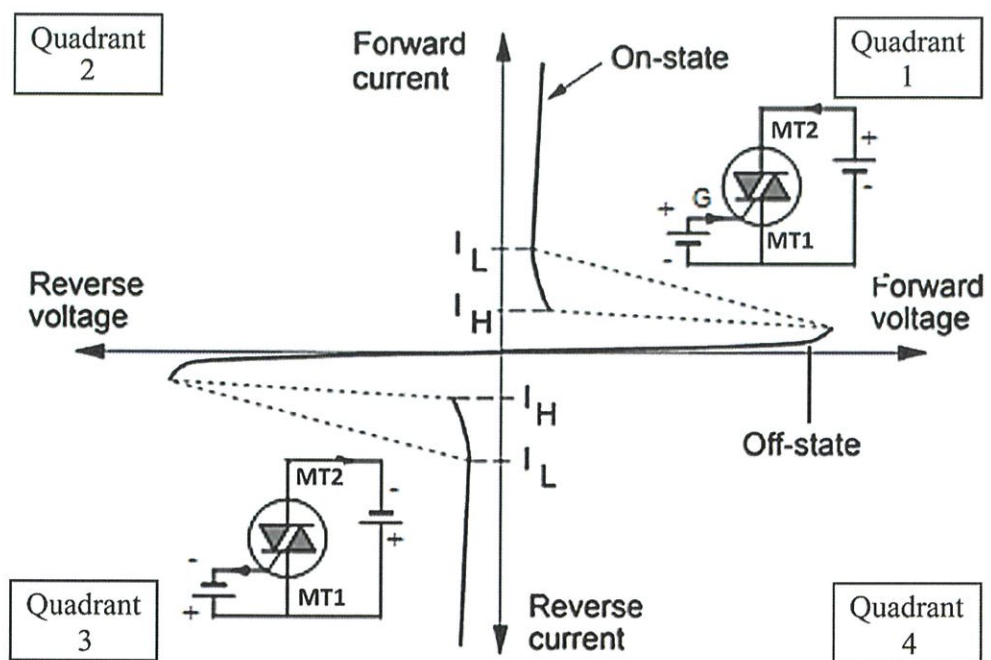


Figure A1(b) / Rajah A1(b)

[5 marks]

[5 markah]

- CLO1 (c) A Single-Phase Half-Wave Uncontrolled Rectifier is supplied with a maximum voltage of 135 V. Calculate the output power if the rectifier is connected to a resistive load of 10Ω . 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 135 V. Hitungkan kuasa keluaran jika penerus disambungkan kepada beban rintangan 10Ω . Pengiraan hendaklah disertakan dengan lakaran bentuk gelombang voltan masukan dan voltan keluaran.

[10 marks]

[10 markah]

QUESTION 2**SOALAN 2**

- CLO1 (a) The DC output voltage of the chopper can be varied by controlling the value of the duty cycle, D . Explain **TWO (2)** methods of controlling the value of the duty cycle in DC choppers.

*Voltan keluaran DC bagi pemenggal boleh diubah dengan mengawal nilai kitar kerja, D . Terangkan **DUA (2)** kaedah yang digunakan untuk mengawal nilai kitar kerja dalam pemenggal DC.*

[5 marks]

[5 markah]

- CLO1 (b) Explain the operating principle of the converter shown in Figure A2(b), along with the name of the converter.

Terangkan prinsip operasi penukar yang ditunjukkan dalam Rajah A2(b), berserta dengan nama penukar tersebut.

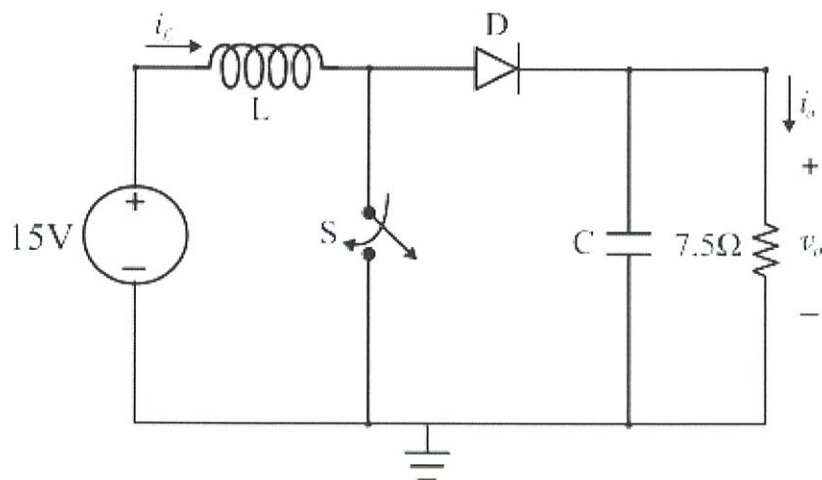


Figure A2(b) / Rajah A2(b)

[5 marks]

[5 markah]

- (c) A buck converter operates at a frequency of 2 kHz with a 220 V DC supply, delivering a load voltage of 170 V. Given $L = 7.5 \text{ mH}$ and $R = 10 \Omega$, calculate the maximum inductor current ($I_{L \text{ max}}$), the minimum inductor current ($I_{L \text{ min}}$) and peak-to-peak inductor current.

Sebuah penukar buck beroperasi pada frekuensi 2 kHz dengan bekalan DC 220 V, membekalkan voltan beban sebanyak 170 V. Diberikan bahawa $L = 7.5 \text{ mH}$ dan $R = 10 \Omega$, kirakan arus maksimum induktor, arus minimum induktor dan arus puncak ke puncak induktor.

[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.

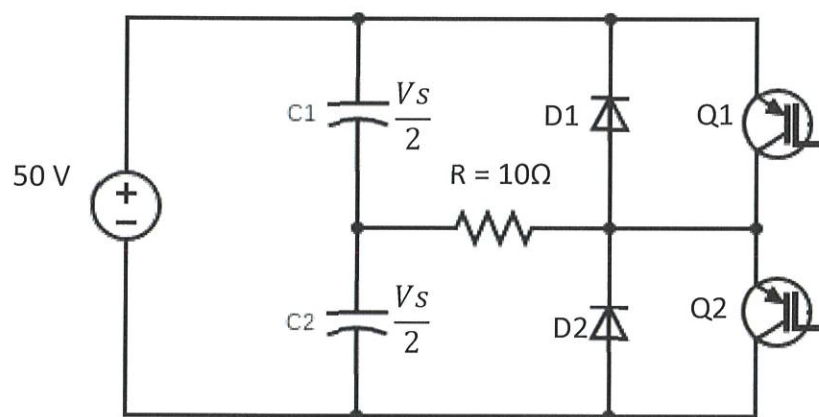


Figure A3(b) / Rajah A3(b)

[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.

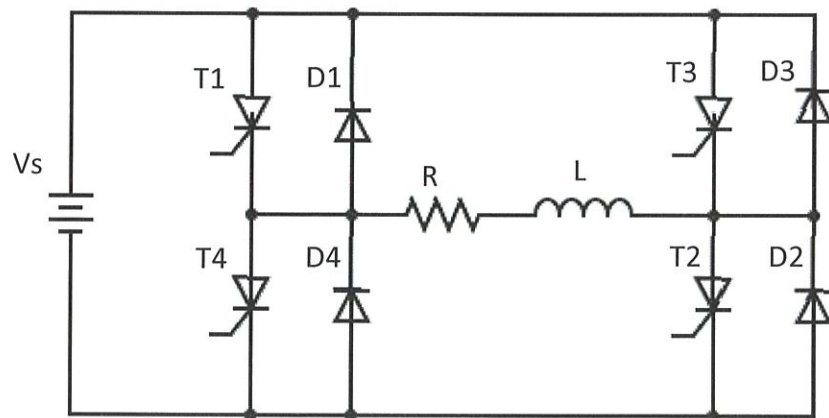


Figure A3(c) / Rajah A3(c)

[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 240V, 50Hz single-phase AC voltage controller with a resistive load of $R = 30\Omega$ is shown in Figure B2. Sketch the waveforms for the input voltage, output voltage and gating pulse when the triggering angle $\alpha = 45^\circ$. Then, calculate the RMS output voltage and power for triggering angles $\alpha = 45^\circ$ and $\alpha = 120^\circ$. Based on these calculations, write the relationship between the change in α and the RMS output power.

Sebuah Pengawal Voltan AU Satu Fasa 240V, 50Hz dengan beban rintangan $R=30\Omega$ ditunjukkan dalam Rajah B2. Lakarkan bentuk gelombang bagi voltan masukan, voltan keluaran dan denyut pencetus apabila sudut picuan $\alpha = 45^\circ$. Kemudian, hitungkan voltan keluaran RMS dan kuasa keluaran untuk sudut picuan $\alpha=45^\circ$ dan $\alpha = 120^\circ$. Berdasarkan pengiraan tersebut, tuliskan hubungan antara perubahan α dan kuasa keluaran RMS.

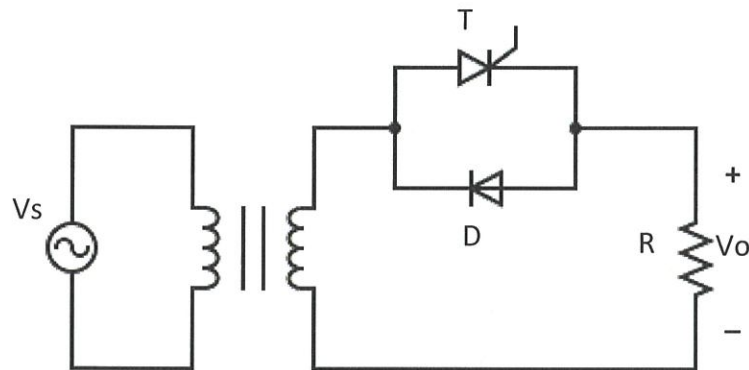


Figure B2 / Rajah B2

[20 marks]

[20 markah]

SOALAN TAMAT

FORMULA

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