

SULIT

UNIVERSITI MALAYSIA PERLIS

Peperiksaan Akhir Semester Pertama
Sidang Akademik 2025/2026

Januari - Februari 2026

EMK42103 – Power Electronics & Drives
[Elektronik Kuasa & Pemacu]

Masa : 2 jam

Please make sure that this question paper has **SEVEN (7)** printed pages, including this front page, before you start the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** muka surat yang bercetak termasuk muka hadapan, sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

This question paper has **FOUR (4)** questions. Answer **ALL QUESTIONS**. Each question contributes 20 marks, respectively.

*[Kertas soalan ini mengandungi **EMPAT (4)** soalan. Jawab **SEMUA SOALAN**. Markah bagi tiap-tiap soalan adalah masing-masing 20 markah.]*

SULIT

Question 1

[Soalan 1]

- (a) A materials science laboratory uses a 1 kW, $230 V_{rms}$ heating coil inside a thermal chamber for preheating specimens before mechanical testing. The chamber's electronic controller uses a half-wave AC regulator with one SCR and one diode in anti-parallel to adjust the heating rate. To prevent overheating during idle hours, the controller applies a firing angle of 45° to limit energy consumption. Analyse the actual power delivered to the heating element under this operating condition.

[Sebuah makmal sains bahan menggunakan gegelung pemanas berkuasa 1 kW, $230 V_{rms}$ di dalam sebuah kebuk terma untuk pra-pemanasan spesimen sebelum ujian mekanikal dijalankan. Pengawal elektronik kebuk tersebut menggunakan pengawal AU gelombang separa dengan seunit SCR dan seunit diod dalam susunan anti-selari bagi melaraskan kadar pemanasan. Bagi mengelakkan suhu berlebihan semasa waktu tidak aktif, pengawal menetapkan sudut pencetus sebanyak 45° untuk menghadkan penggunaan tenaga. Analisa kuasa sebenar yang dibekalkan kepada elemen pemanas di bawah keadaan operasi ini.]

(11 Marks / Markah)

- (b) A single-phase full-wave AC voltage controller uses two SCRs (T_1 and T_2) connected in anti-parallel to control the power delivered to a resistive load R. The controller is supplied from a $240 V_{rms}$, 50 Hz AC source. The gating pulses for the two thyristors are $\alpha = 40^\circ$ during each positive half-cycle and $\pi + \alpha = 180^\circ + 40^\circ = 220^\circ$ during each negative half-cycle.

[Sebuah pengawal voltan AU gelombang penuh fasa tunggal menggunakan dua SCR (T_1 dan T_2) yang disambung secara anti-selari untuk mengawal kuasa yang dibekalkan kepada beban rintangan R. Pengawal ini dibekalkan daripada sumber AU $240 V_{rms}$, 50 Hz. Nadi pensuisan untuk kedua-dua thyristor diberikan pada sudut $\alpha = 40^\circ$ semasa setiap separuh kitaran positif dan pada sudut $\pi + \alpha = 180^\circ + 40^\circ = 220^\circ$ semasa setiap separuh kitaran negatif.]

- i. Sketch and label the expected output voltage and output current over one full cycle from 0 to 2π .

[Lakarkan dan labelkan bentuk gelombang voltan keluaran dan arus keluaran yang dijangkakan bagi satu kitar penuh dari 0 hingga 2π .]

(5 Marks / Markah)

- ii. Explain the performance of RMS output voltage and power delivered to the load based on the selected firing angles.

[Terangkan prestasi voltan keluaran RMS dan kuasa yang dibekalkan kepada beban berdasarkan sudut pencetus yang dipilih.]

(4 Marks / Markah)

...3/-

SULIT

Question 2*[Soalan 2]*

A small wind-turbine system is used to supply a DC motor for a rural water-pumping station. The AC generator produces an average output voltage of approximately $28V_{rms}$. A full-wave SCR bridge rectifier is used to convert the generated AC voltage into a DC supply. Since the rectified voltage is insufficient to operate the motor, a boost converter is employed to step up the voltage to $48V_{DC}$. The forward voltage drops across each diode in the rectifier is assumed to be $0.75V_{DC}$.

[Satu sistem turbin angin berskala kecil digunakan untuk membekalkan kuasa kepada sebuah motor AT bagi stesen pam air di kawasan luar bandar. Penjana AU menghasilkan voltan keluaran purata kira-kira $28V_{rms}$. Satu jambatan penerus SCR gelombang penuh digunakan untuk menukarkan voltan AU yang dijana kepada bekalan AT. Memandangkan voltan terturus tersebut tidak mencukupi untuk mengendalikan motor, satu pemutar jenis boost digunakan untuk menaikkan voltan kepada $48V_{DC}$. Susutan voltan hadapan bagi setiap diod dalam penerus diandaikan bernilai $0.75V_{DC}$.]

- a) Using a switching frequency of 50 kHz, analyse the duty cycle required to maintain the output voltage of $48V_{DC}$. Then, repeat the calculation by considering a lower generator voltage of $22V_{rms}$, and state the corresponding range of duty cycles.

[Dengan menggunakan frekuensi pensuisan sebanyak 50 kHz, analisa nilai kitar tugas yang diperlukan untuk mengekalkan voltan keluaran $48V_{DC}$. Seterusnya, ulangi pengiraan tersebut dengan mengambil kira voltan penjana yang lebih rendah iaitu $22V_{rms}$, dan nyatakan julat kitar tugas yang sepadan.]

(6 Marks / Markah)

- b) At a rated output power of 70 W and inductor current ripple of 15%, calculate the value of resistor and inductor that suite the boost converter design.

[Pada kuasa keluaran terkadar 70 W dan riak arus induktor sebanyak 15%, hitungkan nilai rintangan beban dan nilai pengaruh yang sesuai dengan reka bentuk pemutar penggalak tersebut.]

(6 Marks / Markah)

- c) The allowable peak-to-peak output voltage ripple for the boost converter is specified as 5% of the $48V_{DC}$ output. Determine a suitable value for the output capacitor, C.

[Riak voltan keluaran puncak ke puncak yang dibenarkan bagi pemutar boost ditetapkan sebanyak 5% daripada voltan keluaran $48V_{DC}$. Tentukan nilai yang sesuai bagi pemuat keluaran, C.]

(4 Marks / Markah)

- d) Identify **ONE (1)** problem that may occur in the boost converter if either the inductor or capacitor value is incorrect or faulty. Provide a brief justification for your answer.

*[Kenal pasti **SATU (1)** masalah yang mungkin berlaku dalam pemutar penggalak sekiranya sama ada nilai pengaruh atau pemuat adalah tidak betul atau rosak. Berikan justifikasi ringkas bagi jawapan anda.]*

(4 Marks / Markah)

...4/-

SULIT

Question 3**[Soalan 3]**

- (a) A separately excited DC motor is supplied by a single-phase full-wave SCR bridge converter. The motor operates under constant field excitation. At no load, with a firing angle of $\alpha = 0^\circ$, the motor runs at 2950 rpm at its rated voltage.

[Sebuah motor AT ujaan terasing seperti dibekalkan oleh penukar jambatan SCR gelombang penuh satu fasa. Motor beroperasi di bawah keadaan pengujian medan yang malar. Tanpa beban, dengan sudut pencetus $\alpha = 0^\circ$, motor berputar pada 2950 ppm pada voltan terkadar.]

- i. Calculate the output voltage when firing angle at $\alpha = 85^\circ$ and $\alpha = 130^\circ$.

[Kira voltan keluaran apabila sudut pencetus, $\alpha = 85$ dan $\alpha = 130^\circ$.]

(6 Marks / Markah)

- ii. Estimate the motor speed when $\alpha = 180^\circ$. Based on the speed value, comments about the possible breakdown might occur. Justify your answer.

[Anggarkan kelajuan motor pada $\alpha = 180^\circ$. Berdasarkan bacaan kelajuan, komen kerosakkan yang bakal berlaku. Justifikasikan jawapan anda.]

(6 Marks / Markah)

- (b) Sketch the output voltage waveform when the firing angles are different for first half cycle and second half cycle using **Appendix 1**. Given that G1 and G2 with $\alpha = 45^\circ$ and G3 and G4 with $\alpha = 90^\circ$ for both the unfiltered and filtered cases as shown in **Figure 3**. Comment on the outcome when the DC motor receiving the different firing angles conduction.

[Lakarkan bentuk gelombang voltan keluaran apabila sudut pencetus adalah berbeza pada separuh kitar pertama dan separuh kitar kedua menggunakan **Lampiran 1**. Diberi $\alpha = 45^\circ$ pada G1 dan G2 dan $\alpha = 90^\circ$ pada G3 dan G4 untuk kedua-dua keadaan tanpa penapis dan dengan penapis dalam **Rajah 3**. Komenkan hasil apabila motor AT menerima perbezaan pada konduksi sudut tembak.]

(8 Marks / Markah)

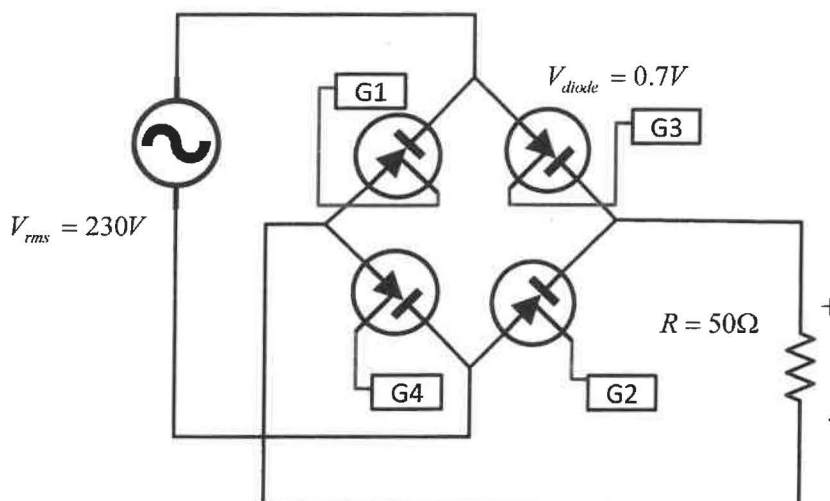


Figure 3
[Rajah 3]

...5/-

Question 4

[Soalan 4]

A three-phase voltage-source inverter operates in six-step and supplies a balanced wye-connected load as shown in **Figure 4**. Each device conducts for 180° , and switching occurs every 60° , producing a six-step line-to-line voltage waveform.

[Sebuah penyongsang sumber voltan tiga fasa beroperasi dalam mod enam langkah dan membekalkan beban seimbang sambungan Bintang seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 4**. Setiap peranti mengalirkan arus selama 180° , dan pensuisan berlaku setiap 60° , menghasilkan bentuk gelombang voltan talian-ke-talian enam langkah.]

- a) Construct the conduction table for all six intervals (0° – 360°), indicating which switches are ON.

[Bina jadual pengkonduksian bagi semua enam selang (0° – 360°) dengan menunjukkan suis manakah yang berada dalam keadaan ON.]

(8 Marks / Markah)

- b) Sketch the pole voltages V_{an} , V_{bn} , V_{cn} and line-to-line voltages V_{ab} , V_{bc} , V_{ca} using

Appendix 2 .

[Lakarkan voltan pada kutub (pole voltages) V_{an} , V_{bn} , V_{cn} dan voltan talian-ke-talian V_{ab} , V_{bc} , V_{ca} dengan menggunakan **Lampiran 2**.]

(9 Marks / Markah)

- c) Determine the phenomenon of triplen harmonic in the line-to-line voltages in the three phase inverter system. Justify your answer.

[Tentukan fenomena harmonik triplen dalam voltan talian-ke-talian bagi sistem penyongsang tiga fasa tersebut. Justifikasikan jawapan anda.]

(3 Marks / Markah)

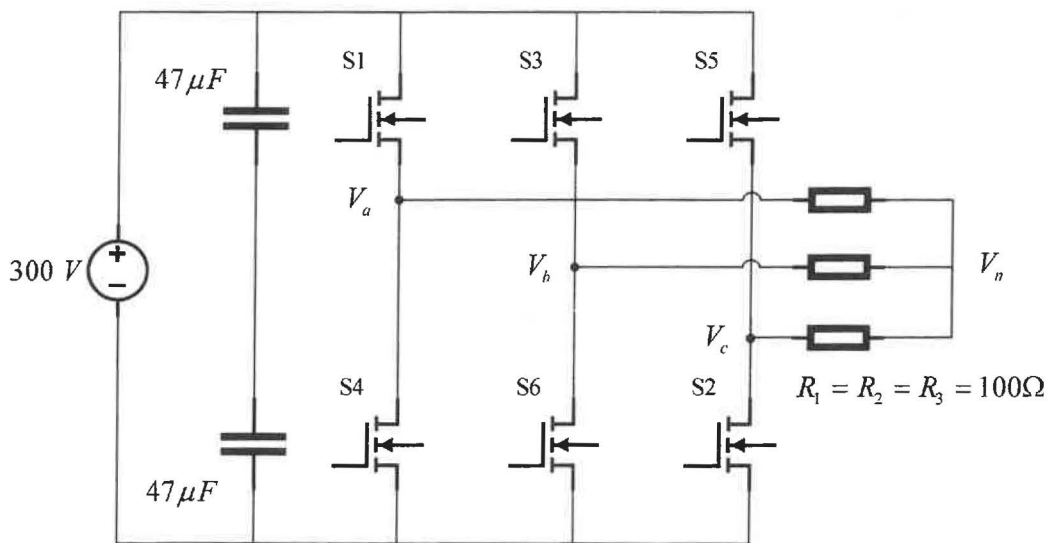
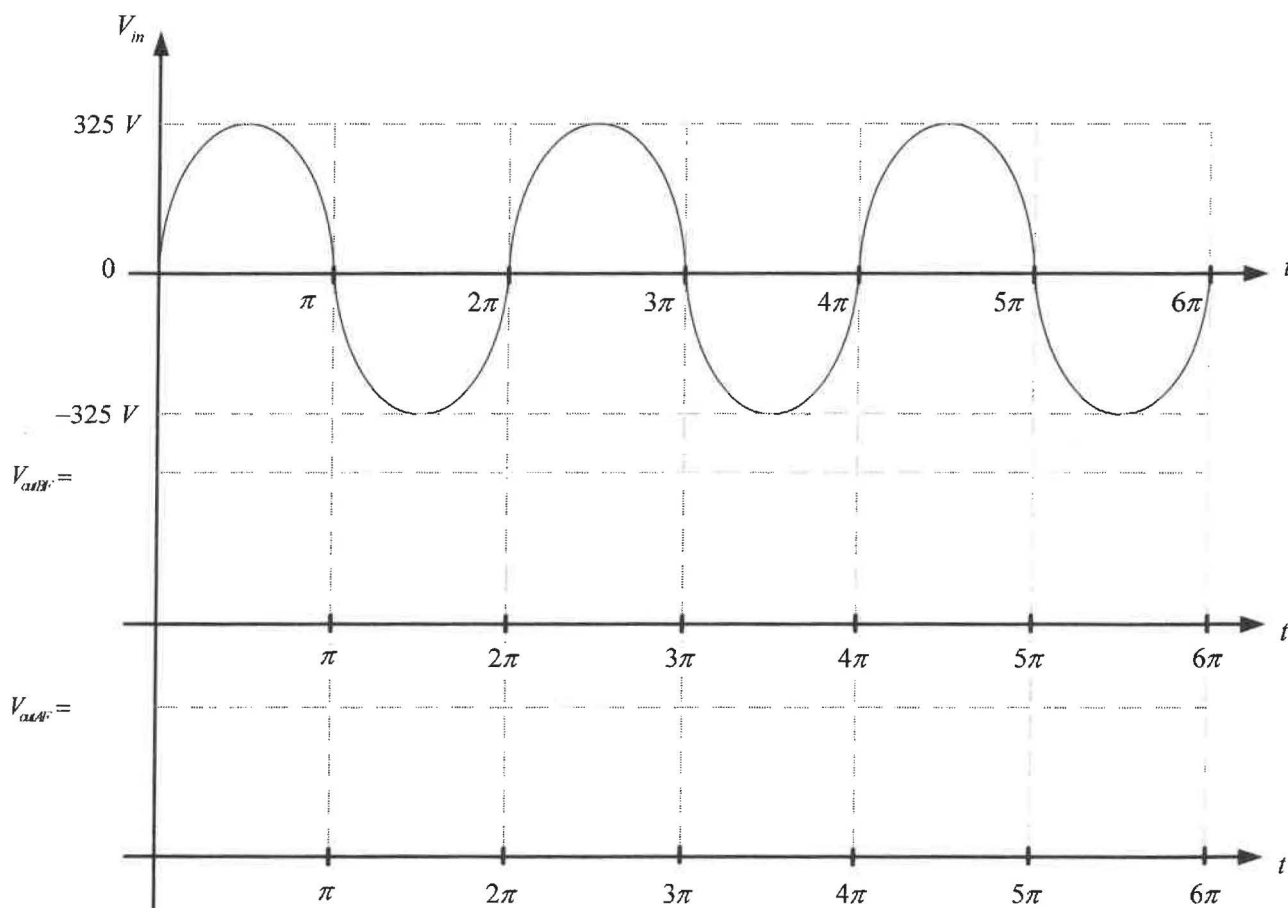


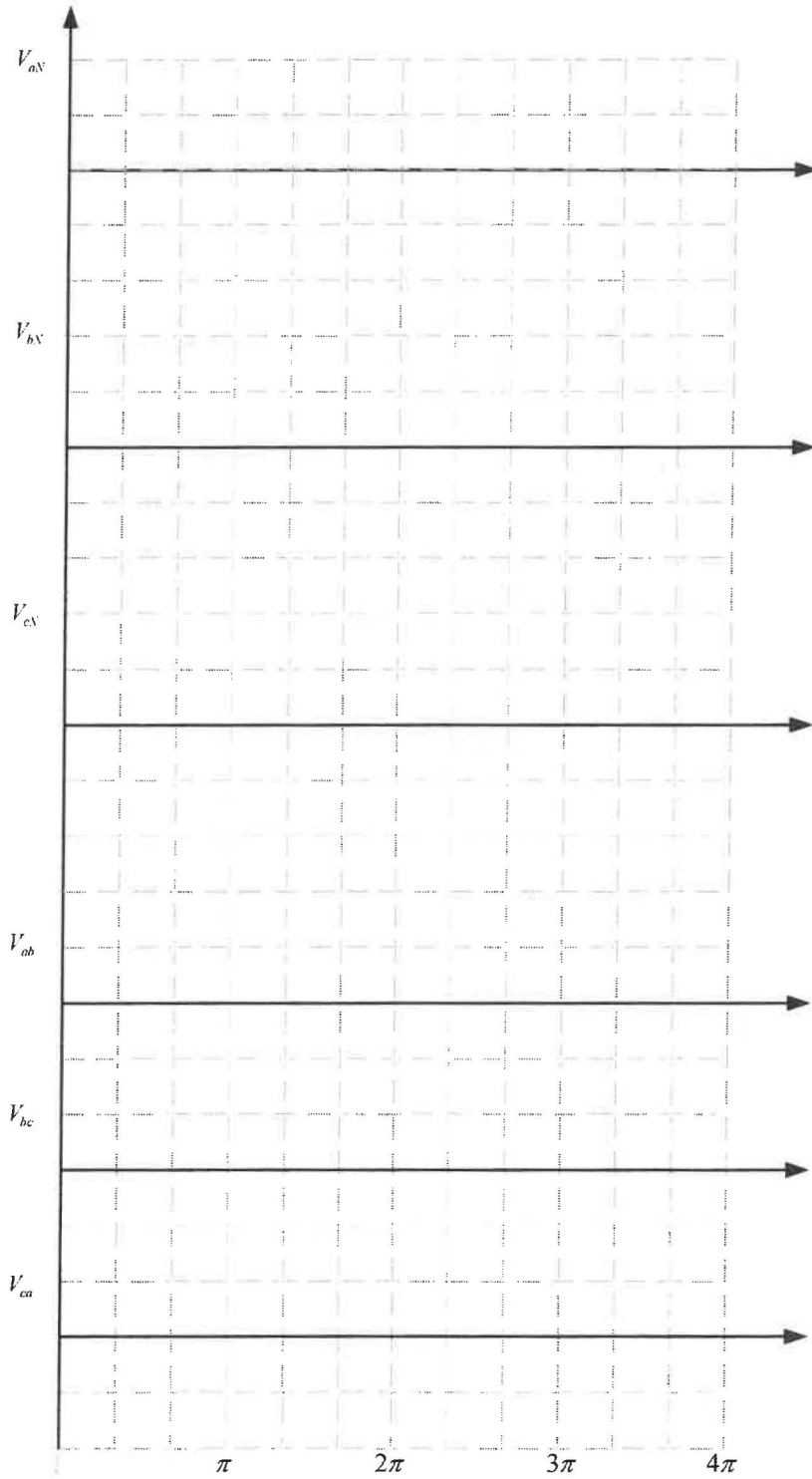
Figure 4
[Rajah 4]

...6/-

APPENDIX 1
[LAMPIRAN 1]



APPENDIX 2
[LAMPIRAN 2]



-0000000-