

**Đáp án của Kiểm tra giữa HK 172 – Đề số 1 (nhóm A02)**

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

Ngày kiểm tra: 26/03/2018 – 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) Hệ thống dẫn nước sạch đến thành phố                      (ii) Trích máu (cắt lể), chi giả

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

- (i) Thầy thuốc được xem là nhà khoa học  
(ii) Khử trùng trước khi ăn, săn sóc vết thương, ...

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

d) Trong sự chuyển dời mô hình của ĐTYS, anh/chị cho biết 2 chuyển dời nào quan trọng nhất.

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

**BG.**

| <i>Hạng mục công việc</i>                | <i>Quốc gia</i>      |
|--|----------------------|
| (i) Hệ thống dẫn nước sạch đến thành phố | <b>La mã</b>         |
| (ii) Trích máu (cắt lể), chi giả         | <b>Ai cập cổ đại</b> |

b)

| <i>Lý thuyết/Chuyên đề</i>                           | <i>Người khởi xướng</i> |
|--|-------------------------|
| (i) Thầy thuốc được xem là nhà khoa học              | <b>Hippocrates</b>      |
| (ii) Khử trùng trước khi ăn, săn sóc vết thương, ... | <b>Pasteur</b>          |

c)

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

d) Trong sự chuyển dời mô hình của ĐTYS, anh/chị cho biết 2 chuyển dời nào quan trọng nhất.

| <i>Y học</i>            | <i>Kỹ thuật y sinh</i>                  |
|-------------------------|---|
| Chữa trị bệnh           | <b>Phòng bệnh</b>                       |
| Tập trung vào bệnh viện | <b>Tập trung vào đời sống hàng ngày</b> |

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

|                               |   |   |
|-------------------------------|---|---|
| <b>Hệ thống điện nhân tạo</b> | <b>Các hạt dẫn điện là các điện tử trong vật dẫn điện</b> | <b>Dòng điện chạy trong vật dẫn điện (có bọc cách điện)</b>                   |
| <b>Hệ thống điện sinh học</b> | <b>Các hạt dẫn điện là các ion trong chất điện giải</b>   | <b>Dòng điện bên trong và bên ngoài các màng tế bào (có cách điện 1 phần)</b> |

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

a) Phân loại các thiết bị đo y sinh theo các nhóm nào? (chỉ kể tên nhóm)

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

c) Mô tả 2 trong 4 loại cảm biến nhiệt chính.

d) Transducer (bộ biến năng) là gì? Sensor (cảm biến) là gì? Cho 1 thí dụ về sensor.

e) Mô tả nguyên tắc hoạt động của cảm biến đo độ dời dùng điện cảm?

**BG.**

a) Phân loại các thiết bị đo y sinh theo các nhóm nào? (chỉ kể tên nhóm)

- **Đại lượng được cảm nhận (Đại lượng cần biến được)**
- **Nguyên tắc biến đổi năng lượng**
- **Hệ thống cơ quan [của cơ thể]**
- **Đặc biệt cho lâm sàng.**

b) **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**

c) Mô tả 2 trong 4 loại cảm biến nhiệt chính.

- **Cặp nhiệt điện: sức điện động (EMF) của 2 kim loại tiếp xúc nhau thay đổi theo nhiệt độ.**
- **Bộ phát hiện nhiệt điện trở (RTD): điện trở kim loại thay đổi theo nhiệt độ, có TCR dương.**
- **Nhiệt điện trở (thermistor): điện trở của bán dẫn thay đổi theo nhiệt độ, có TCR âm.**
- **Cảm biến nhiệt độ bức xạ: năng lượng photon kết hợp với phổ nhiệt trong dải hồng ngoại.**

d) Transducer (bộ biến năng) là gì? Sensor (cảm biến) là gì? Cho 1 thí dụ về sensor.

- **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.**
- **Sensor (cảm biến) là dụng cụ (hay thiết bị) phát hiện hoặc đo [một] tín hiệu hoặc kích thích, thu thập thông tin từ các "thế giới thực". TD: Cảm biến nhiệt.**

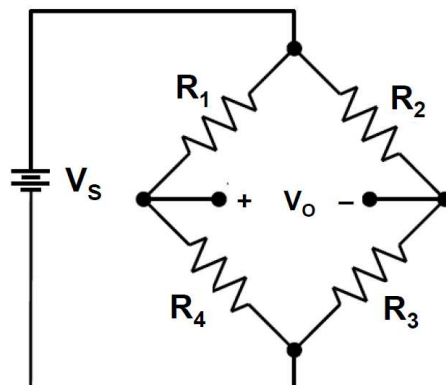
e) Mô tả nguyên tắc hoạt động của cảm biến đo độ dời dùng điện cảm?

- **Điện cảm  $L = n^2 G \mu$**   
với  $n$  = số vòng dây của cuộn dây,  $G$  = hệ số dạng hình học của cuộn dây, và  
 $\mu$  = hệ số từ thẩm hiệu dụng của môi trường.
- **Khi ta thay đổi bất kỳ 1 trong 3 thông số trên, có thể được sử dụng để đo dịch chuyển của lõi từ. Cảm biến có các dạng: cuộn tự cảm, cuộn dây ghép hồ cảm và máy biến thế vi sai (LVDT)**

**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  $R_0 = 500 \Omega$  ứng với  $T = 0^\circ\text{C}$ . Giả sử mạch đo có  $V_S = 5 \text{ V}$  và  $R_1 = R_2 = R_4 = 500 \Omega$ . 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  $10^\circ\text{C}$  (lúc này  $T = 35^\circ\text{C}$ )?

a) (1 đ) Một cảm biến đo biến dạng (strain gage) có hệ số biến dạng  $G = (\Delta R/R)/(\Delta L/L) = 2$ , 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  $V_O = 0$  thì phải chọn  $R_2$ ,  $R_3$ , và  $R_4$  là bao nhiêu? Hãy tìm  $(\Delta V_O / \Delta L)$  và áp dụng để tìm chiều dài  $L$  mới khi có kéo căng làm cho  $\Delta V_O = -0.02 \text{ V}$ ?



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:  
 $V_o = (R_4/(R_1+R_4) - R_3/(R_2+R_3))V_s = (0.5 - R_3/(R_2+R_3))V_s$  (vì  $R_1 = R_4$ )  
 $V_o = (0.5 - (1+\alpha T)/(2 + \alpha T))V_s$  (vì  $R_2 = R_0$ )  
Nếu  $T = 25^\circ\text{C}$  thì  $V_o = -0.14706$
- (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  $S \approx -0.00554 \text{ V/}^\circ\text{C}$
- (0.25 đ) Như vậy khi  $\Delta T = 10^\circ\text{C} \Rightarrow \Delta V_o = S \times \Delta T = -0.00554 \times 10 = -0.0554 \text{ V}$   
 $\Rightarrow V_o \text{ mới} = V_o (\text{ở } 25^\circ\text{C}) + \Delta V_o = -0.14706 - 0.05540 = -0.20246 \text{ V}$

b)

- (0.25 đ) Ta có:  
 $V_o = V_s(R_4/(R_4+R_1) - R_3/(R_3+R_2))$  (\*)  
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:  
 $S = \Delta V_o/\Delta L = (\Delta V_o/\Delta R) \times (\Delta R/\Delta L) = -V_s R_4/(R_4 + R_1)^2 \times G \times R_1/L$   
 $= -0.25 V_s G/L$  (vì  $R_4 = R_1$  [khi chưa biến dạng] =  $500\Omega$ .)  
 $= -0.25 \times 5 \times 2 / 2 = -1.25 \text{ V/m}$
- (0.25 đ) Từ  $S = \Delta V_o/\Delta L \Rightarrow \Delta L = \Delta V_o/S = -0.02\text{V}/(-1.25 \text{ V/m}) = 0.016 \text{ m}$   
Suy ra chiều dài mới  $L = L_0 + \Delta L = 2 + 0.016 = 2.016 \text{ m}$

**Câu 4:** (1 đ)

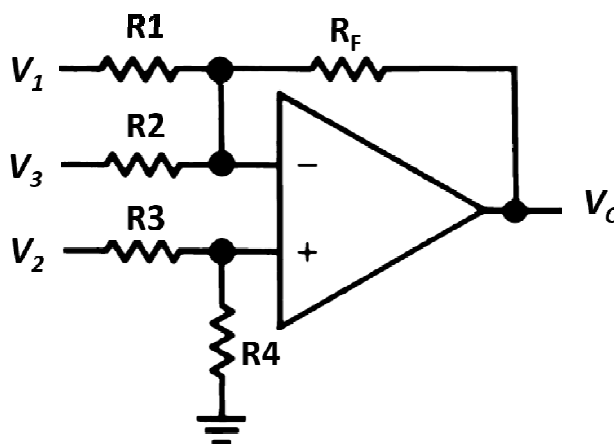
Thiết kế mạch (có 3 ngõ vào và 1 ngõ ra) chỉ dùng 1 opamp và một số điện trở để tính:

$$V_o = -3V_1 + 7V_2 - 5V_3$$

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 chọn phép chọn giá trị cho 1 ẩn số). Giả sử giá trị của điện trở nhỏ nhất  $\geq 10 \text{ k}\Omega$ .

**BG.**

**Mạch cần thiết kế có sơ đồ sau:**



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

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

So sánh (1) với đề bài:

$$V_o = -3V_1 + 7V_2 - 5V_3 = -3V_1 - 5V_3 + 7V_2$$

Suy ra:

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

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

$$(1 + R_F/(R_1//R_2))R_4/(R_3 + R_4) = 7 \quad (4)$$

$$(4) \text{ được viết lại với dạng sau: } (1 + R_F/R_1 + R_F/R_2) R_4/(R_3 + R_4) = 7 \quad (4)$$

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  $R_F = 3 \times 5 \times 10 \text{ k}\Omega = 150 \text{ k}\Omega$   
 $\Rightarrow R_1 = R_F/3 = 50 \text{ k}\Omega$  và  $R_2 = R_F/5 = 30 \text{ k}\Omega$ .
- Tính  $(1 + R_F/R_1 + R_F/R_2) = 1 + 3 + 5 = 9$  và thay vào (4) ta có  
 $R_4/(R_3+R_4) = 7/9$  hay  $1 + R_3/R_4 = 9/7 \Rightarrow R_3/R_4 = 2/7$

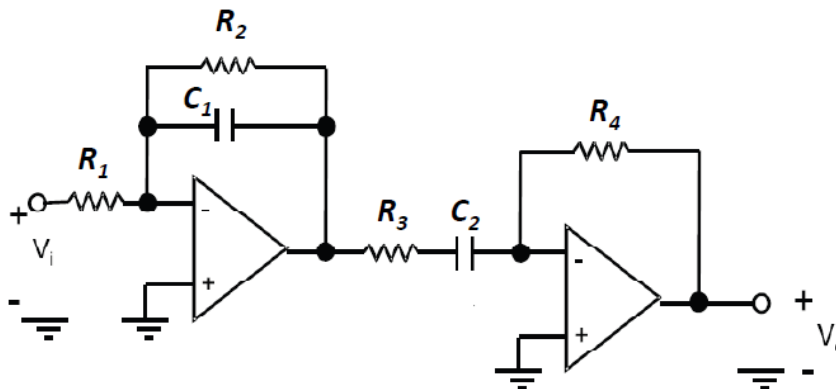
Nếu chọn  $R_4 = 70 \text{ k}\Omega \Rightarrow R_3 = R_4 \times 2/7 = 20 \text{ k}\Omega$ .

Tóm lại, 1 bộ nghiệm thỏa đề bài là

$R_F = 150 \text{ k}\Omega$ ,  $R_1 = 50 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 30 \text{ k}\Omega$ .  $R_3 = 20 \text{ k}\Omega$ , và  $R_4 = 70 \text{ k}\Omega$ .

**Câu 5:** (2 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 trên  $f_H = 120 \text{ Hz}$ ) và có độ lợi dải giữa là 60 (độ lợi dải giữa của op-amp thứ nhất là 12 và của op-amp thứ hai là 5). Hãy tìm các giá trị của các điện trở và tụ, giả sử cho trước  $R_2 = R_4 = 100 \text{ k}\Omega$ ?

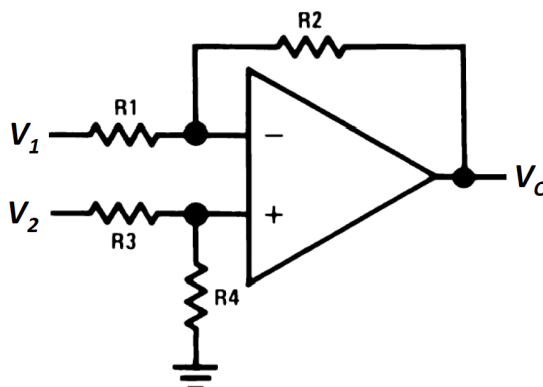


Hình 2

**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  $-R_2/R_1 = -12$   
 Suy ra  
 $C_1 = 1/2\pi f_L R_2 = 3.1831 \times 10^{-7} \text{ F} = 0.31831 \mu\text{F} \approx 0.32 \mu\text{F}$  (0.25 đ)  
 $R_1 = R_2/12 = 100\text{k}\Omega/12 \approx 8.333 \text{ k}\Omega$  (0.125 đ)
  - Opamp kế thực hiện:  
 Lọc thông cao với  $f_H = 1/2\pi R_3 C_2 = 120 \text{ Hz}$  và độ lợi dải giữa  $-5 = -R_4/R_3$   
 Suy ra  
 $R_3 = R_4/5 = 100\text{k}\Omega/5 = 20 \text{ k}\Omega$  (0.125 đ)  
 $C_2 = 1/2\pi f_H R_3 = 6.6315 \times 10^{-8} \approx 66.32 \text{ nF}$  (0.25 đ)
- Như vậy, ta tìm được:
- |                                 |                          |  |
|---------------------------------|--------------------------|--|
| $R_1 = 8.333 \text{ k}\Omega$ , | $C_1 = 0.32 \mu\text{F}$ | (cho trước $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$ ) |
| $R_3 = 20 \text{ k}\Omega$ ,    | $C_2 = 66.32 \text{ nF}$ | (cho trước $R_4 = 100 \text{ k}\Omega$ ) |

- b) (1.25 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) (0.75 đ) Hãy tìm biểu thức của độ lợi vi sai  $G_d = V_o/(V_2 - V_1)$  và độ lợi cách chung  $G_{cm}$  từ biểu thức ngõ ra có được từ a)? Điều kiện để  $G_{cm} = 0$  là gì?

Hướng dẫn:

Theo lý thuyết ta có

- thành phần vào vi sai là  $V_d = V_2 - V_1$
- thành phần vào cách chung là  $V_{cm} = (V_2 + V_1)/2$
- điện áp ra  $V_o = G_d V_d + G_{cm} V_{cm}$

**BG.**

**i) (0.5 đ)**

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

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

$$G_1 = -R_2/R_1 \quad \text{và} \quad (0.25 \text{ đ})$$

$$G_2 = (1 + R_2/R_1) R_4 / (R_3 + R_4) \quad (0.25 \text{ đ})$$

**b) (0.75 đ)**

Theo lý thuyết ta có

- thành phần vào vi sai là  $V_d = V_2 - V_1$
- thành phần vào cách chung là  $V_{cm} = (V_2 + V_1)/2$
- điện áp ra

$$V_o = G_d V_d + G_{cm} V_{cm} \quad (2)$$

Thay biểu thức của  $V_d$  và  $V_c$  vào (2) và so sánh với (1), suy ra

$$G_1 = -G_d + G_{cm}/2$$

$$G_2 = G_d + G_{cm}/2$$

Giải hệ này ta được

$$G_d = (G_2 - G_1)/2 = 0.5 \times [(1 + R_2/R_1) R_4 / (R_3 + R_4) + R_2/R_1] \quad (3) \quad (0.25 \text{ đ})$$

$$G_{cm} = G_2 + G_1 = (1 + R_2/R_1) R_4 / (R_3 + R_4) - R_2/R_1 \quad (4) \quad (0.25 \text{ đ})$$

Để cho  $G_{cm} = 0$  thì

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

hay các R thỏa điều kiện:

$$R_2/R_1 = R_4/R_3 \quad (5) \quad (0.25 \text{ đ})$$

$$\text{Khi đó } G_d = 0.5(R_4/R_3 + R_2/R_1) = R_2/R_1 = R_4/R_3$$

GV ra đề và soạn đáp án: Hồ Trung Mỹ