



**UTM**  
UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

Sekolah Pendidikan  
Profesional dan  
Pendidikan  
Berterusan  
(SPACE)

---

**FINAL EXAMINATION / PEPERIKSAAN AKHIR  
SEMESTER I – SESSION 2020 / 2021/ SEMESTER 1 – SESI 2020 / 2021  
PROGRAM KERJASAMA**

COURSE CODE : DDWE 1133  
KOD KURSUS

COURSE NAME : INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT  
NAMA KURSUS : PENGALATAN DAN PENGUKURAN

YEAR / PROGRAMME : 1 DDWB/ DDWE/ DDWK  
TAHUN / PROGRAM

DURATION : 3 HOURS (INCLUDING SUBMISSION HOUR)  
TEMPOH : 3 JAM (TERMASUK MASA PENGHANTARAN)

DATE : NOVEMBER 2020  
TARIKH : NOVEMBER 2020

---

**INSTRUCTION / ARAHAN:**

1. Answer **ALL** questions and write your answers on the answer sheet.  
*Jawab **SEMUA** soalan dan tulis jawapan anda pada kertas jawapan.*
  2. Write your name, matric no., identity card no., course code, course name, section no. and lecturer's name on the first page (in the upper left corner) and every page thereafter on the answer sheet.  
*Tulis nama anda, no. matrik, no. kad pengenalan, kod kursus, nama kursus, no. seksyen dan nama pensyarah pada muka surat pertama (penjuru kiri atas) kertas jawapan dan pada setiap muka surat jawapan.*
  3. Each answer sheet must have a page number written at the bottom right corner.  
*Setiap helai kertas jawapan mesti ditulis nombor muka surat pada bahagian bawah penjuru kanan.*
  4. Answers should be handwritten, neat and clear.  
*Jawapan hendaklah ditulis tangan, kemas dan jelas menggunakan huruf cerai.*
- 

**WARNING / AMARAN**

Students caught copying / cheating during the examination will be liable for disciplinary actions and the faculty may recommend the student to be expelled from sitting for exam.  
*Pelajar yang ditangkap meniru / menipu semasa peperiksaan akan dikenakan tindakan disiplin dan pihak fakulti boleh mengesyorkan pelajar diusir dari menduduki peperiksaan.*

---

This examination paper consists of **8** pages including the cover.  
*Kertas soalan ini mengandungi **8** muka surat termasuk kulit hadapan.*

**ONLINE EXAMINATION RULES AND REGULATIONS  
PERATURAN PEPERIKSAAN SECARA DALAM TALIAN**

1. Student must carefully listen and follow instructions provided by invigilator.

*Pelajar mesti mendengar dan mengikuti arahan yang diberikan oleh pengawas peperiksaan dengan teliti.*

2. Student is allowed to start examination only after confirmation of invigilator if all needed conditions are implemented.

*Pelajar dibenarkan memulakan peperiksaan hanya setelah pengesahan pengawas peperiksaan sekiranya semua syarat yang diperlukan telah dilaksanakan.*

3. During all examination session student has to ensure, that he is alone in the room.

*Semasa semua sesi peperiksaan pelajar harus memastikan bahawa dia bersendirian di dalam bilik.*

4. During all examination session student is not allowed to use any other devices, applications except other sites permitted by course lecturer.

*Sepanjang sesi peperiksaan pelajar tidak dibenarkan menggunakan peranti dan aplikasi lain kecuali yang dibenarkan oleh pensyarah kursus.*

5. After completing the exam student must inform invigilator via the set communication platform (eg. WhatsApp etc.) about completion of exam and after invigilator's confirmation leave examination session.

*Selepas peperiksaan selesai, pelajar mesti memaklumkan kepada pengawas peperiksaan melalui platform komunikasi yang ditetapkan (contoh: Whatsapp dan lain-lain) mengenai peperiksaan yang telah selesai dan meninggalkan sesi peperiksaan selepas mendapat pengesahan daripada pengawas peperiksaan.*

6. Any technical issues in submitting answers online have to be informed to respective lecturer within the given 30 minutes. Request for re-examination or appeal will not be entertain if complains are not made by students to their lecturers within the given 30 minutes.

*Sebarang masalah teknikal dalam menghantar jawapan secara dalam talian perlu dimaklumkan kepada pensyarah masing-masing dalam masa 30 minit yang diberikan. Permintaan untuk pemeriksaan semula atau rayuan tidak akan dilayan sekiranya aduan tidak dibuat oleh pelajar kepada pensyarah mereka dalam masa 30 minit yang diberikan.*

7. During online examination, the integrity and honesty of the student is also tested. At any circumstances student is not allowed to cheat during examination session. If any kind of cheating behaviour is observed, UTM have a right to follow related terms and provisions stated in the respective Academic Regulations and apply needed measures.

*Semasa peperiksaan dalam talian, integriti dan kejujuran pelajar juga diuji. Walau apa pun keadaan pelajar tidak dibenarkan menipu semasa sesi peperiksaan. Sekiranya terdapat sebarang salah laku, UTM berhak untuk mengikuti terma yang dinyatakan dalam Peraturan Akademik.*

Q1. (a) Describe the following terms.  
*Terangkan istilah-istilah berikut.*

- (i) Absolute Error  
*Ralat Mutlak*
- (ii) Sensitivity  
*Kepekaan*
- (iii) Transfer instrument  
*Peralatan Pindah*

(6 marks/markah)

(b) (i) A 30 V voltmeter is specified to be accurate with  $\pm 2\%$  at full scale. Calculate the limiting error when the instrument is used to measure a 12 V voltage source.  
*Satu meter volt 30 V yang diklasifikasikan kejituanannya  $\pm 2\%$  pada skala penuh. Kirakan ralat menghad apabila peralatan tersebut digunakan untuk mengukur sumber voltan 12 V.*

(4 marks/markah)

(ii) A voltmeter and an ammeter are to be used to determine the power dissipated in a resistor. Both instruments are guaranteed to be accurate within  $\pm 1\%$  at full scale. If the voltmeter reads 40 V on its 100 V range and the ammeter reads 70 mA on its 100 mA range, determine the limiting error for the power calculation.  
*Satu meter volt dan satu meter ampere digunakan untuk menentukan kuasa terlesap dalam satu perintang. Kedua-dua peralatan tersebut dijamin kejituanannya dalam lingkungan  $\pm 1\%$  pada skala penuh. Jika bacaan pada meter volt adalah 40 V pada julat 100 V dan meter ampere menggunakan julat 100 mA memberi bacaan 70 mA, tentukan ralat menghad untuk pengiraan kuasa tersebut.*

(6 marks/markah)

(c) Figure Q1(c) shows a full wave rectifier type ac meter with a range of 10 V. The diode has a forward resistance of  $50\ \Omega$  while the parameters of the d'Arsonval movement are 2 mA,  $100\ \Omega$ . Given  $R_{sh} = 50\ \Omega$ .

- (i) Calculate  $R_s$ .
- (ii) Calculate the ac sensitivity of the meter.
- (iii) Calculate the dc sensitivity of the meter.

*Rajah Q1(c) menunjukkan meter au jenis penerus penuh gelombang berjulat 10 V. Diod mempunyai rintangan ke depan  $100\ \Omega$  sementara parameter-parameter gerakan d' Arsonval ialah 2 mA,  $50\ \Omega$ . Diberi  $R_{sh} = 50\ \Omega$ .*

- (i) Kirakan  $R_s$ .
- (ii) Kirakan kepekaan au untuk meter tersebut.
- (iii) Kirakan kepekaan at untuk meter tersebut.

(9 marks/markah)

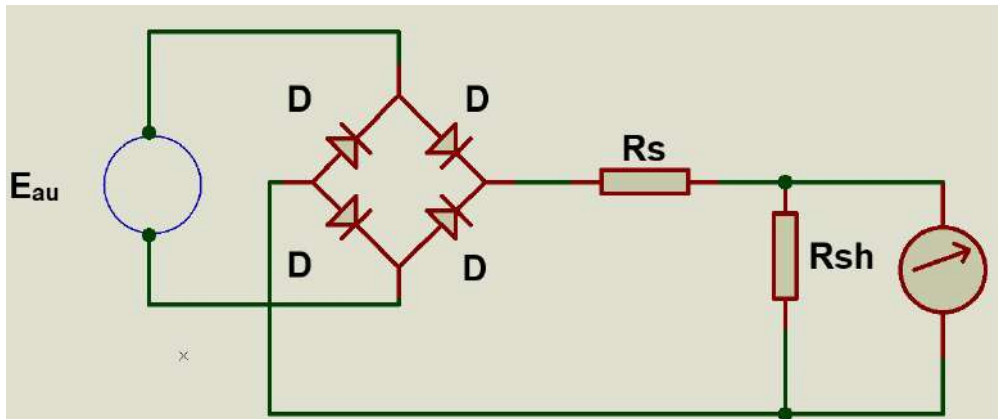


Figure Q1(c) / Rajah Q1(c)

- Q2. (a) A 1 mA full-scale deflection meter movement is used in an ohmmeter circuit. The meter movement has an internal resistance,  $R_m = 1000 \Omega$  and a 1.5 V battery is used.
- Sketch the ohmmeter circuit.
  - Determine the variable resistance,  $R_z$ .
  - Determine  $R_x$  at 25%, 50% and 75% full-scale deflection.

*Gerakan meter pesongan skala-penuh 1 mA digunakan dalam litar meter ohm. Gerakan meter tersebut mempunyai rintangan dalam,  $R_m = 1000 \Omega$  dan bateri 1.5 V digunakan.*

- Lakarkan litar meter ohm tersebut.*
- Tentukan rintangan bolehubah,  $R_z$ .*
- Tentukan  $R_x$  pada 25%, 50% dan 75% pesongan skala-penuh.*

(10 marks/markah)

- (b) (i) Draw a circuit of an a.c. ammeter with Ayrton shunt, having three (3) measured range of 1 A, 100 mA and 10 mA with the use of full-wave rectifier.

*Lukiskan satu litar meter ampere a.u. pirau Ayrton yang mempunyai tiga (3) julat pengukuran iaitu 1 A, 100 mA dan 10 mA menggunakan penerus penuh gelombang.*

- Give one (1) advantage of using Ayrton shunt in designing an ammeter.  
*Berikan satu (1) kelebihan menggunakan pirau Ayrton dalam merekabentuk satu meter ampere*

(6 marks/markah)

- (c) (i) Figure Q2 (c) shows the output of an integrator and a comparator in a dual-slope analog-to-digital converter. The integrator contains a 50 k $\Omega$  resistor and a 2  $\mu$ F capacitor. If the voltage applied to the integrator input is 1 V, what voltage will be present at the output of the integrator after 1 second.

Rajah Q2 (c) menunjukkan keluaran bagi satu litar pengamili dan litar pembandingan yang terdapat di dalam penukar analog ke digital dua cerun. Litar pengamili mengandungi perintang  $50\text{ k}\Omega$  dan pemuat  $2\mu\text{F}$ . Jika voltan yang dikenakan kepada masukan pengamili adalah  $1\text{ V}$ , apakah voltan yang terhasil pada keluaran pengamili tersebut selepas  $1\text{ saat}$ .

(6 marks/markah)

- (ii) If the reference voltage applied to the integrator at time  $t_2$  in the above question is  $4.5\text{ V}$ , what is the time interval from  $t_2$  to  $t_3$ ?

Jika voltan rujukan yang dikenakan kepada pengamili tersebut pada masa  $t_2$  dalam soalan diatas adalah  $4.5\text{ V}$ , apakah sela masa daripada  $t_2$  ke  $t_3$ ?

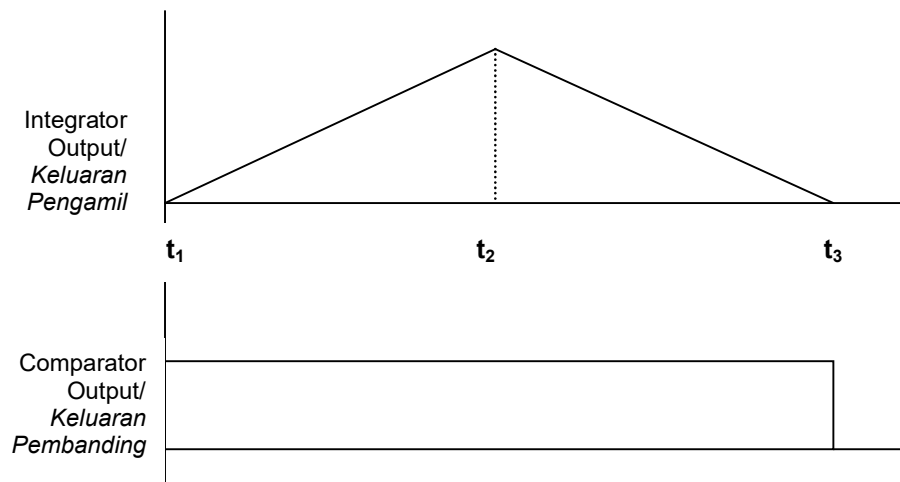


Figure Q2 (c) Integrator and comparator output waveforms

Rajah Q2 (c) Keluaran gelombang litar pengamili dan litar pembandingan.

(3 marks/markah)

- Q3. (a) (i) State the function of a transducer.  
(ii) State THREE (3) main factors that should be considered in the selection of a transducer  
(iii) Explain the principle of operation of Linear Variable Differential Transformer (LVDT) with the aid of an appropriate circuit or diagram.

- (i) Nyatakan fungsi suatu transduser.  
(ii) Nyatakan TIGA (3) faktor utama yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan suatu transduser.  
(iii) Terangkan prinsip pengendalian Pengubah Kebezaan Boleh Ubah Lelurus (LVDT) dengan bantuan litar atau gambar rajah yang sesuai.

(10 marks/markah)

- (b) Figure Q3(b) shows a metallic rod that experiences a compressive force. The force causes the resistance of an attached strain gauge to increase from  $100 \Omega$  to  $103 \Omega$ . The gauge factor  $K = -50$  and the modulus of elasticity of the rod  $E = 3.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ .
- (i) State the type of material used in the strain gauge above.  
(ii) Calculate the strain  $G$ .  
(iii) Calculate the length of the rod after force has been applied.  
(iv) Calculate the force  $F$ .

Rajah Q3 (b) menunjukkan batang logam yang mengalami daya mampatan. Daya tersebut mengakibatkan rintangan tolok terikan yang terlekat bertambah daripada  $100 \Omega$  kepada  $103 \Omega$ . Faktor tolok  $K = -50$  dan modulus keanjalan batang  $E = 3.0 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ .

- (i) Nyatakan jenis bahan yang digunakan dalam tolok terikan di atas.  
(ii) Kirakan terikan  $G$ .  
(iii) Kirakan panjang batang tersebut setelah daya dikenakan.  
(iv) Kirakan daya  $F$ .

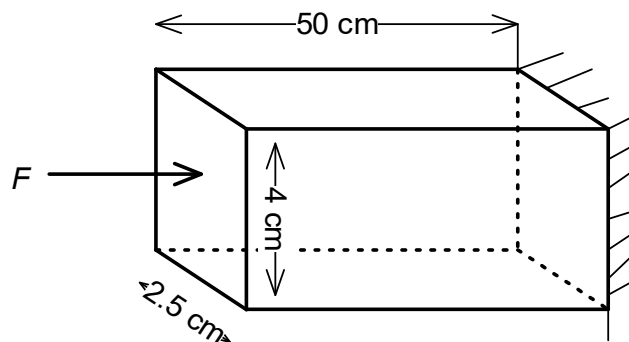


Figure Q3(b)/ Rajah Q3(b)

(15 marks/markah)

Q4. (a) (i) Explain briefly the function of a signal conditioner in an instrumentation system.  
*Terangkan dengan ringkas fungsi penyesuai isyarat dalam sistem instrumentasi.*  
(2 marks/markah)

(ii) Explain briefly the use of a Wheatstone bridge.  
*Terangkan dengan ringkas kegunaan tetimbang Wheatstone.*  
(3 marks/markah)

(iii) Figure Q4 (a) shows the circuit of a Wheatstone bridge. Given that  $E = 10\text{ V}$ ,  $R_1 = 2.5\text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 5\text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 7.5\text{ k}\Omega$  and  $R_x = 5\text{ k}\Omega$ . By using sensitivity analysis, calculate the required sensitivity of the galvanometer  $G$  so that its displacement is 5 mm and assume internal resistance of the meter,  $R_g = 0\ \Omega$

*Rajah Q4 (a) menunjukkan litar tetimbang Wheatstone. Diberi  $E = 10\text{ V}$ ,  $R_1 = 2.5\text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 5\text{ k}\Omega$ ,  $R_3 = 7.5\text{ k}\Omega$  dan  $R_x = 5\text{ k}\Omega$ . Dengan menggunakan kaedah analisis kepekaan, kirakan kepekaan meter galvani  $G$  sekiranya anjakan yang dihasilkan ialah 5 mm dan anggapan rintangan dalaman meter berkenaan  $R_g = 0\ \Omega$ .*

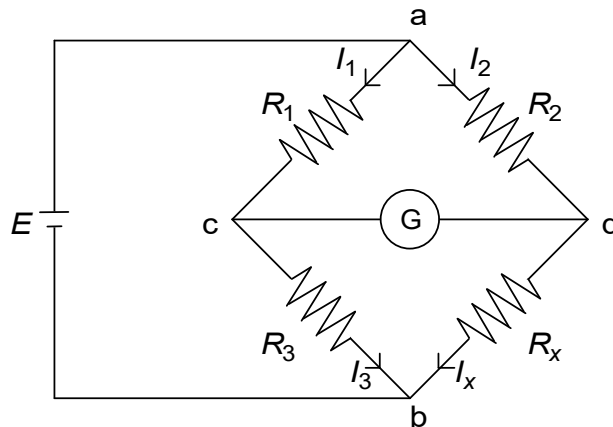


Figure Q4 (a) / Rajah Q4 (a)

(10 marks/markah)

(b) Figure Q4 (b) shows the circuit of full Wheatstone bridge.

(i) Show that the equivalent Thevenin voltage between c – d is

$$V_{TH} = \frac{\Delta R E}{R}$$

(ii) Find the Thevenin equivalent resistance and sketch the equivalent circuit.

(iii) A galvanometer with internal resistance  $R_g = 50 \Omega$  is used to measure the voltage across c – d. Given that  $E = 10 \text{ V}$ ,  $R = 100 \Omega$  and  $\Delta R = 5 \Omega$ . Calculate the current flowing through the galvanometer.

Rajah Q4 (b) menunjukkan litar Wheatstone tetimbang penuh.

(i) Tunjukkan bahawa voltan setara Thevenin bagi litar tetimbang tersebut di antara titik c – d diberikan oleh persamaan

$$V_{TH} = \frac{\Delta R E}{R}$$

(ii) Dapatkan rintangan setara Thevenin dan lakarkan litar setara tersebut.

(iii) Meter galvani dengan rintangan dalaman  $R_g = 50 \Omega$  digunakan untuk mengukur voltan merintang c – d. Diberikan  $E = 10 \text{ V}$ ,  $R = 100 \Omega$  dan  $\Delta R = 5 \Omega$ . Kirakan arus melalui meter galvani tersebut.

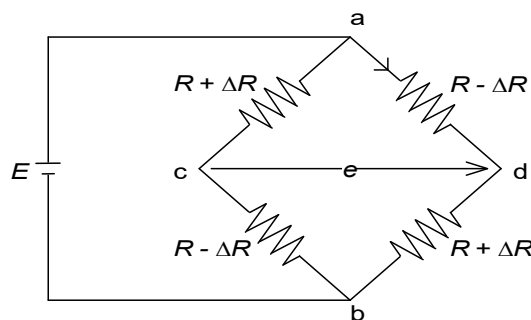


Figure Q4 (b) / Rajah Q4 (b)

(10 marks/markah)