

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



ĐỒ ÁN MÔN HỌC THIẾT KẾ LUẬN LÝ (CO3091)

Báo cáo

Đọc cảm biến lưu lượng máu để đếm số nhịp tim/ phút
hiển thị dữ liệu thời gian thực lên di động.

GVHD:	ThS. Huỳnh Hoàng Kha	
Sinh viên:	Phan Đức Đạt	- 2113152
	Nguyễn Sỹ Dương	- 2113097
	Mai Trọng Dũng	- 2113064
	Phạm Tiến Đạt	- 2113155

TP. Hồ Chí Minh, 17/9/2023

Mục lục

1	LỜI CẢM ƠN	4
2	LỜI NÓI ĐẦU	5
3	GIỚI THIỆU	6
3.1	Thực trạng đề tài	6
3.2	Tính cấp thiết đề tài	6
3.3	Mục tiêu	7
3.3.1	Đối tượng nghiên cứu	7
3.3.2	Phạm vi nghiên cứu	8
4	CƠ SỞ LÝ THUYẾT	8
4.1	Tín hiệu nhịp tim	8
4.1.1	Nhịp tim là gì?	8
4.1.2	Số nhịp tim trên phút là gì?	8
4.1.3	Các yếu tố nào ảnh hưởng đến nhịp tim?	8
4.1.4	Tín hiệu ECG là gì?	9
4.2	Các phương pháp đo nhịp tim	9
4.2.1	Phương pháp đo thủ công bằng tay	9
4.2.2	Phương pháp đo điện tâm đồ (dùng điện cực)	10
4.2.3	Phương pháp Oscillometric	11
4.2.4	Phương pháp hấp thụ quang học (dùng cảm biến nhịp tim)	12
4.3	Cảm biến nhịp tim MAX30102	14
4.3.1	Thông số kỹ thuật	14
4.3.2	Sơ đồ PINOUT	14
4.4	Vi điều khiển ESP32	14
4.4.1	Thông số kỹ thuật	14
4.4.2	Sơ đồ Pinout	16
4.4.3	Sơ đồ khối	17
5	THIẾT KẾ, THU THẬP VÀ XỬ LÝ TÍN HIỆU	17
5.1	Sơ đồ thiết kế	17
5.2	Sơ đồ nối dây	17
5.3	Thu thập và xử lý dữ liệu	18
6	KẾT QUẢ	19
7	KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN	20
7.1	Kết luận	20
7.2	Hướng phát triển	20
8	TÀI LIỆU THAM KHẢO	21
9	PHỤ LỤC	23

Danh sách hình vẽ

1	Cảm ứng đo nhịp tim	6
2	Heart beat pulse	7
3	Giao diện của MIT Inventor	8
4	Điện tâm đồ bình thường của tim	9
5	Phương pháp đo nhịp tim thủ công ở tay	10
6	Phương pháp đo nhịp tim thủ công ở động mạch cảnh	10
7	Phương pháp đo bằng dùng điện cực	10
8	Phương pháp Oscillometric	11
9	Các loại cảm biến nhịp tim thông dụng	12
10	Photo Transistor	13
11	Công thức tần số cắt cao	13
12	Công thức tần số cắt thấp	13
13	Sơ đồ Pinout của ESP32	16
14	Sơ đồ khối các khối chức năng của ESP32	17
15	Đồ thị giá trị IR và giá trị trung bình tích lũy theo thời gian	18

Danh sách bảng

1	Kết quả nhịp tim đo được	19
---	------------------------------------	----



1 LỜI CẢM ƠN

Trên thực tế không có thành công nào mà không gắn liền với sự hỗ trợ, giúp đỡ dù ít hay nhiều, dù trực tiếp hay gián tiếp của người khác. Trong suốt thời gian kể từ khi nghiên cứu đề tài đến nay, nhóm đã nhận được rất nhiều sự quan tâm, giúp đỡ của thầy hướng dẫn và bạn bè.

Trước tiên, nhóm xin được gửi lời cảm ơn chân thành đến thầy Huỳnh Hoàng Kha, giảng viên của khoa Khoa học & Kỹ thuật máy tính, trường Đại học Bách khoa Tp.HCM. Thầy đã tận tâm giúp đỡ, hỗ trợ và giải đáp các vướng mắc mà nhóm gặp phải khi thực hiện đề tài. Sau khoảng ba tháng nghiên cứu, hiện thực thì nhóm đã hoàn thành đề tài đồ án: ***"Đọc cảm biến lưu lượng máu để đếm số nhịp tim/ phút hiển thị dữ liệu thời gian thực lên di động"***.

Ngoài ra, nhóm cũng xin được cảm ơn Trường Đại học Bách Khoa Tp.HCM vì đã tạo điều kiện tối đa về cơ sở vật chất, tài liệu cùng với trang thiết bị cần thiết để nhóm hoàn thành đề tài.

Xin chân thành cảm ơn!

2 LỜI NÓI ĐẦU

Đề tài đồ án: "*Đọc cảm biến lưu lượng máu để đếm số nhịp tim/ phút hiển thị dữ liệu thời gian thực lên di động*" là một trong những đề tài thuộc môn Đồ án môn học thiết kế luận lý. Với mục tiêu là hiểu được quá trình nghiên cứu, xây dựng các cấu trúc logic của một hệ thống máy tính hoặc phần mềm.

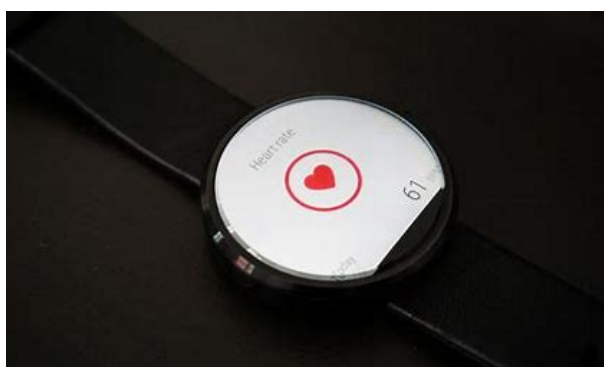
Quá trình này thường bao gồm các bước như đặt ra vấn đề; phân tích yêu cầu; xây dựng các sơ đồ hoặc biểu đồ để mô tả cấu trúc hệ thống; và sau đó là việc triển khai một kế hoạch thực hiện. Mục tiêu của thiết kế luận lý là tạo ra một hệ thống hoặc phần mềm xử lý dữ liệu đầu vào một cách linh hoạt, chính xác.

Cụ thể ở đề tài này là một ứng dụng di động có chức năng hiển thị dữ liệu thời gian thực ra màn hình, với dữ liệu đầu vào từ cảm biến đo lưu lượng máu để đếm nhịp tim. Nhóm dựa vào những đặc điểm của cơ thể mà cụ thể là quá trình bơm máu của tim, để làm cơ sở cho việc phát hiện và tính toán nhịp tim trung bình trong một khoảng thời gian. Kết quả mà nhóm hướng đến là một module có khả năng phát hiện được nhịp tim, tính toán và đưa dữ liệu nhịp tim trung bình trong một phút (bpm) ra màn hình điện thoại.

3 GIỚI THIỆU

3.1 Thực trạng đề tài

Với thực trạng và xu hướng phổ biến của các thiết bị cá nhân nhỏ gọn với chức năng đo chỉ số cơ thể ngày càng phổ biến và được sử dụng rộng rãi. Mục tiêu của nhóm là nghiên cứu và hiện thực một hệ thống nhỏ gọn, linh hoạt giúp người dùng đo được nhịp tim trung bình và nhận được kết quả đơn giản qua một chiếc điện thoại thông minh. Hệ thống này sẽ bao gồm một thiết bị cảm biến đo từ đầu ngón tay của người dùng, sau đó dữ liệu sẽ được gửi đi và xử lý, sau đó được hiển thị trên một ứng dụng android đơn giản, giúp người dùng có thể trực tiếp nắm được nhịp tim trung bình trên thời gian thực.



Hình 1: Cảm ứng đo nhịp tim

Bộ thiết bị này, với tiêu chí là nhỏ gọn, đơn giản với độ chính xác cao. Qua kết nối Bluetooth để truyền dữ liệu giữa module cảm biến và vi điều khiển để xử lý dữ liệu. Ngoài ra, dữ liệu hiển thị đảm bảo tính chính xác và trên thời gian thực.

3.2 Tính cấp thiết đề tài

Các thiết bị y tế đeo bên người nhằm theo dõi hoạt động tập thể dục và sức khỏe cá nhân sẽ trở nên phổ biến hơn trong năm 2023. Nhiều công ty đã nhanh chóng mở rộng mô hình trong những năm gần đây, giới thiệu từ thiết bị đơn giản như máy đo nhịp tim, nồng độ oxy máu đến loại đồng hồ thông minh có khả năng đo điện tâm đồ; loại vải dệt đo và dự đoán huyết áp.

Giống với việc dự báo vấn đề thể chất, các công ty cũng chú trọng phát triển thiết bị có khả năng theo dõi triệu chứng tâm thần. Nghiên cứu xuất bản đầu năm nay cho thấy các chỉ số như giấc ngủ, nhịp tim có thể giúp phân loại người có nguy cơ trầm cảm, rối loạn lo âu.

Các thiết bị y tế sẽ được trang bị bộ xử lý, có khả năng phân tích dữ liệu ngay bên trong, thay vì phải gửi dữ liệu thông qua đám mây. Điều này có hai lợi ích chính. Đầu tiên, nó đảm bảo quyền riêng tư của người dùng, bởi các dữ liệu cá nhân nằm hoàn toàn bên trong thiết bị mà không bị bên thứ ba khai thác. Thứ hai, nó đảm bảo yếu tố tốc độ - điều rất quan trọng đối với các công cụ dùng để phát hiện, cảnh báo tình trạng nguy hiểm trong thời gian thực (chẳng hạn nhồi máu cơ tim hoặc đột quỵ).

Qua các xu hướng công nghệ. Cùng với đó là tầm quan trọng của việc phát hiện sớm các



Hình 2: Heart beat pulse

dấu hiệu bất thường của cơ thể qua các chỉ số như huyết áp, nhiệt độ, nồng độ oxy hay quan trọng hơn cả là nhịp tim để phát hiện sớm hoặc dự đoán các bệnh lý nguy hiểm tới cơ thể. Ví dụ như nhịp tim nhanh hơn bình thường có thể là biểu hiện của bệnh tiểu đường, hoặc stress trong thời gian dài,... Nhận biết được sự cần thiết của các thiết bị đo chỉ số cơ thể mà cụ thể là nhịp tim trong thời gian thực và hiển thị dữ liệu bất cứ khi nào người dùng cần. Nhóm đã chọn đề tài: "**Đọc cảm biến lưu lượng máu để đếm số nhịp tim/ phút hiển thị dữ liệu thời gian thực lên di động**" để nghiên cứu và hiện thực.

3.3 Mục tiêu

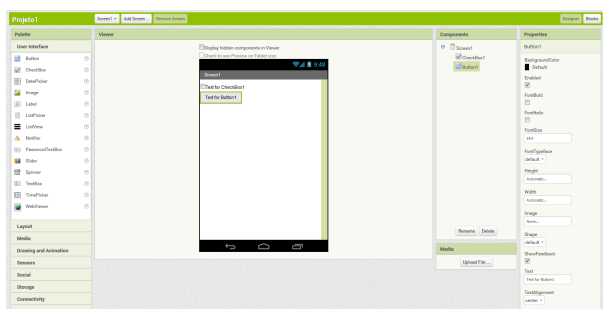
Sử dụng cảm biến để đo nhịp tim bằng phương pháp quang học.

3.3.1 Đối tượng nghiên cứu

- Kiến thức về cách tim người hoạt động và các đặc điểm liên quan.
- Các phương pháp đo nhịp tim.
- Đặc điểm và phân tích chỉ số điện tâm đồ (ECG).
- Nguyên lý hoạt động của module cảm biến.
- Tia IR và biểu đồ xung.
- Thuật toán xử lý tín hiệu đầu vào.
- Thuật toán tính nhịp tim trung bình.
- Vi điều khiển dùng để truyền và xử lý dữ liệu.
- Thiết kế phần mềm hiển thị dữ liệu trên điện thoại thông minh.

3.3.2 Phạm vi nghiên cứu

Nhóm tập trung vào nghiên cứu đo nhịp tim trung bình bằng phương pháp quang học. Nội dung chủ yếu bao gồm thu thập dữ liệu từ **module cảm biến MAX30102 bằng vi điều khiển ESP32**; xử lý và tính toán dữ liệu; thiết kế và hiện thực app hiển thị dữ liệu trên điện thoại thông minh qua MIT Inventor. Phạm vi của đề tài là hệ thống đo nhịp tim nhỏ, gọn với giới hạn là từng cá nhân sử dụng lần lượt.



Hình 3: Giao diện của MIT Inventor

4 CƠ SỞ LÝ THUYẾT

4.1 Tín hiệu nhịp tim

4.1.1 Nhịp tim là gì?

Nhịp tim (Heart Rate - HR) là chỉ số nhịp đập của tim trên một đơn vị thời gian. Nhịp tim có thể thay đổi phụ thuộc vào nhu cầu hấp thụ Oxy và bài tiết Cacbonic của cơ thể. Chỉ số HR sẽ khác nhau giữa các cá thể, giới tính, độ tuổi, tình trạng sức khỏe,... Chỉ số HR thay đổi là dấu hiệu cho thấy sự thay đổi của trạng thái tim, qua đó phản ánh tình trạng sức khỏe cơ thể.

4.1.2 Số nhịp tim trên phút là gì?

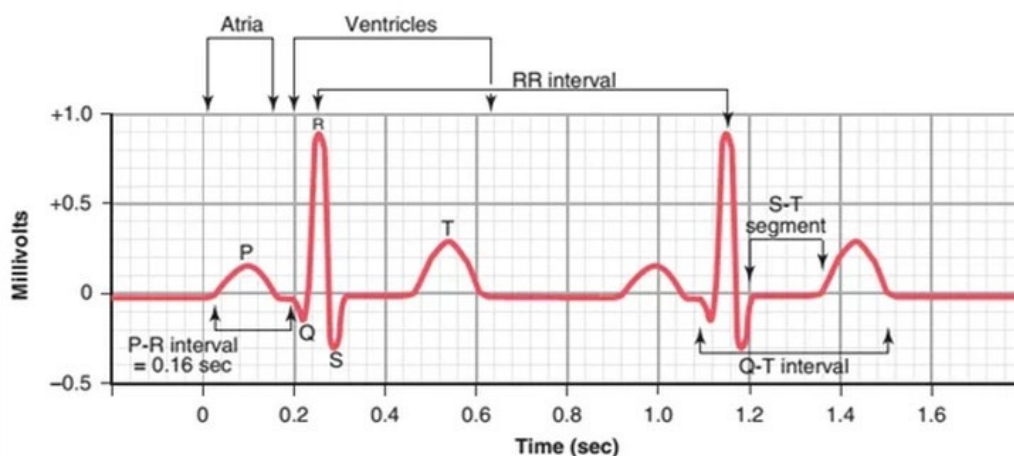
Số nhịp tim trên phút (Beat Per Minute - BPM) là đơn vị đo nhịp tim thường được sử dụng. Để thu được chỉ số HR chính xác nhất, chúng ta nên đo vào thời điểm vừa ngủ dậy lúc sáng sớm. Ở trạng thái thư giãn hoặc cơ thể không bệnh tật: chỉ số HR vào khoảng 60 - 1000 BPM.

4.1.3 Các yếu tố nào ảnh hưởng đến nhịp tim?

- Nhiệt độ môi trường: chỉ số HR tim tăng không quá 10 BPM;
- Trạng thái cơ thể: lo lắng, căng thẳng, quá xúc động gây tăng cao chỉ số HR;
- Kích thước cơ thể: đối với người nặng cân, chỉ số nhịp tim tăng không vượt quá 100 BPM;
- Tác dụng phụ khi sử dụng thuốc: các loại thuốc kìm hãm cơ thể tiết ra adrenaline(beta blocker) làm chậm HR. Dùng thuốc quá liều lượng gây tăng HR.

4.1.4 Tín hiệu ECG là gì?

Tín hiệu ECG (Electrocardiogram) là tín hiệu điện thu được từ các điện cực gắn lên cơ thể người để đo các hoạt động của tim. Khi tim đập tác dụng lên các điện cực tạo ra các xung điện. Thông thường các xung điện này rất nhỏ do đó cần phải khuếch đại lên rồi mới được xử lý. Tín hiệu điện tim được đặc trưng bởi các sóng ký hiệu P, Q, S, T và U.



Hình 4: Điện tâm đồ bình thường của tim

Tín hiệu ECG gồm các thành phần:

- Sóng P: được tạo ra khi tâm nhĩ co (khử cực tâm nhĩ trái và phải), thời gian xuất hiện từ 0.06 đến 0.1 giây;
- Đoạn PR: gồm thời gian khử cực tâm nhĩ và dẫn đến nút AV và kéo dài trong khoảng 0.12 - 0.2 giây;
- Phức QRS: là quá trình khử cực tâm thất: 0.04 - 0.1 giây;
- Đoạn ST: giai đoạn kết thúc quá trình khử cực tâm thất đến trước quá trình tái phân cực;
- Sóng T: quá trình tái phân cực tâm thất, sóng rộng và có độ dốc thấp;
- Sóng U;

4.2 Các phương pháp đo nhịp tim

4.2.1 Phương pháp đo thủ công bằng tay

Nên đo bằng ngón trỏ và ngón giữa. Tuyệt đối không dùng ngón cái vì ở đầu ngón cái có mạch đập làm ảnh hưởng đến kết quả đo.

Đo nhịp tim từ mạch cổ tay: dùng 2 ngón trỏ và ngón giữa của tay dùng để đo áp nhẹ, sát vào cổ tay của tay được đo sao cho bản thân cảm nhận được mạch đập ở đó. Tiến hành đếm số lần

đập của mạch cổ tay trong 60 giây. Lưu ý: có thể mang đồng hồ đeo tay chạy bằng kim ở tay dùng để đo nhằm đạt được kết quả chính xác nhất.



Hình 5: Phương pháp đo nhịp tim thủ công ở tay

Đo nhịp tim từ động mạch cảnh: Dùng ngón trỏ và ngón giữa của tay phải áp vào vùng cổ bên trái ngay dưới xương hàm. Ấn nhẹ tay cho đến khi cảm thấy nhịp đập của mạch sau đó đếm nhịp tim trong 60 giây.



Hình 6: Phương pháp đo nhịp tim thủ công ở động mạch cảnh

4.2.2 Phương pháp đo điện tâm đồ (dùng điện cực)

Sử dụng 10 điện cực với miếng dính vào da ngực, cánh tay và chân của người được đo. Tất cả các vùng cơ thể trên đều phải trơn nhẵn (nếu có lông thì bác sĩ sẽ cạo một ít) và được cạo khử trùng. Trong quá trình đo, người được đo nằm ngửa, máy tính sẽ tạo ra một đồ thị hiển thị trên màn hình của máy đo điện tim: các xung điện đi qua tim và lưu dữ liệu vào bộ nhớ.

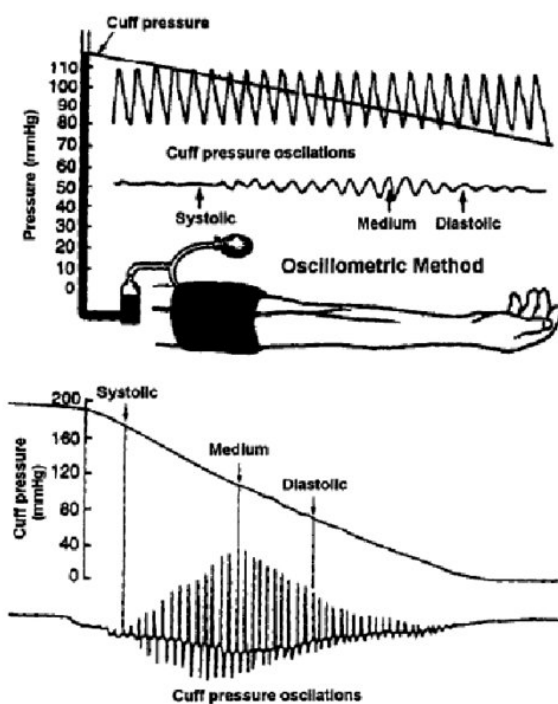


Hình 7: Phương pháp đo bằng dùng điện cực

Nếu đặt tim vào hệ tọa độ không gian ba chiều Oxyz (Hệ tọa độ Descartes) thì hình chiếu đường cong của không gian này lên cả ba mặt phẳng đều có dạng ba đường con tên là P, QRS, T. Vector tạo đường cong trên mặt phẳng chính diện chính là vector điện tim. Tín hiệu thu được từ các điện cực sẽ được xử lý và hiển thị trên máy đo điện tim.

4.2.3 Phương pháp Oscillometric

Dùng một bao khí có gắn cảm biến và quấn quanh bắp tay (nơi có động mạch chảy qua). Giơ tay sang ngang sao cho bắp tay được quấn bao khí ngang với tim. Bơm căng bao khí nhằm để áp suất trong bao cao (200mmHg đối với người già và 180mmHg đối với các đối tượng khác). Việc này nhằm khiến máu không chảy được trong động mạch ở chỗ được quấn bao khí. Xả từ từ khí trong bao ra để áp suất trong bao khí thay đổi theo nhịp đập của tim. Từ đó tín hiệu điện cảm biến áp suất đưa ra cũng thay đổi đồng bộ với nhịp tim. Chu kỳ thay đổi ứng với chu kỳ của tim.

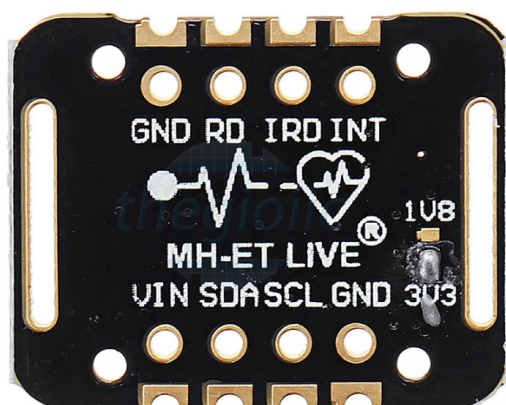


Hình 8: Phương pháp Oscillometric

Nhược điểm lớn của phương pháp này là cần đo trong một khoảng thời gian đủ lớn nhất định nếu muốn có kết quả chính xác. Ngoài ra, bao khí chặn nghẽn dòng máu trong động mạch nơi khuỷu tay lại nên mạch đập của tim nhận được sẽ bị sai khác so với bình thường. Độ lệch sai khác này nhỏ nhưng ít nhiều vẫn ảnh hưởng đến độ chính xác của kết quả.

4.2.4 Phương pháp hấp thụ quang học (dùng cảm biến nhịp tim)

Để hiện thực được phương pháp này, người ta dùng cảm biến nhịp tim. Trên thị trường hiện nay có nhiều loại, nhưng đa số đều sẽ gồm đèn LED (màu đỏ), đèn hồng ngoại IR và Photo Transistor hoặc Photodiode.

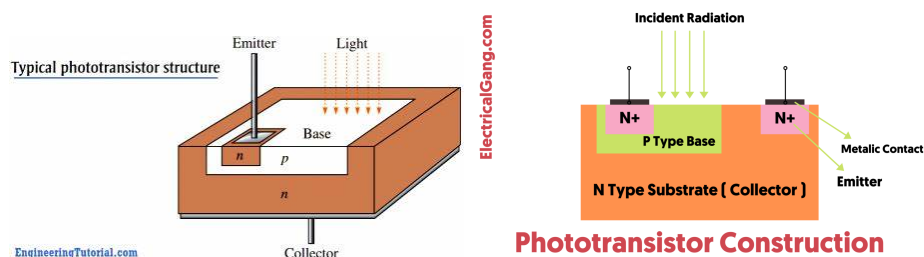


Hình 9: Các loại cảm biến nhịp tim thông dụng

Khi tim đập, máu giàu Oxy và chất dinh dưỡng sẽ được đẩy vào động mạch và các mao mạch của cơ thể. Hemoglobin (Hb) là một loại protein nằm trong tế bào hồng cầu có trong máu có nhiệm vụ vận chuyển Oxy đến các tế bào khắp cơ thể. Hemoglobin gồm 2 dạng với sự khác biệt rõ rệt: Hemoglobin mang Oxy hấp thụ ánh sáng hồng ngoại mạnh hơn và Hemoglobin không mang Oxy lại hấp thụ ánh sáng đỏ tốt hơn.

Tận dụng được tính chất đó của Hemoglobin, khi chiếu ánh sáng hồng ngoại qua các vị trí có mạch máu trên cơ thể sẽ xảy ra hai trường hợp sau:

- Tim dẫn: lượng máu được tổng từ tim đến động mạch và các mao mạch còn ít. Dẫn đến ít protein Hb. Từ đó ánh sáng hồng ngoại được Hb hấp thụ ít. Nên cường độ ánh sáng hồng ngoại phản xạ lại Photo Transistor nhiều. Khiến điện áp đầu ra trên Transistor cũng cao theo.
- Tim co (có 1 nhịp đập): lượng máu được tổng từ tim đến động mạch và các mao mạch nhiều lên. Dẫn đến protein Hb cũng nhiều theo. Từ đó ánh sáng hồng ngoại được Hb hấp thụ nhiều. Nên cường độ ánh sáng hồng ngoại phản xạ lại Photo Transistor ít đi. Khiến điện áp đầu ra trên Transistor thấp.



Hình 10: Photo Transistor

Điện áp đầu ra ở Photo Transistor thay đổi dựa vào lượng ánh sáng hồng ngoại được là do cấu tạo của Photo Transistor. Loại Transistor được dùng cho cảm biến là Transistor NPN. Do chủ yếu dùng dòng điện I_{BC} nên cực Base và Collector rất lớn so với cực Emitter. Trên Transistor, mối nối B-C có những lỗ nhỏ đóng vai trò là những thấu kính hội tụ giúp tập trung nhiều ánh sáng hơn. Vật liệu làm ra Photo Transistor là các vật liệu bán dẫn và có hiệu suất hấp thụ ánh sáng cao: Gali, Arsenides.

Ánh sáng hồng ngoại phản xạ chiếu vào Photo Transistor gây ra hiện tượng quang điện trong: ánh sáng hồng ngoại làm các electron của vật liệu bán dẫn ở cực Base bật ra khỏi hạt nhân của chúng. Các electron tự do này làm vùng nghèo Base-Collector thu hẹp nên dòng điện BC tăng đáng kể. Như vậy, tùy vào cường độ ánh sáng phản xạ là mạnh hay yếu mà điện áp đầu vào (dòng điện BC của Transistor) sẽ lớn hay nhỏ.

Điện áp trên được đưa qua mạch lọc thông cao (lọc lấy tín hiệu AC và loại bỏ tín hiệu DC) với tần số cắt cao:

$$f_{c_H} = \frac{1}{2\pi R_1 C_1} \approx 0,6(Hz)$$

Hình 11: Công thức tần số cắt cao

Sau khi được lọc thông cao, tín hiệu tiếp tục được khuếch đại với hệ số khuếch đại tối đa $K = 34$. Sau đó được lọc thông thấp để loại bỏ tạp nhiễu ở tần số cao (do ánh sáng, rung) với tần số cắt thấp:

$$f_{c_L} = \frac{1}{2\pi R_5 C_2} \approx 15(Hz)$$

Hình 12: Công thức tần số cắt thấp

Tín hiệu cuối cùng được đưa vào mạch so sánh để chuyển từ dạng điện áp tương tự (Analog) sang dạng điện áp số (Digital) và đưa vào xử lý trong khối điều khiển. Tín hiệu đầu ra ở mức 0 và mức 1 tương ứng với lúc không có nhịp tim và có một nhịp đập.

4.3 Cảm biến nhịp tim MAX30102

4.3.1 Thông số kỹ thuật

- Điện áp đặt 2 đầu: 2,5 - 5 (V) (dòng DC: 1 chiều);
- Cường độ dòng điện đặt vào: 6 (mA);
- Kích thước: dài 1,9 (cm), rộng 1,4 (cm), dày 3 (mm);
- Loại giao tiếp: I2C;

4.3.2 Sơ đồ PINOUT

<Hình ảnh sơ đồ pinout>

- VIN: cấp nguồn, cỡ 3,3 tới 5V
- SCL: chân đồng hồ nối tiếp I2C
- SDA: chân dữ liệu nối tiếp I2C
- INT: chân ngắt, hoạt động ở mức 0 (tích cực mức thấp):
 - Mức 1: không hoạt động, được duy trì ở mức này nhờ điện trở trên bo mạch
 - Mức 0: hoạt động, cho đến khi ngắt bị xóa thì lên lại mức
- IRD: IR Led Cathode và LED Driver điểm kết nối
- RD: Cathod LED màu đỏ và điểm kết nối trình điều khiển LED
- GND: nối với chân đất (GND)

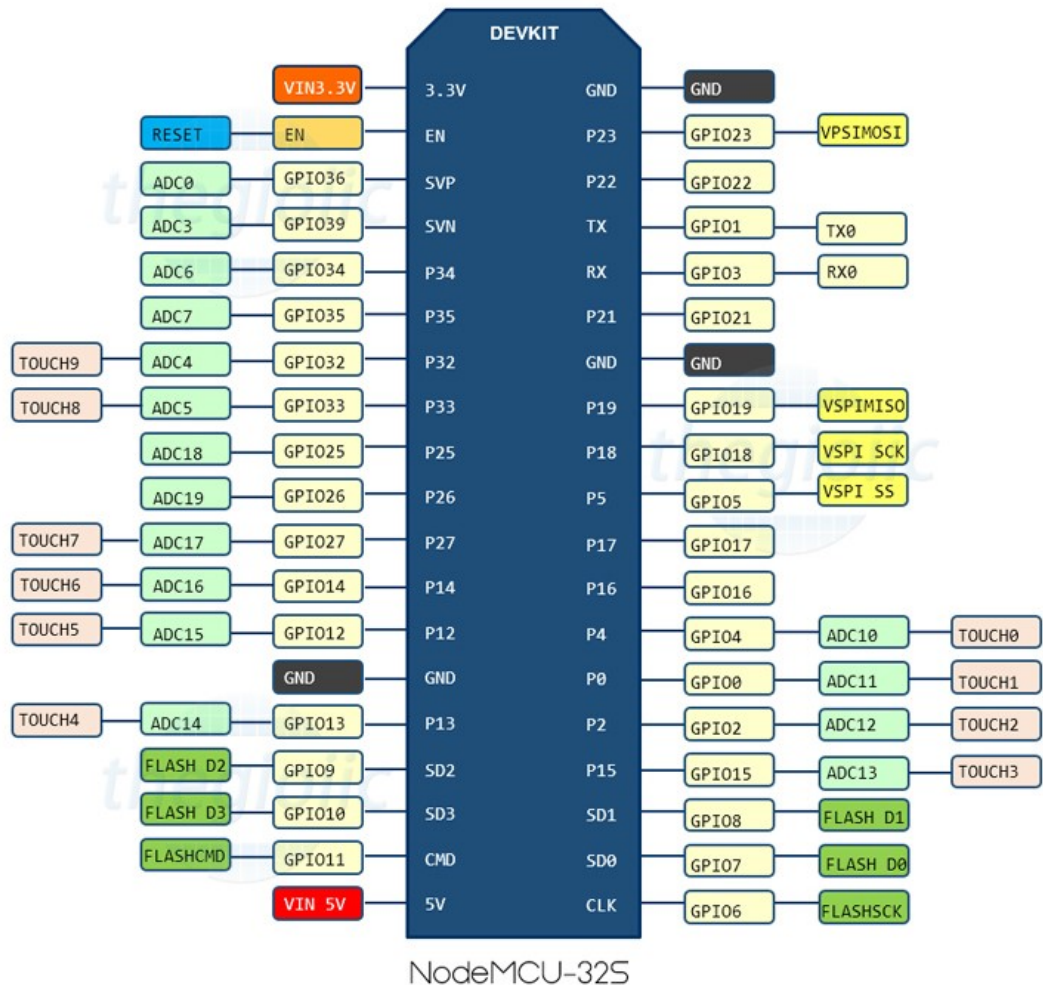
4.4 Vi điều khiển ESP32

4.4.1 Thông số kỹ thuật

- Điện áp đầu vào: 5V
- Mức logic: 3,3V
- Khoảng tần số của Wifi: 2,4 Ghz – 2,5 Ghz
- Tần số clock dao động từ 80 Mhz đến 240 Mhz, hỗ trợ RTOS.
- Hỗ trợ giao thức: UART/GPIO/ADC/SDIO/SD card/PWM/I2C/I2S.
- Giao thức Wifi: IEEE 802.11 b/g/n (802.11, speed up lên tới 150 Mbps)
- Bluetooth: 4.2
- Kích thước: 51,4mm * 25,4mm
- Bộ xử lý:
 - CPU: Bộ vi xử lý Xtensa lõi kép (hoặc lõi đơn) 32-bit LX6, hoạt động ở tần số 240 MHz (160 MHz cho ESP32-S0WD và ESP32-U4WDH) và hoạt động ở tối đa 600 MIPS (200 MIPS với ESP32-S0WD/ESP32-U4WDH)

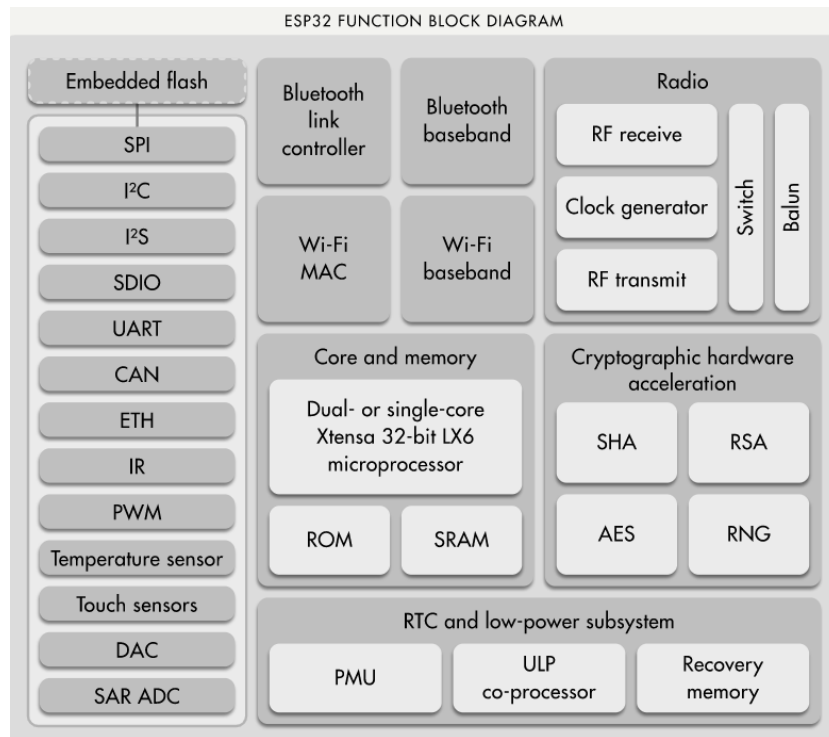
- Bộ đồng xử lý (co-processor) công suất cực thấp (Ultra low power, viết tắt: ULP)
- Hệ thống xung nhịp: CPU Clock, RTC Clock và Audio PLL Clock
- Bộ nhớ nội: 448 KB bộ nhớ ROM và 520 KB bộ nhớ SRAM. Trong đó, 8 Kb RAM RTC tốc độ cao – 8 Kb RAM RTC tốc độ thấp (dùng ở chế độ DeepSleep).
- Kết nối không dây: Wi-Fi: 802.11 b/g/n và Bluetooth: v4.2 BR/EDR và BLE
- Bảo mật:
 - Hỗ trợ tất cả các tính năng bảo mật chuẩn IEEE 802.11, bao gồm WPA, WPA/WPA2 và WAPI.
 - Secure boot (tạm dịch: khởi động an toàn)
 - Mã hóa flash
 - 1024-bit OTP, lên đến 768-bit cho khách hàng
 - Tăng tốc phần cứng mật mã: AES, SHA-2, RSA, mật mã đường cong elliptic (ECC – elliptic curve cryptography), bộ tạo số ngẫu nhiên (RNG – random number generator)
- Quản lý năng lượng:
 - Bộ ổn áp nội với điện áp rơi thấp (internal low-dropout regulator)
 - Miền nguồn riêng (individual power domain) cho RTC
 - Dòng 5 micro Ampe cho chế độ deep sleep
 - Trở lại hoạt động từ ngắt GPIO, timer, đo ADC, ngắt với cảm ứng điện dung.
- Hỗ trợ tất cả các loại giao tiếp:
 - 2 bộ chuyển đổi số sang tương tự (DAC) 8 bit
 - 18 kênh bộ chuyển đổi tương tự sang số (ADC) 12 bit.
 - 2 cổng giao tiếp I²C
 - 3 cổng giao tiếp UART
 - 3 cổng giao tiếp SPI (1 cổng cho chip FLASH)
 - 2 cổng giao tiếp I²S
 - 10 kênh ngõ ra điều chế độ rộng xung (PWM)
 - SD card/SDIO/MMC host
 - Ethernet MAC hỗ trợ chuẩn: DMA và IEEE 1588
 - CAN bus 2.0
 - IR (TX/RX)
- Các cảm biến được tích hợp trên module:
 - 1 cảm biến Hall (cảm biến từ trường)
 - 1 cảm biến đo nhiệt độ
 - Cảm biến chạm (điện dung) với 10 đầu vào khác nhau

4.4.2 Sơ đồ Pinout



Hình 13: Sơ đồ Pinout của ESP32

4.4.3 Sơ đồ khối



Hình 14: Sơ đồ khối các khối chức năng của ESP32

5 THIẾT KẾ, THU THẬP VÀ XỬ LÝ TÍN HIỆU

5.1 Sơ đồ thiết kế

Hình kết nối giữa các thiết bị, hoặc là một cái flow chart mô tả đường đi của dữ liệu.

5.2 Sơ đồ nối dây

MAX30102	ESP32
VCC	3.3V
SCL	GPIO22
SDA	GPIO21
GND	GND

Bảng 1: Sơ đồ nối dây cảm biến nhíp tim MAX30102 với vi điều khiển ESP32

5.3 Thu thập và xử lý dữ liệu

Ý tưởng:

- Thu thập giá trị IR, khử nhiễu, kiểm tra nó có phải 1 nhịp không.
- Đếm số nhịp trong t thời gian và xuất ra màn hình kết quả là $(\text{Số lượng nhịp tim} * 60) / t$.

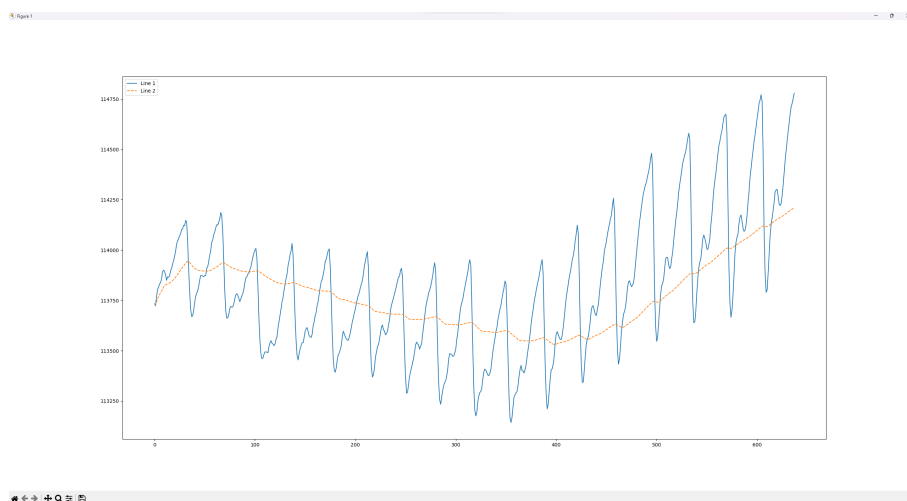
Thu thập tín hiệu:

Trong đề tài này nhóm chúng em có sử dụng thư viện [SparkFun_MAX3010x_Sensor_Library](#). Mục đích của việc sử dụng thư viện là tái sử dụng hàm `getIR()`. Hàm này dùng để đọc giá trị của tia hồng ngoại. Cụ thể là tia này sau khi chiếu qua da sẽ bị hấp thụ bởi tế bào và máu và sẽ được phản xạ lại. Dựa trên giá trị IR thu được này chúng ta sẽ có thể tính toán nhịp tim.

Xử lý tín hiệu:

Sau khi thu thập được giá trị IR, để tính toán ra được nhịp tim ta thực hiện các bước sau:

1. Đọc giá trị IR từ cảm biến.
2. Tính giá trị trung bình tích lũy (20 giá trị gần nhất).
3. So sánh giá trị IR từ cảm biến với giá trị ngưỡng (threshold). Ở đây, giá trị ngưỡng là giá trị trung bình tích lũy. Nếu vượt ngưỡng thì tăng thêm một nhịp tim.
4. Tính số lượng nhịp tim BPM bằng cách lấy $(\text{giá trị nhịp tim thu được trong thời gian } t(\text{giây})) * 60 / t$.



Hình 15: Đồ thị giá trị IR và giá trị trung bình tích lũy theo thời gian

Giải thích các thành phần trong đồ thị:

- Đường màu xanh: Đại diện cho giá trị IR.
- Đường nét đứt màu vàng: Đại diện cho giá trị trung bình tích lũy.

6 KẾT QUẢ

STT	Họ và Tên	Kết quả đo nhịp tim	Đo thủ công
1	Phan Đức Đạt	Lần 1: 80 Lần 2: 84 Lần 3: 84 Lần 4: 80	80
2	Nguyễn Sỹ Dương	Lần 1: 84 Lần 2: 80 Lần 3: 88 Lần 4: 84	82
3	Mai Trọng Dũng	Lần 1: 76 Lần 2: 80 Lần 3: 84 Lần 4: 76	77
4	Phạm Tiến Đạt	Lần 1: 76 Lần 2: 80 Lần 3: 80 Lần 4: 84	80

Bảng 1: Kết quả nhịp tim đo được

Nhận xét:

- Ưu điểm: Kết quả thu được tương đối chính xác so với cách đo bằng thủ công.
- Khuyết điểm: Vẫn còn xảy ra sai số, do cách nhóm chọn là đo 15s sau đó nhân lên 4 để ra được giá trị BPM dẫn đến cứ mỗi 1 lần xảy ra sai số trong 15s đo sẽ dẫn tới kết quả thu được sẽ lệch 4 giá trị so với thực tế.

7 KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

7.1 Kết luận

Qua đề tài "Đọc cảm biến lưu lượng máu để đếm số nhịp tim/ phút hiển thị dữ liệu thời gian thực lên di động" nhóm đã xây dựng và thiết kế thành công một thiết bị đo nhịp tim đơn giản sử dụng cảm biến MAX30102, vi điều khiển ESP8266, cũng như tạo 1 ứng dụng di động, giúp cho thiết bị có thể gửi dữ liệu nhịp tim đo được sang các thiết bị khác. Đồng thời, nhóm cũng đã đạt được những mục tiêu đề ra từ ban đầu và nghiên cứu các nội dung sau để hoàn thành dự án:

- Cách sử dụng và lập trình trên module ESP32.
- Nguyên lý hoạt động và cách sử dụng module MAX30102.
- Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của nhịp tim.
- Cách hoạt động của nhịp tim và hệ tuần hoàn của cơ thể người.
- Các phương pháp xác định nhịp tim phổ biến trong y học.
- Giải thuật giúp xác định nhịp tim.
- Sử dụng MIT App Inventor để tạo ra một ứng dụng di động giúp kết nối với vi điều khiển.

7.2 Hướng phát triển

Trong tương lai, có thể nhóm sẽ phát triển đề tài này hơn theo các hướng sau:

- Tăng độ chính xác: Cảm biến đo nhịp tim cần được cải thiện độ chính xác để có thể đáp ứng được các yêu cầu khắt khe của y tế và chăm sóc sức khỏe. Để tăng độ chính xác của nhịp tim có thể có thể nghiên cứu các phương pháp sau:
 - Sử dụng các thuật toán xử lý tín hiệu tiên tiến hơn để lọc nhiễu và loại bỏ các yếu tố ảnh hưởng đến độ chính xác của cảm biến.
 - Sử dụng các nguồn ánh sáng có bước sóng phù hợp hơn với đặc điểm sinh lý của da người.
 - Sử dụng các cảm biến quang học có độ phân giải cao hơn.
- Giảm kích thước: Cảm biến đo nhịp tim cần được giảm kích thước để có thể tích hợp vào các thiết bị đeo được như đồng hồ thông minh, vòng đeo tay thông minh,....
- Tăng tính tiện dụng: Cảm biến đo nhịp tim cần được tăng tính tiện dụng để người dùng có thể sử dụng dễ dàng và thuận tiện, có thể tích hợp cảm biến đo nhịp tim với các tính năng khác của thiết bị đeo được, như theo dõi giấc ngủ, theo dõi hoạt động thể chất,...

Các hướng phát triển này sẽ giúp cảm biến đo nhịp tim trở nên phổ biến hơn trong cuộc sống, góp phần nâng cao chất lượng cuộc sống của con người. Đồng thời, về phần mềm, cơ sở dữ liệu có thể hỗ trợ để lưu trữ, quản lý nhiều thiết bị đo nhịp tim, kết hợp trí tuệ nhân tạo để đưa ra chuẩn đoán, cảnh báo bệnh một cách chính xác và sớm nhất.

8 TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Hồng Nụ (2021), *Hướng dẫn từ A đến Z cách đo nhịp tim tại nhà*, truy cập 01/12/2023 từ [https://benhvienphuongdong.vn/huong-dan-tu-a-den-z-cach-do-nhip-tim-tai-nha/].
2. Debashis Das (2022), *How MAX30102 Pulse Oximeter and Heart Rate Sensor Works and how to Interface it with Arduino?*, truy cập 01/12/2023 từ [https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/how-max30102-pulse-oximeter-and-heart-rate-sensor-works-and-how-to-interface-with-arduino].
3. Thục Linh (2022), *Những xu hướng chăm sóc sức khỏe năm 2023*, truy cập 02/12/2023 từ [https://vnexpress.net/nhung-xu-huong-cham-soc-suc-khoe-nam-2023-4554335.html].
4. Viện y học ứng dụng Việt Nam (2018), *NHỊP TIM CÓ THỂ NÓI CHO BẠN BIẾT ĐIỀU GÌ*, truy cập 02/12/2023 từ [https://wellcare.vn/y-hoc-thuong-thuc/nhip-tim-co-the-noi-cho-ban-biet-dieu-gi].
5. Sabrina Hobson (2023), *Infrared (IR) LEDs and where they are used*, truy cập 02/12/2023 từ [https://community.element14.com/products/manufacturers/intelligent-led-solutions/b/blog/posts/infrared-ir-leds-and-where-they-are-used].
6. Trúc Phạm (2022), *Công thức tính nhịp tim: Cách tính đơn giản và chính xác*, truy cập 02/12/2023 từ [https://helloworldsi.com/benh-tim-mach/roi-loan-nhip-tim/cong-thuc-tinh-nhip-tim/].
7. STYLE Editor (2022), *9 trong số các thiết bị theo dõi nhịp tim tốt nhất năm 2022*, truy cập 02/12/2023 từ [https://stylemagazine.vn/9-trong-so-cac-thiet-bi-theo-doi-nhip-tim-tot-nhat-nam-2022/].
8. Margaret Rouse (2018), *Real-Time Data*, truy cập 02/12/2023 từ [https://www.techopedia.com/definition/31256/real-time-data].
9. VinMec International Hospital (2022), *Real-Time Data*, truy cập 05/12/2023 từ [https://www.vinmec.com/vi/tim-mach/thong-tin-suc-khoe/do-dien-tim-dien-tam-do-duoc-dung-trong-truong-hop-nao/].
10. Nguyễn Văn Hải (2017), *Real-Time Data*, truy cập 05/12/2023 từ [http://thuvienso.bvu.edu.vn/handle/TVDHBRVT/16138].
11. Đoàn Mạnh Cường, Hoàng Văn Thực, Đỗ Văn Quyền (2018), *Real-Time Data*, truy cập 05/12/2023 từ [https://tailieuthamkhao.vn/thiet-ke-thu-nghiem-he-thong-do-va-giam-sat-nhip-tim-bang-dau-do-cam-bien-gan-tren-ngon-tay-4277/].
12. Dr.Labo (2022), *SpO2 – Độ bão hòa oxy trong máu động mạch ngoại vi là gì?*, truy cập 06/12/2023 từ [https://drlabo.net/spo2-do-bao-hoa-oxy-trong-mau-dong-mach-ngoai-vi-la-gi.html].
13. Electrical4U (2020), *Phototransistors: What Are They and How Do They Work?*, truy cập 06/12/2023 từ [https://www.electrical4u.com/phototransistor/].
14. Editorial Staff (2021), *Phototransistor Working Principle*, truy cập 06/12/2023 từ [https://instrumentationtools.com/phototransistor-working-principle/].



15. Công Trần (2021), *Transistor quang là gì? Hiểu rõ Phototransistor trong 5 phút*, truy cập 06/12/2023 từ [<https://dientu5ngay.com/transistor-quang-la-gi-hieu-ro-phototransistor-trong-5-phut/>].



9 PHỤ LỤC

Bao gồm các thông tin bổ sung như mã nguồn, hoặc dữ liệu kỹ thuật chi tiết.