

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 ELEKTRIKAL

PEPERIKSAAN AKHIR

SESI II : 2024/2025

DET40073: POWER ELECTRONICS

TARIKH : 18 MEI 2025

MASA : 8.30 PAGI – 10.30 PAGI (2 JAM)

Kertas ini mengandungi **LAPAN (8)** 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.

CLO1 QUESTION 1**SOALAN 1**

- (a) Figure A1(a) shows the block diagram of an HVDC transmission system, explain the function of power electronics used in this system.

Rajah A1(a) menunjukkan gambar rajah blok sistem penghantaran HVDC, terangkan fungsi elektronik kuasa yang digunakan dalam sistem ini.

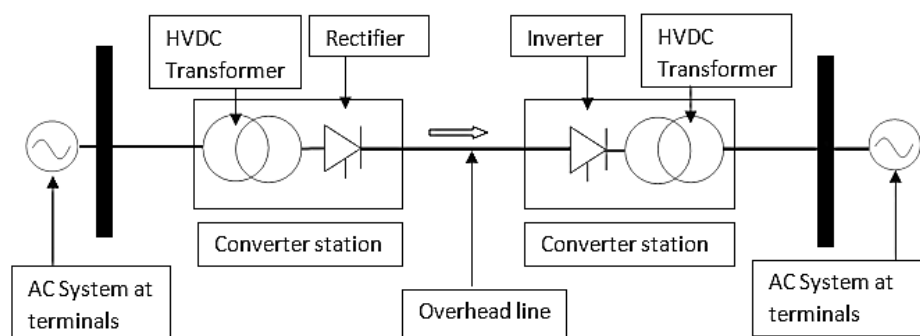


Figure A1(a) / Rajah A1(a)

[5 marks]

[5 markah]

- (b) By referring to Figure A1(b), discuss the principle operation of IGBT as a switch.

Dengan merujuk kepada Rajah A1(b), bincangkan prinsip operasi bagi IGBT sebagai suis.

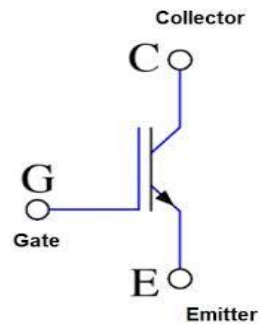


Figure A1(b) / Rajah A1(b)

[5 marks]

[5 markah]

- (c) A single-phase half wave controlled rectifier is used to control $20\ \Omega$ resistive load with $\alpha = \pi/4$ and $V_s(t) = 100 \sin \omega t$. Draw the input voltage waveform, output voltage waveform, and output current waveform. The answer should include the calculation value of the average output voltage and average output current.

Penerus terkawal separuh gelombang satu fasa digunakan untuk mengawal beban rintangan $20\ \Omega$ dengan $\alpha = \pi/4$ dan $V_s(t) = 100 \sin \omega t$. Lukiskan bentuk gelombang voltan masukan, bentuk gelombang voltan keluaran dan bentuk gelombang arus keluaran. Jawapannya hendaklah termasuk nilai pengiraan voltan keluaran purata dan arus keluaran purata.

[10 marks]

[10 markah]

CLO1 **QUESTION 2****SOALAN 2**

- (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]

- (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]

- (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.

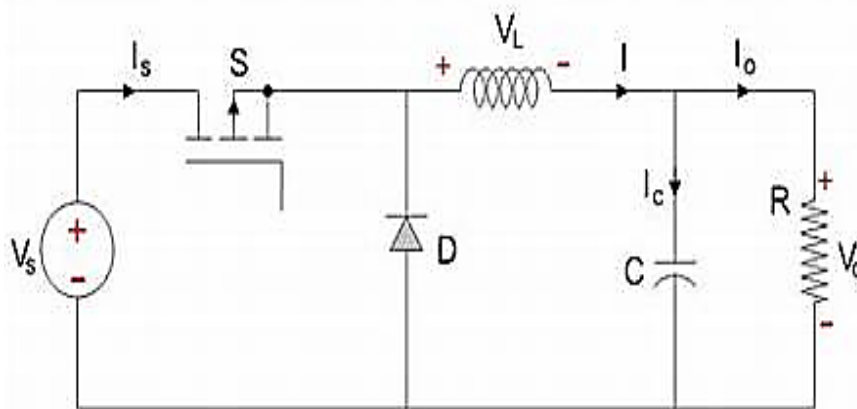


Figure A2(c) / Rajah A2(c)

[10 marks]

[10 markah]

CLO1

QUESTION 3**SOALAN 3**

- (a) Compare a single-phase inverter and a three-phase inverter in terms of their operation and applications.

Bandingkan antara penyongsang satu fasa dan penyongsang tiga fasa dari segi operasi dan aplikasinya.

[4 marks]

[4 markah]

- (b) A single-phase half-bridge inverter has a DC input voltage 300V and operates in square wave mode with a fundamental frequency of 50Hz. The load is a series combination of a resistance $R = 20 \Omega$ and inductance, $L = 50\text{mH}$. With the aid of suitable circuit diagram, write how a half-bridge inverter generates an AC output voltage across the R-L load.

Penyongsang tetimbang separuh satu fasa mempunyai voltan masukan AT 300V dan beroperasi dalam mod gelombang persegi dengan frekuensi asas 50Hz. Beban adalah gabungan siri rintangan $R = 20 \Omega$ dan kearuhan, $L = 50\text{mH}$. Dengan bantuan gambar rajah litar yang sesuai, tuliskan bagaimana penyongsang tetimbang separuh menjana voltan keluaran AU merentasi beban R-L.

[8 marks]

[8 markah]

- (c) A single-phase full bridge inverter in Figure A3(c) is supplied with a DC voltage of 100V and operates in square wave mode. The resistive load used is $R = 25 \Omega$. Write the role of switching devices in a full-bridge inverter. Then, draw the output voltage waveform and label the voltage levels for square wave operation. Finally, calculate the rms value of the output voltage and the power delivered to the load.

Penyongsang tetimbang penuh satu fasa dalam Rajah A3(c) dibekalkan dengan voltan AT 100V dan beroperasi dalam mod gelombang persegi. Beban rintangan yang digunakan ialah $R = 25 \Omega$. Tuliskan peranan peranti pensuisan dalam penyongsang tetimbang penuh. Kemudian lukiskan bentuk gelombang voltan keluaran dan labelkan aras voltan untuk operasi

gelombang persegi. Akhir sekali, kirakan nilai ppkd voltan keluaran dan kuasa yang dihantar ke beban

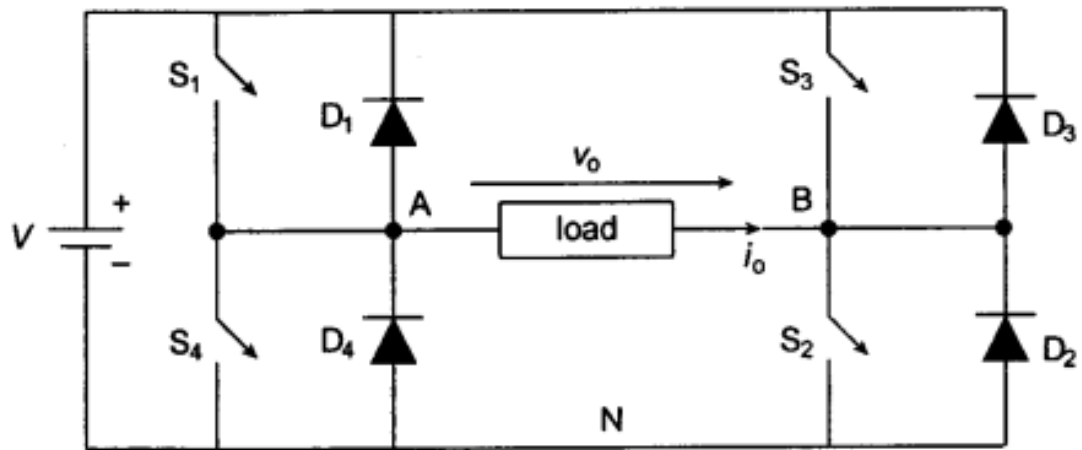


Figure A3(c) / Rajah A3(c)

[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.*

CLO1 QUESTION 1**SOALAN 1**

A single-phase full wave controlled bridge rectifier has a source voltage of 230 V, 50 Hz is used to control a resistive and inductive load. Draw the output voltage and output current waveform of the rectifier for the following firing angles, α and extinction angle, β :

Output waveform 1 : $\alpha = 60^\circ$ and $\beta = 30^\circ$

Output waveform 2 : $\alpha = 60^\circ$ and $\beta = 60^\circ$

Next, determine the average output voltage for both waveforms. Then, analyze the differences between the two output current waveforms.

Penerus tetimbang satu fasa gelombang penuh terkawal mempunyai voltan masukan 230 V, 50 Hz digunakan untuk mengawal beban rintangan dan induktor. Lukiskan bentuk gelombang voltan keluaran dan arus keluaran penerus ini untuk sudut picuan, α dan sudut penghapusan, β berikut:

Gelombang keluaran 1 : $\alpha = 60^\circ$ dan $\beta = 30^\circ$

Gelombang keluaran 2 : $\alpha = 60^\circ$ dan $\beta = 60^\circ$

Seterusnya, tentukan purata voltan keluaran bagi kedua-dua gelombang tersebut. Kemudian, analisis perbezaan di antara dua bentuk gelombang arus keluaran tersebut.

[20 marks]

[20 markah]

CLO1

QUESTION 2**SOALAN 2**

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 T_1 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 T_1 dipicu pada 45°*

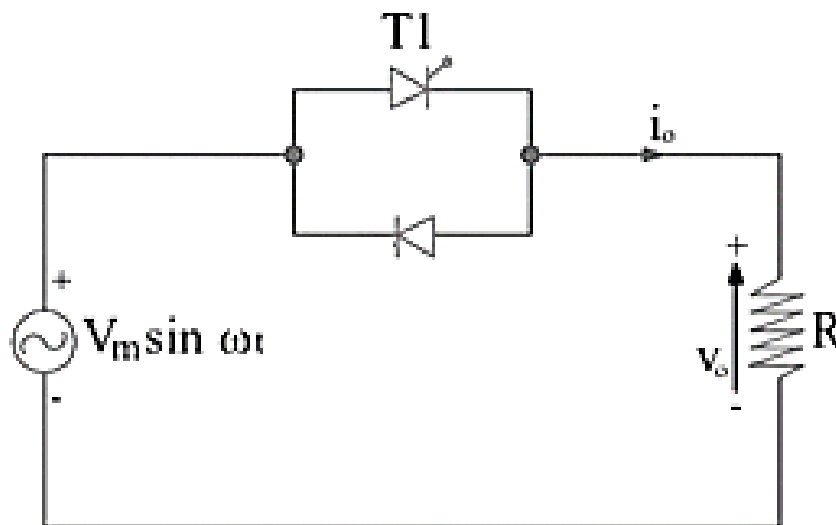


Figure B2 / Rajah B2

[20 marks]
[20 markah]

SOALAN TAMAT

FORMULA

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