

**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 II : 2022/2023**

**BEU60233: BIOMEDICAL SENSOR AND TRANSDUCER**

**TARIKH : 19 JUN 2023**

**MASA : 8.30 AM – 11.30 AM (3 JAM)**

---

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

Bahagian A: Subjektif (3 soalan)

Bahagian B: Esei (2 soalan)

Dokumen sokongan yang disertakan : Tiada

---

**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)** subjective questions. Answer **ALL** question

***ARAHAN:***

*Bahagian ini mengandungi TIGA (3) soalan subjektif. Jawab SEMUA soalan.*

**QUESTION 1*****SOALAN 1***

- CLO1 (a) Discuss **TWO (2)** of the static characteristics of a biomedical sensor.  
*Bincangkan DUA (2) daripada ciri-ciri statik sensor bioperubatan yang anda tahu.*
- [4 marks]  
[4 markah]
- CLO1 (b) The electrochemical sensor works by reacting with the measured gas and generating an electric signal proportional to the gas concentration. Draw a typical electrochemical sensor structure diagram and label all the important parts.
- Sensor elektrokimia berfungsi dengan bertindak balas dengan gas yang diukur dan menghasilkan isyarat elektrik yang berkadar dengan kepekatan gas tersebut. Lukiskan gambarajah struktur tipikal sebuah sensor elektrokimia dan pastikan semua bahagian penting dilabel.*
- [6 marks]  
[6 markah]
- CLO1 (c) Electrochemical sensors are mainly divided into three types: potentiometric, conductometric, and amperometric/voltametric. Differentiate the operating principles, parameters, and applications of potentiometric and amperometric electrochemical sensors.

*Sensor elektrokimia boleh dikategorikan kepada tiga jenis: potentiometric, conductometric, and amperometric/voltametric. Bezakan prinsip kendalian, parameter, dan aplikasi sensor elektrokimia jenis potentiometer dan amperometric.*

[10 marks]

[10 markah]

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

- CLO1 (a) Explain the functionality of a signal conditioning circuit in the context of biomedical sensor applications.
- Terangkan fungsi-fungsi utama litar penyesuaian isyarat di dalam konteks aplikasi sensor bioperubatan.*
- [4 marks]  
[4 markah]
- CLO1 (b) Optical sensors are used as sensing elements to process the electronic signal which can be either analog or digital. They can be used in high voltage, high temperature, or corrosive environments due to their dielectric property. Draw a block diagram of the basic components of an optical sensor.
- Sensor optik pada asasnya digunakan sebagai elemen pengesanan untuk memproses isyarat elektronik analog mahupun digital. Ianya boleh digunakan di dalam keadaan voltan tinggi, suhu tinggi, atau persekitaran yang menghakis. Lukiskan gambarajah blok yang mengandungi komponen asas sensor optik.*
- [6 marks]  
[6 markah]
- CLO1 (c) Analyze the Wheatstone bridge pressure sensor shown in Figure 2 (c) below. The resistance values of R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, and R<sub>3</sub> are 10 k $\Omega$  each. A strain gauge, with resistance R<sub>G</sub>, is used as the sensor that senses strain along the diaphragm of the pressure sensor. Assume the strain gauge has an unstrained resistance of R<sub>G</sub> = 10 k $\Omega$  and a gauge factor of GF = 5. Young's modulus of the pressure sensor diaphragm is given 70 x 10<sup>9</sup> Pa.
- When the Wheatstone bridge circuit is balanced (there is no pressure measured by the pressure sensor), the value of source voltage V<sub>in</sub> is 10 V. If there is a 50 mm Hg pressure applied to the circuit that causes a change to strain gauge resistance. Find the value of V<sub>meas</sub>.

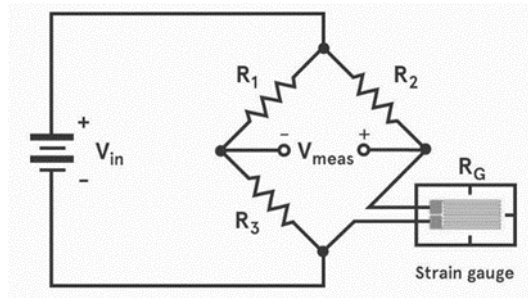


Figure 2 (c) / Rajah 2(c)

Analisa sensor tekanan yang menggunakan litar penyesuaian tetimbang Wheatstone seperti di dalam rajah 2(c). Nilai perintang  $R_1$ ,  $R_2$  dan  $R_3$  adalah  $10\text{ k}\Omega$  setiap satu. Satu tolok terikan yang mempunyai rintangan  $R_G$  digunakan sebagai sensor yang mengesan terikan sepanjang diaphragm sensor tekanan tersebut. Anggap tolok terikan mempunyai rintangan tanpa terikan =  $10\text{ k}\Omega$  dan faktor terikan  $GF = 5$ . Diberikan modulus Young pada diaphragm sensor tekanan adalah  $70 \times 10^9\text{ Pa}$ .

Apabila tetimbang Wheatstone dalam keadaan seimbang (tiada tekanan diukur oleh sensor tekanan) nilai voltan sumber,  $V_{in}$  adalah  $10\text{ V}$ . Jika terdapat tekanan bernilai  $50\text{ mm Hg}$  diberikan kepada litar tersebut menyebabkan perubahan kepada rintangan tolok terikan, Cari nilai  $V_{meas}$ ?

[10 marks]

[10 markah]

**QUESTION 3****SOALAN 3**

- CLO1 (a) Discuss **TWO (2)** of the parameters used in signal conditioning circuits for biomedical sensor applications.

*Bincangkan DUA (2) daripada parameter tersebut.*

[4 marks]

[4 markah]

- CLO1 (b) A capacitive sensor consists of two parallel plates with a gap of 2 mm in between of them. The area of each plate is  $4 \text{ cm}^2$ , and the dielectric constant of the material between the plates is 3.5. If the sensor is connected to a capacitance meter, which measures capacitance in picofarads (pF), calculate the capacitance of the sensor.

*Satu sensor kapasitif mengandungi dua plat selari yang terpisah sejauh 2mm. Luas setiap plat adalah  $4 \text{ cm}^2$ , dan pemalar bahan dielektrik di antara dua plat diberi sebagai 3.5. Jika sensor tersebut disambungkan dengan meter yang mengukur kemuatan dalam unit picofarad (pF), kirakan nilai kemuatan sensor tersebut.*

[6 marks]

[6 markah]

- (c) Based on sensing location, optical sensors can be categorized into extrinsic and intrinsic types. By using suitable diagrams, differentiate between extrinsic and intrinsic optical sensors and point out the differences by looking into their applications, sensitivity, and flexibility.

*Berdasarkan kedudukan pengesanan, sensor optik boleh dikategorikan kepada jenis ekstrinsik dan instrinsik. Dengan menggunakan rajah yang bersesuaian, bezakan kedua-dua jenis sensor optik ini dengan melihat kepada perbezaan tersebut dari segi aplikasi, kepekaan dan fleksibiliti.*

[10 marks]

[10 markah]

**SECTION B: 40 MARKS*****BAHAGIAN B :40 MARKAH*****INSTRUCTION:**

This section consists of **TWO (2)** essay questions. Answer **ALL** the questions.

***ARAHAN:***

*Bahagian ini mengandungi DUA (2) soalan esei. Jawab SEMUA soalan tersebut.*

**QUESTION 1*****SOALAN 1***

CLO1 Nowadays, all kinds of sensors have unique and extensive applications in the medical industry. Propose an application system that utilizes capacitive and inductive sensors that can be used in the medical industry such as involving hospitals, blood stations, pharmaceutical factories, biopharmaceutical companies, cold chain logistics, incubators, and so on. In your proposal be sure to include:

- i. A brief explanation of the purpose, importance, and operating principles of the proposed application.
- ii. The block diagram of the proposed application system
- iii. The placement of the inductive and/or capacitive sensors in the system and its functionality
- iv. An example of a signal condition circuit that can be used for the system

*Pada masa kini terdapat banyak jenis sensor yang mempunyai pelbagai fungsi unik dan terkehadapan di dalam industri perubatan. Cadangkan satu sistem peralatan perubatan yang mengaplikasikan sensor kapasitif dan induktif untuk digunakan dalam industri perubatan; misalnya yang melibatkan hospital, penyimpanan darah, kilang farmaseutikal, syarikat biofarmaseutikal, rangkaian logistic sejuk beku, inkubator, dan lain-lain. Di dalam cadangan tersebut sertakan:*

- i. *Penerangan ringkas tentang tujuan, kepentingan dan prinsip kendalian aplikasi yang dicadangkan tersebut*
- ii. *Gambarajah blok sistem aplikasi yang dicadangkan*
- iii. *Kedudukan di mana sensor-sensor diletakkan dan fungsi sensor-sensor tersebut di dalam sistem tersebut.*
- iv. *Satu contoh litar penyesuaian isyarat yang boleh digunakan untuk sistem tersebut*

[20 marks]

[20 markah]

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

CLO1

Biosensors are a rapidly evolving technology with a wide range of applications in healthcare, food safety, environmental monitoring, and biotechnology. For example, point-of-care testing (POCT) biosensors are used for rapid diagnosis of infectious diseases such as influenza and COVID-19. Biosensors come in many different types, each with its own unique advantages and disadvantages. The choice of biosensor type depends on the specific application and the desired performance characteristics. Characterise the operating principles, parameters, and clinical applications of surface plasmon resonance (SPR) biosensors and compare them to enzyme biosensors.

*Biosensor adalah teknologi yang sedang rancak berkembang maju dengan penggunaan yang meluas di bidang kesihatan, keselamatan makanan, pemantauan alam sekitar, dan bioteknologi. Sebagai contoh, biosensor jenis point-of-care testing (POCT) digunakan untuk diagnosis segera penyakit berjangkit seperti influenza dan COVID-19. Biosensor didatangkan dalam pelbagai jenis, setiap satunya dengan kelebihan dan kekurangan tersendiri. Pemilihan biosensor adalah bergantung kepada aplikasi khusus dan ciri-ciri yang diperlukan. Cirikan prinsip kendalian, parameter dan aplikasi klinikal biosensor jenis surface plasmon resonance (SPR) dan bandingkannya dengan biosensor jenis enzim.*

[20 marks]

[20 markah]

**SOALAN TAMAT**