

**SULIT**

---

**UNIVERSITI MALAYSIA PERLIS**

Peperiksaan Akhir Semester Kedua  
Sidang Akademik 2021/2022

JULAI 2022

**EMJ27303 – Power Electronics**  
**[Elektronik Kuasa]**

Masa: 3 jam

---

Please make sure that this question paper has **SIX (6)** printed pages including this front page before you start the examination.

*[Sila pastikan kertas soalan ini mengandungi ENAM (6) muka surat yang bercetak termasuk muka hadapan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

Answer **ALL**. Each question contributes 20 marks.

*[Jawab SEMUA. Setiap soalan mengandungi 20 markah.]*

**SULIT**

**Question 1***[Soalan 1]*

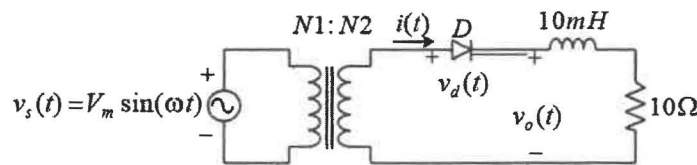
- (a) Explain operational features of the power MOSFET. Support your explanation using MOSFET operation as a switch. Also, illustrate the conditions to derive power MOSFET in the different regions of operation.

*[Terangkan ciri-ciri operasi MOSFET kuasa. Sokong penjelasan anda menggunakan operasi MOSFET sebagai suis. Serta, gambarkan syarat untuk memperoleh MOSFET kuasa di kawasan operasi yang berbeza]*

(5 Marks/ Markah)

- (b) A half wave rectifier is supplied from a  $100V_{rms}$  source at 50Hz via an ideal step-up transformer with a turn ratio of  $N_1:N_2=1:2$  as shown in **Figure 1**. The load consists of a  $10\Omega$  resistor in series with a  $10mH$  inductor.

*[Rajah 1 menunjukkan penerus gelombang separuh yang dibekalkan dari sumber  $100V_{rms}$  pada 50Hz melalui transformer injak naik dengan nisbah lilitan sebanyak  $N_1:N_2=1:2$ . Beban litar terdiri daripada perintang  $10\Omega$  dan bersiri bersama induktor  $10mH$ .]*

**Figure 1***[Rajah 1]*

For the rectifier shown in **Figure 1**, determine:

*[Berdasarkan penerus dalam Rajah 1, tentukan:]*

- (i) A time varying expression for the load current

*[Ungkapan domain masa bagi arus beban  $i(t)$ ]*

(4 Marks/ Markah)

- (ii) The extinction angle  $\beta$  of the current

*[Sudut kepupusan  $\beta$  bagi arus beban]*

(4 Marks/ Markah)

- (iii) The average load current

*[Purata arus beban]*

(4 Marks/ Markah)

- (iv) The power absorbed by the load and input power factor

*[Kuasa yang diterima oleh beban dan kuasa faktor bekalan]*

(3 Marks/ Markah)

....3/-

**Question 2***[Soalan 2]*

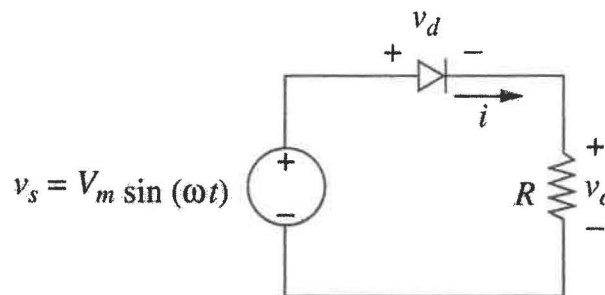
- (a) Power diode is one of the device that is used in power electronic switching system. What type of power diode is suitable for high speed switching application? and Give the reason why its suitable for that application.

*[Diod kuasa merupakan salah satu peranti yang digunakan di dalam sistem pensuisan elektronik kuasa. Apakah jenis diod kuasa yang sesuai untuk diaplikasikan di pensuisan kelajuan tinggi? Dan Berikan alasan kenapa ia sesuai untuk aplikasi itu.]*

(5 marks / markah)

- (b) The half-wave rectifier circuit has  $V_s(t) = 280 \sin(177t)$  V and a load resistance  $R=20$  ohm as shown in **Figure 2**.

*[Litar penerus separuh gelombang mempunyai  $V_s(t) = 280 \sin(177t)$  V dan rintangan beban  $R=20$  ohm seperti ditunjukkan dalam **Rajah 2**]*

**Figure 2***[Rajah 2]*

For the half-wave rectifier circuit shown in **Figure 2**, determine  
*[Untuk litar penerus separuh gelombang ditunjukkan dalam **Rajah 2**, tentukan]*

- (i) The average load current,  
*[Purata arus beban]* (3 Marks / Markah)
- (ii) The rms load current,  
*[Arus beban rms]* (3 Marks / Markah)
- (iii) the power absorbed by the load,  
*[Kuasa yang diserap oleh beban]* (3 Marks / Markah)
- (iv) The apparent power supplied by the source,  
*[Kuasa ketara yang dibekalkan oleh sumber]* (3 Marks / Markah)
- (v) The power factor of the circuit.  
*[Faktor kuasa litar]* (3 Marks / Markah)

....4/-

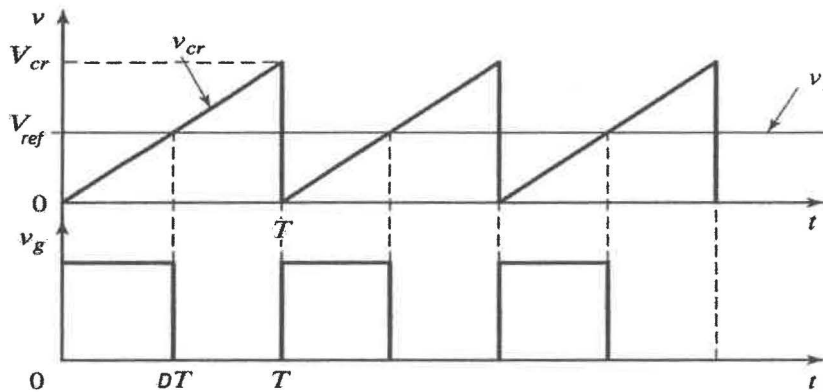
**Question 3**  
[Soalan 3]

(a) Compare two methods you know to generate duty cycle for switching in DC-DC converter circuit.  
[Bandingkan dua kaedah yang anda tahu untuk menjana kitaran tugas bagi suis dalam litar penukar DC-DC.]

(5 Marks / markah)

(b) **Figure 3** shows average voltage  $v_g$ , PWM generated by comparing two signals,  $V_{cr}$  and  $V_{ref}$ . If we were to produce PWM signal with 70% duty cycle using 5V sawtooth at 5kHz:

[Rajah 3 menunjukkan voltan purata  $v_g$ , PWM yang dihasilkan dengan membandingkan dua isyarat,  $V_{cr}$  dan  $V_{ref}$ . Jika kita akan menghasilkan isyarat PWM dengan kitaran tugas 70% menggunakan gigi gergaji 5V pada 5kHz:]



**Figure 3**  
[Rajah 3]

(i) State the expression of average voltage  $v_g$ .  
[Nyatakan ungkapan voltan purata  $v_g$ .]

(5 Marks / Markah)

(ii) What is the  $t$  off time in microseconds.  
[Apakah masa  $t$  off dalam mikrosaat.]

(5 Marks / Markah)

(iii) Design simple voltage divider circuit to produce required  $V_{ref}$ .

[Reka litar pembahagi voltan mudah untuk menghasilkan  $V_{ref}$  yang diperlukan]

(5 Marks / Markah)

....5/-

**Question 4***[Soalan 4]*

- (a) Do you think linear voltage regulator is less efficient in high power application?

With proper circuit diagram, justify your answer.

*[Adakah anda fikir pengatur voltan linear kurang cekap dalam aplikasi kuasa tinggi? Dengan gambarajah litar yang betul, justifikasikan jawapan anda]*

(4 marks / markah)

- (b) Design a buck converter that has an output of 12 V from an input of 18 V. The output power is 10 W. The output voltage ripple must be no more than 100 mV p-p. Design for continuous inductor current where inductor values selected at 30% larger. Assume ideal components. Provided selected switching frequency at 10kHz:

*[Reka bentuk penukar buck yang mempunyai keluaran 12 V daripada input 18 V. Kuasa keluaran ialah 10 W. Riak voltan keluaran mestilah tidak lebih daripada 100 mV p-p. Reka bentuk untuk arus induktor berterusan di mana nilai induktor dipilih pada 30% lebih besar. Anggap komponen ideal. Disediakan frekuensi pensuisan terpilih pada 10kHz:]*

- (i) Specify the duty ratio.

*[Nyatakan nisbah duti.]*

(4 Marks / Markah)

- (ii) Determine inductor value in microHenry.

*[Tentukan nilai induktor dalam mikroHenry.]*

(4 Marks / Markah)

- (iii) Determine capacitor value in microFarad.

*[Tentukan nilai kapasitor dalam mikroFarad]*

(4 Marks / Markah)

- (iv) Sketch the buck converter circuit completed with proper component label and values.

*[Lakarkan litar penukar buck lengkap dengan label dan nilai komponen yang betul]*

(4 Marks / Markah)

....6/-

**Question 5****[Soalan 5]**

- (a) If we were to control output voltage of DC-DC converter, should we vary the switching frequency? Discuss advantages and disadvantages of employing low switching frequency in DC-DC converter circuit.

*[Jika kita ingin mengawal voltan keluaran penukar DC-DC, patutkah kita mengubah frekuensi pensuisan? Bincangkan kebaikan dan keburukan menggunakan frekuensi pensuisan rendah dalam litar penukar DC-DC.]*

(4 Marks / Markah)

- (b) A boost converter has an input of 5 V and an output of 25 W at 15 V. The minimum inductor current must be no less than 50 percent of the average. The output voltage ripple must be less than 1 percent. The switching frequency is 300 kHz. Determine the duty ratio, minimum inductor value, and minimum capacitor value.

*[Penukar rangsangan mempunyai input 5 V dan keluaran 25 W pada 15 V. Arus induktor minimum mestilah tidak kurang daripada 50 peratus daripada purata. Riak voltan keluaran mestilah kurang daripada 1 peratus. Kekekapan pensuisan ialah 300 kHz. Tentukan nisbah tugas, nilai induktor minimum, dan nilai kapasitor minimum.]*

(6 Marks / Markah)

- (c) The buck-boost converter has  $V_s = 24$  V,  $V_o = -36$  V, and a load resistance of  $10 \Omega$ . If the switching frequency is 100 kHz,

*[Penukar buck-boost mempunyai  $V_s = 24$  V,  $V_o = -36$  V, dan rintangan beban  $10\Omega$ . Jika frekuensi suis ialah 100 kHz,]*

- (i) Determine the inductance such that the minimum current is 40 percent of the average.

*[Tentukan kearuhan supaya arus minimum ialah 40 peratus daripada purata.]*

(4 Marks / Markah)

- (ii) Determine the capacitance required to limit the output voltage ripple to 0.5 percent.

*[Tentukan kemuatan yang diperlukan untuk menghadkan riak voltan keluaran kepada 0.5 peratus.]*

(4 Marks /Markah)

- (iii) Sketch the buck-boost converter circuit complete with proper component label and values.

*[Lakarkan litar penukar buck-boost lengkap dengan label dan nilai komponen yang betul.]*

(2 Marks / Markah)

-0000000-