

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA  
KHOA KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT MÁY TÍNH



ĐỒ ÁN THIẾT KẾ LUẬN LÝ

---

BÁO CÁO ĐỒ ÁN

MÔ HÌNH THEO DÕI NHỊP TIM THÔNG QUA CẢM  
BIẾN PULSE SENSOR

---

GVHD: GV. Huỳnh Hoàng Kha  
SV: Lê Quang Phục – 2011867  
Chung Thịnh – 2012103  
Đặng Nam Thiện Nhân – 2011725

Tp. Hồ Chí Minh, Tháng 7/2023

# LỜI CẢM ƠN

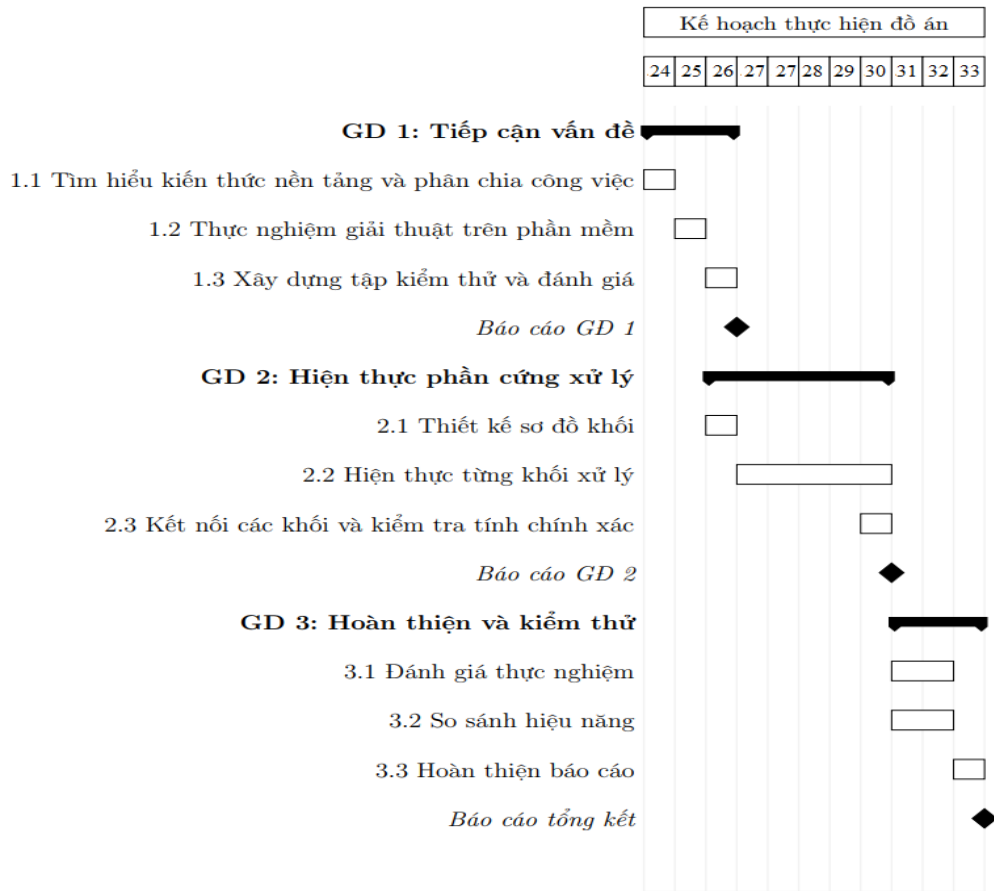
Em xin đại diện nhóm lớp Đồ án Thiết kế Luận Lý học kỳ 223 gửi lời cảm ơn đến thầy hướng dẫn Huỳnh Hoàng Kha đã hướng dẫn nhóm chúng em thực hiện đồ án này. Qua đồ án nhóm chúng em tự đánh giá với nhau là đã hoàn thành nó. Tuy chưa thật sự hoàn thiện, một vài module trong hệ thống không như thiết kế ban đầu, tuy nhiên qua đồ án này thầy Kha cũng đã giúp chúng em nắm thêm được nhiều kiến thức mới về cách để kết nối nền tảng phần cứng và phần mềm lại với nhau để tạo nên một ứng dụng giúp ích cho cuộc sống. Và nhờ có cơ hội thực hiện đề tài này của thầy Kha chúng em mới có cơ hội để tiếp xúc lĩnh vực xử lý sóng, tuy không đi sâu vào các cơ sở lý thuyết của xử lý, nhưng cũng giúp cho chúng em nắm được những ý niệm cơ bản và ứng dụng những kiến thức nền tảng đó vào đồ án này.

Ngoài ra, nhóm chúng em cũng gửi lời cảm ơn đến những thầy cô, đã dành thời gian của mình để góp ý những thiếu sót, những vấn đề chúng em làm chưa tốt để rút kinh nghiệm, cải thiện lại hệ thống và làm nền tảng cho đồ án môn học Kỹ thuật máy tính, luận văn tốt nghiệp sau này.

chúng em xin chân thành cảm ơn!

TP Hồ Chí Minh, ngày 17 tháng 8 năm 2023

## KẾ HOẠCH THỰC HIỆN ĐỒ ÁN



Hình 1: Timeline thực hiện đồ án

. Kế hoạch thực hiện đồ án sẽ chia làm 3 giai đoạn:

- **Giai đoạn 1:** Ở giai đoạn 1, chúng em sẽ tập trung tìm hiểu về các thuật toán và có những đánh giá về ưu nhược điểm của giải thuật.
- **Giai đoạn 2:** Ở giai đoạn 2, chúng em thiết kế hệ thống cho đồ án, tìm hiểu về các thành phần phần cứng. Về giải thuật thì chúng em sẽ chọn ra 1 giải thuật mà chạy ít lỗi nhất khi so sánh những giải thuật với nhau chạy trên cùng 1 tập testcase và xây dựng lại giải thuật để phù hợp với ESP32.
- **Giai đoạn 3:** Ở giai đoạn 3 chúng em chủ yếu dành thời gian để làm việc với sự chống nhiễu tín hiệu và so sánh được sự giống khác với thiết bị đo nhịp tim chuyên dụng. Từ đó rút ra đánh giá kết luận.

**BẢNG PHÂN CÔNG CÔNG VIỆC ĐỒ ÁN**

<b>STT</b>	<b>Tên thành viên</b>	<b>Phân công công việc</b>	<b>Hoàn thành</b>
1	Lê Quang Phục (2011867)	- Hiện thực mạch.  - Tìm hiểu và hiện thực phần chống nhiễu.  - Thu thập tài liệu	100%
2	Chung Thịnh (2012103)	- Thu thập tài liệu  - Tìm hiểu và hiện thực phần chống nhiễu.  - Hiện thực mạch.	100%
3	Đặng Nam Thiện Nhân (2011725)	- Tổng hợp, kiểm tra và viết báo cáo.  - Thu thập tài liệu.	100%

BẢNG ĐÁNH GIÁ TOÀN BỘ GIAI ĐOẠN THỰC HIỆN  
ĐỒ ÁN

Tên thành viên	MSSV	Đánh giá
1. Lê Quang Phục	2011867	100%
2. Chung Thịnh	2012103	100%
3. Đặng Nam Thiện Nhân	2011725	100%

## DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1: Timeline thực hiện đồ án .....	3
Hình 2: Nhịp tim của người nam bình thường.....	12
Hình 3: Nhịp tim của người nữ bình thường .....	13
Hình 4: Dạng tín hiệu nhịp tim .....	14
Hình 5: Sự hấp thụ ánh sáng của động mạch khi truyền qua ngón tay .....	15
Hình 6: Bộ lọc notch .....	17
Hình 7: Sơ đồ khối tổng quan.....	18
Hình 8: Cảm biến nhịp tim Pluss-Sensor .....	19
Hình 9: Kit RF thu phát WiFi Bluetooth ESP32 .....	20
Hình 10: Điện Trở 100 KOhm 1/4W 1% 5 Vòng Màu .....	22
Hình 11: Điện Trở 200 KOhm 1/4W 1% 5 Vòng Màu .....	22
Hình 12: Tụ Gốm Tròn 33nF 50V .....	23
Hình 13: Tụ Gốm Tròn 15nF 50V2 .....	24
Hình 14: Led phủ màu 5mm Đỏ .....	25
Hình 15: Còi buzz thụ động 5V .....	25
Hình 16: Breadboard MB-102 400 Lỗ 85x55x10mm .....	26
Hình 17: Dây cắm test board .....	26
Hình 18: Màn hình hiển thị.....	27
Hình 19: Sơ đồ mạch tổng dưới dạng luận lý.....	28
Hình 20: Sơ đồ mạch thực tế.....	29
Hình 21: Màn hình hiển thị Testcase 1.....	32
Hình 22: Màn hình hiển thị Testcase 2.....	33
Hình 23: Màn hình hiển thị Testcase 3.....	34
Hình 24: Màn hình hiển thị khi đo qua App đo nhịp tim (trái); máy đo chuyên dụng (phải) .....	34

## DANH MỤC BẢNG

Bảng 1: Các thông số của tụ điện và điện trở cần sử dụng .....	17
Bảng 2: Thông số kỹ thuật cảm biến nhịp tim Pluss-Sensor .....	19
Bảng 3: Chức năng các chân sử dụng trong dự án.....	20
Bảng 4: Thông số kỹ thuật của Module Ai-Thinker ESP32-S.....	21
Bảng 5: Chức năng các chân sử dụng trong dự án.....	21
Bảng 6: Thông số kỹ thuật sản phẩm.....	22
Bảng 7: Thông số kỹ thuật sản phẩm.....	22
Bảng 8: Thông số kỹ thuật sản phẩm.....	23
Bảng 9: Thông số kỹ thuật sản phẩm.....	24
Bảng 10: Thông số kỹ thuật LED phủ màu .....	25
Bảng 11: Thông số kỹ thuật sản phẩm.....	25
Bảng 12: Thông số kỹ thuật sản phẩm.....	26
Bảng 13: Thông số kỹ thuật sản phẩm.....	27
Bảng 14: Bảng nhận xét về kết quả.....	33

# Mục lục

<b>1</b>	<b>Chương 1: Tìm hiểu về nhịp tim</b>	<b>12</b>
1.1	Khái niệm . . . . .	12
1.2	Bảng thông số đánh giá nhịp tim . . . . .	12
1.3	Ý nghĩa của nhịp tim . . . . .	13
<b>2</b>	<b>Chương 2: Đo nhịp tim bằng phương pháp hấp thụ quang học</b>	<b>14</b>
2.1	Cơ sở lý thuyết: . . . . .	14
2.2	Vị trí đặt cảm biến: . . . . .	15
<b>3</b>	<b>Chương 3: Xử lý nhiễu tín hiệu</b>	<b>16</b>
3.1	Xử lý nhiễu bằng Bộ lọc notch (notch filter) . . . . .	16
3.1.1	Định nghĩa . . . . .	16
3.1.2	Các trường hợp ứng dụng . . . . .	16
3.1.3	Ứng dụng vào dự án . . . . .	17
<b>4</b>	<b>Chương 4 : Phân tích thiết kế sơ đồ khối</b>	<b>18</b>
4.1	Sơ đồ khối tổng quan . . . . .	18
4.2	Chức năng các khối . . . . .	18
<b>5</b>	<b>Chương 5 : Lựa chọn thiết bị</b>	<b>19</b>
5.1	Cảm biến nhịp tim Pluss-Sensor . . . . .	19
5.1.1	Tổng quan . . . . .	19
5.1.2	Chức năng các chân sử dụng trong dự án . . . . .	20
5.2	Kit RF thu phát WiFi Bluetooth ESP32 . . . . .	20
5.2.1	Tổng quan . . . . .	20
5.2.2	Chức năng các chân sử dụng trong dự án . . . . .	21
5.3	Mạch lọc nhiễu . . . . .	21
5.3.1	Điện trở . . . . .	21
5.3.2	Tụ điện . . . . .	23
5.4	Cảnh báo . . . . .	25
5.4.1	Led phủ màu 5mm Đỏ . . . . .	25



5.4.2	Còi buzz thụ động 5V . . . . .	25
5.5	Kết nối và hiển thị . . . . .	26
5.5.1	Breadboard MB-102 400 Lỗ 85x55x10mm . . . . .	26
5.5.2	Dây cắm test board . . . . .	26
5.5.3	Màn hình hiển thị . . . . .	27
<b>6</b>	<b>Chương 6: Kết nối các thiết bị</b>	<b>28</b>
6.1	Sơ đồ mạch tổng . . . . .	28
6.2	Sơ đồ mạch thực tế . . . . .	29
<b>7</b>	<b>Chương 7: Kiểm thử đánh giá hiệu năng</b>	<b>30</b>
7.1	Mã nguồn . . . . .	30
7.2	Testcase . . . . .	32
7.2.1	Testcase 1: Nhịp tim của người nam trưởng thành . . . . .	32
7.2.2	Testcase 2: Nhịp tim của người nữ trưởng thành . . . . .	33
7.2.3	Testcase 3: So sánh giữa mạch đo nhịp tim; máy đo chuyên dụng và app đo nhịp tim . . . . .	33
<b>8</b>	<b>Chương 8: Tổng kết đề tài</b>	<b>35</b>
8.1	Giá trị thu được sau đề tài: . . . . .	35
8.2	Những khó khăn gặp phải trong quá trình thực hiện đề án . . . . .	35
8.3	Hướng phát triển trong tương lai: . . . . .	35
<b>9</b>	<b>PHỤ LỤC</b>	<b>36</b>
<b>10</b>	<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b>	<b>37</b>

## GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI

Trong thời đại công nghệ phát triển nhanh chóng như hiện nay, sức khỏe và theo dõi các chỉ số sinh lý của cơ thể ngày càng trở nên quan trọng hơn. Trong đó, đo nhịp tim là một chỉ số quan trọng để đánh giá tình trạng sức khỏe và phát hiện sớm các vấn đề liên quan đến tim mạch.

Sức khỏe là một vấn đề quan trọng bậc nhất trong cuộc sống từ xưa đến nay. Sức khỏe liên quan mật thiết đến hầu hết các hoạt động của chúng ta từ làm việc, học tập cho đến vui chơi. Sức khỏe không phải là thứ chúng ta có thể mua. Tuy nhiên, nó có thể là một tài khoản tiết kiệm cực kỳ giá trị. Vì vậy, để tài khoản ấy được ổn định chúng ta cần theo dõi thường xuyên và chủ động hơn.

Một trong những cơ quan quan trọng nhất và ảnh hưởng nhiều nhất đến sức khỏe chúng ta đó là tim, với chức vụ co bóp đều đặn để đẩy máu theo các động mạch và đem dưỡng khí và các chất dinh dưỡng đến toàn bộ cơ thể, đồng thời loại bỏ các chất thải trong quá trình trao đổi chất. Tim hút máu từ tĩnh mạch về tim sau đó đẩy máu đến phổi để trao đổi khí CO<sub>2</sub> lấy khí O<sub>2</sub>.

Với những chức năng tối quan trọng với sức khỏe thì tim là cơ quan cần được theo dõi thường xuyên nhất nhằm chẩn đoán và chữa trị kịp thời khi có những vấn đề về tim mạch. Ngoài ra, việc theo dõi tim thông qua số nhịp tim cũng rất quan trọng trong việc luyện tập thể thao nhằm tránh tình trạng luyện tập quá sức và nguy hiểm đến tính mạng.

Đề tài của nhóm tập trung vào việc phát triển một hệ thống đo nhịp tim và hiển thị kết quả thời gian thực. chúng em sử dụng các công nghệ cảm biến nhịp tim cảm biến điện tử, để thu thập dữ liệu về nhịp tim từ người dùng. Sau đó, chúng em sử dụng các thuật toán xử lý tín hiệu để phân tích dữ liệu và tính toán kết quả đo.

Hệ thống của chúng em cung cấp khả năng đo nhịp tim trong thời gian thực, cho phép người dùng theo dõi và giám sát nhịp tim của mình một cách liên tục. Kết quả đo được hiển thị trực tiếp trên một giao diện đồ họa hoặc màn hình điện tử, cho phép người dùng theo dõi các biểu đồ nhịp tim và nhận thông báo khi có sự thay đổi không bình thường.

Đề tài "Đo nhịp tim và hiển thị kết quả thời gian thực" của chúng em đóng vai

trò quan trọng trong việc cung cấp một công cụ tiện lợi và hiệu quả cho người dùng để theo dõi và chăm sóc sức khỏe của mình.

- Đồ án gồm có 7 chương:

Chương 1: Tìm hiểu về nhịp tim

Chương 2: Đo nhịp tim bằng phương pháp hấp thụ quang học

Chương 3: Xử lý nhiễu tín hiệu

Chương 4: Phân tích thiết kế sơ đồ mạch

Chương 5: Lựa chọn thiết bị

Chương 6: Kết nối các thiết bị

Chương 7: Kết luận và đánh giá nêu phương hướng phát triển

# 1 Chương 1: Tìm hiểu về nhịp tim

## 1.1 Khái niệm

Nhịp tim được hiểu là số lần tim co bóp trong vòng một phút. Đây là thông số đặc trưng của mỗi người và sẽ biến thiên theo sự lão hóa của chúng ta. Nhịp tim được đo theo đơn vị nhịp / phút và bao hàm hai khái niệm:

- Nhịp tim nghỉ ngơi: Được xác định khi bạn đang trong trạng thái nghỉ ngơi và cơ thể không phải cử động mạnh. Một người trưởng thành sẽ có nhịp tim nghỉ ngơi trong khoảng 60 – 100 nhịp / phút.
- Nhịp tim mục tiêu: Là một khoảng giá trị, trong đó tim của bạn hoạt động tốt nhất và mang lại nhiều lợi ích sức khỏe nhất.

## 1.2 Bảng thông số đánh giá nhịp tim

Bảng thông số đánh giá nhịp tim ở trạng thái nghỉ ngơi:

Nhịp tim khi nghỉ ngơi (đối với nam giới) <small>© healthplus.vn</small>							
Độ tuổi	Nhịp/phút						
	Vận động viên	Lý tưởng	Tốt	Trên mức trung bình	Trung bình	Dưới mức trung bình	Không tốt lắm
18-25	49-55	56-61	62-65	66-69	70-73	74-81	82+
26-35	49-54	55-61	62-65	66-70	71-74	75-81	82+
36-45	50-56	57-62	63-66	67-70	71-75	76-82	83+
46-55	50-57	58-63	64-67	68-71	72-76	77-83	84+
56-65	51-56	57-61	62-67	68-71	72-75	76-81	82+
65+	50-55	56-61	62-65	66-69	70-73	74-79	80+

Hình 2: Nhịp tim của người nam bình thường

..

Nhịp tim khi nghỉ ngơi (đối với nữ giới) <span>© healthplus.vn</span>							
Độ tuổi	Nhịp/phút						
	Vận động viên	Lý tưởng	Tốt	Trên mức trung bình	Trung bình	Dưới mức trung bình	Không tốt lắm
18-25	54-60	61-65	66-69	70-73	74-78	79-84	85+
26-35	54-59	60-64	65-68	69-72	73-76	77-82	83+
36-45	54-59	60-64	65-69	70-73	74-78	79-84	85+
46-55	54-60	61-65	66-69	70-73	74-77	78-83	84+
56-65	54-59	60-64	65-68	69-73	74-77	78-83	84+
65+	54-59	60-64	65-68	69-72	73-76	77-84	84+

Hình 3: Nhịp tim của người nữ bình thường

### 1.3 Ý nghĩa của nhịp tim

Ý nghĩa của nhịp tim:

+ Nhịp tim cáo báo động nguy cơ mắc các bệnh thiếu máu cơ tim, có thể dẫn đến tình trạng đột quỵ đe dọa nghiêm trọng đến tính mạng sức khỏe.

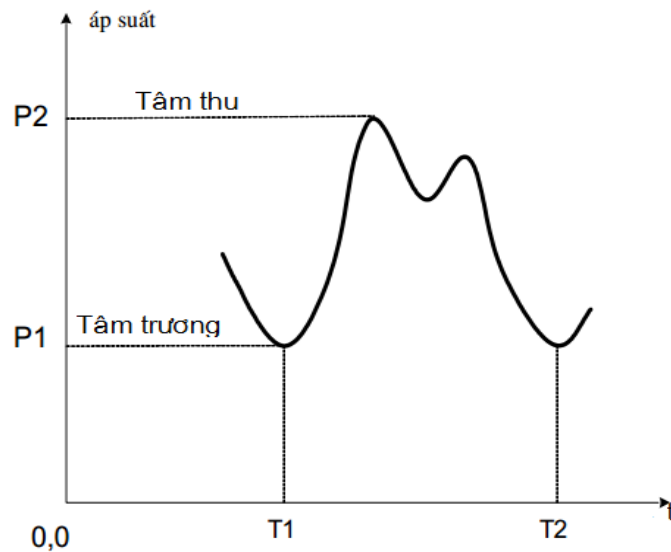
+ Nhịp tim thất thường phản ánh bệnh tim mạch. Tim đập thất thường khiến người bệnh cảm thấy tức ngực, khó thở, tim đập lúc nhanh, lúc chậm và không dứt khoát.

+ Tim đập quá chậm phản ánh bệnh tim mạch yếu.

## 2 Chương 2: Đo nhịp tim bằng phương pháp hấp thụ quang học

### 2.1 Cơ sở lý thuyết:

Khi tim co bóp thì máu sẽ phải đưa vào toàn cơ thể qua động mạch và gây ra sự thay đổi giữa áp lực trên thành động mạch đối với lượng máu đi qua động mạch. Vì vậy, ta sẽ theo dõi nhịp tim thông qua việc đo lường các sự thay đổi đó.



Hình 4: Dạng tín hiệu nhịp tim

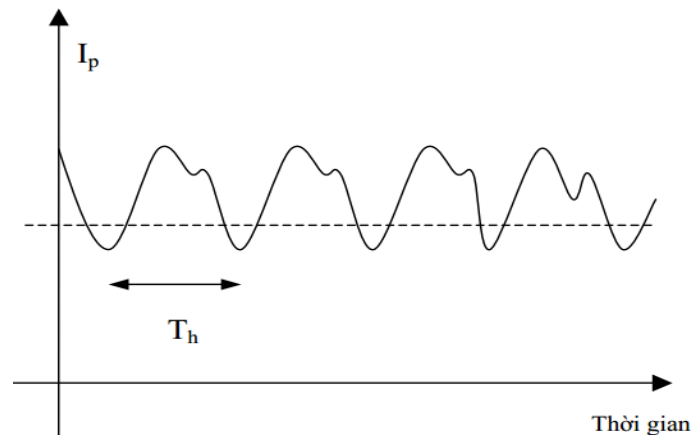
Khi lượng máu trong thành động mạch thay đổi sẽ làm thay đổi mức độ hấp thụ ánh sáng của động mạch, do đó khi một tia sáng được truyền qua động mạch thì cường độ ánh sáng sau khi truyền qua sẽ biến thiên đồng bộ với nhịp tim.

Khi tim giãn ra, lượng máu qua động mạch nhỏ nên hấp thụ ít ánh sáng, ánh sáng sau khi truyền qua động mạch có cường độ lớn, ngược lại khi tim co vào, lượng máu qua động mạch lớn hơn, ánh sáng sau khi truyền qua động mạch sẽ có cường độ nhỏ hơn.

Ánh sáng sau khi truyền qua ngón tay gồm 2 thành phần AC và DC:

- Thành phần DC đặc trưng cho cường độ ánh sáng cố định truyền qua mô, xương và tĩnh mạch.
- Thành phần AC đặc trưng cho cường độ ánh sáng thay đổi khi lượng máu thay

đổi truyền qua động mạch, tần số của tín hiệu này đồng bộ với tần số nhịp tim.



Hình 5: Sự hấp thụ ánh sáng của động mạch khi truyền qua ngón tay

Nếu ta lọc bỏ thành phần DC sẽ thu được tín hiệu AC đồng bộ với tín hiệu nhịp tim.

## 2.2 Vị trí đặt cảm biến:

\*Yêu cầu:

Trong dự án này, mục tiêu được đặt ra là tạo ra một hệ thống cảm biến với các yêu cầu sau:

Vị trí dễ dàng đặt cảm biến: Hệ thống cần có khả năng đặt cảm biến một cách dễ dàng trên người hoặc vật thể mà không gây cản trở hoặc bất tiện.

Khoảng cách thu phát cân đối: Khoảng cách giữa cảm biến và thiết bị thu phát cần được điều chỉnh sao cho không quá gần cũng không quá xa, đảm bảo hiệu suất thu phát tối ưu.

Với những yêu cầu này, quyết định cuối cùng là chọn ngón tay làm vị trí đặt cảm biến. Điều này giúp đảm bảo tính thuận tiện và hiệu quả trong việc thu thập dữ liệu và xử lý thông tin từ cảm biến.

## 3 Chương 3: Xử lý nhiều tín hiệu

### 3.1 Xử lý nhiễu bằng Bộ lọc notch (notch filter)

#### 3.1.1 Định nghĩa

Bộ lọc notch (notch filter) là một loại bộ lọc tín hiệu trong xử lý tín hiệu và điện tử, được thiết kế để loại bỏ hoặc giảm thiểu các tần số cụ thể khỏi tín hiệu đầu vào. Notch filter thường được sử dụng để loại bỏ nhiễu tần số hoặc nhiễu từ một nguồn nào đó, giữ lại các tần số quan trọng khác.

Cơ bản, notch filter hoạt động bằng cách tạo ra một dải tần số hẹp xung quanh tần số mục tiêu (tần số cần loại bỏ). Dải tần số này được gọi là "notch" hoặc "band-stop", vì nó tương đương với việc "ngắt" hay "chặn" tần số mục tiêu. Ngược lại, các tần số khác nằm ngoài dải notch vẫn được truyền qua mạch mà không bị ảnh hưởng nhiều.

Notch filter thường được thực hiện bằng cách sử dụng mạch LRC (điện trở, tụ, cuộn cảm) hoặc thông qua phần mềm xử lý tín hiệu. Điều quan trọng khi thiết kế và sử dụng notch filter là đảm bảo rằng dải notch chỉ tập trung vào tần số cần loại bỏ mà không ảnh hưởng đến các tần số khác quá mức.

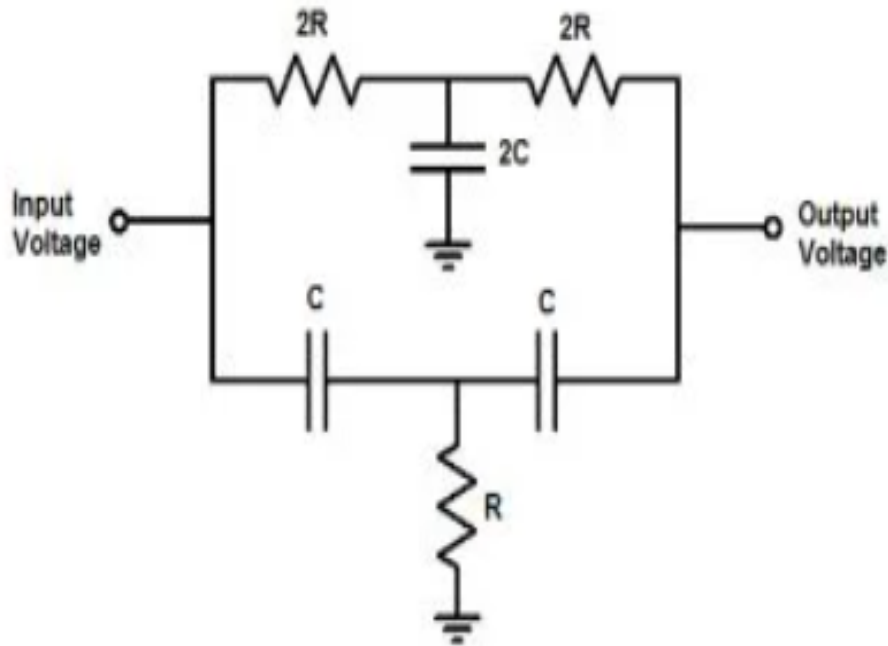
#### 3.1.2 Các trường hợp ứng dụng

Một số ví dụ về tình huống sử dụng notch filter:

- Loại bỏ nhiễu tần số lưới điện: Trong nhiều ứng dụng, tần số 50 Hz hoặc 60 Hz (tùy thuộc vào khu vực địa lý) từ lưới điện có thể gây nhiễu cho các thiết bị điện tử. Notch filter có thể được sử dụng để loại bỏ nhiễu này khỏi tín hiệu.
- Loại bỏ tiếng ồn trong âm nhạc: Trong xử lý âm thanh, notch filter có thể được sử dụng để loại bỏ các tần số tiếng ồn cụ thể khỏi tín hiệu âm nhạc.
- Loại bỏ tần số hồi tiếng trong hệ thống âm thanh: Trong các hệ thống âm thanh trực tiếp (PA systems), notch filter có thể được sử dụng để loại bỏ tiếng hồi tiếng tạo ra từ sự trùng hợp của âm thanh ra và vào micro.



### 3.1.3 Ứng dụng vào dự án



Hình 6: Bộ lọc notch

Tính toán các thông số của tụ điện và điện trở cần sử dụng trong dự án. Sau khi tính toán hoàn tất dự án cần các thông số của tụ điện và điện trở như bảng sau:

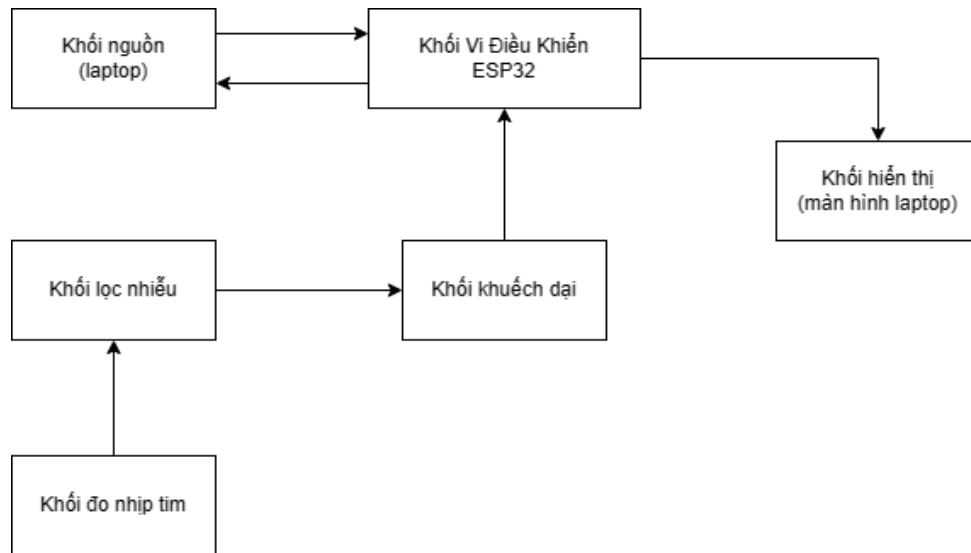
Tên	Giá trị
Điện trở	1 Điện trở có 100 KOhm 1/4W 1% 5 Vòng Màu 1 Điện Trở 200 KOhm 1/4W 1% 5 Vòng Màu
Tụ điện	1 Tụ 15nF 50V 1 Tụ 33nF 50V

Bảng 1: Các thông số của tụ điện và điện trở cần sử dụng

## 4 Chương 4 : Phân tích thiết kế sơ đồ khối

Ở chương trước chúng ta đã được tìm hiểu về nhịp tim con người và phương pháp đo nhịp tim bằng phương pháp quang học, các sử dụng bộ lọc nhiễu. Chương này chúng ta sẽ đi xây dựng sơ đồ khối và chức năng tổng quan của từng khối.

### 4.1 Sơ đồ khối tổng quan



Hình 7: Sơ đồ khối tổng quan

### 4.2 Chức năng các khối

- Khối cảm biến nhịp tim: cảm biến nhịp đập của tim và khuếch đại tín hiệu.
- Khối lọc và khuếch đại: lọc tín hiệu DC và khuếch đại tín hiệu để đưa vào vi điều khiển xử lý.
- Khối xử lý trung tâm: dùng để xử lý tín hiệu vào và xuất tín hiệu ra, điều khiển mọi hoạt động của thiết bị.
- Khối hiển thị: hiển thị kết quả; lựa chọn khối hiển thị là màn hình laptop.
- Khối nguồn: cung cấp nguồn cho các khối khác.

## 5 Chương 5 : Lựa chọn thiết bị

### 5.1 Cảm biến nhịp tim Pluss-Sensor

#### 5.1.1 Tổng quan



Hình 8: Cảm biến nhịp tim Pluss-Sensor

Cảm biến đo nhịp tim Pulse Sensor có 1 sensor quang đo nhịp tim và một bộ lọc nhiễu và khuếch đại tín hiệu.

Cảm biến đo nhịp tim Pulse Sensor sử dụng một đèn LED và một bộ cảm biến quang để đo nhịp tim của người sử dụng. Khi đèn LED phát ra ánh sáng và chiếu qua da, một phần ánh sáng được hấp thụ bởi mô và mạch máu ở lớp da dưới cùng. Trong quá trình này, khi máu chảy qua các mạch máu, sự thay đổi về lượng máu và huyết sắc tố trong mạch máu sẽ tạo ra sự thay đổi về độ hấp thụ ánh sáng.

Tham số	Giá trị
<b>Maximum Ratings</b>	
VCC	3.0 – 5.5V
IMax (Maximum Current Draw)	< 4mA
VOut (Output Voltage Range)	0.3V đến Vcc
<b>Wavelength</b>	
LED Output	565nm
Sensor Input	525nm
<b>Dimensions</b>	
L x W (PCB)	15.8mm (0.625")
Lead Length	20cm (7.8")

Bảng 2: Thông số kỹ thuật cảm biến nhịp tim Pluss-Sensor

5.1.2 Chức năng các chân sử dụng trong dự án

Pulse Sensor	Chức năng
VCC	Kết nối nguồn cấp điện dương (+) đến thiết bị hoặc mạch điện
GND	Thiết lập điểm tham chiếu chung để đảm bảo sự ổn định của tín hiệu và ngăn ngừa các vấn đề về điện áp.
P12	Chân kết nối tín hiệu

Bảng 3: Chức năng các chân sử dụng trong dự án

5.2 Kit RF thu phát WiFi Bluetooth ESP32

5.2.1 Tổng quan



Hình 9: Kit RF thu phát WiFi Bluetooth ESP32

Tham số	Thông số
Module trung tâm	Ai-Thinker ESP32-S
SPI Flash	32Mbits
Frequency Range	2400–2483.5MHz
Interface hỗ trợ	UART/SPI/SDIO/I2C/PWM/I2S/IR/ADC/DAC
Nguồn sử dụng	5VDC từ cổng Micro USB
Tích hợp mạch nạp và giao tiếp	UART CH340
Chuẩn chân cắm	38 chân, khoảng cách 2.54mm, đầy đủ chân ESP32
Tích hợp	Đèn LED Status, nút nhấn IO0 (BOOT) và ENABLE
Kích thước	25.4mm x 48.3mm

Bảng 4: Thông số kỹ thuật của Module Ai-Thinker ESP32-S

### 5.2.2 Chức năng các chân sử dụng trong dự án

Pulse Sensor	Chức năng
VCC	Kết nối nguồn cấp điện dương (+) đến thiết bị hoặc mạch điện
GND	Thiết lập điểm tham chiếu chung để đảm bảo sự ổn định của tín hiệu và ngăn ngừa các vấn đề về điện áp.
P12	Chân kết nối tín hiệu

Bảng 5: Chức năng các chân sử dụng trong dự án

## 5.3 Mạch lọc nhiễu

### 5.3.1 Điện trở

Trong dự án này, nhóm chúng em sử dụng hai điện trở với các thông số như sau:

- Điện Trở 100 KOhm 1/4W 1% 5 Vòng Màu

Thông số kỹ thuật	Giá trị
Điện trở	100 KOhm
Công suất định mức	0.25W
Sai số	$\pm 1\%$
Công nghệ	Carbon Film
Nhiệt độ max	+155°C
Nhiệt độ min	-55°C

Bảng 6: Thông số kỹ thuật sản phẩm



Hình 10: Điện Trở 100 KOhm 1/4W 1% 5 Vòng Màu

- Điện Trở 200 KOhm 1/4W 1% 5 Vòng Màu



Hình 11: Điện Trở 200 KOhm 1/4W 1% 5 Vòng Màu

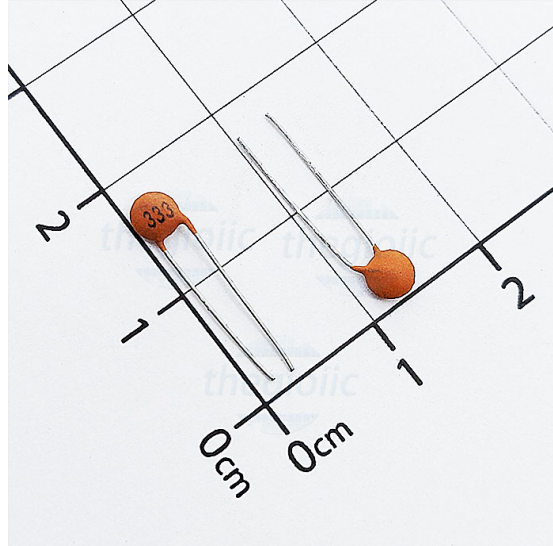
Thông số kỹ thuật	Giá trị
Điện trở	200 KOhm
Công suất định mức	0.25W
Sai số	$\pm 1\%$
Công nghệ	Carbon Film
Nhiệt độ max	+155°C
Nhiệt độ min	-55°C

Bảng 7: Thông số kỹ thuật sản phẩm

### 5.3.2 Tụ điện

Trong dự án này, nhóm chúng em sử dụng hai Tụ điện với các thông số như sau:

- Tụ Gốm Tròn 33nF 50V

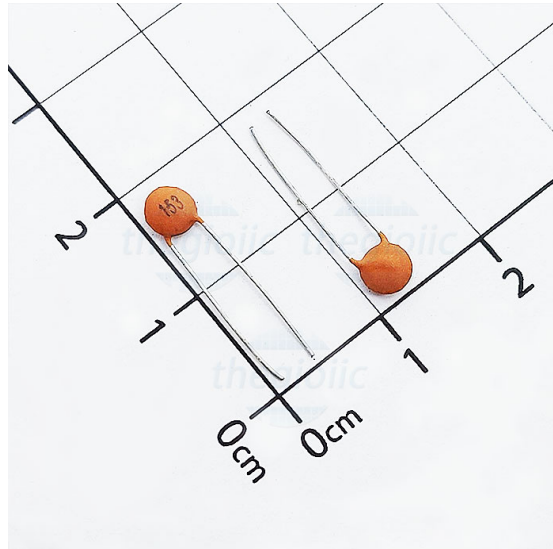


Hình 12: Tụ Gốm Tròn 33nF 50V

Thông số kỹ thuật	Giá trị
Điện dung	33nF
Điện áp	50V
Kiểu chân	Xuyên lỗ
Đóng gói	Radial
Cao (H)	3.2mm
Rộng (W)	3.5mm
Độ dày (T)	1.3mm
Nhiệt độ	-55°C +125°C
Khoảng cách chân (P)	2.54mm
Sai số	±10%

Bảng 8: Thông số kỹ thuật sản phẩm

- Tụ Gốm Tròn 15nF 50V



Hình 13: Tụ Gốm Tròn 15nF 50V2

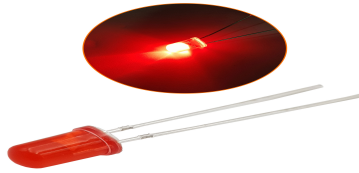
Thông số kỹ thuật	Giá trị
Điện dung	15nF
Điện áp	50V
Kiểu chân	Xuyên lỗ
Đóng gói	Radial
Cao (H)	3.2mm
Rộng (W)	3.5mm
Độ dày (T)	1.3mm
Nhiệt độ	-55°C +125°C
Khoảng cách chân (P)	2.54mm
Sai số	±10%

Bảng 9: Thông số kỹ thuật sản phẩm



## 5.4 Cảnh báo

### 5.4.1 Led phủ màu 5mm Đỏ



Hình 14: Led phủ màu 5mm Đỏ

Thông số kỹ thuật	Giá trị
Loại LED	LED phủ màu
Kích thước	5mm
Điện áp	1.9 – 2.1V
Dòng	10 – 20 mA
Độ sáng	6000 – 8000 MCD
Trọng lượng	2g (10 LED)

Bảng 10: Thông số kỹ thuật LED phủ màu

### 5.4.2 Còi buzz thụ động 5V



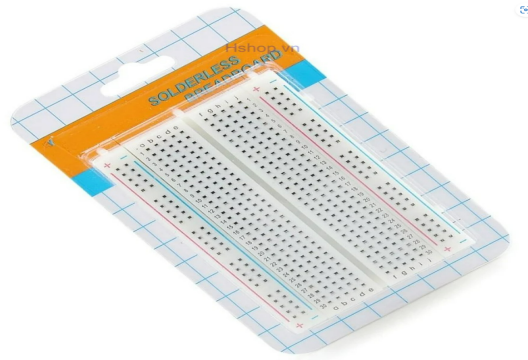
Hình 15: Còi buzz thụ động 5V

Thông số kỹ thuật	Giá trị
Điện áp	5Vdc
Tần số hoạt động	2Khz - 5Khz
Kích thước	12mm x 8.5mm
Trọng lượng	1g

Bảng 11: Thông số kỹ thuật

## 5.5 Kết nối và hiển thị

### 5.5.1 Breadboard MB-102 400 Lỗ 85x55x10mm



Hình 16: Breadboard MB-102 400 Lỗ 85x55x10mm

Thông số	Giá trị
Chất liệu	Nhựa, mỗi tiếp xúc bằng đồng mạ
Số điểm trên Breadboard	400 điểm
Kích thước	85 x 55 x 10 mm

Bảng 12: Thông số kỹ thuật

### 5.5.2 Dây cắm test board



Hình 17: Dây cắm test board

Thông số	Chi tiết
Độ dài	240mm x 4, 200mm x 4, 150mm x 8 và 110mm x 49
Chất liệu	Nhựa
Kết nối	Dễ dàng với Breadboard hoặc Arduino

Bảng 13: Thông số kỹ thuật

### 5.5.3 Màn hình hiển thị



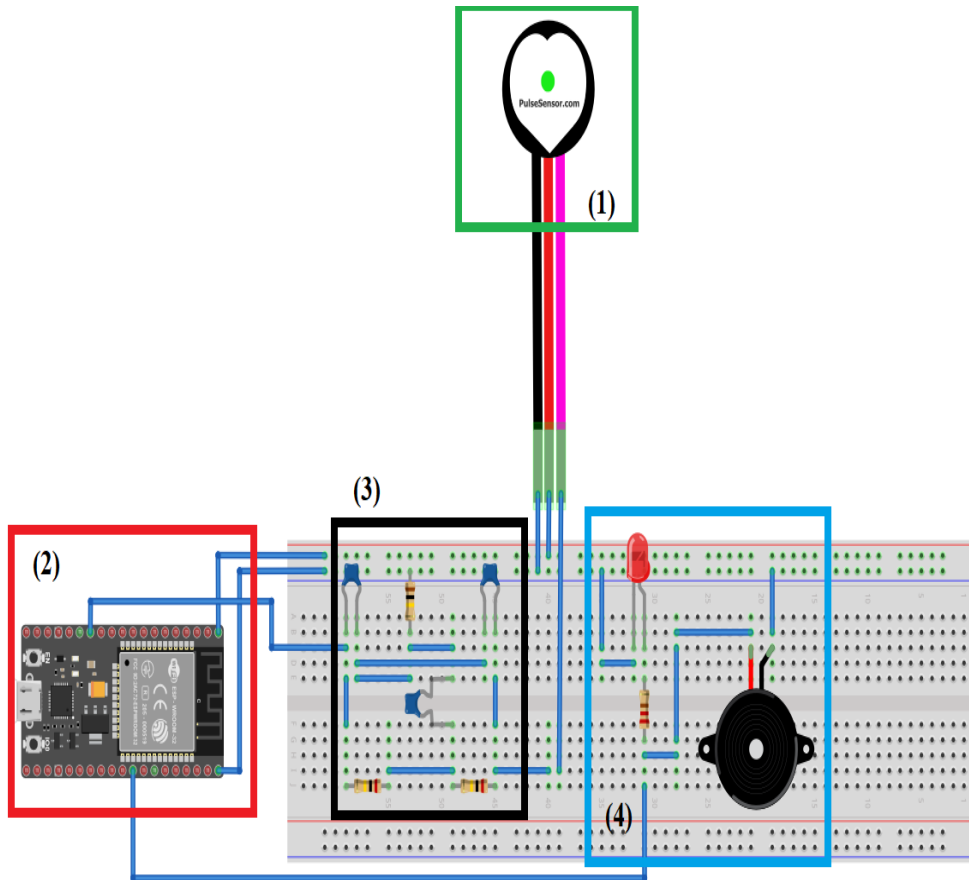
Hình 18: Màn hình hiển thị

Hiển thị thời gian thực: Màn hình hiển thị được các biến số hoặc tín hiệu theo thời gian thực; biểu đồ theo thời gian thực.

Trong dự án này chọn màn hình laptop là nơi hiển thị kết quả.

## 6 Chương 6: Kết nối các thiết bị

### 6.1 Sơ đồ mạch tổng

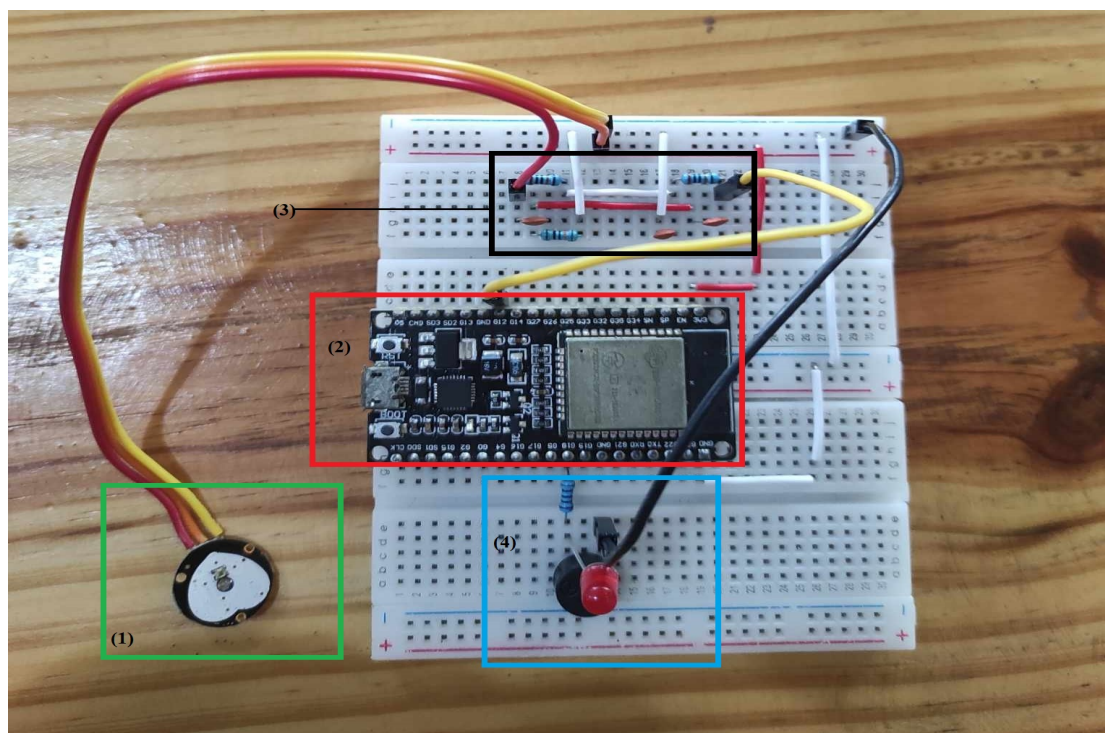


Hình 19: Sơ đồ mạch tổng

Chú thích:

- (1): Khối cảm biến nhịp tim
- (2): Khối xử lý trung tâm
- (3): Khối lọc nhiễu.
- (4): Khối cảnh báo.

## 6.2 Sơ đồ mạch thực tế



Hình 20: Sơ đồ mạch tổng thực tế

Chú thích:

- (1): Khôi cảm biến nhịp tim
- (2): Khối xử lý trung tâm
- (3): Khối lọc nhiễu.
- (4): Khối cảnh báo.

## 7 Chương 7: Kiểm thử đánh giá hiệu năng

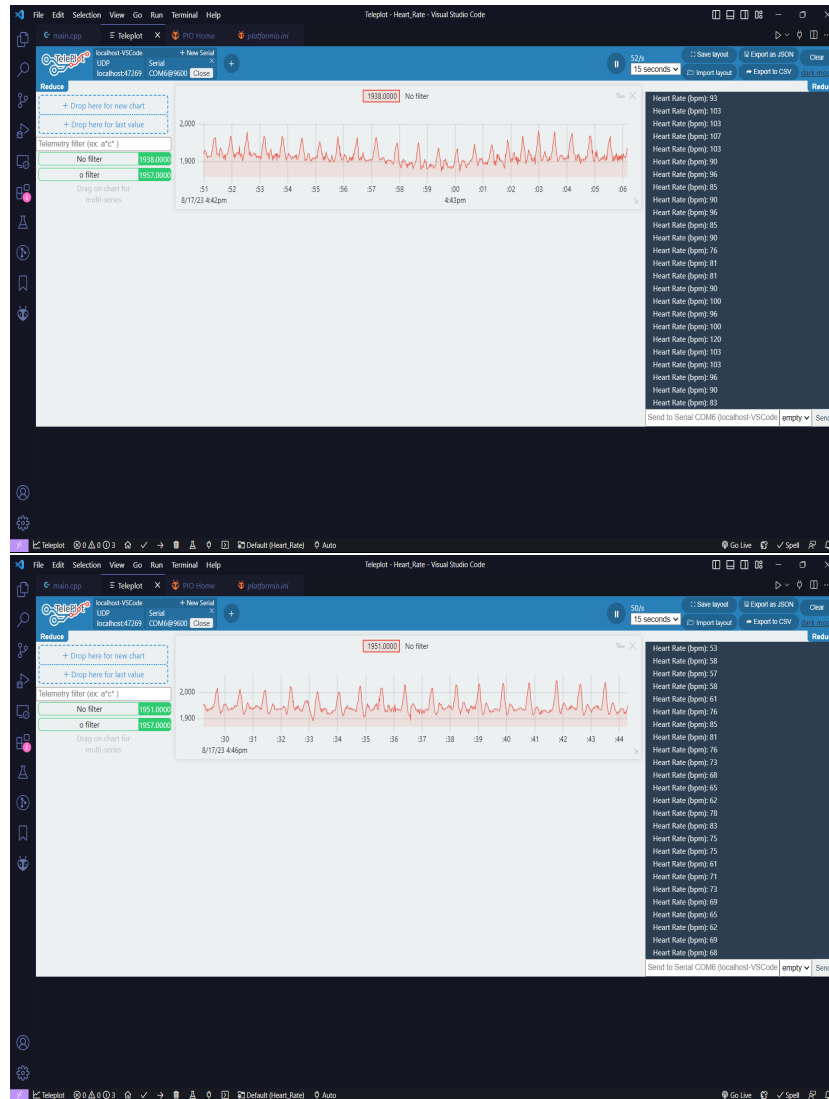
### 7.1 Mã nguồn

```
1 #include <Arduino.h>
2 #include <SimpleKalmanFilter.h>
3 #include <Wire.h>
4
5 // Variables
6 int PulseSensorPin = 12;          // Pulse Sensor PURPLE WIRE connected to ANALOG
   PIN 12
7
8 const float rThreshold = 0.7;
9 const float decayRate = 0.01;
10 const float thrRate = 0.05;
11 const int minDiff = 5;
12
13 // Current values
14 float maxValue = 0;
15 float minValue = 4095;
16 float threshold = 2020;
17
18 // Timestamp of the last heartbeat
19 long lastHeartbeat = 0;
20
21 // Last value to detect crossing the threshold
22 int lastValue = 4095;
23
24 int heartRate(int currentValue){
25     maxValue = (maxValue > currentValue) ? maxValue : currentValue;
26     minValue = (minValue < currentValue) ? minValue : currentValue;
27
28     // Detect Heartbeat
29     float nthreshold = (maxValue - minValue) * rThreshold + minValue;
30     threshold = threshold * (1-thrRate) + nthreshold * thrRate;
31     threshold = min(maxValue, max(minValue, threshold));
32
33     if(currentValue >= threshold && lastValue < threshold && (maxValue-minValue) >
       minDiff && millis() - lastHeartbeat > 300){
34
35         if(lastHeartbeat != 0) {
36             // Show Results
37             int bpm = 60000/(millis() - lastHeartbeat);
38             if(bpm > 50 && bpm < 250) {
39                 Serial.print("Heart Rate (bpm): ");
```

```
40     Serial.println(bpm);
41
42     if(bpm >= 130){
43         Serial.println("HR too high!!!");
44         digitalWrite(18, HIGH);
45     }else{
46         digitalWrite(18, LOW);
47     }
48 }
49 }
50 lastHeartbeat = millis();
51 }
52
53 // Decay for max/min
54 maxValue -= (maxValue-currentValue)*decayRate;
55 minValue += (currentValue-minValue)*decayRate;
56
57 lastValue = currentValue;
58 return currentValue;
59 }
60
61 void setup() {
62     // put your setup code here, to run once:
63     pinMode(18, OUTPUT);
64     Serial.begin(9600);           // Set's up Serial Communication at certain speed.
65 }
66
67 void loop() {
68     // put your main code here, to run repeatedly:
69     int currentValue = heartRate(analogRead(PulseSensorPin));
70
71     //Plot
72     Serial.print(">No filter:");
73     Serial.println(currentValue);
74     delay(20);
75 }
```

## 7.2 Testcase

### 7.2.1 Testcase 1: Nhịp tim của người nam trưởng thành



Hình 21: Màn hình hiển thị Testcase 1

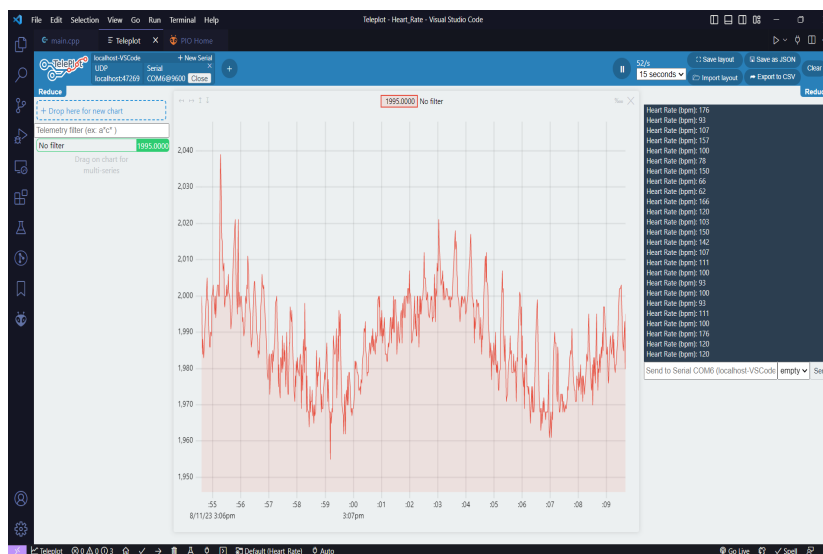
Nhận xét: Quan sát kết quả trên hình ảnh ta thấy được biểu đồ dạng sóng thể hiện nhịp tim theo thời gian thực và kết quả đo được nhịp tim.

+ Nhịp tim dao động người nam thứ nhất từ khoảng 83 đến 120 nhịp/ phút, nhịp tim này nằm trong khoảng này và vẫn được coi là bình thường trong phạm vi điều chỉnh.

+ Nhịp tim dao động người nam thứ hai từ khoảng 53 đến 83 nhịp/ phút, nhịp tim này nằm trong khoảng này và vẫn được coi là bình thường.



### 7.2.2 Testcase 2: Nhịp tim của người nữ trưởng thành



Hình 22: Màn hình hiển thị Testcase 2

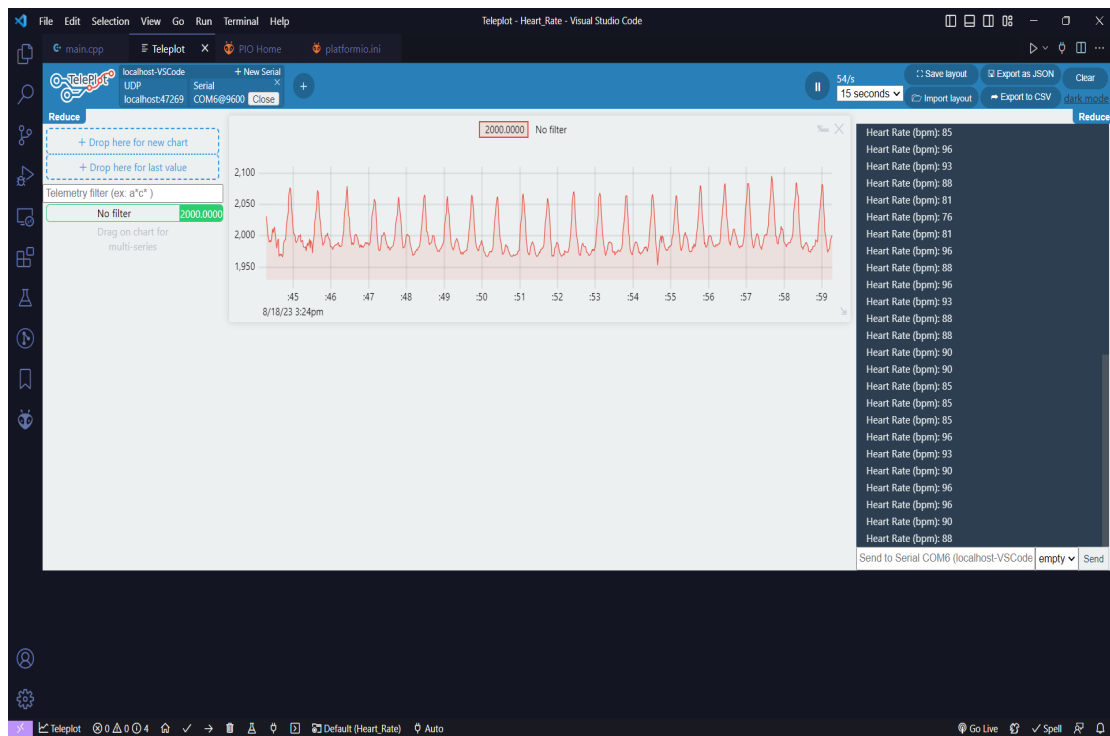
Nhận xét: Quan sát kết quả trên hình ảnh ta thấy được biểu đồ dạng sóng thể hiện nhịp tim theo thời gian thực và kết quả đo được nhịp tim. Như kết quả trên ta nhận xét được bạn nữ trên có thể gặp phải chứng tim đập nhanh. Nhịp tim dao động vào khoảng 66 đến 176 nhịp/ phút.

### 7.2.3 Testcase 3: So sánh giữa mạch đo nhịp tim; máy đo chuyên dụng và app đo nhịp tim

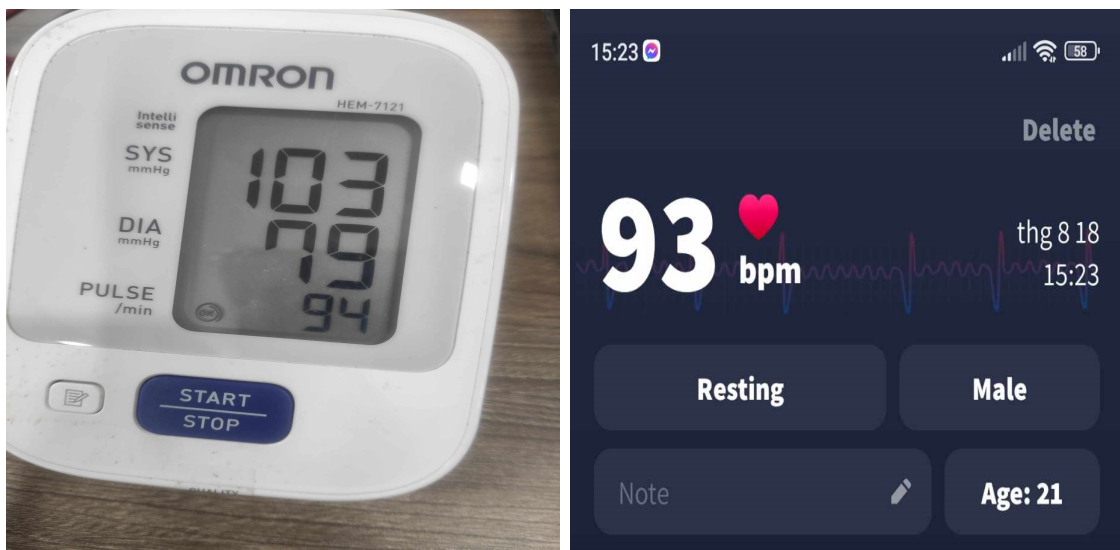
Nhận xét:

Phương pháp	Nguyên lý	Kết quả	Sai số
Dùng Máy đo huyết áp tự động cổ tay OMRON HEM-6181	Khi vòng bít bơm hơi, máy sẽ cảm giác được nhịp đập của động mạch dưới vòng bít. Cảm biến áp lực điện sẽ hiển thị một kết quả số về nhịp tim	94 BPM	Đây dùng làm tham số chuẩn để so sánh
Dùng ứng dụng đo nhịp tim trên CHPlay	Quan sát sự thay đổi nhịp mạch trên đầu ngón tay thông qua camera và đèn flash trên điện thoại	93 BPM	- Sai số khoảng 5 - 10%
Sử dụng mạch được diễn giải trong đồ án	Nguyên lý đã được trình bày ở trên	88 BPM.	- Sai số khoảng 5 - 10%

Bảng 14: Bảng nhận xét về kết quả



Hình 23: Màn hình hiển thị Testcase 3



Hình 24: Màn hình hiển thị khi đo qua App đo nhịp tim (trái); máy đo chuyên dụng (phải)

## 8 Chương 8: Tổng kết đề tài

### 8.1 Giá trị thu được sau đề tài:

Mạch hiển thị được nhịp tim sau khi xử lý bằng vi điều khiển, có thể đo được.

Do thời gian có hạn và kiến thức còn hạn chế nên đề tài còn một số khuyết điểm. LED thu phát hồng ngoại cho kết quả sai số còn lớn và chưa tối ưu.

Qua việc thực hiện đồ án này, em được củng cố kiến thức vi xử lý đã học, kết hợp được với thực tiễn và phục vụ cho công việc tương lai rất nhiều.

### 8.2 Những khó khăn gặp phải trong quá trình thực hiện đồ án

Thiếu thông tin và tài liệu: Đôi khi, việc thu thập thông tin và tài liệu cần thiết cho đồ án có thể gặp khó khăn. Điều này có thể do tài liệu không phổ biến, thông tin khó tiếp cận hoặc hạn chế về thời gian.

Quản lý thời gian: Các thành viên có lúc không sắp xếp được thời gian gặp mặt.

### 8.3 Hướng phát triển trong tương lai:

Cũng với đề tài này, trong tương lai em có thể phát triển nó ở mức cao hơn: nâng cấp cảm biến và thêm chức năng lưu trữ và so sánh kết quả sau nhiều lần đo, kết hợp với các thiết bị khác để sử dụng trong thực tiễn cuộc sống như đồng hồ thời gian thực kèm đo nhiệt độ, hẹn giờ.

## 9 PHỤ LỤC

Danh mục thiết bị được sử dụng trong dự án:

1. Cảm biến nhịp tim Pluss-Sensor

<https://www.thegioiic.com/cam-bien-nhip-tim-pulse-sensor>

2. Kit RF thu phát WiFi Bluetooth ESP32

<https://nshopvn.com/product/kit-rf-thu-phat-wifi-bluetooth-esp32/>

3. Tụ Gốm Tròn 33nF 50V

[https://www.thegioiic.com/tu-gom-tron-33nf-50v?fbclid=IwAR1RTxm\\_hJcM7DjyH](https://www.thegioiic.com/tu-gom-tron-33nf-50v?fbclid=IwAR1RTxm_hJcM7DjyH)

4. Tụ Gốm Tròn 15nF 50V

[https://www.thegioiic.com/tu-gom-tron-15nf-50v?fbclid=IwAR2498MgJ2bKe6s\\_o16i28EZPjue0hw3pbelaC23e\\_GSpfkk9K72CNklAq0](https://www.thegioiic.com/tu-gom-tron-15nf-50v?fbclid=IwAR2498MgJ2bKe6s_o16i28EZPjue0hw3pbelaC23e_GSpfkk9K72CNklAq0)

5. Điện Trở 200 KOhm 1/4W 1% 5 Vòng Màu

[https://www.thegioiic.com/dien-tro-200-kohm-1-4w-1-5-vong-mau?fbclid=IwAR0V\\_PVUj5gx7Uu0jx\\_ELKF1rvabl\\_fkxprU\\_NLKHnksS7IVkMDCh20zxIo](https://www.thegioiic.com/dien-tro-200-kohm-1-4w-1-5-vong-mau?fbclid=IwAR0V_PVUj5gx7Uu0jx_ELKF1rvabl_fkxprU_NLKHnksS7IVkMDCh20zxIo)

6. Điện Trở 100 KOhm 1/4W 1% 5 Vòng Màu

[https://www.thegioiic.com/dien-tro-100-kohm-1-4w-1-5-vong-mau?fbclid=IwAR2MlsSnZ1B47r6TDX\\_S4YGLw63oQCwetd-Lr78BGCdH7qcyFfc3Uk49-\\_s](https://www.thegioiic.com/dien-tro-100-kohm-1-4w-1-5-vong-mau?fbclid=IwAR2MlsSnZ1B47r6TDX_S4YGLw63oQCwetd-Lr78BGCdH7qcyFfc3Uk49-_s)

7. Còi buzz thụ động 5V

<https://nshopvn.com/product/buzz-5v/>

8. Led phủ màu 5mm Đỏ

<https://nshopvn.com/product/led-phu-mau-5mm/?variant=97220>

Danh mục Video mô phỏng

1. Video mô phỏng Testcase 3

[https://drive.google.com/drive/folders/1WR52v-K1MZN8B0VVKTbWv\\_LSa3IZJ8Y0?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1WR52v-K1MZN8B0VVKTbWv_LSa3IZJ8Y0?usp=drive_link)

## 10 TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hướng dẫn sử dụng cảm biến nhịp tim (Pulse Sensor) với Arduino

<https://arduinoakit.vn/huong-dan-su-dung-cam-bien-nhip-tim-pulse-sensor->

2. Chế tạo máy đo nhịp tim

<https://arduinoakit.vn/che-tao-may-do-nhip-tim-pulse-sensor-canh-bao-qua>

3. Heart Rate Module (Part 3)

<https://devxplained.eu/en/blog/heart-rate-module-part-3>

4. HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG - OMRON Healthcare Asia Pacific

<https://www.omronhealthcare-ap.com/Content/uploads/products/22a1361ecdca.pdf>