

**Đáp án của Kiểm tra giữa HK 171 – Đề số 2**

**Môn: Điện tử Y sinh học – Mã MH: 402034**

Ngày kiểm tra: 16/10/2017 – Thời gian làm bài: 60 phút  
(SV KHÔNG được sử dụng tài liệu, ĐTDĐ, Laptop, và máy tính bảng)

**Câu 1:** (2.5 đ) (mỗi câu nhỏ: 0.5 đ)

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

- (i) Đầu tiên có hồ sơ bệnh án      (ii) Hệ thống thoát nước thải

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

- (i) Lý thuyết cân bằng của bộ tứ (bốn)  
(ii) Minh họa mô xẻ cơ thể người qua tranh vẽ

c) Hãy cho biết tên viết tắt và công dụng của ERG và EMG?

d) Mô tả nguyên tắc hoạt động của cảm biến áp điện.? Ứng dụng của nó trong ĐTYS?

e) Ba thành phần chính của hệ thống đo quang là gì? Cho thí dụ với hệ thống dùng dụng cụ QĐT.

**BG.**

a)

| <i>Hạng mục công việc</i>     | <i>Quốc gia</i>      |
|-------------------------------|----------------------|
| (i) Đầu tiên có hồ sơ bệnh án | <b>Ai cập cổ đại</b> |
| (ii) Hệ thống thoát nước thải | <b>La mã cổ đại</b>  |

b)

| <i>Lý thuyết/Chuyên đề</i>                | <i>Người khởi xướng</i>  |
|---|--------------------------|
| Lý thuyết cân bằng của bộ tứ (bốn)        | <b>Hy Lạp cổ đại</b>     |
| Minh họa mô xẻ cơ thể người qua tranh vẽ. | <b>Leonardo da Vinci</b> |

c)

- **ERG hay ERM = Điện võng mạc đồ: giám sát năng lượng quang (quang năng) trên bề mặt của võng mạc (retina) hoặc trên giác mạc (cornea).**
- **EMG = Điện cơ đồ: giám sát các điện thế được sinh ra trong cơ.**

d) Mô tả nguyên tắc hoạt động của cảm biến áp điện.? Ứng dụng của nó trong ĐTYS?

- **Nguyên tắc hoạt động của cảm biến áp điện: Vật liệu áp điện piezo tạo ra điện thế khi có biến dạng cơ học. Ngược lại điện thế có thể gây ra biến dạng vật lý của vật liệu.**
- **Các ứng dụng của cảm biến áp điện trong đo tim mạch, đo âm thanh tim, đo huyết áp, và đo các gia tốc sinh lý.**

e) **Ba thành phần chính của hệ thống đo quang là nguồn (sáng), bộ lọc, và bộ phát hiện (bức xạ).**

**Thí dụ với hệ thống đo quang dùng dụng cụ QĐT:**

- **Nguồn sáng: LED hoặc LASER**
- **Bộ lọc: thấu kính (+ phân cực ánh sáng)**
- **Bộ phát hiện bức xạ: photodiode hoặc phototransistor**

**Câu 2:** (2.5 đ) (mỗi câu nhỏ: 0.5 đ)

a) Phần lớn các thiết bị đo có đáp ứng bậc mấy? Cho thí dụ.

b) So sánh cặp nhiệt điện và RTD? (Độ chính xác, Tầm nhiệt độ đo, Độ nhạy, và Độ tuyến tính)

c) Transducer (bộ biến năng) là gì? Actuator (bộ chấp hành) là gì? Cho 1 thí dụ về actuator.

d) Mô tả nguyên tắc hoạt động của cảm biến đo độ dời dùng biến trở? Vật liệu làm điện trở là gì?

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

**BG.**

a) Phần lớn các thiết bị đo có đáp ứng bậc 0, 1, và 2. TD: Bậc 0 như biến trở tuyến tính, Bậc 1 như mạch lọc thông thấp dùng RC, Bậc 2 như cân lò xo đo lực

b) So sánh cặp nhiệt điện và RTD? (Độ chính xác, Tầm nhiệt độ đo, Độ nhạy, và Độ tuyến tính)

|                 | Cặp nhiệt điện (TC)                       | RTD   |
|-----------------|---|---|
| Độ chính xác    | Kém hơn                                   | Tốt hơn                                     |
| Tầm nhiệt độ đo | Rộng ( $-270$ to $1800^{\circ}\text{C}$ ) | Nhỏ hơn ( $-260$ to $850^{\circ}\text{C}$ ) |
| Độ nhạy         | Thấp                                      | Trung bình                                  |
| Độ tuyến tính   | Trung bình – Rất phi tuyến                | Tốt nhất – Gần như tuyến tính               |

c) Transducer (bộ biến năng) là gì? Actuator (bộ chấp hành) là gì? Cho 1 thí dụ về actuator.

- Transducer (bộ biến năng) là dụng cụ (hay thiết bị) chuyển đổi dạng năng lượng cơ bản (như cơ, nhiệt, điện từ, quang,...) thành tín hiệu tương ứng có dạng năng lượng khác. Bộ biến năng có dạng cảm biến hoặc bộ chấp hành.
- Actuator (bộ chấp hành) là dụng cụ (hay thiết bị) sinh [một] tín hiệu hoặc kích thích.
- TD về actuator như lò nung.

d) Mô tả nguyên tắc hoạt động của cảm biến đo độ dãn dùng biến trở? Vật liệu làm điện trở là gì?

- Các cảm biến điện trở loại biến trở có 2 loại thanh trượt thay đổi tịnh tiến và thanh trượt theo góc.
- Vật liệu làm điện trở là màng (mỏng) than hoặc kim loại.

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

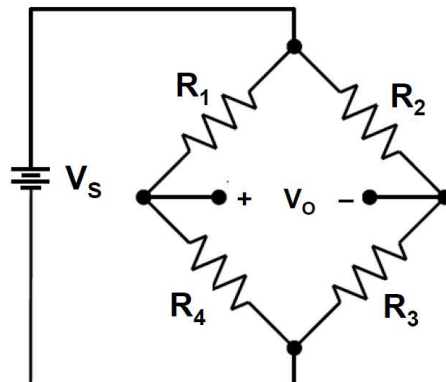
**Sự khác biệt chính giữa điện sinh học và điện thông thường là**

- Dòng điện trong điện sinh học do sự chuyển động của các ion.
- Dòng điện thông thường do sự chuyển động của các điện tử

**Câu 3: (2 đ)**

a) (1 đ) Xét cảm biến RTD là  $R_3$  trong mạch hình 1, RTD này có  $R_T = R_0(1 + \alpha T)$  với  $\alpha = 0.005/^{\circ}\text{C}$  và  $R_0 = 200\ \Omega$  ứng với  $T = 0^{\circ}\text{C}$ . Giả sử mạch đo có  $V_S = 5\ \text{V}$  và  $R_1 = R_2 = R_4 = 200\ \Omega$ . Nếu ban đầu  $T = 25^{\circ}\text{C}$  thì  $V_0 = ?$  Hãy tìm  $S = \Delta V_0 / \Delta T$  và áp dụng vào để tìm  $V_0$  ứng với trường hợp nhiệt độ tăng  $10^{\circ}\text{C}$  (lúc này  $T = 35^{\circ}\text{C}$ )?

a) (1 đ) Một cảm biến đo biến dạng (strain gage) có hệ số biến dạng  $G = (\Delta R/R)/(\Delta L/L) = 3$ , được dùng để đo tỉ số của sự thay đổi tương đối của  $R$  theo sự thay đổi tương đối của chiều dài  $L$ . Chiều dài nghỉ  $L = L_0 = 2\ \text{m}$  và điện trở nghỉ là  $500\ \Omega$  và được đặt ở chỗ  $R_1$  như trong hình 1. Giả sử  $V_S = 5\ \text{V}$ , nếu ta muốn có ban đầu  $V_0 = 0$  thì phải chọn  $R_2$ ,  $R_3$ , và  $R_4$  là bao nhiêu? Hãy tìm  $(\Delta V_0 / \Delta L)$  và áp dụng để tìm chiều dài  $L$  mới khi có kéo căng làm cho  $\Delta V_0 = -0.02\ \text{V}$ ?



Hình 1

BG.

a)

- (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:

$$V_o = (R_4/(R_1+R_4) - R_3/(R_2+R_3))V_s = (0.5 - R_3/(R_2+R_3))V_s \text{ (vì } R_1 = R_4)$$

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

Nếu  $T = 25^\circ\text{C}$  thì  $V_o = -0.1471 \text{ V}$

- (0.5 đ) Từ công thức  $V_o$  ta có:

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

Xét  $S$  từ  $T = 25^\circ\text{C}$  thì  $S = -0.00554 \text{ V/}^\circ\text{C}$

- (0.25 đ) Như vậy khi  $\Delta T = 10^\circ\text{C} \Rightarrow \Delta V_o = S \times \Delta T = -0.00554 \times 10 = -0.0554 \text{ V}$   
 $\Rightarrow V_o \text{ mới} = V_o \text{ (ở } 30^\circ\text{C)} + \Delta V_o = -0.1471 - 0.0554 = -0.2025 \text{ V}$

b)

- (0.25 đ) Ta có:

$$V_o = V_s(R_4/(R_4+R_1) - R_3/(R_3+R_2)) \quad (*)$$

Muốn có ban đầu  $V_o = 0$  thì chọn  $R_2 = R_3 = R_4 =$  điện trở nghỉ (ở  $R_1$ ) =  $500\Omega$ .

- (0.5 đ) Lấy đạo hàm  $V_o$  theo  $R_1$  với (\*), ta có:

$$dV_o/dR_1 = \Delta V_o/\Delta R = -V_s R_4/(R_4 + R_1)^2$$

Suy ra:

$$\begin{aligned} S &= \Delta V_o/\Delta L = (\Delta V_o/\Delta R) \times (\Delta R/\Delta L) = -V_s R_4/(R_4 + R_1)^2 \times G \times R_1/L \\ &= -0.25 V_s G/L \text{ (vì } R_4 = R_1 \text{ [khi chưa biến dạng] = } 500\Omega.) \\ &= -0.25 \times 10 \times 3/2 = -3.75 \text{ V/m} \end{aligned}$$

- (0.25 đ) Từ  $S = \Delta V_o/\Delta L \Rightarrow \Delta L = \Delta V_o/S = -0.02\text{V}/(-3.75 \text{ V/m}) = 0.0053 \text{ m}$   
Suy ra chiều dài mới  $L = L_0 + \Delta L = 2 + 0.0053 = 2.0053 \text{ m}$

**Câu 4:** (1.5 đ)

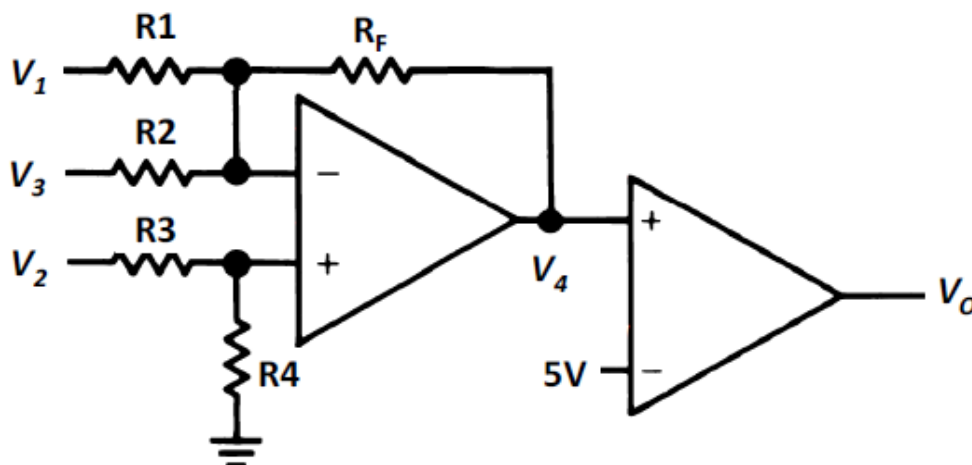
Thiết kế mạch (có 3 ngõ vào và 1 ngõ ra) chỉ dùng 2 opamp và một số điện trở để tính:

- Ngõ ra trung gian  $V_4 = -4V_1 + 6V_2 - 5V_3$
- Điện áp ngõ ra  $V_o$  thỏa các điều kiện sau: (giả sử opamp có điện áp bão hòa  $\pm 10\text{V}$ )
  - $V_o = 0 \text{ V}$  nếu  $V_4 = 5\text{V}$
  - $V_o = +10\text{V}$  nếu  $V_4 > 5\text{V}$
  - $V_o = -10\text{V}$  nếu  $V_4 < 5\text{V}$

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 chọn phép chọn giá trị cho 1 ẩn số). Giả sử giá trị của điện nhỏ nhất  $\geq 10 \text{ k}\Omega$  và opamp có điện áp bão hòa:  $V_{SAT+} = 10\text{V}$  và  $V_{SAT-} = -10\text{V}$ .

**BG.**

**Mạch cần thiết kế có sơ đồ sau:**



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

$$V_4 = -(R_F/R_1)V_1 - (R_F/R_2)V_3 + (1 + R_F/(R_1//R_2))R_4V_2/(R_3+R_4) \quad (1)$$

So sánh (1) với đề bài:  $V_4 = -4V_1 - 5V_3 + 6V_2$

Suy ra:

$$R_F/R_1 = 4 \quad (2)$$

$$R_F/R_2 = 5 \quad (3)$$

$$(1 + R_F/(R_1//R_2))R_4/(R_3+R_4) = 6 \quad (4)$$

Vì hệ này có 5 ẩn mà chỉ có 3 phương trình, ta có thể chọn giá trị cho 2 điện trở trước và tính các R còn lại: (có nhiều bộ nghiệm).

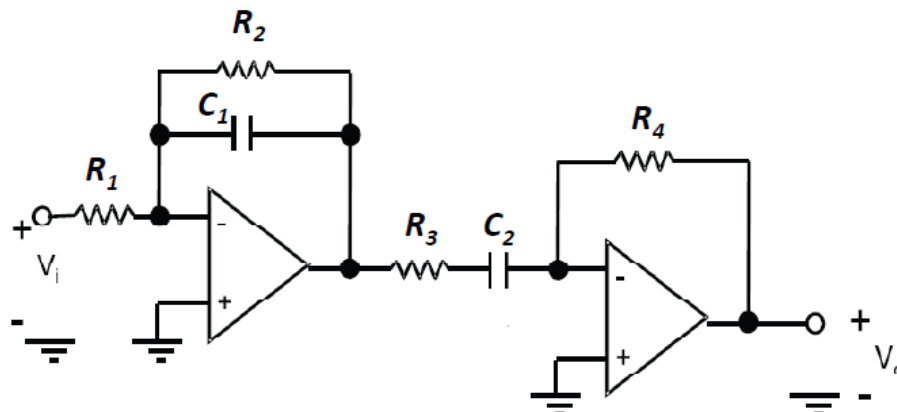
- Nhận xét (2) và (3) ta có thể chọn  $R_F = 4 \times 5 \times 10 \text{ k}\Omega = 200 \text{ k}\Omega$   
 $\Rightarrow R_1 = R_F/4 = 50 \text{ k}\Omega$  và  $R_2 = R_F/5 = 40 \text{ k}\Omega$ .
- Tính  $1 + R_F/(R_1//R_2) = 1 + 200 (40 + 50) / (40 \times 50) = 1 + 9 = 10$  và thay vào (4) ta có  
 $R_4/(R_3+R_4) = 6/10 = 3/5$  hay  $1 + R_3/R_4 = 5/3 \Rightarrow R_3/R_4 = 2/3$   
Nếu chọn  $R_4 = 30 \text{ k}\Omega \Rightarrow R_3 = R_4 \times 2/3 = 20 \text{ k}\Omega$ .

Tóm lại, 1 bộ nghiệm thỏa đề bài là

$R_F = 200 \text{ k}\Omega$ ,  $R_1 = 50 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 40 \text{ k}\Omega$ .  $R_3 = 20 \text{ k}\Omega$ , và  $R_4 = 30 \text{ k}\Omega$ .

**Câu 5:** (1.5 đ)

- a) (0.75 đ) Xét mạch ở hình 2, mạch có thể hoạt động như mạch lọc thông dải (tần số cắt dưới  $f_L = 5 \text{ Hz}$  và tần số cắt dưới  $f_H = 110 \text{ Hz}$ ) và có độ lợi dải giữa là 60 (độ lợi dải giữa của op-amp thứ nhất là 5 và của op-amp thứ hai là 12). Hãy tìm các giá trị của các điện trở và tụ, giả sử cho trước  $R_2 = R_4 = 120 \text{ k}\Omega$ ?



Hình 2

BG.

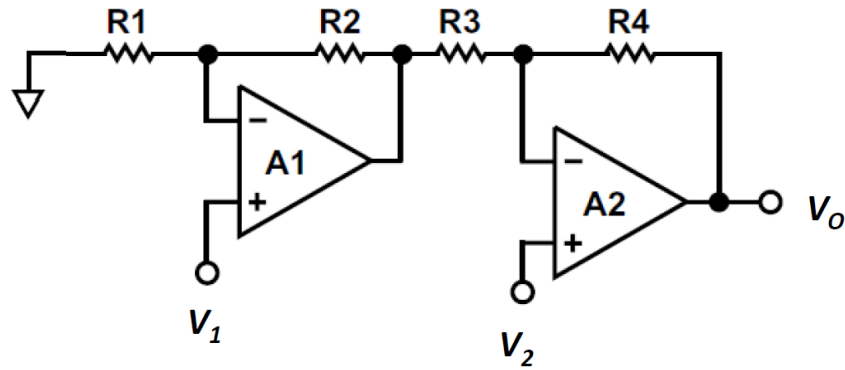
- Opamp đầu thực hiện:  
Lọc thông thấp với  $f_L = 1/2\pi R_2 C_1 = 5 \text{ Hz}$  và có độ lợi dải giữa là  $-R_2/R_1 = -5$   
Suy ra  
 $C_1 = 1/2\pi f_L R_2 = 2.6526 \times 10^{-7} \text{ F} = 0.26526 \mu\text{F}$  (1/4 đ)  
 $R_1 = R_2/5 = 120\text{k}\Omega/5 = 24 \text{ k}\Omega$  (1/8 đ)

- Opamp kế thực hiện:  
Lọc thông cao với  $f_H = 1/2\pi R_3 C_2 = 110 \text{ Hz}$  và độ lợi dải giữa  $-12 = -R_4/R_3$   
Suy ra  
 $R_3 = R_4/10 = 120\text{k}\Omega/12 = 10 \text{ k}\Omega$  (1/8 đ)  
 $C_2 = 1/2\pi f_H R_3 = 1.4469 \times 10^{-7} \text{ F} = 0.14469 \mu\text{F}$  (1/4 đ)

Như vậy, ta tìm được:

$R_1 = 24 \text{ k}\Omega$ ,  $C_1 = 0.26526 \mu\text{F}$  (cho trước  $R_2 = 120 \text{ k}\Omega$ )  
 $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $C_2 = 0.14469 \mu\text{F}$  (cho trước  $R_4 = 120 \text{ k}\Omega$ )

b) (0.75 đ) Xét mạch khuếch đại đo lường (IA) trong hình 3:



Hình 3

i) (0.5 đ) Hãy tìm biểu thức  $V_o$  theo  $V_2$  và  $V_1$  và các điện trở?

ii) (0.25 đ) Khi nào mạch này trở thành mạch khuếch đại vi sai?

**BG.**

**i) (0.5 đ)**

- Khi  $V_2 = 0$ ,  $V_o = V_{o1} = (1 + R_2/R_1) \times (-R_4/R_3) V_1 = G_1 V_1$
- Khi  $V_1 = 0$ , mạch giống KĐ không đảo  $\Rightarrow V_o = V_{o2} = (1 + R_4/R_3) V_2 = G_2 V_2$

Bằng định lý xếp chồng ta tìm được điện áp ra

$$V_o = V_{o1} + V_{o2} = G_1 V_1 + G_2 V_2 \quad (1)$$

với

$$G_1 = -(1 + R_2/R_1)R_4/R_3 \text{ và}$$

$$G_2 = 1 + R_4/R_3$$

**ii) (0.25 đ)**

Mạch này trở thành KĐVS khi  $G_c = V_o/V_{cm}$  (khi  $V_1 = V_2 = V_{cm}$ ) = 0

Từ (1) ta có  $V_o/V_{cm} = G_1 + G_2 = -(1 + R_2/R_1)R_4/R_3 + 1 + R_4/R_3 = 0$

Suy ra  $(R_2/R_1) \times (R_4/R_3) = 1$

Hoặc

$$R_2/R_1 = R_4/R_3 \text{ hay } R_2 R_3 = R_1 R_4$$

Khi đó:

$$V_o = (1 + R_4/R_3) \times (V_2 - V_1)$$

Như vậy mạch này trở thành KĐVS khi  $R_2/R_1 = R_4/R_3$  hay  $R_2 R_3 = R_1 R_4$

GV ra đề và soạn đáp án: Hồ Trung Mỹ