

Đáp án của Kiểm tra giữa HK 182 – Đề số 2 (nhóm A02)

Môn: Điện tử Y sinh học (MSMH: EE3037)

Ngày kiểm tra: 25/03/2019 – Thời gian làm bài: 60 phút

(SV KHÔNG được sử dụng tài liệu, ĐTDĐ, Laptop, và máy tính bảng)

Câu 1: (2 đ) (mỗi câu nhỏ: 0.5 đ)

a) Hãy ghi tên quốc gia đầu tiên thực hiện những việc sau:

(i) Trích máu (cắt lể), chi giả (ii) Đầu tiên xem xét sức khỏe và vệ sinh cộng đồng

b) Các lý thuyết/chuyên đề sau do (những) ai khởi xướng:

(i) Sự tuần hoàn máu trong cơ thể.

(ii) Thầy thuốc được xem là nhà khoa học.

c) Hãy cho biết ý nghĩa tên viết tắt và công dụng của ENG và EKG?

d) Sự khác biệt chính giữa điện sinh học và điện thông thường là gì?

BG.

a)

<i>Hạng mục công việc</i>	<i>Quốc gia</i>
(i) Trích máu (cắt lể), chi giả	Ai cập cổ đại
(ii) Đầu tiên xem xét sức khỏe và vệ sinh cộng đồng	La mã cổ đại

b)

<i>Lý thuyết/Chuyên đề</i>	<i>Người khởi xướng</i>
(i) Sự tuần hoàn máu trong cơ thể	William Harvey
(ii) Thầy thuốc được xem là nhà khoa học	Hippocrates

c)

- **ENG = Điện thần kinh đồ: giám sát hoạt động điện của các tế bào thần kinh trong hệ thần kinh.**
- **ECG hay EKG = Điện tâm đồ : giám sát các điện thế được sinh ra trong tim.**

d) Sự khác biệt chính giữa điện sinh học và điện thông thường là gì?

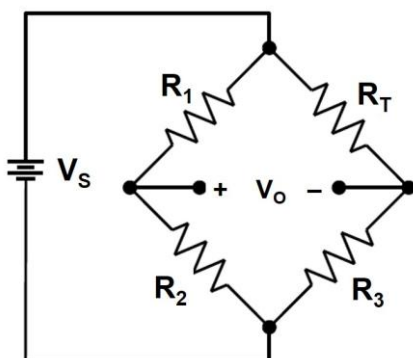
HT điện nhân tạo	Các hạt dẫn điện là các điện tử trong vật dẫn điện	Dòng điện chạy trong vật dẫn điện (có bọc cách điện)
HT điện sinh học	Các hạt dẫn điện là các ion trong chất điện giải	Dòng điện bên trong và bên ngoài các màng tế bào (có cách điện 1 phần)

Câu 2: (2 đ)

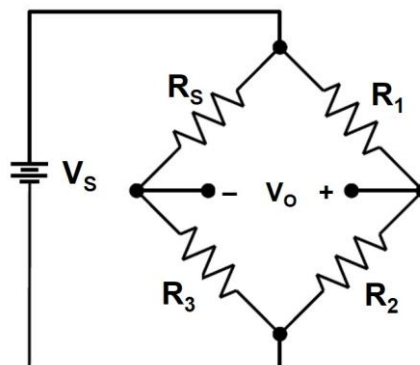
a) (0.5 đ) So sánh RTD và thermistor về hệ số nhiệt điện trở và độ nhạy.

b) (0.5 đ) Tại sao đo nhiệt bức xạ thường được dùng để đo nhiệt độ trong kỹ thuật y sinh?

c) (1 đ) Xét cảm biến RTD là R_T trong mạch hình 1, RTD này có $R_T = R_0(1 + \alpha T)$ với $\alpha = 0.005/^{\circ}\text{C}$ và $R_0 = 350 \Omega$ ứng với $T = 0^{\circ}\text{C}$. Giả sử mạch đo có $V_S = 5 \text{ V}$ và $R_1 = R_2 = R_3 = 350 \Omega$. Nếu ban đầu $T = 25^{\circ}\text{C}$ thì $V_o = ?$ Hãy tìm $S = \Delta V_o / \Delta T$ và áp dụng vào để tìm V_o ứng với trường hợp nhiệt độ tăng 15°C (lúc này $T = 40^{\circ}\text{C}$)?



Hình 1



Hình 2

BG.

a) (0.5 đ) So sánh RTD và thermistor về hệ số nhiệt điện trở và độ nhạy.

	RTD	Thermistor
Hệ số nhiệt	Dương (PTC)	Âm (NTC)
Độ nhạy	Trung bình	Tốt nhất

b) (0.5 đ) Tại sao đo nhiệt bức xạ thường được dùng để đo nhiệt độ trong kỹ thuật y sinh?

Bởi vì các lý do sau: không cần tiếp xúc để đặt nhiệt độ của cảm biến; thời gian đáp ứng nhanh có độ chính xác tốt; và độc lập của kỹ thuật sử dụng hoặc hoạt động của bệnh nhân.

c) (1 đ) Xét cảm biến RTD là R_T trong mạch hình 1

- (0.25 đ) Theo đề bài ta công thức điện trở theo T như sau: $R_3 = R_T = R_0(1 + \alpha T)$ (vì $T_0 = 0^\circ\text{C}$)
Điện áp ra của cầu đo là:

$$V_o = (R_2/(R_1 + R_2) - R_3/(R_T + R_3))V_s$$

$$V_o = V_s(0.5 - 1/(2 + \alpha T)) \quad (\text{vì } R_1 = R_2 = R_3 = R_0)$$

$$\text{Nếu } T = 25^\circ\text{C} \text{ thì } V_o = 5 \times (0.5 - 1/(2 + 0.005 \times 25)) = \underline{0.1471 \text{ V}}$$

- (0.5 đ) Từ công thức V_o ta có:

$$dV_o/dT = \alpha V_s/(2 + \alpha T)^2$$

$$\text{Xét } S \text{ từ } T = 25^\circ\text{C} \text{ thì } S = 0.005 \times 5/(2 + 0.005 \times 25)^2 = \underline{0.0055 \text{ V}/^\circ\text{C}}$$

- (0.25 đ) Như vậy khi $\Delta T = 15^\circ\text{C} \Rightarrow \Delta V_o = S \times \Delta T = 0.0055 \times 15 = 0.0825 \text{ V}$
 $\Rightarrow V_o \text{ mới} = V_o (\text{ở } 25^\circ\text{C}) + \Delta V_o = 0.1471 + 0.0825 = \underline{0.2296 \text{ V}}$

Câu 3: (2 đ)

a) (1 đ) Một cảm biến đo biến dạng (strain gage) R_s có hệ số biến dạng $G = (\Delta R/R)/(\Delta L/L) = 4$, được dùng để đo tỉ số của sự thay đổi tương đối của R theo sự thay đổi tương đối của chiều dài L trong hình 2. Chiều dài nghỉ $L = L_0 = 2 \text{ m}$ và điện trở nghỉ là 250Ω . Giả sử $V_s = 5 \text{ V}$, nếu ta muốn có ban đầu $V_o = 0$ thì phải chọn R_1 , R_2 , và R_3 là bao nhiêu? Hãy tìm $(\Delta V_o/\Delta L)$ và áp dụng để tìm chiều dài L mới khi có biến dạng làm cho $\Delta V_o = 0.02 \text{ V}$?

b) (1 đ) Thiết kế mạch (có 3 ngõ vào và 1 ngõ ra) chỉ dùng 1 opamp và một số điện trở để tính:

$$V_o = -3V_1 + V_2 + 3V_3$$

Hãy vẽ mạch thực hiện các yêu cầu trên và giải thích cách tính các giá trị của các điện trở trong mạch (nếu chỉ có 1 phương trình cho 2 ẩn số thì cho phép chọn giá trị 1 ẩn số). Giả sử giá trị của điện trở nhỏ nhất $\geq 10 \text{ k}\Omega$.

BG.

a) (1 đ) Strain gage

- (0.25 đ) Ta có:

$$V_o = V_s(R_2/(R_1 + R_2) - R_3/(R_s + R_3)) \quad (*)$$

Muốn có ban đầu $V_o = 0$ thì chọn $R_1 = R_2 = R_3 =$ điện trở nghỉ (ở R_s) $= R_0 = 250 \Omega$.

- (0.5 đ) Lấy đạo hàm V_o theo R_s với (*), ta có:

$$dV_o/dR_s = \Delta V_o/\Delta R = -V_s R_3/(R_s + R_3)^2$$

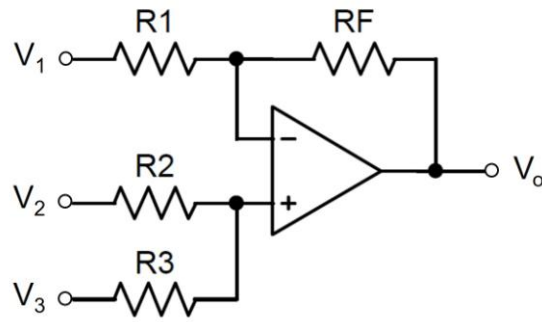
Suy ra:

$$\begin{aligned} S = \Delta V_o/\Delta L &= (\Delta V_o/\Delta R) \times (\Delta R/\Delta L) = -V_s R_3/(R_s + R_3)^2 \times G \times R_0/L_0 \quad (\text{do } G = (\Delta R/\Delta L) \times L_0/R_0) \\ &= -0.25 V_s G/L_0 \quad (\text{vì } R_3 = R_s [\text{khi chưa biến dạng}] = R_0 = 250 \Omega.) \\ &= -0.25 \times 5 \times 4 / 2 = -2.5 \text{ V/m} \end{aligned}$$

- (0.25 đ) Từ $S = \Delta V_o/\Delta L \Rightarrow \Delta L = \Delta V_o/S = 0.02\text{V}/(2.5 \text{ V/m}) = 0.008 \text{ m}$
Suy ra chiều dài mới $L = L_0 + \Delta L = 2 + 0.008 = 2.008 \text{ m}$

b) (1 đ) Thiết kế mạch (có 3 ngõ vào và 1 ngõ ra) chỉ dùng 1 opamp: $V_o = -3V_1 + V_2 + 3V_3$

Mạch cần thiết kể có sơ đồ mạch sau:



Với mạch trên, áp dụng định lý xếp chồng ta tìm được:

$$V_o = -(R_F/R_1)V_1 + (1 + R_F/R_1)(R_3V_2 + R_2V_3)/(R_2 + R_3) \quad (1)$$

So sánh (1) với đề bài:

$$V_o = -3V_1 + V_2 + 3V_3$$

Suy ra:

$$R_F/R_1 = 3 \quad (2)$$

$$(1 + R_F/R_1)R_3/(R_2 + R_3) = 1 \quad (3)$$

$$(1 + R_F/R_1)R_2/(R_2 + R_3) = 3 \quad (4)$$

Từ (3) và (4), ta có: $R_3/R_2 = 1/3$ hay $R_2 = 3R_3$

Chọn $R_1 = 10 \text{ k}\Omega \Rightarrow R_F = 3R_1 = 30 \text{ k}\Omega$

Chọn $R_3 = 10 \text{ k}\Omega \Rightarrow R_2 = 3R_3 = 30 \text{ k}\Omega$

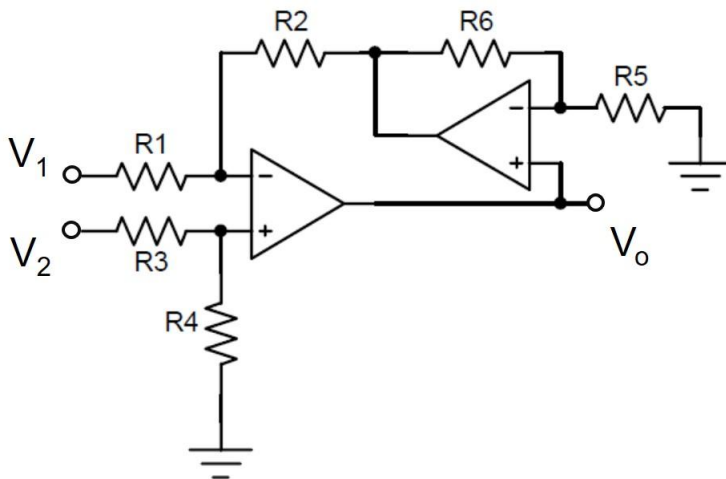
Tóm lại, 1 bộ nghiệm thỏa đề bài là

$$R_F = 30 \text{ k}\Omega, R_1 = 10 \text{ k}\Omega, R_2 = 30 \text{ k}\Omega. \text{ và } R_3 = 10 \text{ k}\Omega.$$

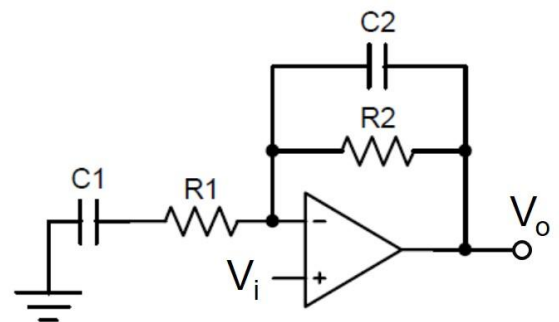
Câu 4: (2 đ)

Xét mạch ở hình 3, hãy tìm

- (0.75 đ) Biểu thức của V_o theo V_1 và V_2 và các điện trở.
- (0.75 đ) Độ lợi vi sai $G_d (= V_o/(V_2 - V_1))$ và độ lợi cách chung G_c .
- (0.25 đ) Điều kiện để cho mạch này thành mạch khuếch đại vi sai.
- (0.25 đ) CMRR (dB) nếu $R_1 = R_5 = R_6 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 11 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 100 \text{ k}\Omega$ và $R_4 = 101 \text{ k}\Omega$.



Hình 3



Hình 4

BG.

- (0.75 đ) Biểu thức của V_o theo V_1 và V_2 và các điện trở.

Gọi điện thế tại điểm chung của R_2 và R_6 là V_3 , ta có $V_3 = (1 + R_6/R_5)V_o$

Điện thế tại ngõ vào đảo: $v_- = (V_1R_2 + V_3R_1)/(R_1 + R_2)$

Điện thế tại ngõ vào không đảo: $v_+ = V_2R_4/(R_3 + R_4)$

Ngoài ra ta có $v_- = v_+$, suy ra

$$(V_1R_2 + (1 + R_6/R_5)V_oR_1)/(R_1 + R_2) = V_2R_4/(R_3 + R_4)$$

Hay

$$V_o = G_1V_1 + G_2V_2$$

Với $G_1 = -R_2/R_1(1 + R_6/R_5)$

$$G_2 = R_4(1 + R_2/R_1)/(1 + R_6/R_5)(R_3 + R_4)$$

- (0.75 đ) Độ lợi vi sai $G_d (= V_o/(V_2 - V_1))$ và độ lợi cách chung G_c .

Biểu diễn V_o theo G_c và G_d là

$$V_o = G_d(V_2 - V_1) + G_c(V_2 + V_1)/2$$

Đồng nhất thức biểu thức này biểu thức theo G_1 và G_2 , ta có

$$G_1 = -G_d + G_c/2$$

$$G_2 = G_d + G_c/2$$

$$\Rightarrow G_d = (G_2 - G_1)/2 = 0.5/(1 + R_6/R_5) \times (R_4(1 + R_2/R_1)/(R_3 + R_4) + R_2/R_1)$$

$$G_c = G_2 + G_1 = 1/(1 + R_6/R_5) \times (R_4(1 + R_2/R_1)/(R_3 + R_4) - R_2/R_1)$$

c) (0.25 đ) Điều kiện để cho mạch này thành mạch khuếch đại vi sai.

Muốn có KĐVS thì $G_c = 0$, suy ra

$$1/(1 + R_6/R_5) \times (R_4(1 + R_2/R_1)/(R_3 + R_4) - R_2/R_1) = 0$$

Hay

$$R_4(1 + R_2/R_1)/(R_3 + R_4) - R_2/R_1 = 0$$

$$\Rightarrow 1 + R_1/R_2 = 1 + R_3/R_4$$

$$\Rightarrow R_1/R_2 = R_3/R_4 \text{ hoặc } R_1R_4 = R_2R_3$$

d) (0.25 đ) CMRR (dB) nếu $R_1 = R_5 = R_6 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 11 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 100 \text{ k}\Omega$ và $R_4 = 101 \text{ k}\Omega$

Theo b), ta tìm được:

$$G_d = 0.5/(1 + 10/10) \times (101(1 + 11/10)/(100 + 101) + 11/10) = 0.5386$$

$$G_c = 1/(1 + 10/10) \times (101(1 + 11/10)/(100 + 101) - 11/10) = -0.0224$$

$$\Rightarrow \text{CMRR} = 20 \lg(|G_c/G_d|) = 20 \lg(0.5386/0.0224) = 27.62 \text{ dB}$$

Câu 5: (2 đ)

5.1 (1 đ) Xét mạch ở hình 4, đây là mạch lọc thông dải dùng cho mạch ECG, hãy tìm

a) Biểu thức của tần số cắt dưới f_L , tần số cắt trên f_H , và độ lợi dải giữa.

b) Các giá trị của R và C khi ta cần có $f_L = 0.6 \text{ Hz}$, $f_H = 110 \text{ Hz}$ và độ lợi dải giữa là 5. Giả sử $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$.

BG.

a) (0.5 đ) Biểu thức của tần số cắt dưới f_L , tần số cắt trên f_H , và độ lợi dải giữa.

- **Lọc thông cao do C_1 và $R_1 \Rightarrow f_L = 1/2\pi R_1 C_1$**
- **Lọc thông thấp do C_2 và $R_2 \Rightarrow f_H = 1/2\pi R_2 C_2$**
- **Độ lợi dải giữa $K = 1 + R_2/R_1$**

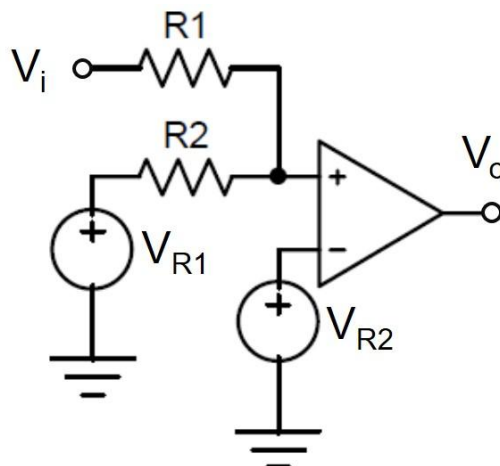
b) (0.5 đ) Các giá trị của R và C khi $f_L = 0.6 \text{ Hz}$, $f_H = 110 \text{ Hz}$ và độ lợi dải giữa là 5. Giả sử $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$.

- **$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ và $K = 5 = 1 + R_2/R_1 \Rightarrow R_2 = 4R_1 = 40 \text{ k}\Omega$**
- **$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ và $f_L = 1/2\pi R_1 C_1 = 0.6 \text{ Hz} \Rightarrow C_1 = 1/2\pi R_1 f_L = 2.6526 \times 10^{-5} = 26.53 \mu\text{F}$**
- **$R_2 = 40 \text{ k}\Omega$ và $f_H = 1/2\pi R_2 C_2 = 110 \text{ Hz} \Rightarrow C_2 = 1/2\pi R_2 f_H = 3.6172 \times 10^{-8} = 36.17 \text{ nF}$**

5.2 (1 đ) Cho trước mạch hình 5

a) (0.5 đ) Mạch sẽ chuyển trạng thái khi $V_i = ?$

b) (0.5 đ) Hãy vẽ đặc tuyến truyền đạt với $V_{R1} = -1\text{V}$, $V_{R2} = 1\text{V}$, $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 20 \text{ k}\Omega$, opamp có trị bão hòa dương là $+10 \text{ V}$ và bão hòa âm là -10 V .



Hình 5

BG.

a) (0.5 đ) Mạch sẽ chuyển trạng thái khi $V_i = ?$

Mạch sẽ chuyển trạng thái tại $v^- = v^+$:

Ta có

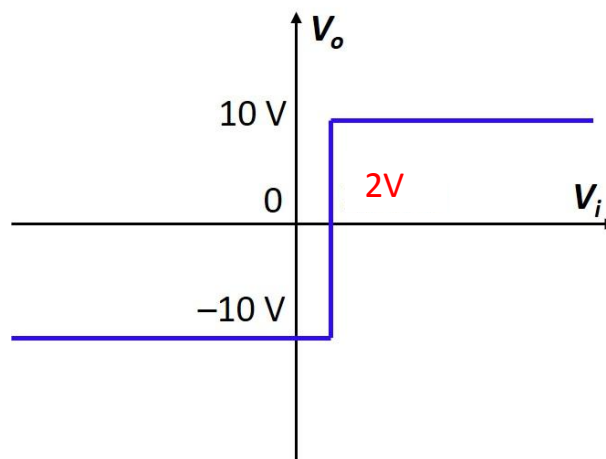
- $v^- = V_{R2}$
 - $v^+ = (R_2 V_i + R_1 V_{R1}) / (R_1 + R_2)$
 - $v^- = v^+$
- $\Rightarrow V_i = (1 + R_1/R_2) V_{R2} - V_{R1} R_1/R_2 = V_A$
 $v^+ - v^- = (R_2 V_i + R_1 V_{R1}) / (R_1 + R_2) - V_{R2}$

V_i	$-\infty$	V_A	$+\infty$
$v^+ - v^-$	-	0	+
Opamp	Bão hòa âm		Bão hòa dương

b) (0.5 đ) Hãy vẽ đặc tuyến truyền đạt với $V_{R1} = -1V$, $V_{R2} = 1V$, $R_1 = 10\text{ k}\Omega$, $R_2 = 20\text{ k}\Omega$

$$V_A = (1 + 10/20)(1) - (-1) 10/20 = 1.5 + 0.5 = 2V$$

Đặc tuyến truyền đạt:



GV ra đề và soạn đáp án: Nguyễn Lý Thiên Trường