

**fetel@HCMUS**

**KHOA ĐIỆN TỬ - VIỄN THÔNG**

# THIẾT KẾ MẠCH Y SINH ECG

**GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN: LÊ ĐỨC HÙNG**

| HỌ VÀ TÊN      | MSSV     | NHIỆM VỤ  |
|----------------|----------|---|
| Lê Minh Đức    | 22200034 | Thiết kế, testboard, vẽ schematic, vẽ layout        |
| Lê Thành Đạt   | 22200026 | Testboard, hàn mạch PCB, cung cấp linh kiện         |
| Nguyễn Hữu Đạt | 22200027 | Thiết kế, mô phỏng, testboard, hàn mạch PCB         |
| Đặng Gia Bảo   | 22200009 | Tìm hiểu nội dung, tính toán, thiết kế presentation |

# MỤC LỤC

## 1. Giới thiệu:

- Mục tiêu đồ án
- Tổng quan về ECG

## 2. Thiết kế mạch:

- Mạch khuếch đại vi sai
- Mạch lọc thấp qua
- Mạch lọc Notch
- Mô phỏng

## 3. Ráp mạch:

- Testboard
- PCB
- Kiểm tra

## 4. Kết luận:

- Đánh giá
- Hướng phát triển

# 1. GIỚI THIỆU

Đây là một đồ án trong lĩnh vực điện tử y sinh, tập trung vào thiết kế mạch tích hợp để thu nhận và xử lý tín hiệu ECG (điện tâm đồ).

**Lý do chọn đề tài:** ECG là công cụ quan trọng trong chẩn đoán bệnh tim mạch; thiết kế mạch tích hợp giúp nâng cao độ chính xác và hiệu quả của thiết bị y tế.



# MỤC TIÊU ĐỒ ÁN

Mục tiêu chính:

- Thiết kế một mạch y sinh ECG đơn giản dùng để thu nhận, khuếch đại tín hiệu ECG và lọc nhiễu.



# MỤC TIÊU ĐỒ ÁN



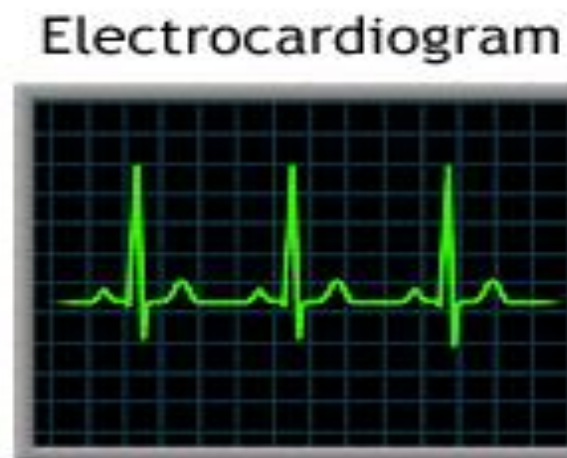
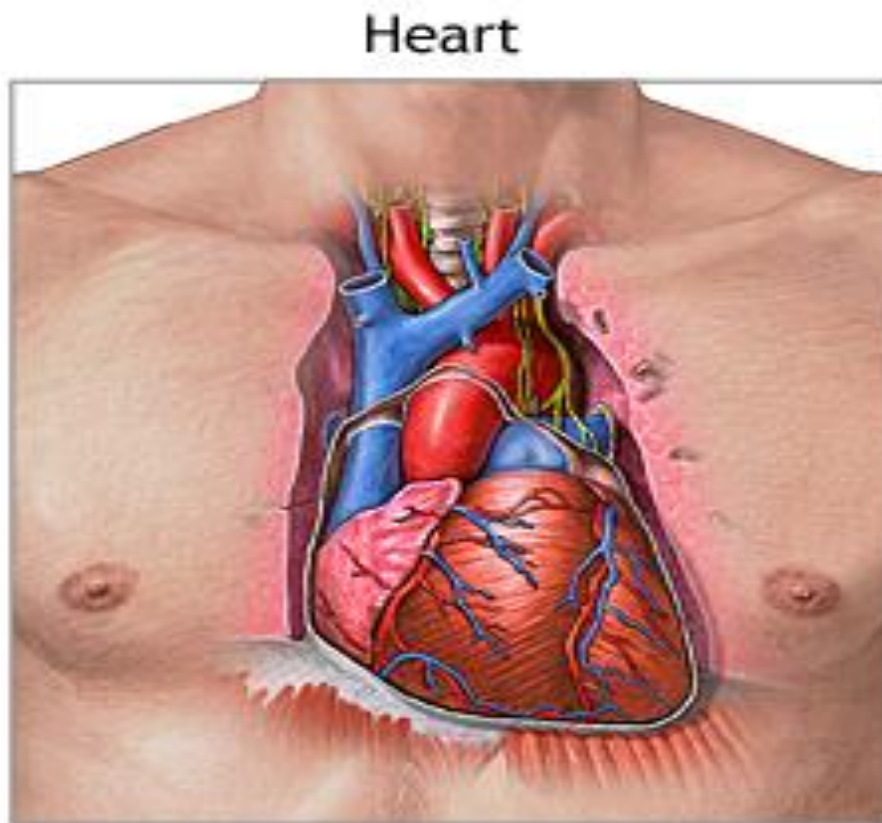
Mục tiêu cụ thể:

- Tìm hiểu tín hiệu ECG và yêu cầu kỹ thuật.
- Thiết kế, tính toán và mô phỏng các phần mạch (khuếch đại, lọc thấp qua, lọc Notch).
- Ráp mạch testboard và kiểm tra.
- Làm mạch PCB.

# TỔNG QUAN VỀ ECG

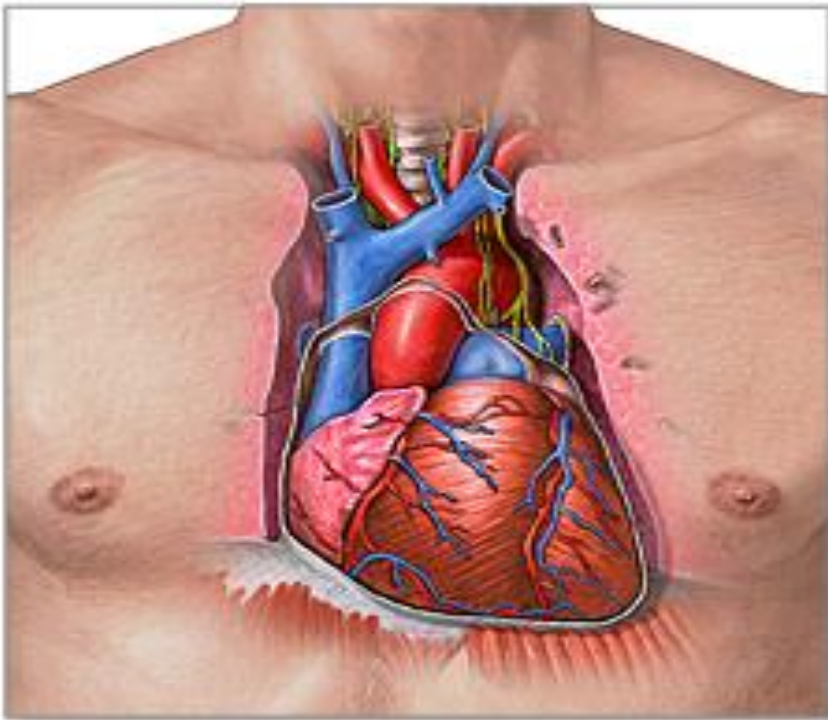
**ECG (Electrocardiogram - Điện tâm đồ)** là phương pháp ghi lại hoạt động điện của tim thông qua các điện cực đặt trên bề mặt da.

**Đây là một kỹ thuật không xâm lấn, an toàn và được sử dụng phổ biến trong y học để theo dõi sức khỏe tim mạch.**



# TỔNG QUAN VỀ ECG

Heart



Electrocardiogram



## Ứng dụng:

- Theo dõi nhịp tim.
- Phát hiện các bất thường như rối loạn nhịp tim, thiếu máu cơ tim hoặc các bệnh lý tim mạch khác.
- Hỗ trợ chẩn đoán nhanh khi cấp cứu.



# TỔNG QUAN VỀ ECG

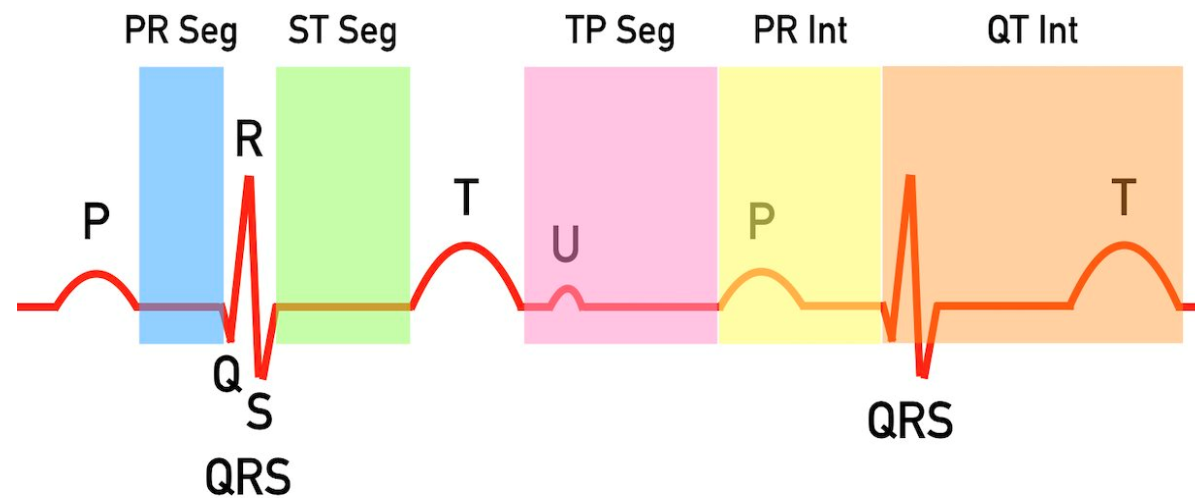
## Đặc điểm tín hiệu ECG:

- Dải tần số(0.05-150Hz):

Gồm **sóng P**(khử cực tâm nhĩ), **sóng T**(tái cực tâm thất) có tần số thấp(0.05-1Hz) và **sóng QRS**(Khử cực tâm thất) có tần số cao(1-150Hz)

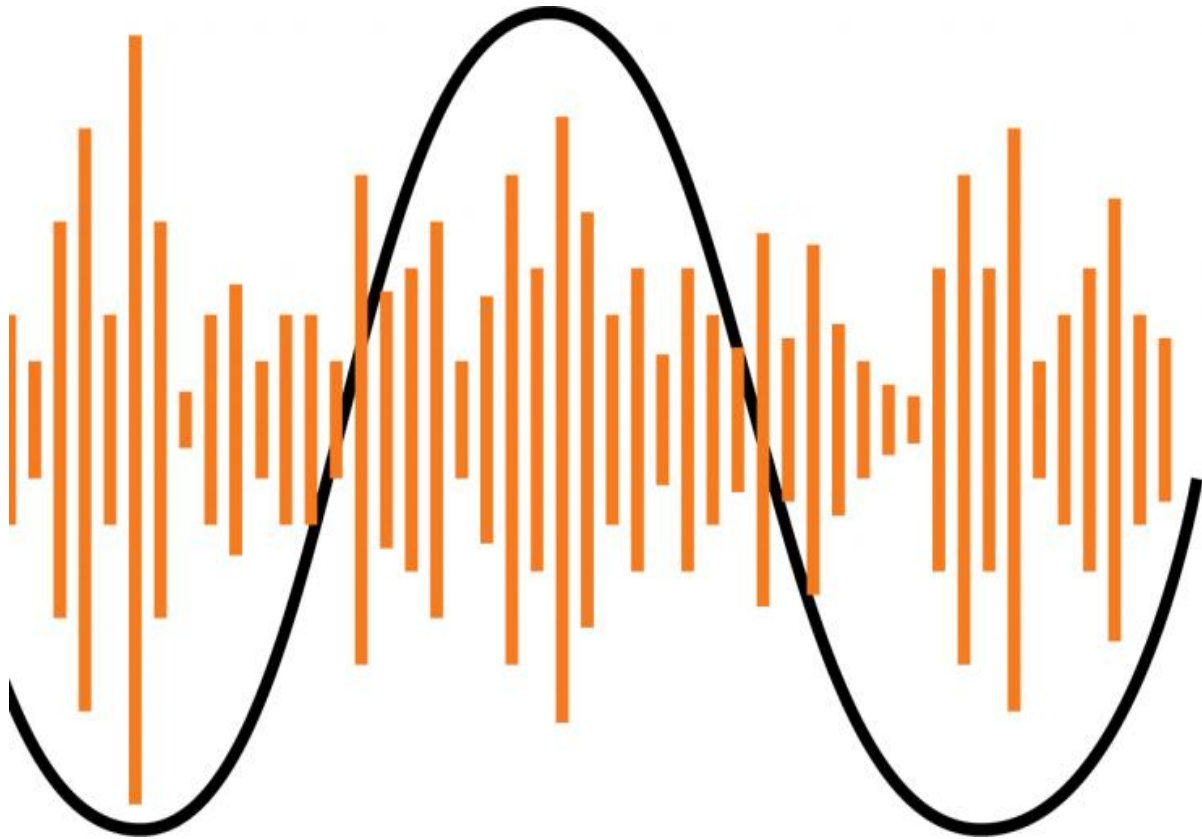
- Biên độ:

Tín hiệu ECG rất nhỏ, chỉ từ **0.5mV đến 5mV**.





# TỔNG QUAN VỀ ECG



## Nhiều thường gặp:

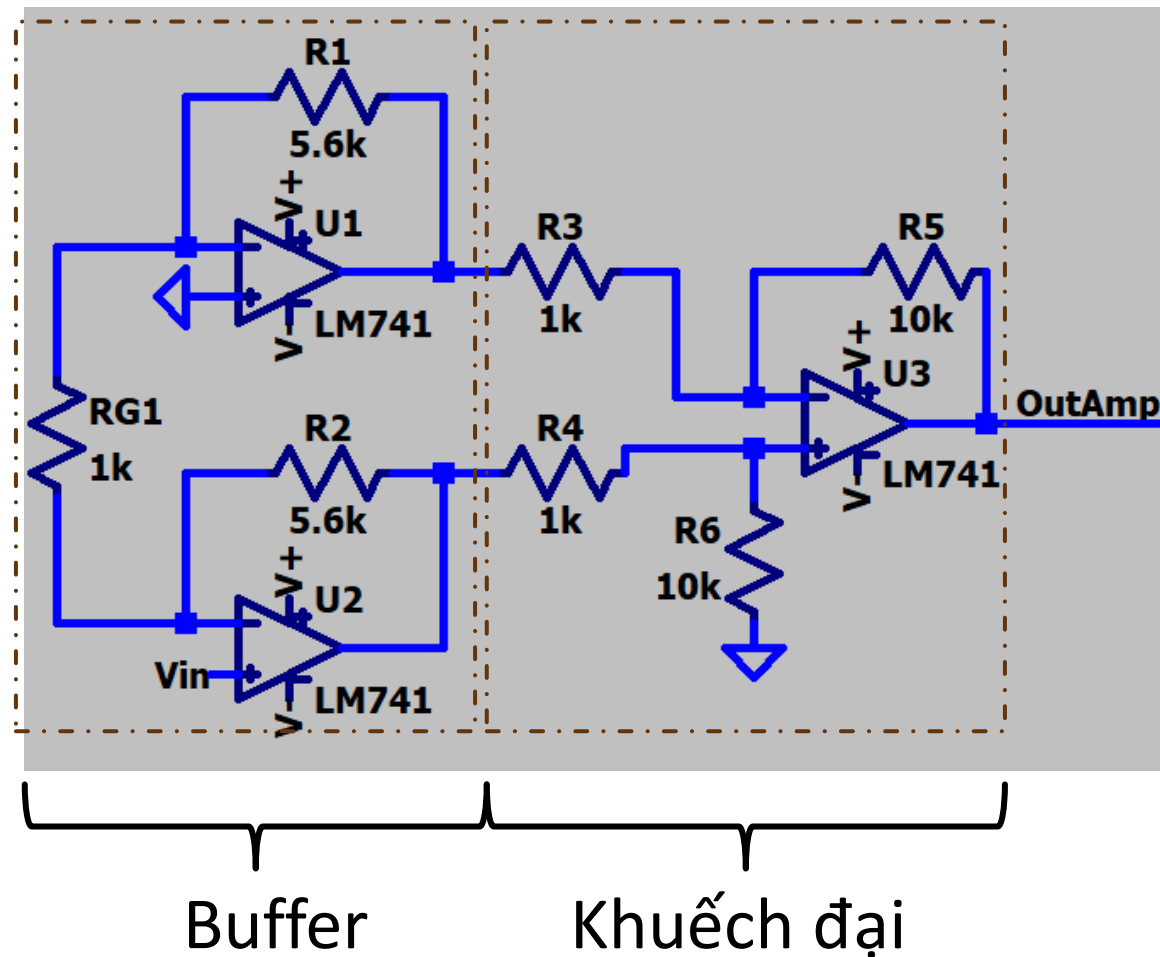
- Nhiều 50Hz: Có biên độ lớn(50mV) so với tín hiệu ECG, xuất hiện do nguồn AC trong môi trường.
- Nhiều cơ bắp: Có tần số cao(>100Hz), biên độ phụ thuộc vào cường độ vận động.
- Nhiều chuyển động: Do sự di chuyển của bệnh nhân hoặc các điện cực bị xô dịch.

## 2. THIẾT KẾ MẠCH

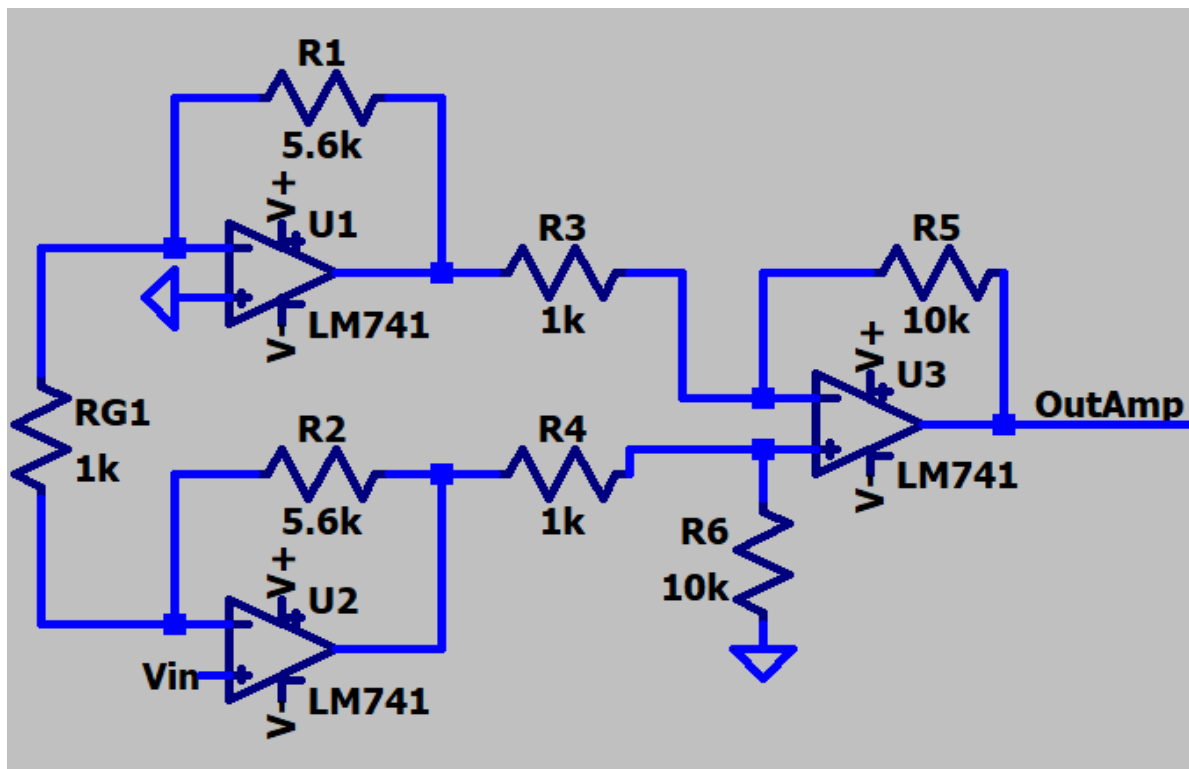
**Mạch khuếch đại vi sai** (Instrumental Amplifier):

Gồm 2 tầng:

- Tầng đầu là Buffer với ngõ vào V1 và V2.
- Tầng hai là khuếch đại vi sai cho ra output phù hợp với các chức năng đo.



## 2. THIẾT KẾ MẠCH



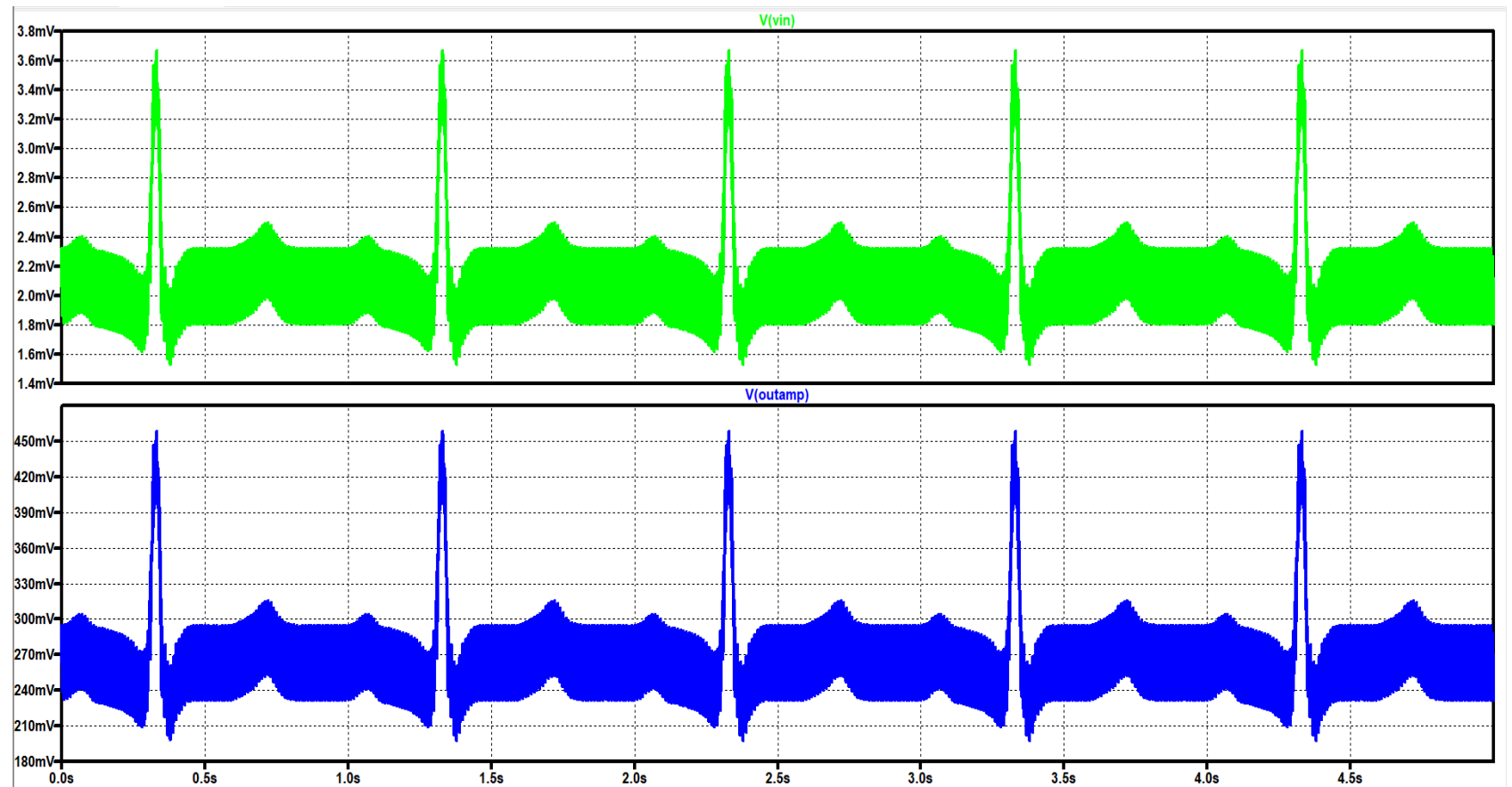
**Độ lợi:**

$$\begin{aligned} V_o &= \left( 1 + \frac{2R_1}{R_{gain}} \right) \cdot \frac{R_3}{R_2} \cdot (V_2 - V_1) \\ &= \left( 1 + \frac{2 \cdot 5,6}{1} \right) \cdot \frac{10}{1} (V_2 - V_1) \\ &= 122(V_2 - V_1) \end{aligned}$$

## 2. THIẾT KẾ MẠCH

Mô phỏng:

$$\begin{aligned} & 122. (V_2 - V_1) \\ &= 122. (V_2 - 0) \\ &= 122V_2 \end{aligned}$$

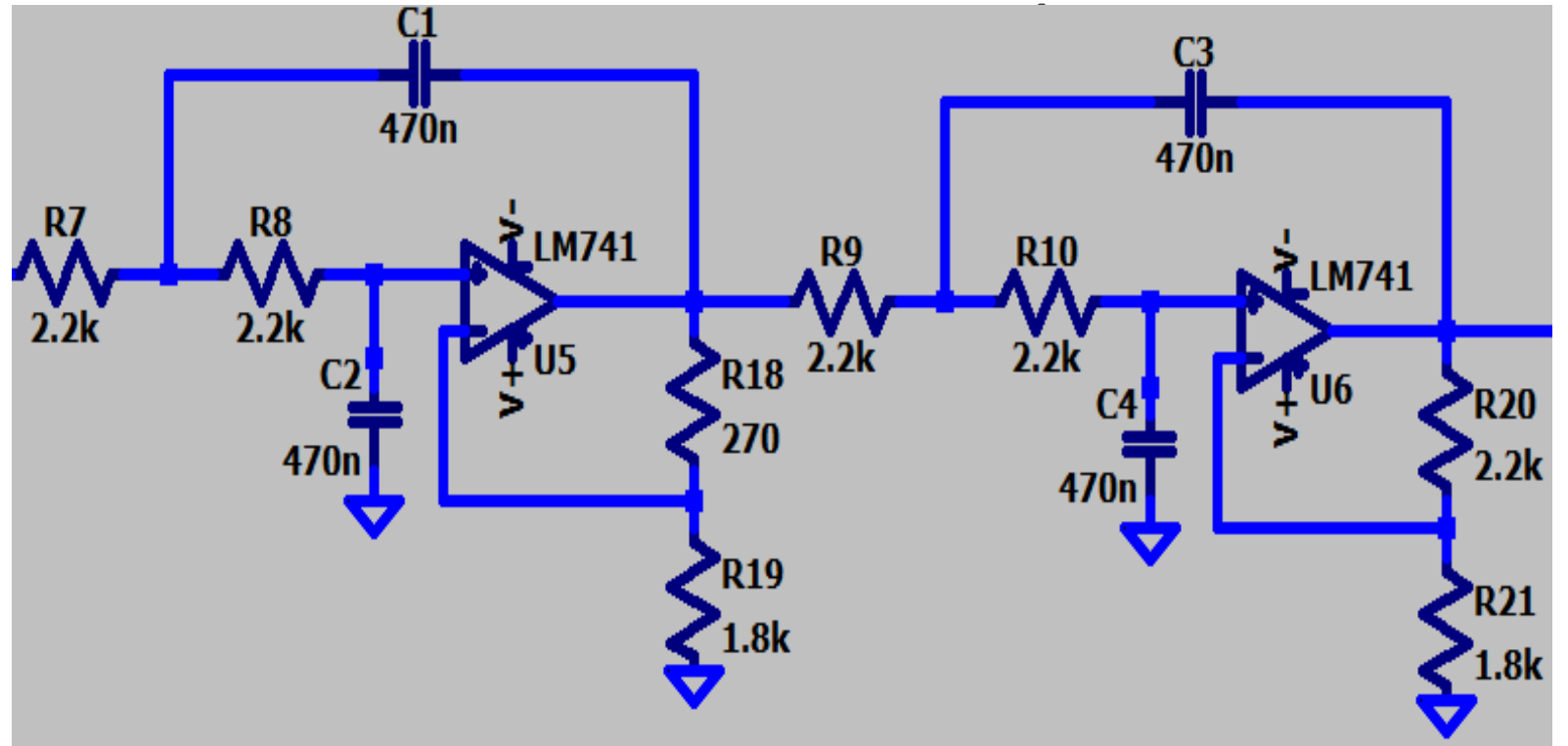


## 2. THIẾT KẾ MẠCH

**Mạch lọc ButterWorth thấp qua bậc 4:** Sử dụng cấu trúc Sallen-Key với hai tầng lọc bậc 2 nối tiếp nhau.

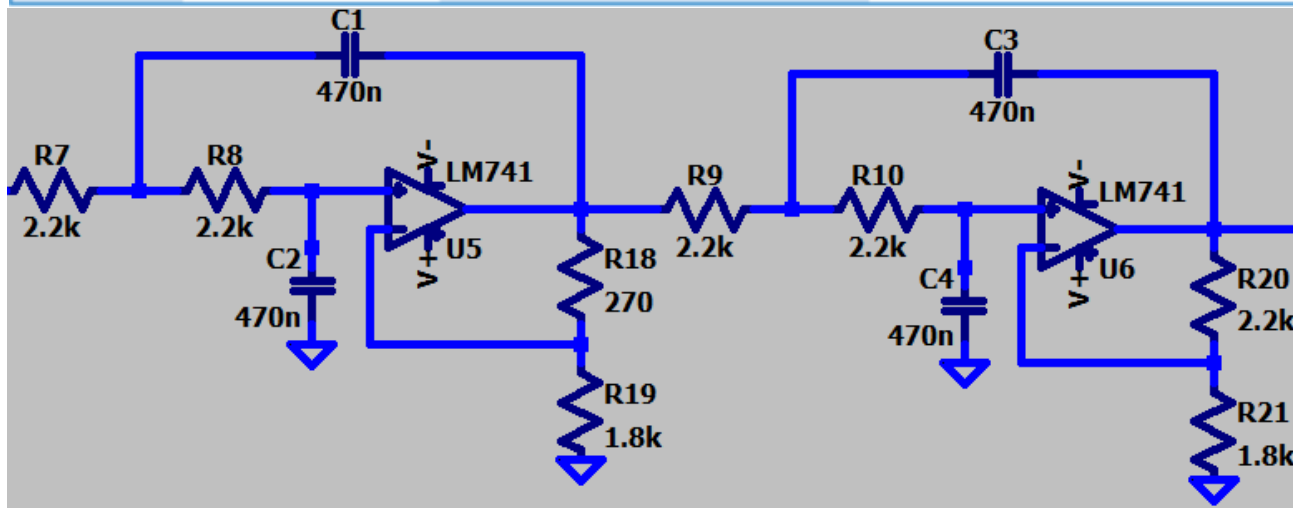
**Độ lợi:**

$$\begin{aligned} A_{total} &= A_{v1} \cdot A_{v2} \\ &= \left(1 + \frac{R_{f1}}{R_{g1}}\right) \left(1 + \frac{R_{f2}}{R_{g2}}\right) \\ &= 1.15 \times 2.222 = 2.555 \end{aligned}$$



## 2. THIẾT KẾ MẠCH

| ORDER | ROLL-OFF<br>DB/DECADE | 1ST STAGE |          |           | 2ND STAGE |       |           |
|-------|-----------------------|-----------|----------|-----------|-----------|-------|-----------|
|       |                       | POLES     | DF       | $R_1/R_2$ | POLES     | DF    | $R_3/R_4$ |
| 1     | -20                   | 1         | Optional |           |           |       |           |
| 2     | -40                   | 2         | 1.414    | 0.586     |           |       |           |
| 3     | -60                   | 2         | 1.00     | 1         | 1         | 1.00  | 1         |
| 4     | -80                   | 2         | 1.848    | 0.152     | 2         | 0.765 | 1.235     |
| 5     | -100                  | 2         | 1.00     | 1         | 2         | 1.618 | 0.382     |
| 6     | -120                  | 2         | 1.932    | 0.068     | 2         | 1.414 | 0.586     |



Hệ số bộ hồi tiếp mạch lọc

Damping Factor:

$R2 = 1.8k\Omega$

$\Rightarrow R1 = 273.6\Omega$

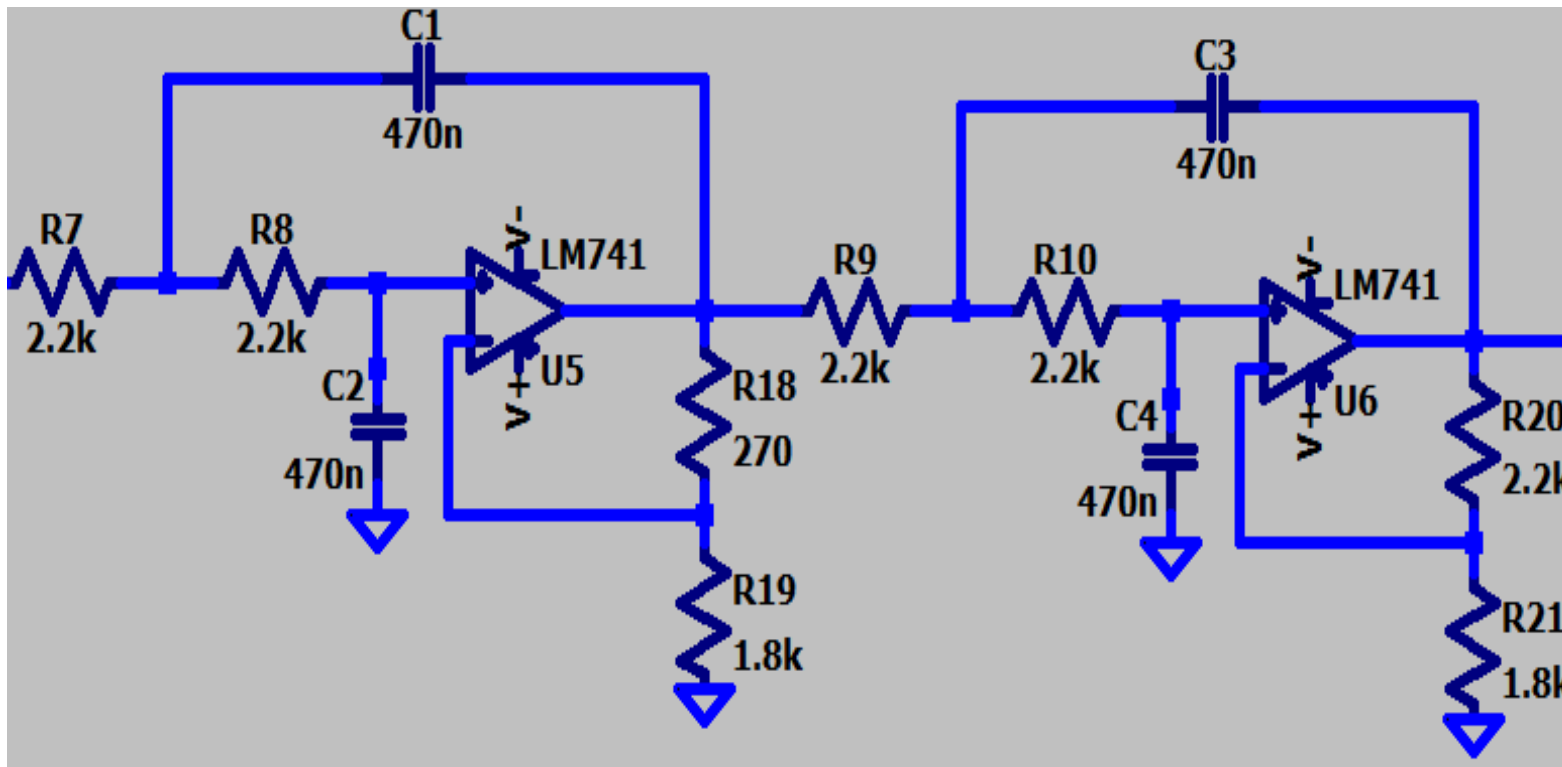
$\Rightarrow$  Chọn  $R18 = 270\Omega$

$R4 = 1.8k\Omega$

$\Rightarrow R3 = 2.223k\Omega$

$\Rightarrow$  Chọn  $R20 = 2.2k\Omega$

## 2. THIẾT KẾ MẠCH



Tần số cắt:

$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_a R_b C_a C_b}}$$
$$= \frac{1}{2\pi \cdot 2200 \cdot 470 \cdot 10^{-9}}$$
$$\approx 154\text{Hz}$$

→ Các tần số trên 154Hz sẽ bị lọc bỏ.

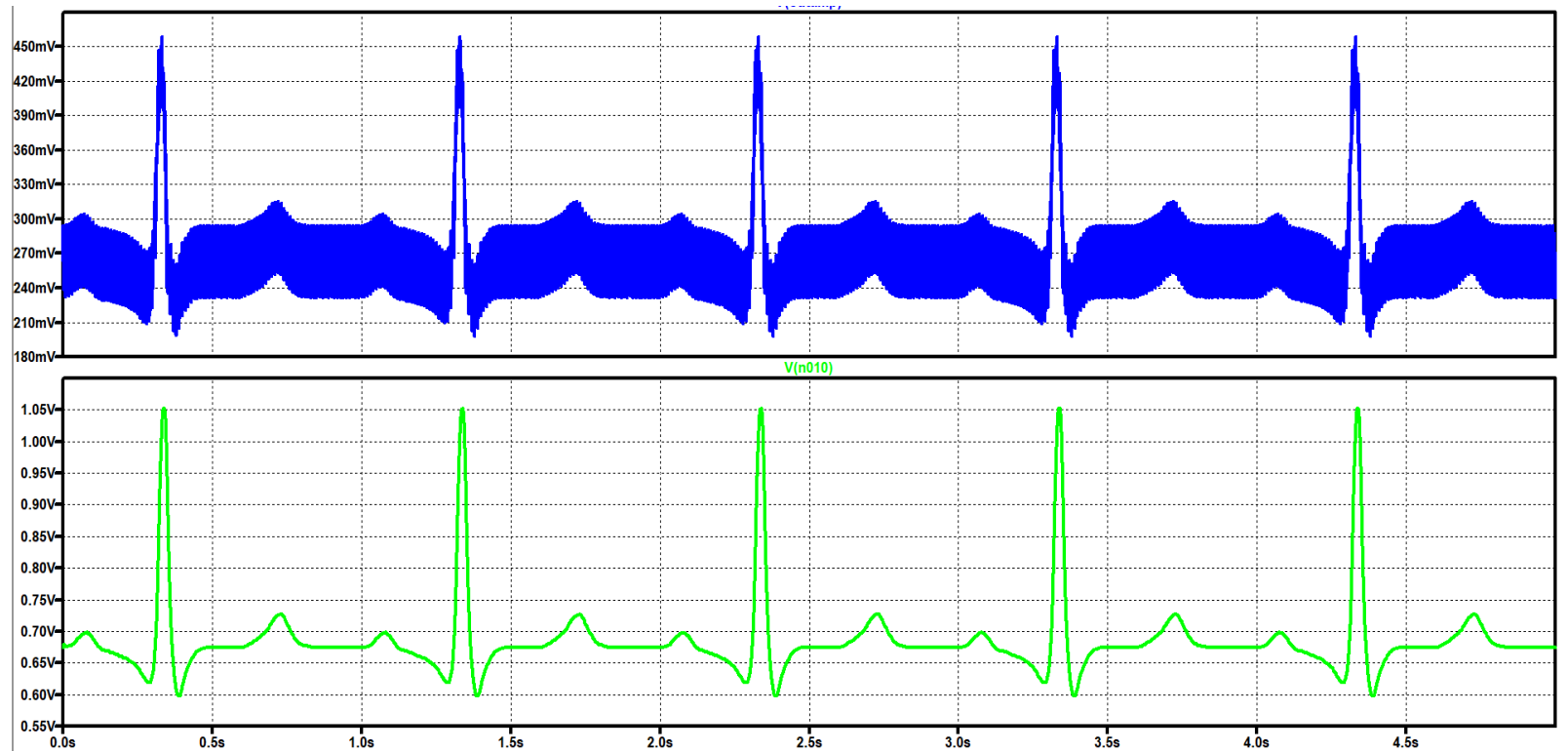


## 2. THIẾT KẾ MẠCH

Mô phỏng:

$$V_o = 2.555V_i$$

→ Các tần số cao (>154Hz) đã bị loại bỏ.



## 2. THIẾT KẾ MẠCH

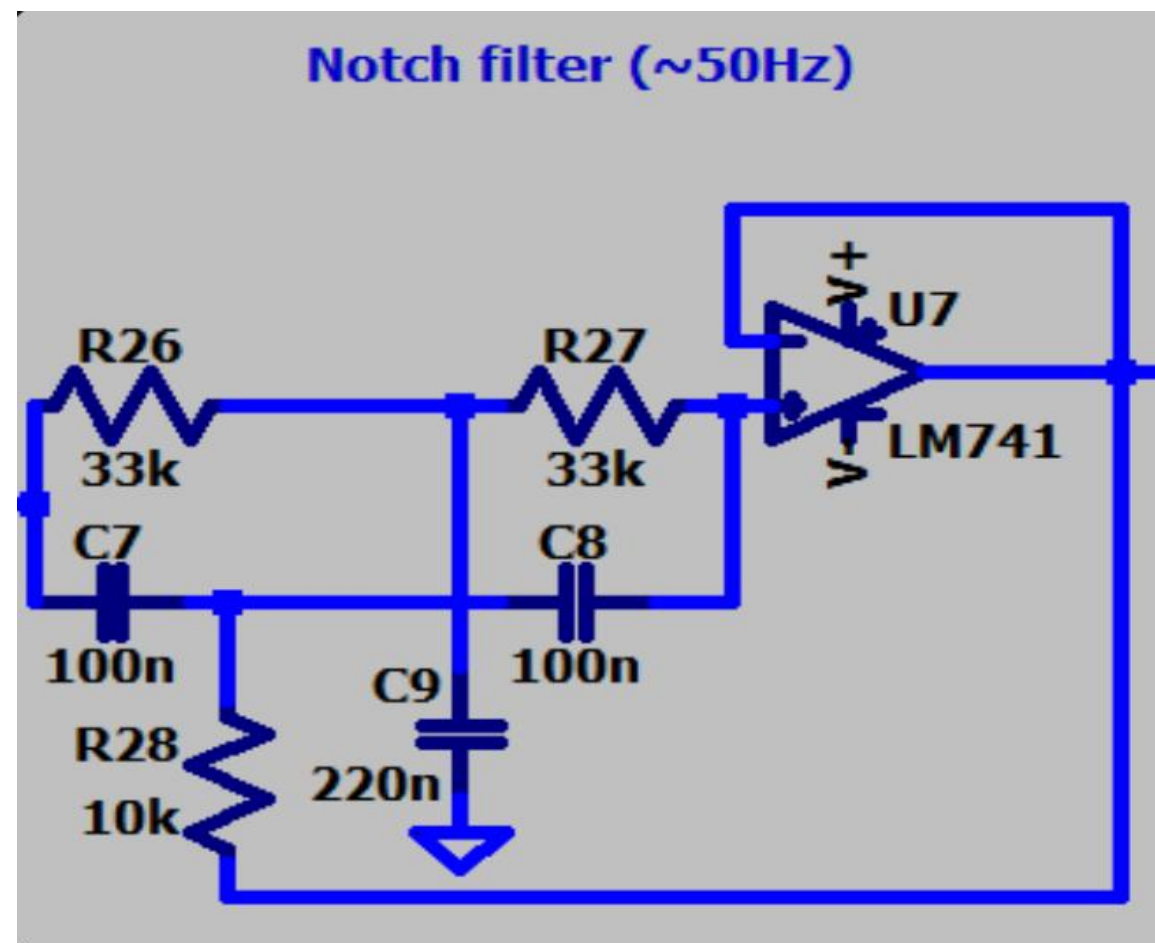
Mạch lọc Notch: Dùng để lọc nhiễu tần số 50Hz.

Hệ số phẩm chất Q:

$$Q = \frac{1}{2\left(\frac{R28}{R26 + R27}\right)} = \frac{33}{10} = 3.3$$

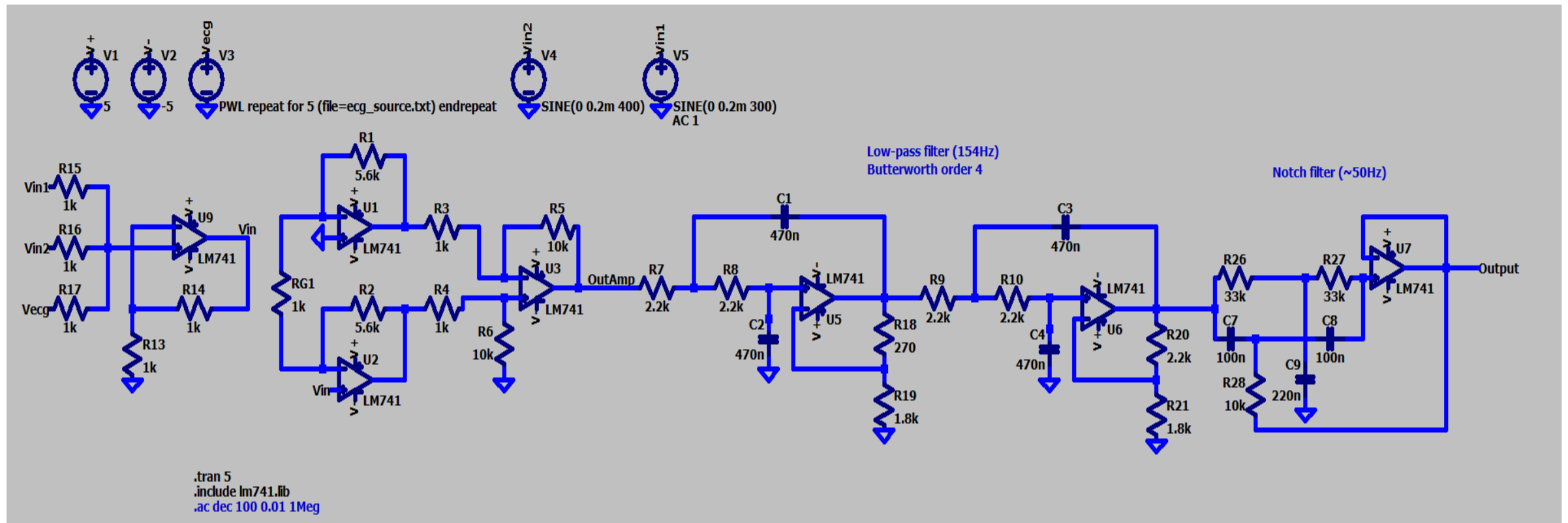
Tần số cắt:

$$f_{notch} = \frac{1}{2\pi RC} \approx 48.24Hz$$

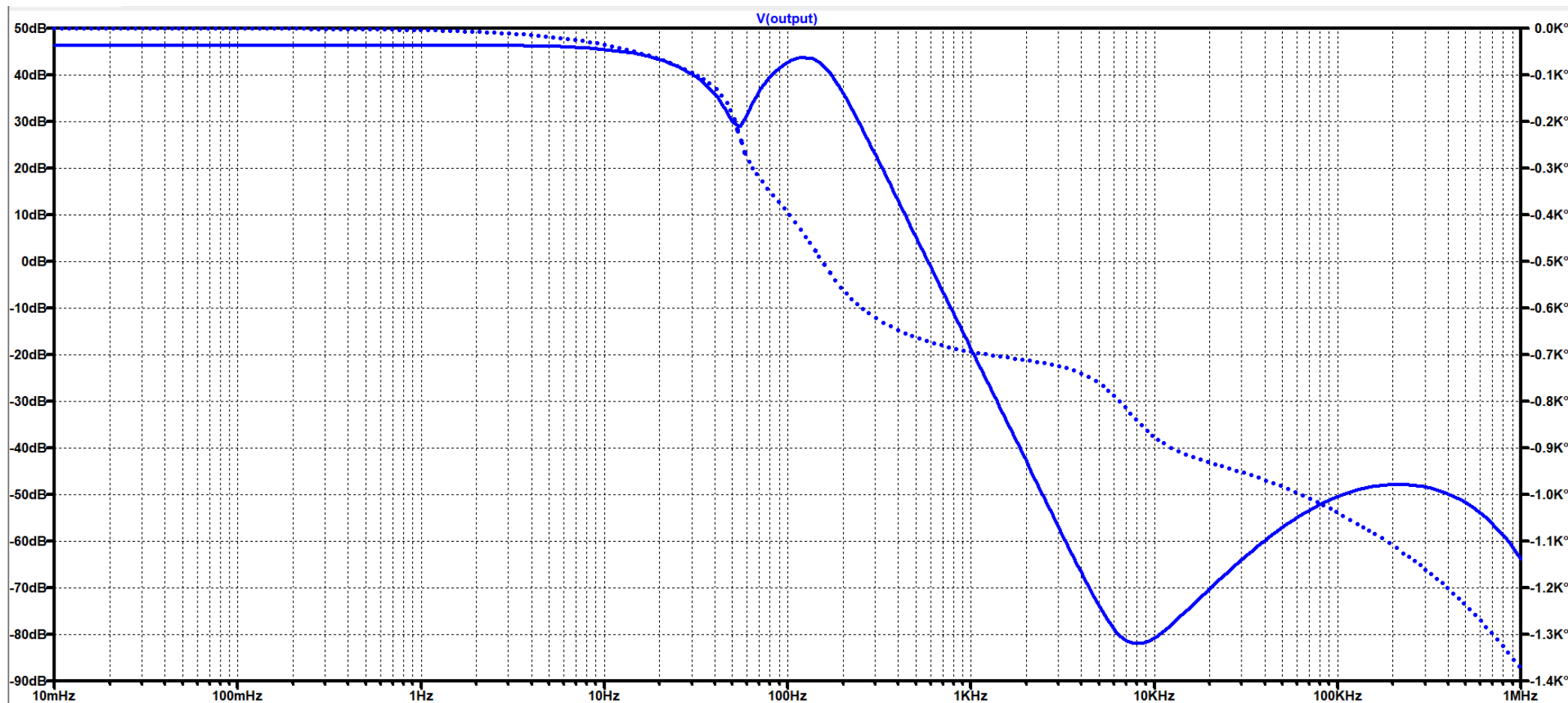


## 2. THIẾT KẾ MẠCH

Ghép 3 mạch trên, ta sẽ có được mạch đo, khuếch đại tín hiệu ECG và lọc nhiễu.

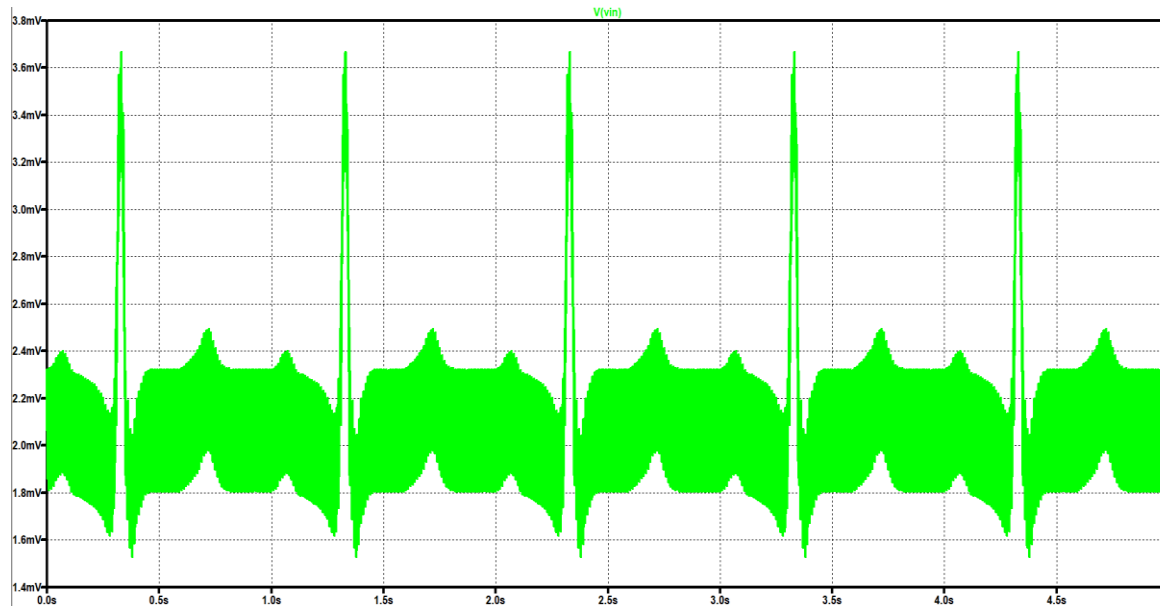


## 2. THIẾT KẾ MẠCH

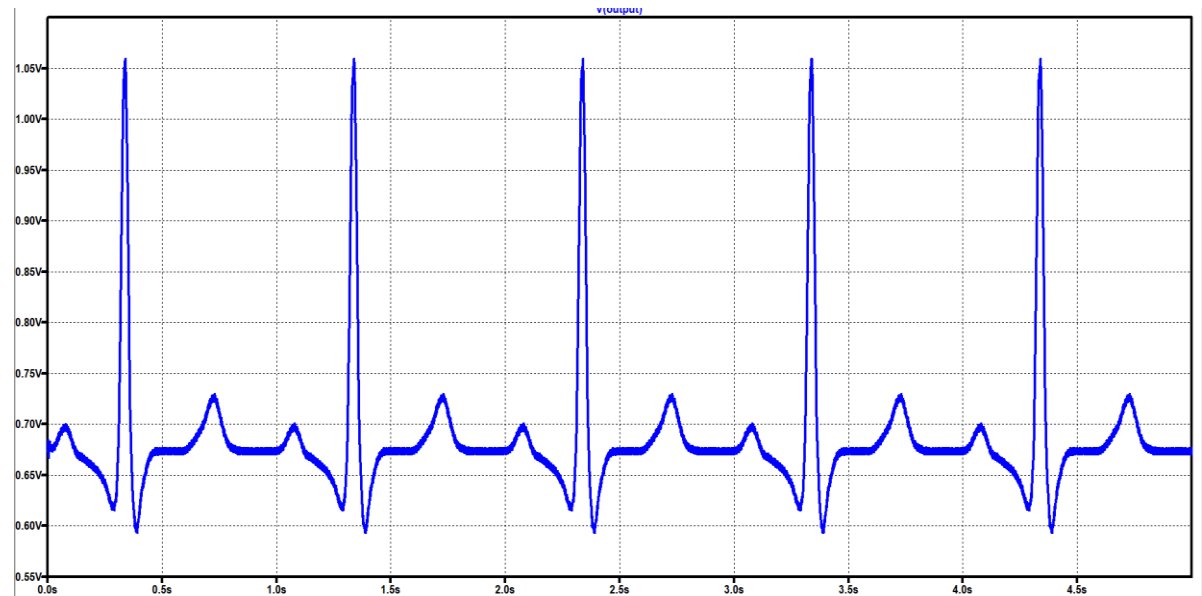


Đáp ứng tần số

## 2. THIẾT KẾ MẠCH



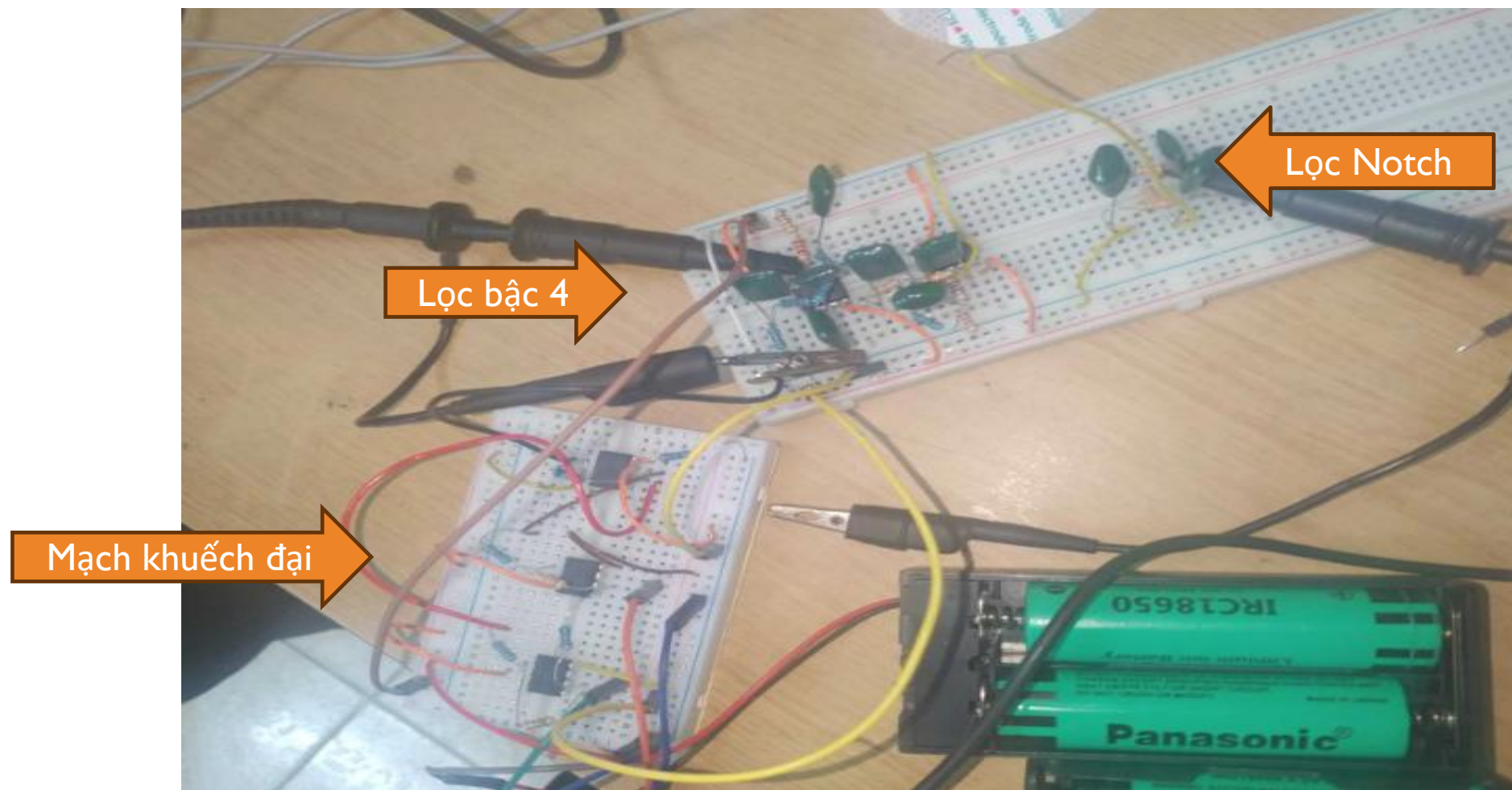
$V_{in}$  (ECG và các loại nhiễu)



$V_{out}$  (Khuếch đại và lọc nhiễu)

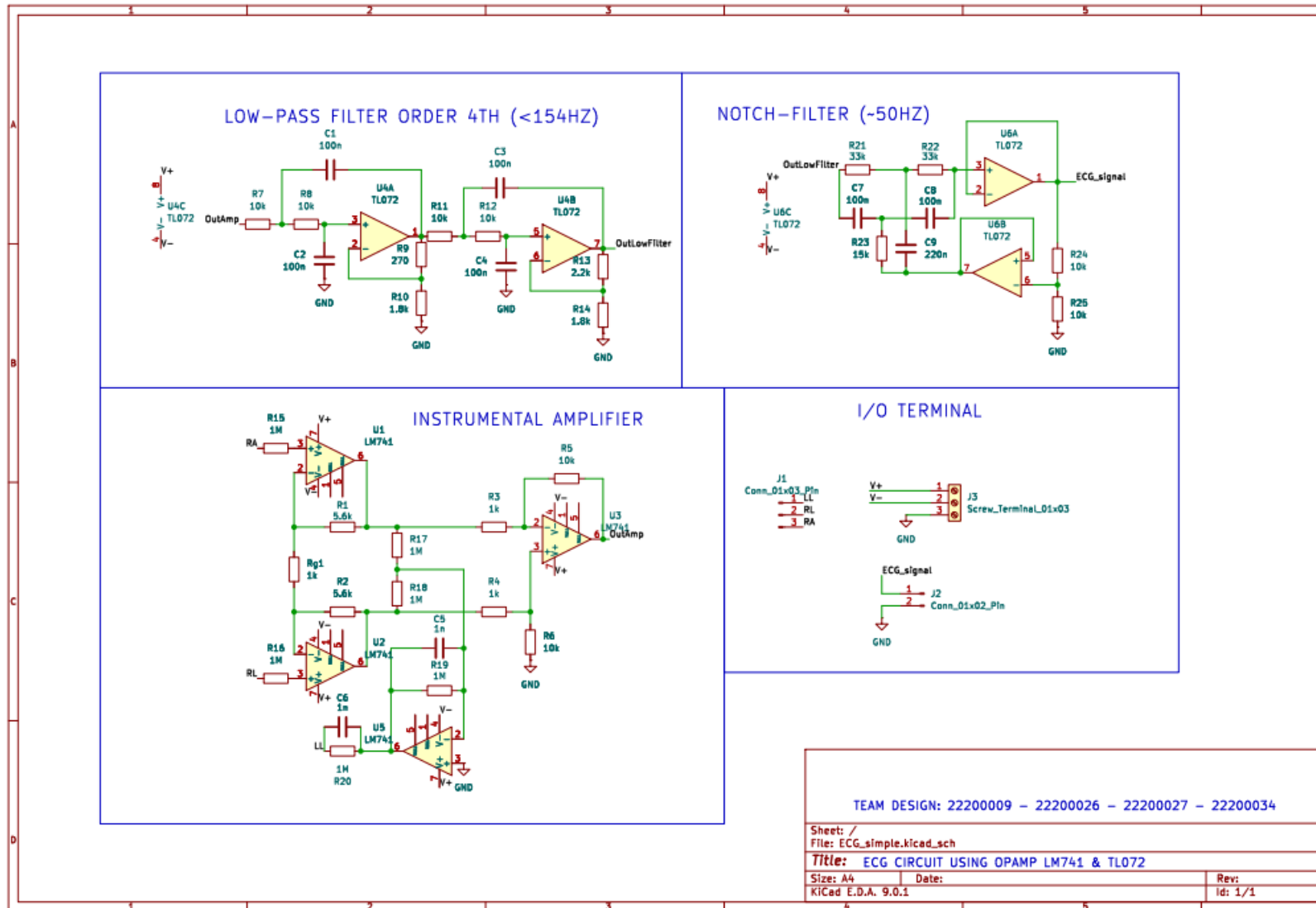
Nhận xét: Ngõ ra được khuếch đại, lọc nhiễu và vẫn có đủ các thành phần sóng P, sóng T và sóng QRS.

### 3. RÁP MẠCH



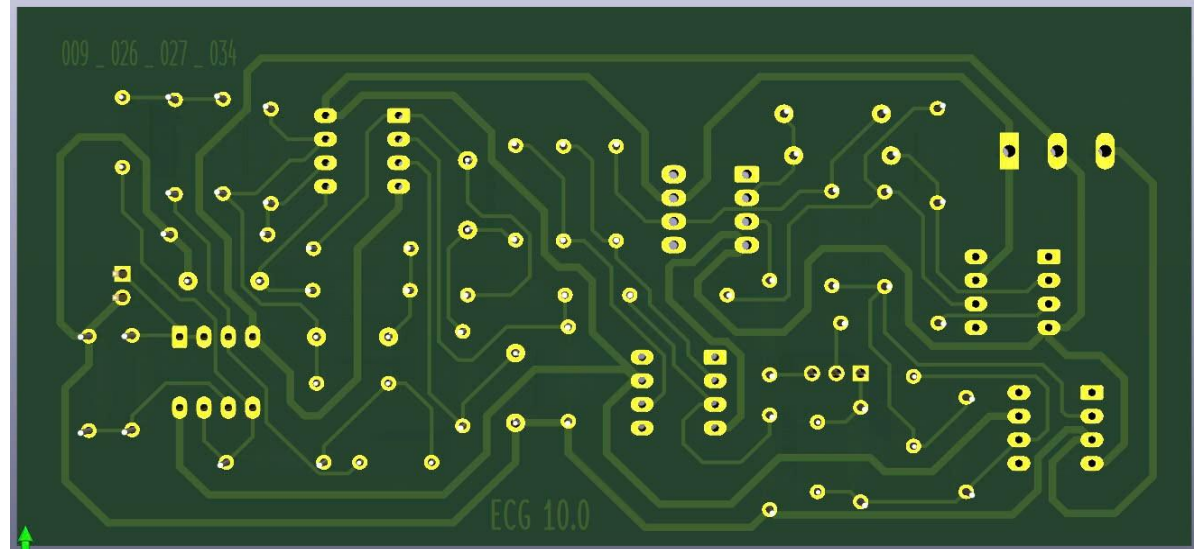
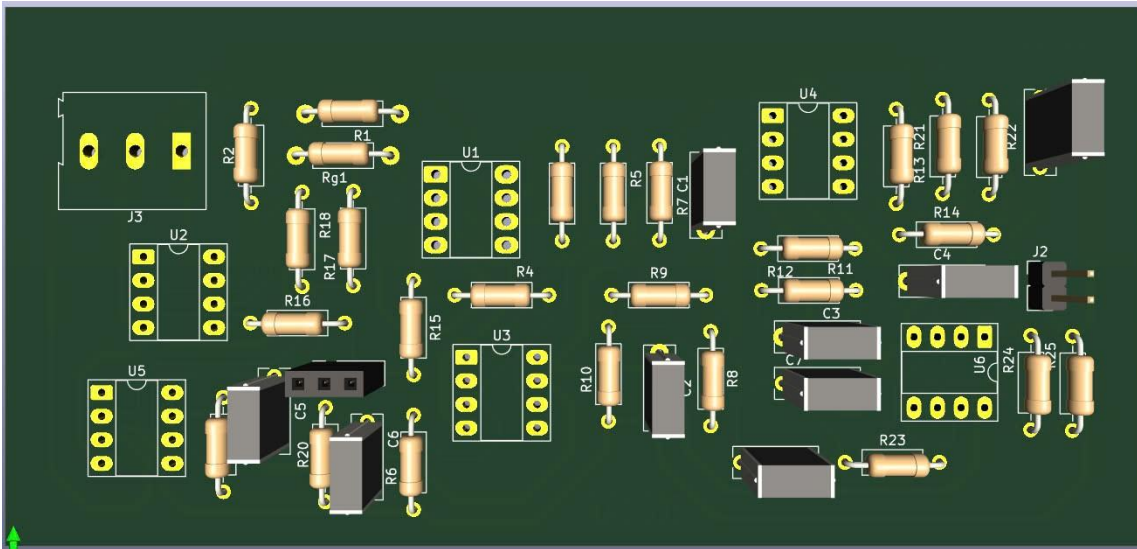
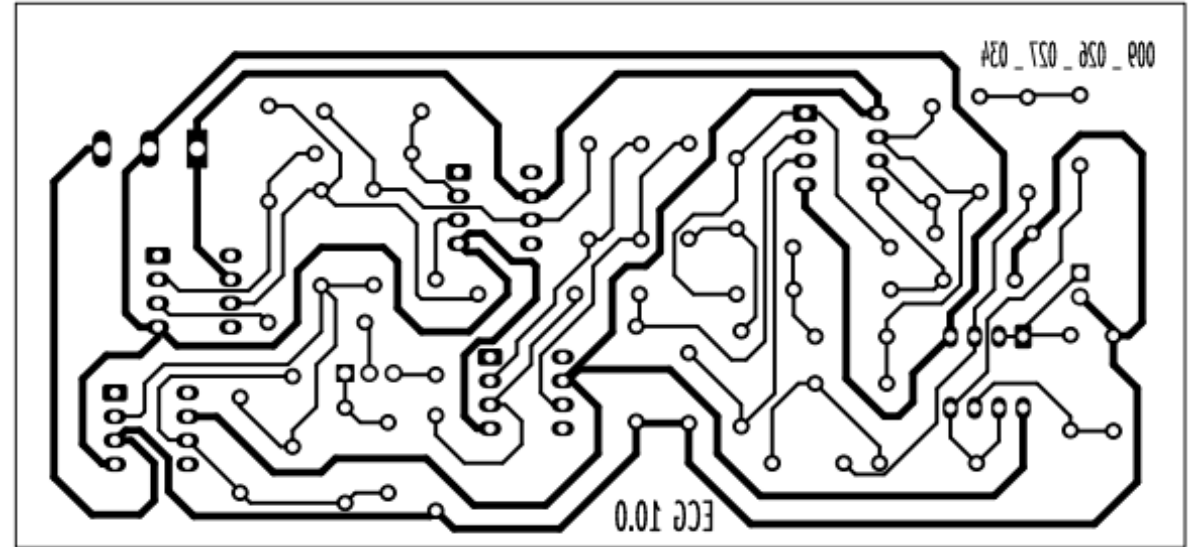
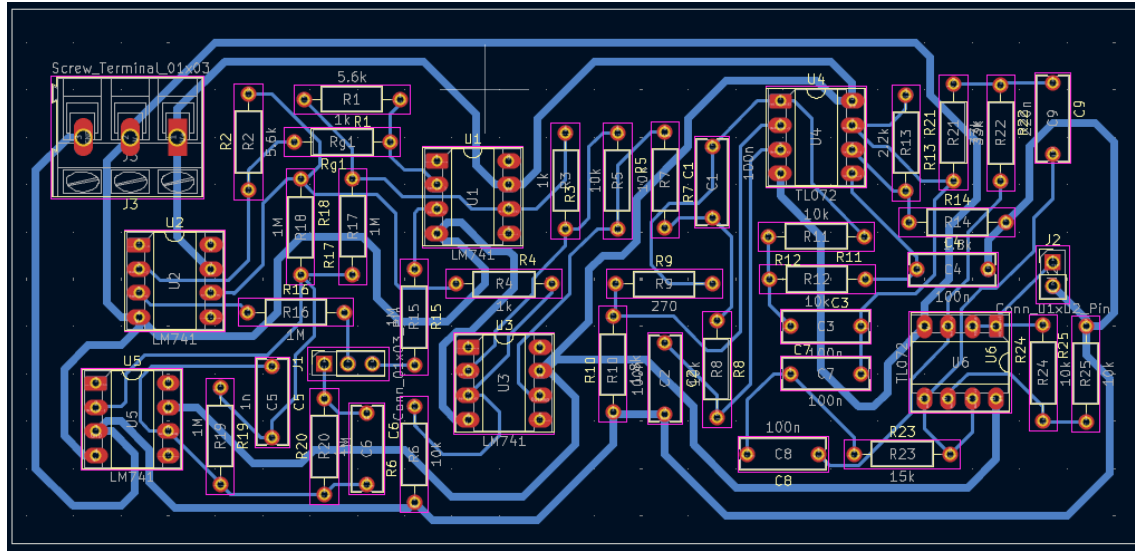
*Mạch trên TestBoard*

# 3.RÁP MẠCH: SCHEMATIC

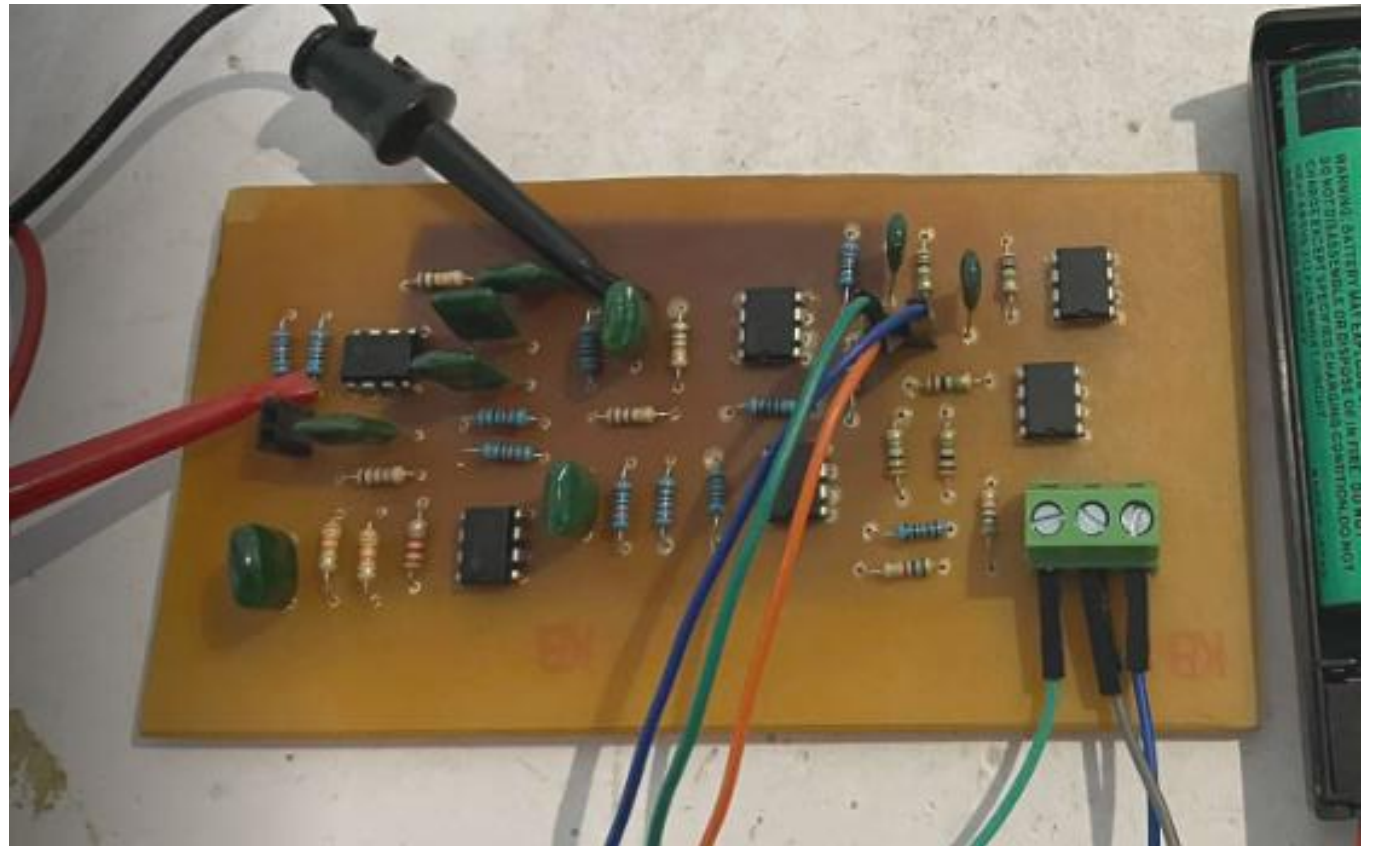
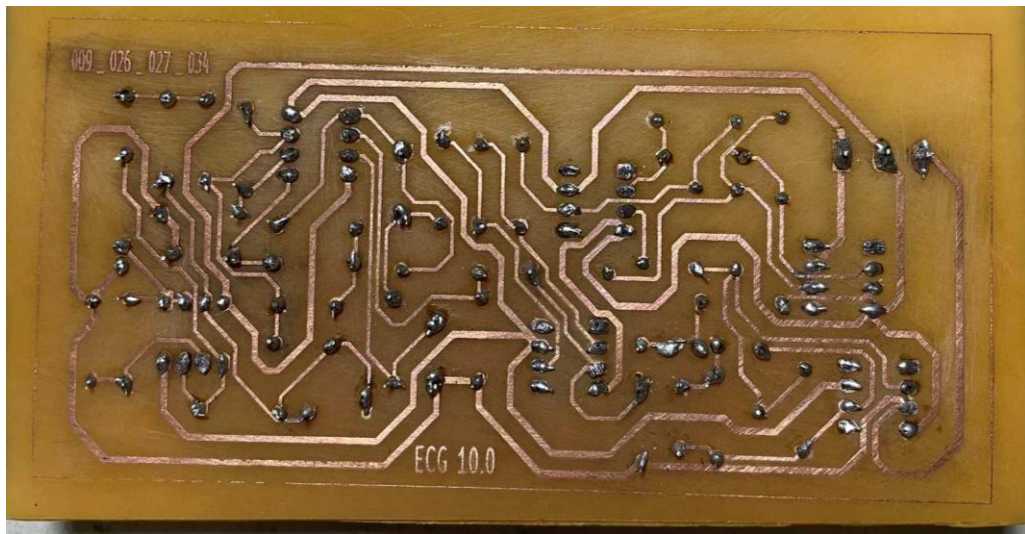




## 3. RÁP MẠCH: LAYOUT

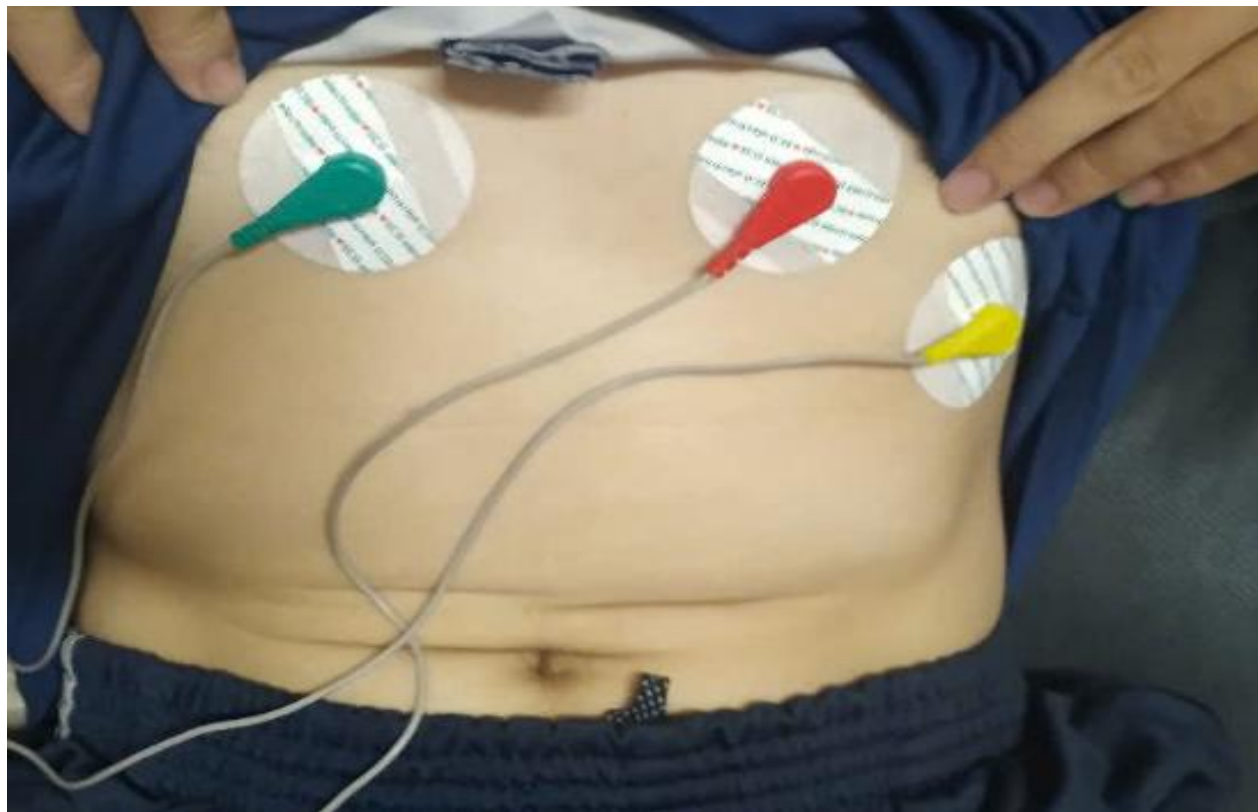
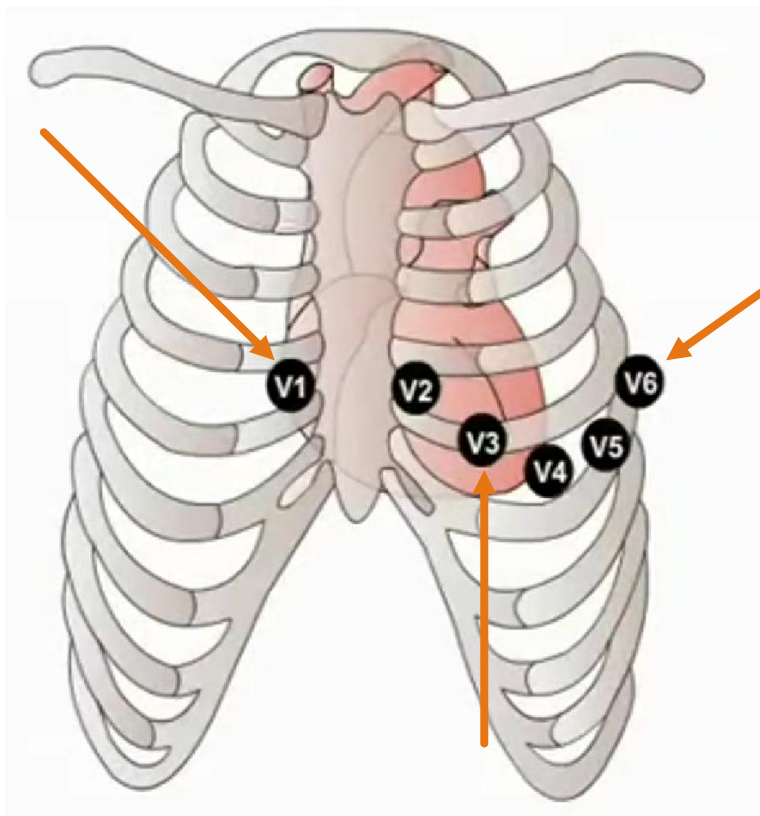


# 3. RÁP MẠCH: PCB





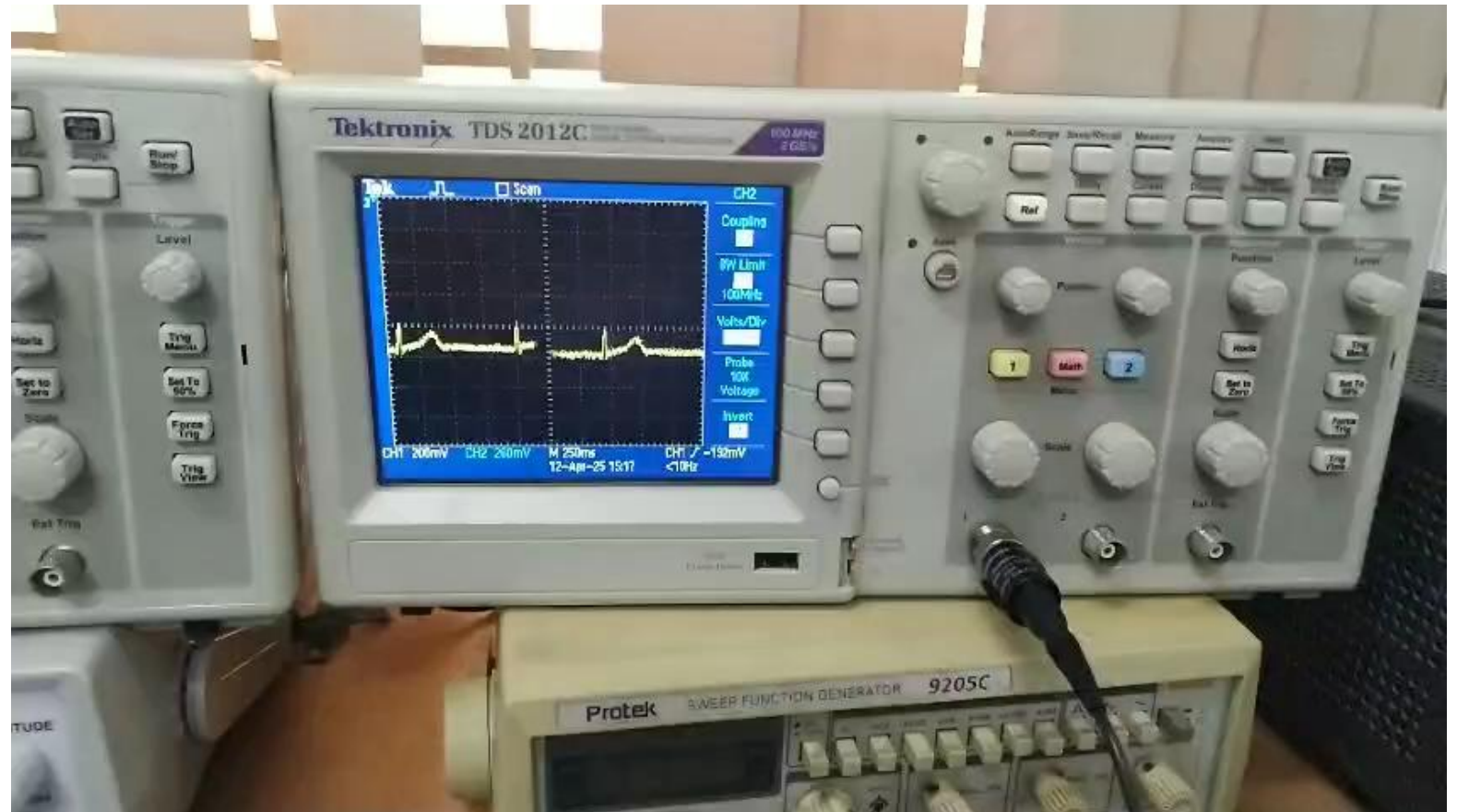
### 3. RÁP MẠCH



Kiểm tra hoạt động mạch trên 3 đạo trình V1, V3, V6.

# 3. RÁP MẠCH

Quan sát dạng sóng tại ngõ ra:



## 4. KẾT LUẬN

### Đánh giá:

- Tín hiệu ECG được khuếch đại, các nhiễu cao tần, nhiễu 50Hz được giảm thiểu.
- Dạng sóng P, QRS, T được hiển thị trên Oscilloscope.

### Điểm mạnh:

- Phù hợp với mục tiêu đề ra.
- Sử dụng nguồn 9V để hạn chế nhiễu 50Hz.
- Từ mô phỏng đến PCB, tín hiệu cho ra đầu ra gần giống với mô phỏng.

### Khó khăn gặp phải:

- Tín hiệu: Vẫn tồn tại nhiễu quan sát được trên Oscilloscope.
- PCB: Một số linh kiện được bố trí chưa tối ưu gây khó khăn khi hàn.

### Kết luận:

- Thành công trong việc xuất ra tín hiệu ECG.

# ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN

## Cải tiến kỹ thuật:

- Tăng độ chính xác: Thay mạch khuếch đại bằng AD620, AD8232,...
- Giảm nhiễu: Cải tiến bộ lọc bằng lọc số.

## Tích hợp công nghệ:

- Tích hợp ADC chuyển dữ liệu ECG thành dữ liệu số.
- Kết nối với vi điều khiển để in ra monitor.

## Ứng dụng thực tế:

- Cảm biến y sinh không dây.
- Kết nối với hệ thống y tế từ xa để bác sĩ theo dõi tình trạng bệnh nhân qua Internet





THANK YOU  
FOR  
LISTENING