

**BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC ĐIỆN LỰC**



NGUYỄN VIỆT HOÀNG

**NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG HỆ THỐNG
GIÁM SÁT TÍN HIỆU ĐIỆN TIM ECG
TRÊN NỀN TẢNG IOT**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ

HÀ NỘI, 2024

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC ĐIỆN LỰC

NGUYỄN VIỆT HOÀNG

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG HỆ THỐNG
GIÁM SÁT TÍN HIỆU ĐIỆN TIM ECG
TRÊN NỀN TẢNG IOT

Chuyên ngành : Kỹ Thuật Điện Tử

Mã số : 8520203

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ

Người hướng dẫn khoa học: TS. Ngô Duy Tân
TS. Thẩm Đức Phương

LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên em xin gửi lời cảm ơn sâu sắc tới TS. Ngô Duy Tân và TS. Thẩm Đức Phương đã hướng dẫn và giúp đỡ em trong suốt quá trình thực tập và làm luận văn thạc sĩ.

Em xin cảm ơn toàn thể các thầy cô trong khoa Điện tử viễn thông trường Đại học Điện lực đã có những chỉ dẫn, định hướng và trang bị cho em những kiến thức trong suốt quá trình học tập tại trường.

Em xin gửi lời cảm ơn tới trường Đại học Điện lực đã tạo điều kiện giúp đỡ em trong quá trình học tập tại trường.

Cuối cùng em xin gửi lời cảm ơn tới gia đình, bạn bè, những người đã giúp đỡ động viên em hoàn thành đồ án này.

Hà Nội, tháng 8 năm 2024

Tác giả

Nguyễn Việt Hoàng

LỜI CAM ĐOAN

Tác giả cam đoan đã sử dụng các tài liệu tham khảo của các tác giả, các nhà khoa học và các luận văn được trích dẫn trong phụ lục “Tài liệu tham khảo” cho việc nghiên cứu và viết luận văn của mình ...

Tác giả cam đoan về các số liệu và kết quả tính toán được trình bày trong luận văn là hoàn toàn do tác giả tự tìm hiểu và thực hiện trong quá trình nghiên cứu và viết luận văn của mình, không sao chép và chưa được sử dụng cho đề tài luận văn nào ...

Tôi xin chân thành cảm ơn!

Hà Nội, tháng 8 năm 2024

Tác giả

Nguyễn Việt Hoàng

MỤC LỤC	
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT	5
DANH MỤC HÌNH ẢNH.....	6
LỜI NÓI ĐẦU	7
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ ĐIỆN TIM VÀ HỆ THỐNG IOT.....	9
1.1, Tổng quan về thiết bị đo điện tim ECG:.....	9
1.1.1, Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của tim:	9
1.1.2, Sơ lược thiết bị đo điện tim ECG:	11
1.1.3, Sóng của tín hiệu điện tim:	13
1.1.4, Đạo trình điện tâm đồ	15
1.1.5, Cấu tạo của máy điện tim:	17
1.2, Tổng quan về các hệ thống IoT y tế trong theo dõi giám sát sức khỏe từ xa:.....	19
1.2.1, Internet of things trong y tế:	19
1.2.2 Ưu điểm, những thách thức và nguy cơ của IoT trong y tế:.....	20
1.2.3, Ứng dụng IoT trong y tế:	21
1.2.4, Một số hệ thống y tế áp dụng IoT trong thực tiễn:	22
1.2.5, Cấu trúc hệ thống IoT (Internet of things):.....	22
1.3, Kết luận	24
CHƯƠNG 2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH HỆ THỐNG VÀ THIẾT KẾ XÂY DỰNG PHẦN MỀM	25
2.1, Phân tích, đưa ra yêu cầu hệ thống.....	25
2.2 Sơ đồ hệ thống:	26
2.3, Mô tả chi tiết các khối:	27
2.3.1, Yêu cầu về cảm biến ECG.....	27
2.3.2, Các loại cảm biến:.....	28
2.3.3, Lựa chọn cảm biến:.....	30
2.4, Lọc tín hiệu ECG:	30

2.4.1, Định nghĩa:.....	30
2.4.2, Các loại nhiễu tín hiệu:	31
2.4.3, Các phương pháp khử nhiễu tín hiệu ECG được phân loại thành các loại khác nhau như sau:.....	32
2.5, Xây dựng phần mềm:	35
2.5.1, Phần mềm Arduino IDE:	35
2.5.2, Nền tảng IoT Ubidots:	37
2.6 , Xây dựng phần cứng:	43
2.6.1 Cảm biến ECG:.....	43
2.6.2 Bộ xử lý tín hiệu AD8232:	44
2.6.2 ESP32:.....	52
CHƯƠNG 3: TÍCH HỢP HỆ THỐNG VÀ THỬ NGHIỆM	56
3.1 Chương trình thử nghiệm	56
3.2 Đánh giá thử nghiệm.....	58
3.3 Kết luận:.....	61
KẾT LUẬN	65
TÀI LIỆU THAM KHẢO	66
PHỤ LỤC	

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT

STT	Từ viết tắt	Nguyên nghĩa	
1	ADC	Analog-to-Digital Converter	Mạch chuyển đổi tương tự-số
2	AVN	Atrioventricular node	Nút nhĩ thất
3	BPM	Beats per minutes	Nhịp tim
4	RFID	Radio Frequency Identification	Nhận dạng qua tần số vô tuyến
5	ECG	Electrocardiogram	Tín hiệu điện tim
6	LCD	Liquid Crystal Display	Màn hình tinh thể lỏng
7	MQTT	Message Queuing Telemetry Transport	Giao thức truyền thông điệp qua mạng kích thước nhỏ
8	IDE	Integrated Development Environment	Môi trường phát triển tích hợp
9	IoT	Internet of Things	Kết nối vạn vật
10	PLI	Power line interference	Nhiễu điện lưới
11	SAN	Sinoatrial node	Nút xoang nhĩ

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1 Vị trí của tim.....	9
Hình 2 Cấu tạo của tim	9
Hình 3 Sơ đồ sóng tín hiệu điện tim.....	13
Hình 4 Các đạo trình điện tâm đồ.....	16
Hình 5 Hệ thống đạo trình của Waller	16
Hình 6 Hệ thống đạo trình của Einthoven và tam giác Einthoven	17
Hình 7 Sơ đồ khối hệ thống giám sát tín hiệu điện tim trên nền tảng IoT.....	26
Hình 8 Cơ chế khử nhiễu của một chu kỳ tim điển hình	31
Hình 9 Lưu đồ của hệ thống.....	43
Hình 10 Cảm biến đo nhịp tim ECG	44
Hình 11 Cấu trúc mô đun AD8232	45
Hình 12 Sơ đồ nguyên lý AD8232	46
Hình 13 Mạch xử lý ADC giao tiếp với máy tính và gửi dữ liệu lên Ubidots.....	56
Hình 14 Mạch thu nhận và xử lý tín hiệu điện tim.....	56
Hình 15 Hệ thống cáp đo điện tim	57
Hình 16 Kết nối phần cứng hệ thống đo điện tim	57
Hình 17 Tín hiệu điện tim phần cứng đo được	58
Hình 18 Tín hiệu điện tim đo được và đưa lên Ubidots	58

LỜI NÓI ĐẦU

Trong thời đại hiện nay, điện tử viễn thông đang ngày càng phát triển một cách mạnh mẽ và đưa ra các ứng dụng rất hữu ích trong các lĩnh vực của đời sống xã hội. Bằng sự sáng tạo của mình, con người đang ngày càng sáng chế ra nhiều loại máy móc, thiết bị hữu ích phục vụ đời sống thực tiễn. Việc đó giúp cho chất lượng công việc, cuộc sống của con người trở nên tốt đẹp hơn. Đồng thời, ngành điện tử viễn thông nói chung và ngành thiết bị điện tử y tế nói riêng đóng góp một vai trò vô cùng to lớn trong sự phát triển, nâng cấp trong quá trình khám, điều trị và chữa bệnh cho con người, trở thành trợ thủ đắc lực cho các bác sĩ trong cả quá trình chẩn đoán và điều trị bệnh nhân.

Trong thời đại công nghệ thông tin hiện nay, sự phát triển của Internet of Things (IoT) đã mở ra những cánh cửa mới trong việc áp dụng công nghệ để cải thiện chăm sóc sức khỏe. Trong lĩnh vực y tế, việc theo dõi và giám sát sức khỏe từ xa thông qua các thiết bị cảm biến đã trở thành một xu hướng không thể phủ nhận. Trong bối cảnh đó, nghiên cứu và phát triển các hệ thống giám sát tín hiệu điện tim (ECG) trên nền tảng IoT đóng vai trò quan trọng trong việc cải thiện quản lý bệnh lý tim mạch và chăm sóc sức khỏe toàn diện.

Luận văn này tập trung vào việc xây dựng một hệ thống giám sát tín hiệu ECG sử dụng công nghệ IoT, một hệ thống mạnh mẽ và hiệu quả để giám sát và phản ứng đối với các biến động của tín hiệu ECG từ xa. Bằng cách kết hợp sự tiện lợi của IoT với khả năng giám sát chính xác của tín hiệu ECG, tác giả hướng đến mục tiêu cung cấp một công cụ hữu ích cho các nhà y tế và bệnh nhân, giúp họ theo dõi và đánh giá sức khỏe tim mạch một cách hiệu quả và tiện lợi.

Mục tiêu chính của luận văn này là:

- Nghiên cứu và phân tích các yếu tố cơ bản của tín hiệu ECG và phương pháp giám sát tín hiệu ECG thông qua hệ thống IoT.
- Xây dựng và thử nghiệm một hệ thống giám sát tín hiệu ECG trên nền tảng IoT, bao gồm việc thiết kế phần cứng và phần mềm.
- Đánh giá khả năng ứng dụng của hệ thống trong việc giám sát sức khỏe tim mạch, thông qua các thử nghiệm và phân tích kết quả.

Em hy vọng rằng kết quả của nghiên cứu này sẽ đóng góp vào việc cải thiện chăm sóc sức khỏe cộng đồng và giúp người dân có thêm công cụ hữu ích để chăm sóc và

bảo vệ sức khỏe của mình. Đồng thời, luận văn cũng sẽ đề xuất hướng phát triển tiếp theo và ứng dụng thực tiễn của hệ thống giám sát tín hiệu ECG trên nền tảng IoT.

Bài báo cáo được em trình bày thành 3 chương, mỗi chương đề cập đến một vấn đề trong bài toán đồ án đặt ra:

Chương I: Tổng quan về điện tim và hệ thống IoT

1.1 Tổng quan về các thiết bị đo ECG

1.2 Tổng quan về các hệ thống IoT y tế trong theo dõi giám sát sức khỏe từ xa

Chương II: Xây dựng mô hình hệ thống và thiết kế xây dựng phần mềm

2.1 Phân tích, đưa ra yêu cầu hệ thống

2.2 Phân tích và lựa chọn thiết bị đo ECG

2.2 Thiết kế chi tiết hệ thống

2.3 Xây dựng mô đun phần mềm thu nhận và lưu trữ dữ liệu

2.4 Xây dựng mô đun phần mềm xử lý dữ liệu, giám sát và cảnh báo.

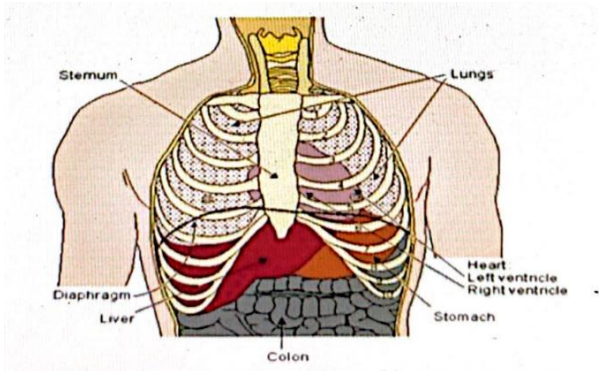
Chương III: Tích hợp hệ thống và thử nghiệm

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ ĐIỆN TIM VÀ HỆ THỐNG IOT

1.1, Tổng quan về thiết bị đo điện tim ECG:

1.1.1, Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của tim:

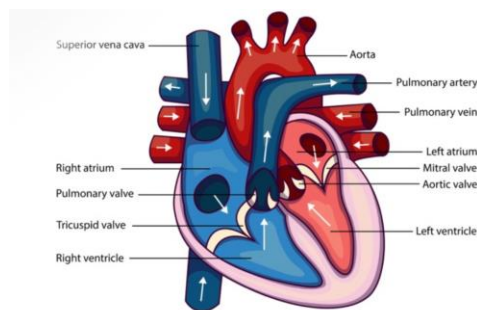
Trái tim là cơ quan cơ rỗng hình nón nằm ở trung thất giữa, được bao bọc trong màng ngoài tim. Là trung tâm của hệ tuần hoàn, tim có nhiệm vụ bơm máu, cung cấp oxy và chất dinh dưỡng, đồng thời loại bỏ chất thải từ các mô cơ thể. Tim và hệ thống động mạch, tĩnh mạch tạo nên hệ tim mạch. Mỗi ngày, tim bơm khoảng 7.200 lít máu và đập khoảng 100.000 lần, tổng cộng khoảng 3 tỷ nhịp trong suốt cuộc đời. Tim người lớn đập khoảng 60-80 lần mỗi phút, trong khi tim trẻ sơ sinh đập nhanh hơn, từ 70-190 lần mỗi phút.



Hình 1 Vị trí của tim

Vị trí của tim: Tim nằm ở bên trái của cơ thể. Vị trí cụ thể của tim là ở giữa phổi phải và trái, nằm phía sau và bên trái xương ức. Do tim chệch về bên trái của lồng ngực nên phần phổi trái sẽ nhỏ hơn một chút để nhường chỗ cho tim. Tim và các cơ quan bên trong khác được bảo vệ bởi lồng ngực.

Cấu tạo của tim:



Hình 2 Cấu tạo của tim

Tim là một khối cơ rỗng đặc biệt có 4 ngăn dày mỏng khác nhau. Bao bên ngoài là một túi sợi gọi là bao tim. Bên trong toàn bộ được cấu tạo bằng cơ tim có vách ngăn thành hai nửa riêng biệt là tim trái và tim phải. Mỗi nửa lại được chia ra thành hai buồng là tâm nhĩ và tâm thất. Giữa tâm nhĩ và tâm thất có van nhĩ thất còn giữa tâm thất trái và động mạch chủ cũng như giữa tâm thất phải và động mạch phổi có van bán nguyệt. Các van bán nguyệt này đảm bảo cho máu di chuyển theo một chiều từ tâm nhĩ xuống tâm thất và từ tâm thất vào động mạch chủ do đó mới đảm bảo được sự tuần hoàn của máu.

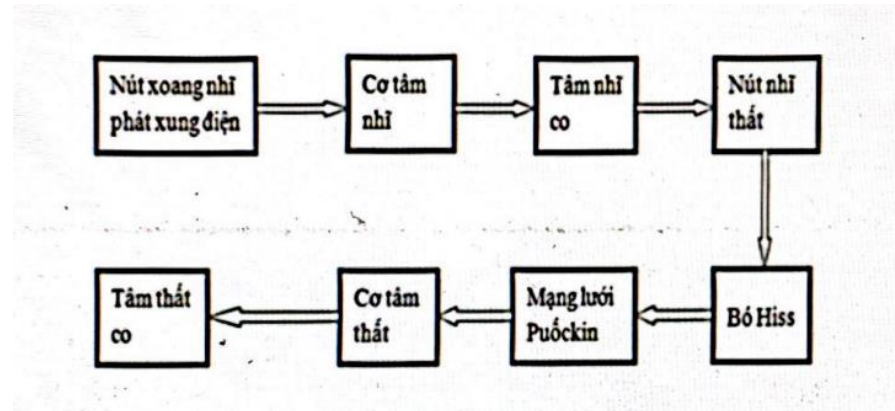
Vai trò của tim:

Hệ thống tim mạch làm nhiệm vụ vận chuyển máu giàu oxi (O_2) từ tim đi khắp cơ thể và lại vận chuyển máu nghèo oxi (O_2) từ cơ thể chở về tim. Trong đó máu mang các chất dinh dưỡng và khí oxi (O_2) hấp thụ được từ các cơ quan tiêu hóa cũng như hô hấp đi tới khắp các cơ quan trong cơ thể, đồng thời qua đó bài tiết chất cặn bã trong cơ thể ra ngoài.

Hoạt động của tim:

- Tim có một hệ thống nút đặc biệt có khả năng tự phát xung, gồm:
 - Nút xoang nhĩ (SAN): Nằm ở tâm nhĩ, gần tĩnh mạch chủ trên. Phát xung với tần số khoảng 120 lần/phút và là nút tạo nhịp chính cho toàn bộ tim.
 - Nút nhĩ thất (AVN): Nằm ở bên phải vách liên nhĩ, phát xung với tần số khoảng 50-60 lần/phút.
 - Bó His: Chạy từ nút nhĩ thất đến vách liên thất, chia làm hai nhánh và phát xung với tần số khoảng 30-40 lần/phút.
- Hoạt động co bóp của tim diễn ra theo một chu kỳ, gọi là chu chuyển tim, gồm ba giai đoạn:
 - Tâm thất thu (0.3s):
 - Thời kỳ áp suất (0.05s): Tâm thất co, áp suất tăng, van nhĩ thất đóng.
 - Thời kỳ đẩy máu (0.25s): Áp suất cao trong tâm thất mở van bán nguyệt, máu được đẩy vào động mạch.
 - Tâm thất trương (0.4s): Tâm thất giãn, van bán nguyệt đóng, van nhĩ thất mở, máu từ tâm nhĩ vào tâm thất.

Sơ đồ mô tả sự co bóp của tim:



1.1.2, Sơ lược thiết bị đo điện tim ECG:

Máy điện tâm đồ (ECG) là thiết bị đo hoạt động điện của tim, giúp chẩn đoán bệnh tim thông qua một xét nghiệm không xâm lấn. Máy ghi lại hoạt động điện của tim qua các điện cực đặt trên ngực, tạo ra dấu vết hoạt động này. Các máy ECG có bảng điều khiển nhập thông tin bệnh nhân, dây dẫn gắn vào ngực, và cuộn giấy ghi kết quả. Chúng có thể chẩn đoán các bệnh như nhồi máu cơ tim, rối loạn nhịp tim, và theo dõi tim trong phẫu thuật. ECG được sử dụng cho mọi đối tượng, từ người khỏe mạnh đến bệnh nhân có triệu chứng tim mạch hoặc cần theo dõi sau phẫu thuật hoặc điều trị tim mạch.

Máy điện tâm đồ gồm bốn bộ phận chính:

- **Điện cực:** Lưỡng cực (đặt trên cổ tay và chân trái) và đơn cực (đo chênh lệch điện áp giữa da và điện cực so sánh).
- **Dây kết nối:** Truyền tín hiệu từ điện cực đến bộ khuếch đại.
- **Bộ khuếch đại:** Khuếch đại tín hiệu điện tim, giúp đo chính xác hơn.
- **Thiết bị đầu ra:** Ghi kết quả trên giấy hoặc màn hình, và có thể lưu vào máy tính để phân tích.

***Nguyên lý hoạt động của thiết bị đo điện tim ECG:**

Tim người có 4 buồng: hai tâm nhĩ nhỏ ở phía trên và hai tâm thất lớn ở phía dưới. Máu từ các cơ quan trong cơ thể chảy vào tâm nhĩ phải qua tĩnh mạch, trong khi máu từ phổi chảy vào tâm nhĩ trái. Tâm nhĩ trái bơm máu vào tâm thất trái, và tâm nhĩ phải bơm máu vào tâm thất phải. Tâm thất phải sau đó bơm máu lên phổi, còn tâm thất trái bơm máu xuống cơ thể.

Trong tâm nhĩ phải có nút xoang, tạo ra xung điện kích thích sự co bóp của hai tâm nhĩ (gây ra sóng P). Xung điện tiếp tục truyền qua buồng liên thất và chuỗi tế bào sợi Purkinje, khiến hai tâm thất co bóp (tạo ra sóng QRS). Sau đó, xung điện giảm, tâm thất dần ra (tạo sóng T).

Trái tim bơm máu bằng cách lặp đi lặp lại các động tác co bóp theo nhịp, được điều khiển bởi hệ thống điện trong cơ tim. Nhịp co bóp tạo ra một dòng điện nhỏ có thể được ghi nhận bằng máy điện tim qua các điện cực đặt trên ngực, tay và chân của bệnh nhân.

***Sử dụng thiết bị đo điện tim ECG:**

Người bệnh sẽ được dính 10 điện cực vào các vùng da ngực, cánh tay, chân. Trong trường hợp bệnh nhân là nam giới và có lông ngực nhiều thì cần phải cạo bớt để đảm bảo chất lượng kết nối điện cực. Đồng thời những nơi đặt điện cực phải làm sạch bằng cồn. Cần gắn đúng vị trí để đảm bảo kết quả chính xác:

Cần gắn các điện cực đúng vị trí

- + Màu đỏ phải gắn với cánh tay phải
- + Màu vàng gắn với tay trái.
- + Màu đen gắn với chân phải.
- + Màu xanh lá cây gắn vào phần chân trái.

+ 6 điện cực ngực cần đặt đúng vào các vị trí khoang liên sườn theo đúng chỉ dẫn của bác sĩ.

- Sau khi đã gắn các điện cực vào các vị trí chính xác, cần lưu ý để người bệnh nằm ngửa và nằm thấp hơn điện cực để tránh làm tăng lực căng trên dây.

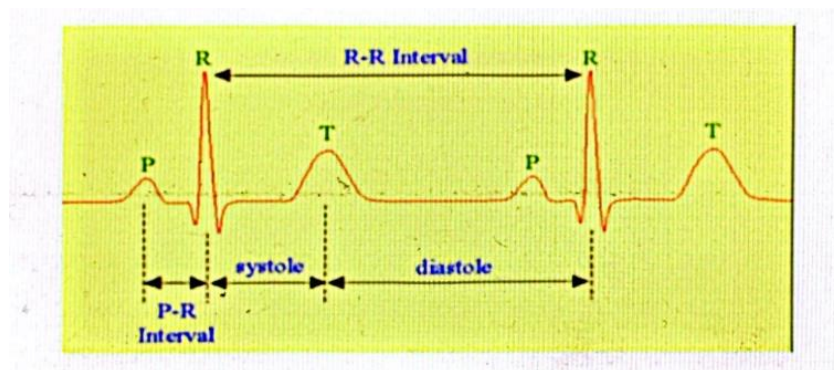
- Máy tính sẽ hiển thị những xung điện di chuyển qua tim.

Ngoài cách mắc điện tim, người bệnh cũng cần lưu ý một số vấn đề sau khi thực hiện đo ECG:

- Cần cung cấp cho bác sĩ đầy đủ thông tin về triệu chứng bệnh, tiền sử bệnh cá nhân và gia đình, một số yếu tố nguy cơ tim mạch, những lo lắng trong cuộc sống, các loại thuốc đang sử dụng,...

- Có thể đo điện tim ở bất cứ thời điểm nào, không cần nhịn ăn trước khi thực hiện.
- Trước khi đo cần tháo tất cả những đồ trang sức bằng kim loại ra khỏi cơ thể.
- Trong khi đo, cần nằm yên, thả lỏng và thực hiện theo đúng chỉ dẫn của bác sĩ.
- Bác sĩ sẽ chỉ định đo ECG nhiều lần vào những khoảng thời gian khác nhau ở từng bệnh nhân cụ thể.

1.1.3, Sóng của tín hiệu điện tim:



Hình 3 Sơ đồ sóng tín hiệu điện tim

Trong đó ta có:

P là sóng tạo ra sự co bóp của tâm nhĩ

R là sóng đánh dấu sự kết thúc của co tâm nhĩ và bắt đầu của tâm thất co

T là sóng đánh dấu sự kết thúc của tâm thất co

Trong đó biên độ sóng của P, Q, S nhỏ nhất cỡ $0,2 \div 0,5\text{mV}$.

- Sóng có biên độ lớn nhất là sóng R, có biên độ vào khoảng $1 \div 1,5\text{mV}$.
- Thời gian tồn tại của sóng đó là:
 - + P - R: Từ 0,12s đến 0,2 s.
 - + Q - T: Từ 0,35s đến 0,44s.
 - + S - T: Từ 0,05s đến 0,15s.
 - + QRS: 0,09s.
- + Sóng R càng hẹp và cao thì khi đó cho chúng thấy một trái tim đó là trái tim khỏe mạnh.

***Cơ sở của tín hiệu điện tim:**

Một sợi cơ bao gồm nhiều tế bào, khi hoạt động, sợi cơ co lại và xuất hiện điện thế động giữa các phần tử đã và đang khử cực. Điện thế động này tạo ra một điện trường lan truyền dọc theo sợi cơ. Sau khoảng 0,5 giây, quá trình tái cực bắt đầu, kèm theo sự xuất hiện của một điện trường ngược lại và chuyển động với tốc độ chậm hơn. Cấu trúc phức tạp này của tim phát ra các tín hiệu điện thế, tổng hợp từ các tín hiệu điện của các sợi cơ tim.

Bên trong và bên ngoài màng tế bào có các ion dương và âm như Na^+ , K^+ , và Cl^- . Sự chênh lệch nồng độ của các ion tạo ra dòng điện sinh học do sự dịch chuyển của các ion qua màng tế bào. Tế bào sống hoạt động như một pin điện, với điện cực dương (+) quay ra ngoài và cực âm (-) quay vào trong. Tính phân cực của màng tế bào tạo ra điện thế nghỉ khoảng -90 mV. Khi tế bào bị kích thích, màng tế bào thay đổi tính thấm thấu, làm dịch chuyển ion và gây ra điện thế động. Tế bào hoạt động qua hai giai đoạn: khử cực khi bị kích thích và tái cực khi lập lại trạng thái cân bằng.

***Các giai đoạn của tín hiệu điện tim:**

Tim hoạt động nhờ xung động truyền qua hệ thống thần kinh tự động. Nút xoang phát xung động làm khử cực cơ tâm nhĩ, đẩy máu xuống tâm thất. Xung động sau đó truyền qua nút nhĩ thất, đi qua bó His xuống tâm thất, gây khử cực và co bóp đẩy máu ra ngoại biên. Sự khử cực và tái cực của tâm nhĩ và tâm thất tạo ra các dạng sóng trên điện tâm đồ.

Nhĩ đồ: Ghi lại dòng điện của nhĩ, chủ yếu là sóng P (khử cực nhĩ). Sóng T (tái cực nhĩ) thường bị che lấp bởi khử cực thất.

Thất đồ:

- + Khử cực: Bao gồm ba làn sóng Q, R, S, tạo thành phức bộ QRS. Sóng Q là sóng âm nhỏ đầu tiên, sóng R là sóng dương cao nhất, và sóng S là sóng âm nhỏ sau cùng.
- + Tái cực: Giai đoạn tái cực được biểu hiện qua đoạn ST và sóng T. Sóng T có hướng ngược với khử cực nhưng vẫn dương, kéo dài 0,2s. Sóng U có thể xuất hiện sau sóng T, là giai đoạn muộn của tái cực.

Tâm trương: Tim ở trạng thái nghỉ, không có điện thế động, biểu hiện trên điện tâm đồ là đường đẳng điện.

Tóm lại: Thất đồ có hai giai đoạn chính:

- + Giai đoạn khử cực: Gồm phức bộ PQRS, gọi là pha đầu.
- + Giai đoạn tái cực: Gồm ST và T (có thể có U), gọi là pha cuối.

Nhiều trong thu thập tín hiệu điện tim:

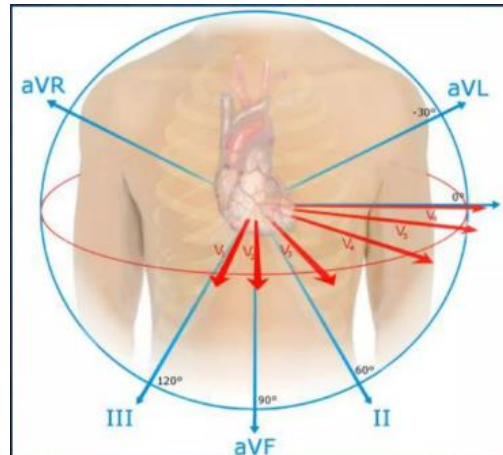
Có nhiều loại nhiễu làm ảnh hưởng đến hình dạng tín hiệu và làm sai lệch kết quả phân tích. Người ta thường chia làm nhiều loại nhiễu theo nguồn gốc của nhiễu: Nhiễu đường nguồn, nhiễu do sự rung cơ, nhiễu do chuyển động cơ thể, nhiễu dịch chuyển đường nền, nhiễu do công tắc thiết bị

1.1.4, Đạo trình điện tâm đồ

Điện tâm đồ ECG là một đường cong, mô tả lại hoạt động điện của mô cơ tim và được ghi lại bằng các điện cực được đặt trên bề mặt da của cơ thể con người. Đạo trình điện tâm đồ được hiểu như là hiệu điện thế giữa hai điểm khác nhau trên cơ thể. Mỗi một đạo trình điện tâm đồ phản ánh một khía cạnh chức năng của tim thông qua hoạt động của nó.

Chúng ta có hình ảnh phép chiếu của vector đạo trình điện tâm đồ trong hệ thống 12 đạo trình như hình dưới: Để đánh giá đầy đủ chức năng của tim người ta lập ra một hệ thống đạo trình với số lượng có thể lên tới 60 đạo trình. Tuy nhiên, trong thực tế người ta thường sử dụng có 12 đạo trình cơ bản bao gồm:

- + 3 đạo trình mẫu: I, II, III
- + 3 đạo trình tăng cường: aV_R , aV_L , aV_F
- + 6 đạo trình trước ngực: V_1 , V_2 , V_3 , V_4 , V_5 , V_6



Hình 4 Các đạo trình điện tâm đồ

Mối quan hệ giữa các đạo trình cơ bản và các đạo trình tăng cường như sau:

$$I = aV_L - aV_R$$

$$II = aV_F - aV_R$$

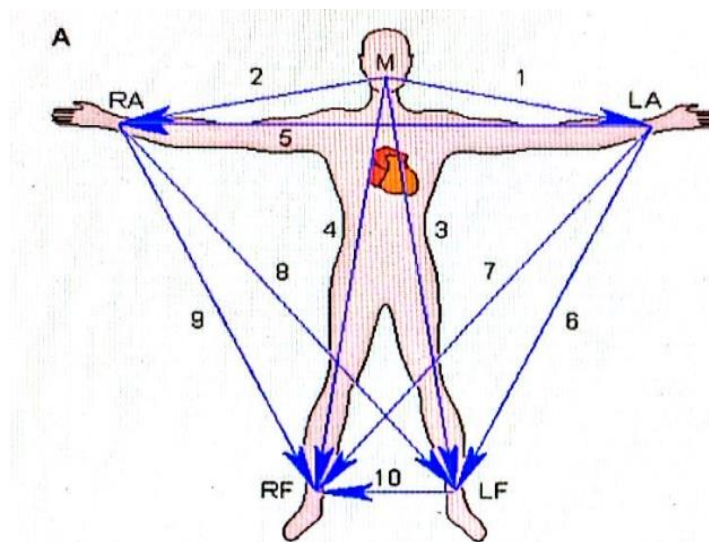
$$III = aV_F - aV_L$$

$$aV_R = \frac{I - II}{2}$$

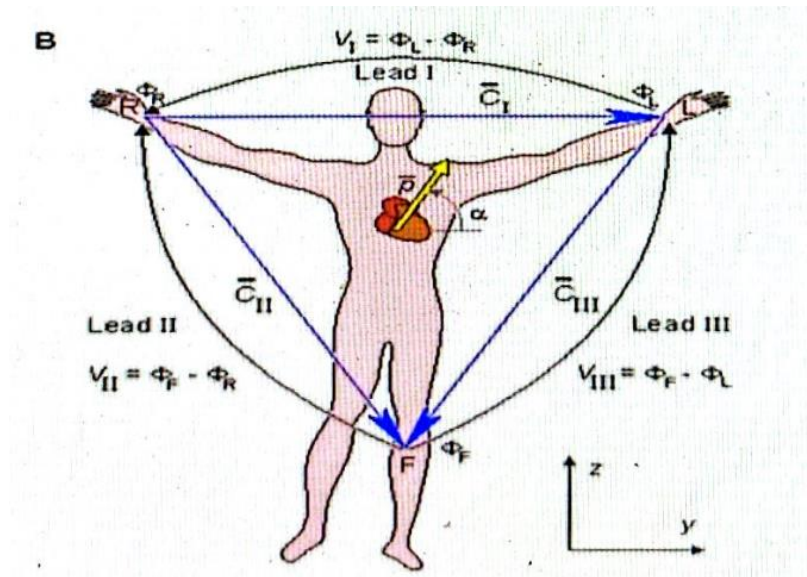
$$aV_L = \frac{I - III}{2}$$

$$aV_F = \frac{II + III}{2}$$

Các đạo trình mẫu:



Hình 5 Hệ thống đạo trình của Waller



Hình 6 Hệ thống đạo trình của Einthoven và tam giác Einthoven

1.1.5, Cấu tạo của máy điện tim:

Để đưa máy điện tâm đồ vào hoạt động trong bệnh viện, máy điện tim cần có có phụ kiện sau:

a, Thân máy chính với màn hình màu:

- + Phát hiện rối loạn nhịp tim: Máy chính của máy điện tim có khả năng phát hiện các loại rối loạn nhịp tim thông qua các cảm biến hoặc điện cực đặt trên bệnh nhân.
- + Xác định cần điện giải: Sau khi phát hiện rối loạn nhịp tim, máy chính sẽ đánh giá liệu cần thực hiện điện giải hay không, dựa trên các thông số nhịp tim.
- + Phát xung điện: Nếu cần, máy sẽ phát xung điện với mức độ năng lượng và thời lượng phù hợp để khôi phục nhịp tim.
- + Điều chỉnh thông số: Máy chính cho phép người dùng điều chỉnh các thông số như mức năng lượng, chế độ hoạt động, và các cài đặt khác theo tình trạng bệnh nhân.
- + Ghi lại và lưu trữ dữ liệu: Một số máy có tính năng ghi lại và lưu trữ thông tin về quá trình điện giải và nhịp tim, hỗ trợ trong việc đánh giá hiệu quả can thiệp và điều trị tiếp theo.
- + Màn hình: Thường là màn hình LCD hoặc LED, hiển thị các thông số quan trọng như nhịp tim, dòng điện, năng lượng, và hướng dẫn cho người sử dụng.



b, Bộ cáp đo, điện cực bệnh nhân:

Bộ cáp đo điện tim 10 dây điện cực, bộ điện cực tứ chi, bộ điện cực trước tim: Đây là phần nối giữa máy và bệnh nhân. Dây dẫn điện chuyển năng lượng điện từ máy tới điện cực, trong khi điện cực được đặt lên ngực bệnh nhân để gửi điện xuyên qua tim.

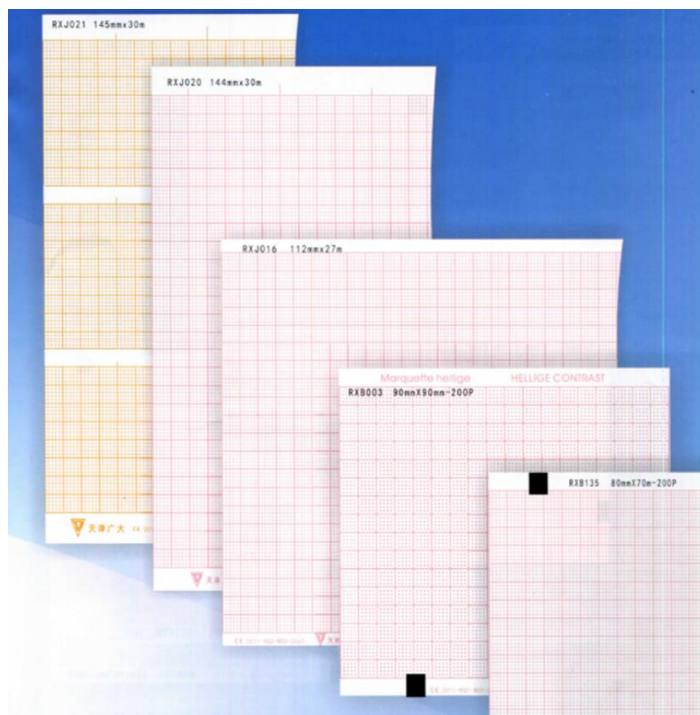
Bộ điện cực bệnh nhân có nhiệm vụ lấy tín hiệu từ các điện cực đặt trên cơ thể người tới đầu vào máy ghi

Tùy vào từng máy ta có bộ điện cực 3,5,10 điện cực

Yêu cầu cho bộ điện cực là phải chống nhiễu tốt

Một bộ điện cực bao gồm 4 phần: Gồm 4 bản cực chi, 1 hoặc 6 điện cực ngực. Hai loại chất liệu thường được chọn làm điện cực là Niken và Clorua bạc.

c, Tập giấy ghi điện tim:



Kích thước và định dạng:

Kích thước giấy: Thường có các khổ giấy tiêu chuẩn, phổ biến là khổ 210mm x 297mm hoặc khổ 216mm x 280mm. Một số máy ECG có thể sử dụng cuộn giấy có kích thước nhỏ hơn.

Định dạng: Giấy có dạng lưới vuông, với các ô vuông nhỏ thường có kích thước 1mm x 1mm và các ô lớn hơn có kích thước 5mm x 5mm. Định dạng này giúp đo lường thời gian và biên độ của các sóng ECG một cách chính xác.

Chất liệu:

Giấy ECG thường có chất liệu nhẹ, nhẵn và phủ một lớp hóa chất nhạy nhiệt để ghi lại tín hiệu khi nhiệt được áp dụng từ đầu ghi của máy ECG.

Chất liệu này cho phép in nhanh và rõ ràng các tín hiệu điện tim, đảm bảo tính chính xác của kết quả.

1.2, Tổng quan về các hệ thống IoT y tế trong theo dõi giám sát sức khỏe từ xa:

1.2.1, Internet of things trong y tế:

IoT (Internet of Things) nghĩa là Internet vạn vật. Một hệ thống các thiết bị tính toán, máy móc cơ khí và kỹ thuật số hoặc con người có liên quan với nhau và khả năng truyền dữ liệu qua mạng mà không yêu cầu sự tương tác giữa con người với máy tính.

Nói một cách đơn giản, Internet of Things là khái niệm thể hiện việc sử dụng thiết bị và cảm biến thông minh để thu thập dữ liệu trong một môi trường, được hỗ trợ bởi phần mềm tiên tiến.

Máy móc chưa thể vượt trội hơn con người trong nhiều lĩnh vực, nhưng việc thu thập và phân tích dữ liệu chắc chắn là thế mạnh của chúng. Với IoT, một phần hoặc toàn bộ dữ liệu và việc theo dõi các quy trình liên quan có thể được tự động hóa. Điều này rất cần thiết cho hoạt động chăm sóc sức khỏe.

1.2.2 Ưu điểm, những thách thức và nguy cơ của IoT trong y tế:

a, Ưu điểm:

- Tham gia của bệnh nhân: Với việc áp dụng IoT, bệnh nhân có thể sử dụng ứng dụng và phần mềm để truy cập dữ liệu sức khỏe của chính mình, từ đó nâng cao sự quan tâm và cải thiện tình trạng sức khỏe bằng cách tham gia tích cực vào quá trình chăm sóc.
- Quản lý dữ liệu thời gian thực: IoT cho phép truy cập dữ liệu thời gian thực của bệnh nhân qua các thiết bị đeo, giúp các nhà quản lý chăm sóc tạo và triển khai chương trình chăm sóc tốt hơn.
- Tăng cường quan tâm của bệnh nhân: Các ứng dụng chăm sóc sức khỏe tích hợp thiết bị đeo đã dẫn đến sự gia tăng số lượng người tập thể dục và sự tham gia chủ động vào quản lý sức khỏe cá nhân.
- Giảm chi phí chăm sóc sức khỏe: Dữ liệu thời gian thực từ các thiết bị đeo giúp giám sát bệnh nhân từ xa, giảm chi phí chăm sóc tổng thể và đẩy nhanh việc cung cấp dịch vụ chăm sóc.
- Phân tích dữ liệu y tế: IoT hỗ trợ phân tích xu hướng chăm sóc sức khỏe và đo lường tác động của thuốc hoặc tình trạng sức khỏe cụ thể thông qua dữ liệu lớn từ các thiết bị đeo.
- Cảnh báo kịp thời: IoT cho phép gửi cảnh báo sức khỏe ngay khi các chỉ số vượt quá giới hạn lý tưởng, giúp nhà quản lý chăm sóc có thể hành động nhanh chóng, cứu sống bệnh nhân quan trọng.

- Quản lý bệnh mạn tính: IoT cung cấp tiện ích để theo dõi bệnh nhân từ xa và đánh giá sức khỏe chính xác hơn, nâng cao khả năng quản lý chăm sóc bệnh mạn tính.
- Giảm sai sót y khoa: IoT giúp giảm sai sót y khoa thông qua tích hợp dữ liệu chính xác và tự động hóa quyết định dựa trên phân tích.
- Quản lý sử dụng thuốc: Các thiết bị IoT giúp theo dõi và nhắc nhở bệnh nhân về việc sử dụng thuốc đúng liều, tự động kết nối với nhà thuốc khi cần bổ sung thuốc.
- Tạo tiện ích cho nhu cầu đặc biệt: IoT hỗ trợ nhiều thiết bị như xe lăn, thiết bị trợ thính và kính mắt, tạo ra tiện ích cho những người có nhu cầu chăm sóc sức khỏe đặc biệt.

b, Những thách thức và nguy cơ :

- Bảo mật và quyền riêng tư: Rủi ro bảo mật, như rò rỉ thông tin sức khỏe và vị trí của bệnh nhân hoặc can thiệp vào dữ liệu cảm biến, có thể gây hậu quả nghiêm trọng, làm giảm niềm tin vào IoT trong y tế.
- Rủi ro khi bị lỗi: Lỗi phần cứng, mất điện, hoặc bỏ qua cập nhật phần mềm có thể gây nguy hiểm cho hoạt động của các thiết bị IoT, đặt chăm sóc sức khỏe vào tình thế rủi ro lớn.
- Tích hợp: Thiếu tiêu chuẩn và giao thức thống nhất khiến các thiết bị từ các nhà sản xuất khác nhau khó hoạt động đồng bộ, hạn chế hiệu quả và tiềm năng của IoT.
- Chi phí: Ứng dụng IoT trong y tế hiện nay vẫn chưa giảm thiểu chi phí chăm sóc sức khỏe, khiến nó khó tiếp cận với nhiều người, đặc biệt là ở các nước phát triển.
- Quá tải và độ chính xác dữ liệu: Số lượng dữ liệu lớn thu thập từ các thiết bị IoT gây khó khăn trong việc phân tích và ra quyết định, ảnh hưởng đến chất lượng chăm sóc và an toàn bệnh nhân.

1.2.3, Ứng dụng IoT trong y tế:

- Internet của cơ thể (IoB) sử dụng cơ thể người làm nguồn dữ liệu y tế, thu thập thông tin sinh trắc học và sinh lý để phân tích và chia sẻ qua hệ thống IoT. Thiết bị IoB có thể đeo ngoài, gắn bên trong hoặc hợp nhất với cơ thể.
- Thiết bị theo dõi bệnh nhân như đồng hồ thông minh, dây đeo thông minh, và thiết bị trợ thính được sử dụng để theo dõi sức khỏe và kết nối với các thiết bị khác.
- Thuốc kỹ thuật số thông minh đang được phát triển để tích hợp các thiết bị y tế vào viên nang, hỗ trợ chẩn đoán và điều trị các bệnh nội soi.

- Bệnh viện thông minh và phòng thí nghiệm thông minh sử dụng IoT để nâng cao hiệu quả, quản lý thiết bị, dự đoán bảo trì, và cải thiện sự hợp tác giữa các chuyên gia y tế.
- Quản lý bệnh mãn tính với IoMT giúp bệnh nhân theo dõi sức khỏe, phát hiện sớm triệu chứng, và duy trì quá trình điều trị.
- Robot phẫu thuật giúp thực hiện các ca phẫu thuật phức tạp với độ chính xác cao, ít đau đớn và nhanh chóng hơn.
- Phục hồi chức năng được hỗ trợ bởi các thiết bị IoT, giúp bác sĩ theo dõi và điều chỉnh quá trình phục hồi của bệnh nhân.
- Theo dõi và quản lý thiết bị y tế và thuốc với công nghệ RFID giúp giảm thiểu rủi ro, giám sát chất lượng, và ngăn chặn việc sử dụng thuốc giả.

1.2.4, Một số hệ thống y tế áp dụng IoT trong thực tiễn:

- Hệ thống đăng ký khám bệnh, xếp hàng từ xa và phân luồng tự động: Được phát triển bởi Trung tâm Công nghệ Vi điện tử và Tin học, Viện Ứng dụng Công nghệ, Bộ KH&CN phối hợp với Viện KH&CN Việt Nam - Hàn Quốc. Hệ thống giúp bệnh viện quản lý luồng bệnh nhân, giảm thiểu thời gian chờ đợi và hướng dẫn đăng ký khám chữa bệnh từ xa. Hệ thống đã được thử nghiệm tại Bệnh viện Bạch Mai, Bệnh viện Đa khoa Lạng Sơn và Trung tâm Y tế huyện Khoái Châu, Hưng Yên với hiệu quả cao, đặc biệt trong mùa dịch COVID-19.
- Ứng dụng IoT để quản lý và điều phối máy thở tại Bệnh viện Nguyễn Tri Phương: Bệnh viện đã áp dụng công nghệ IoT để theo dõi và điều phối máy thở giữa các khoa, đảm bảo kịp thời hỗ trợ bệnh nhân nặng. Giải pháp này sử dụng hạ tầng CNTT sẵn có của bệnh viện cùng với chip ESP8266 để định danh và theo dõi tình trạng hoạt động của các máy thở qua mạng wifi. Dữ liệu về công suất điện tiêu thụ của mỗi máy thở được ghi nhận và quản lý trong hệ thống cơ sở dữ liệu của bệnh viện, giúp các bác sĩ trưởng khoa có thể chủ động "mượn" máy thở giữa các khoa, đảm bảo công tác cấp cứu bệnh nhân diễn ra kịp thời và hiệu quả.

1.2.5, Cấu trúc hệ thống IoT (Internet of things):

- Hệ thống Internet of Things (IoT) là một tập hợp bao gồm các thiết bị có nhiệm vụ thu thập dữ liệu hiện trường, các bộ kết nối (phần cứng) và dịch vụ truyền thông, lưu trữ dữ liệu, trích xuất và báo cáo (phần mềm) được kết hợp hài hoà giúp xử lý

thông tin, tối ưu và nâng cao chất lượng hệ thống, tạo ra sự tiện lợi cho người sử dụng. Các thiết bị được chia vào các tầng riêng biệt (hay còn được gọi là lớp IoT – IoT layers).

– Tùy thuộc vào yêu cầu và độ phức tạp của hệ thống, có thể có sự xuất hiện thêm của các tầng thiết bị khác nhằm quản lý dữ liệu và nâng cao bảo mật, bảo trì bảo dưỡng đơn giản. Tuy nhiên về cơ bản, một hệ thống IoT được cấu thành từ bốn tầng bao gồm: Tầng thu thập thiết bị trường (Perception Layer – Edge Devices), tầng truyền tải thông tin (Transport Layer – Gateways), tầng xử lý dữ liệu (Processing Layer) và cuối cùng là tầng ứng dụng (Application Layer).

Những yêu cầu bắt buộc của hệ thống IoT (Internet of things):

– Khả năng kết nối: Hệ thống phải luôn sẵn sàng và có kết nối liên mạch với các bên liên quan.

– Khả năng cộng tác: hệ thống IoT phải có khả năng tương tác qua lại giữa các mạng và “Things”.

– Tính khả dụng: cần chắc chắn về khả năng sử dụng của mỗi thiết bị. Hệ thống nên có tùy chọn để lưu lại tất cả sự kiện, cung cấp đầy đủ thông tin cho người dùng cuối. Các thông báo nên được hiển thị và xử lý chính xác trên tất cả các thiết bị.

– Khả năng tương thích: với kiến trúc phức tạp của một hệ thống IoT, có thể nói khả năng tương thích là điều cần thiết. Các mục cần kiểm tra như: phiên bản hệ điều hành, trình duyệt, các phiên bản tương thích, các thế hệ thiết bị, các chế độ liên lạc (bluetooth 2.0, 3.0) ...

– Khả năng tự quản của mạng: bao gồm tự quản lý, tự cấu hình, tự tối ưu hóa và tự có cơ chế bảo vệ. Điều này cần thiết để mạng có thể thích ứng với các miền ứng dụng, môi trường truyền thông và nhiều loại thiết bị khác nhau.

– Khả năng định vị dựa vào vị trí: thông tin liên lạc và các dịch vụ liên quan sẽ phụ thuộc vào thông tin vị trí của “Things” và người sử dụng. Hệ thống IoT có thể biết và theo dõi vị trí một cách tự động. Các dịch vụ dựa trên vị trí bị hạn chế bởi luật pháp hay quy định và các yêu cầu an ninh.

– Bảo mật: trong IoT, nhiều “Things” được kết nối với nhau. Chính điều này làm tăng mối nguy trong bảo mật, chẳng hạn như bí mật thông tin bị tiết lộ, xác thực sai, dữ liệu bị thay đổi hay làm giả.

– Bảo vệ tính riêng tư: tất cả các “Things” đều có chủ sở hữu và người sử dụng của nó. Dữ liệu thu thập được từ các “Things” có thể chứa thông tin cá nhân liên quan chủ sở hữu hoặc người sử dụng. Các hệ thống IoT cần được bảo vệ sự riêng tư trong quá trình truyền dữ liệu, tập hợp, lưu trữ, khai thác và xử lý.

1.3, Kết luận

Trong chương 1, chúng ta đã tìm hiểu về các khái niệm cơ bản và tầm quan trọng của điện tim (ECG) trong việc chẩn đoán và theo dõi các bệnh lý tim mạch. Điện tim đóng vai trò thiết yếu trong việc ghi nhận các hoạt động điện học của tim, cung cấp thông tin chi tiết về tình trạng sức khỏe của bệnh nhân và hỗ trợ các bác sĩ trong việc đưa ra các quyết định điều trị chính xác.

Bên cạnh đó, chương này cũng đã giới thiệu về Hệ thống IoT (Internet of Things) và các ứng dụng của nó trong lĩnh vực y tế, đặc biệt là trong việc giám sát sức khỏe từ xa. Với sự phát triển của công nghệ IoT, các thiết bị y tế ngày càng trở nên thông minh hơn, cho phép theo dõi các chỉ số sức khỏe của bệnh nhân liên tục và chính xác. Điều này không chỉ giúp cải thiện chất lượng chăm sóc y tế mà còn giảm tải áp lực lên hệ thống y tế, đặc biệt là trong bối cảnh các bệnh lý mãn tính ngày càng gia tăng.

Sự kết hợp giữa điện tim và hệ thống IoT đã mở ra những hướng đi mới trong việc quản lý sức khỏe, từ việc theo dõi thời gian thực, phát hiện sớm các dấu hiệu bất thường cho đến khả năng phản ứng kịp thời với các tình huống khẩn cấp. Qua đó, chương 1 đã đặt nền tảng quan trọng cho các nội dung tiếp theo, nơi chúng ta sẽ đi sâu vào các giải pháp kỹ thuật và ứng dụng cụ thể của IoT trong lĩnh vực điện tim và chăm sóc sức khỏe.

CHƯƠNG 2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH HỆ THỐNG VÀ THIẾT KẾ XÂY DỰNG PHẦN MỀM

2.1, Phân tích, đưa ra yêu cầu hệ thống

2.1.1. Mục tiêu hệ thống:

Mục tiêu chính: Theo dõi và giám sát liên tục tín hiệu điện tim của bệnh nhân từ xa, phát hiện các bất thường trong nhịp tim và gửi thông tin cảnh báo đến bác sĩ hoặc hệ thống y tế.

Lợi ích dự kiến mang lại: Cải thiện khả năng phát hiện sớm các vấn đề về tim, giảm thiểu thời gian phản ứng trong trường hợp khẩn cấp, và cung cấp dữ liệu chính xác cho các bác sĩ để đưa ra quyết định điều trị.

2.1.2. Yêu cầu về chức năng:

Thu thập và ghi nhận dữ liệu:

- Cảm biến ECG: Sử dụng cảm biến ECG để thu thập tín hiệu điện tim từ bệnh nhân.
- Ghi nhận dữ liệu: Đảm bảo cảm biến có khả năng ghi nhận tín hiệu với độ chính xác cao và gửi dữ liệu đến hệ thống.

Xử lý dữ liệu:

- Phân tích tín hiệu: Áp dụng các thuật toán phân tích tín hiệu để phát hiện các bất thường trong nhịp tim, chẳng hạn như rung tâm nhĩ hoặc loạn nhịp tim.
- Lưu trữ dữ liệu: Lưu trữ dữ liệu ECG và kết quả phân tích trên máy chủ hoặc trong đám mây để đảm bảo dữ liệu không bị mất và có thể truy cập sau này.

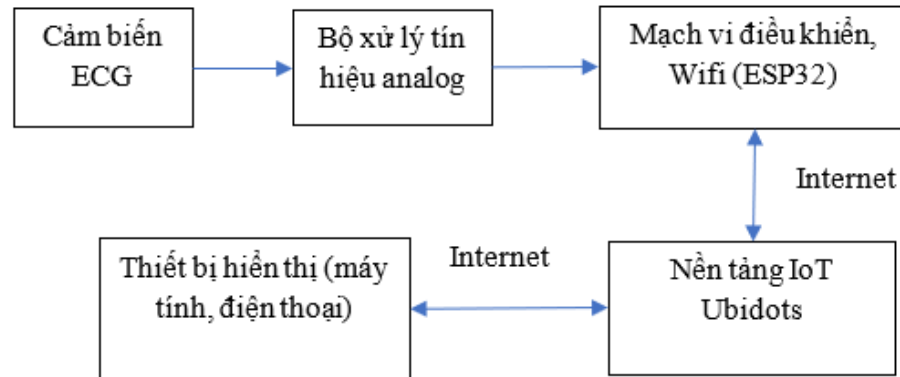
Giao tiếp và cảnh báo:

- Gửi cảnh báo: Cung cấp hệ thống cảnh báo để thông báo cho bác sĩ hoặc nhân viên y tế khi phát hiện bất thường trong tín hiệu điện tim.
- Giao tiếp từ xa: Cung cấp giao diện cho bác sĩ để theo dõi tình trạng của bệnh nhân từ xa thông qua ứng dụng di động hoặc web.
- Quản lý và hiển thị dữ liệu:
- Giao diện người dùng: Cung cấp giao diện trực quan cho bác sĩ và người dùng để xem dữ liệu ECG và kết quả phân tích.

- Lịch sử và báo cáo: Cung cấp chức năng để xem lịch sử dữ liệu và tạo báo cáo về tình trạng sức khỏe của bệnh nhân.

2.2 Sơ đồ hệ thống:

Sơ đồ khối hệ thống giám sát tín hiệu điện tim thông qua nền tảng IoT như sau:



Hình 7 Sơ đồ khối hệ thống giám sát tín hiệu điện tim trên nền tảng IoT

Mô tả các khối:

1. Bộ xử lý tín hiệu: xử lý tín hiệu analog từ cảm biến ECG
2. Vi điều khiển Arduino: Thu nhận và xử lý tín hiệu từ cảm biến ECG và gửi dữ liệu đến mô-đun WiFi.
- Mô-đun WiFi (ESP8266 hoặc ESP32): Kết nối với mạng WiFi và truyền dữ liệu lên nền tảng đám mây.
3. Nền tảng đám mây Ubidots: Lưu trữ, hiển thị và phân tích dữ liệu điện tim.
4. Thiết bị hiển thị (máy tính, điện thoại thông minh, máy tính bảng): Truy cập dữ liệu từ nền tảng đám mây để giám sát tình trạng sức khỏe.

Cảm biến ECG đến Arduino: Cảm biến ECG được kết nối với vi điều khiển Arduino thông qua các cổng vào analog. Cảm biến này thu thập tín hiệu điện tim từ người dùng và truyền tín hiệu này đến Arduino.

Arduino đến Mô-đun WiFi: Vi điều khiển Arduino được kết nối với mô-đun WiFi (ESP8266 hoặc ESP32) để xử lý tín hiệu từ cảm biến ECG và chuẩn bị dữ liệu

để gửi đi. Arduino sẽ sử dụng các thư viện cần thiết để giao tiếp với mô-đun WiFi và thiết lập kết nối mạng.

Mô-đun WiFi đến nền tảng IoT đám mây Ubidots: Mô-đun WiFi sẽ kết nối với mạng WiFi hiện có và gửi dữ liệu tín hiệu điện tim lên nền tảng đám mây Ubidots thông qua giao thức MQTT hoặc HTTP. Dữ liệu được lưu trữ và xử lý tại đám mây Ubidots.

Nền tảng IoT đám mây Ubidots đến thiết bị hiển thị: Người dùng có thể truy cập và giám sát dữ liệu tín hiệu điện tim từ nền tảng đám mây Ubidots thông qua các thiết bị hiển thị như máy tính, điện thoại thông minh hoặc máy tính bảng. Giao diện của Ubidots cung cấp các biểu đồ, bảng điều khiển và công cụ phân tích dữ liệu để hỗ trợ việc theo dõi tình trạng sức khỏe của bệnh nhân.

2.3, Mô tả chi tiết các khối:

2.3.1, Yêu cầu về cảm biến ECG

Độ chính xác: Cảm biến ECG phải có độ chính xác cao trong việc đo các biên độ và khoảng thời gian của tín hiệu điện tim. Độ chính xác thường yêu cầu $\pm 5\%$ cho biên độ và $\pm 1\%$ đến $\pm 2\%$ cho các khoảng thời gian.

Độ nhạy: Cảm biến phải đủ nhạy để phát hiện các biến đổi nhỏ trong tín hiệu điện tim, đặc biệt là các rối loạn nhịp tim nhẹ hoặc không rõ ràng. Thời gian thực và liên tục

Dải tần số và tần suất lấy mẫu

- + Dải tần số: Cảm biến phải có khả năng ghi nhận dải tần số của tín hiệu ECG, thường từ 0,05Hz đến 100Hz, để đảm bảo thu thập đầy đủ các đặc điểm của tín hiệu.
- + Tần suất lấy mẫu: Tần suất lấy mẫu của cảm biến nên đạt ít nhất 500Hz để đảm bảo tín hiệu ECG được ghi lại một cách chính xác và chi tiết.

Kích thước và độ tiện dụng

- + Kích thước: Cảm biến nên có kích thước nhỏ gọn để dễ dàng lắp đặt trên cơ thể bệnh nhân mà không gây cảm giác khó chịu.
- + Độ tiện dụng: Cảm biến phải dễ sử dụng và bảo trì, bao gồm các yêu cầu về thay thế hoặc vệ sinh điện cực.

Độ bảo mật và bảo vệ

- + Bảo mật dữ liệu: Cảm biến và hệ thống phải có các biện pháp bảo mật để bảo vệ dữ liệu sức khỏe nhạy cảm, bao gồm mã hóa dữ liệu và bảo vệ quyền truy cập.
- + Bảo vệ cảm biến: Cảm biến cần được bảo vệ chống lại các yếu tố môi trường như độ ẩm, bụi, và sự tiếp xúc không mong muốn để đảm bảo độ bền và ổn định trong quá trình sử dụng.

Hiệu suất và độ tin cậy

- + Hiệu suất: Cảm biến phải hoạt động ổn định và chính xác trong một khoảng thời gian dài mà không bị ảnh hưởng bởi các yếu tố môi trường hoặc các yếu tố khác.
- + Độ tin cậy: Đảm bảo cảm biến có thể hoạt động liên tục mà không gặp phải lỗi kỹ thuật hay mất tín hiệu, đảm bảo dữ liệu thu thập được là chính xác và đầy đủ.

Chi phí

- + Chi phí: Chi phí của cảm biến cần phải phù hợp với ngân sách dự án và đảm bảo hiệu quả chi phí trong việc triển khai hệ thống.

2.3.2, Các loại cảm biến:

Cảm biến ECG dạng đeo (Wearable ECG Sensors)

- **Mô tả:** Cảm biến này thường được tích hợp trong các thiết bị đeo như đồng hồ thông minh, dây đeo cổ tay hoặc áo khoác. Chúng được thiết kế để theo dõi tín hiệu ECG liên tục trong thời gian dài.
- **Đặc điểm:**
 - + Thường có kích thước nhỏ gọn và thoải mái khi đeo.
 - + Cung cấp dữ liệu ECG thời gian thực và có khả năng kết nối không dây (Bluetooth, Wi-Fi).
 - + Ví dụ: Apple Watch Series 4 trở lên, Fitbit Sense, KardiaMobile.

Cảm biến ECG gắn trong (Implantable ECG Sensors)

- **Mô tả:** Các cảm biến này được cấy vào cơ thể bệnh nhân để theo dõi tín hiệu điện tim liên tục từ bên trong.
- **Đặc điểm:**
 - + Thích hợp cho bệnh nhân cần theo dõi lâu dài.
 - + Cung cấp dữ liệu chính xác và liên tục.
 - + Ví dụ: Các cảm biến ECG cấy ghép trong các thiết bị theo dõi nhịp tim.

Cảm biến ECG dùng trong phòng thí nghiệm (Clinical ECG Sensors)

- **Mô tả:** Đây là các cảm biến ECG được sử dụng trong môi trường lâm sàng hoặc phòng thí nghiệm. Chúng thường kết nối với thiết bị ghi ECG lớn hơn.
- **Đặc điểm:**
 - + Cung cấp dữ liệu chính xác cao.
 - + Thường cần được kết nối với máy ghi ECG và hệ thống phân tích.
 - + Ví dụ: Các điện cực ECG sử dụng trong các máy điện tim truyền thống như máy điện tim 12 kênh.

Cảm biến ECG tích hợp trong thiết bị y tế (Medical Device ECG Sensors)

- **Mô tả:** Cảm biến ECG này thường tích hợp trong các thiết bị y tế như máy theo dõi bệnh nhân hoặc máy khử rung tim.
- **Đặc điểm:**
 - + Được thiết kế để hoạt động trong môi trường y tế và có khả năng kết nối với hệ thống theo dõi trung tâm.
 - + Ví dụ: Các cảm biến trong máy theo dõi bệnh nhân, máy khử rung tim.

Cảm biến ECG điện tử kỹ thuật số (Digital ECG Sensors)

- **Mô tả:** Đây là các cảm biến ECG sử dụng công nghệ kỹ thuật số để thu thập và truyền tải dữ liệu ECG.
- **Đặc điểm:**
 - + Cung cấp khả năng xử lý tín hiệu số hóa ngay tại nguồn.
 - + Có thể tích hợp với các ứng dụng và hệ thống IoT để truyền tải dữ liệu qua mạng.
 - + Ví dụ: Các cảm biến ECG tích hợp với các mô-đun truyền thông không dây.

Cảm biến ECG cho nghiên cứu (Research ECG Sensors)

- **Mô tả:** Các cảm biến này thường được sử dụng trong nghiên cứu khoa học để thu thập dữ liệu ECG cho các mục đích nghiên cứu.
- **Đặc điểm:**
 - + Có độ chính xác và độ phân giải cao.
 - + Thường kết nối với các hệ thống phân tích dữ liệu phức tạp.

Thiết bị y tế di động: Một số thiết bị y tế di động được thiết kế đặc biệt cho mục đích giám sát ECG, bao gồm cả các thiết bị y tế cầm tay và cảm tay có khả năng ghi lại dữ liệu ECG và truyền thông qua kết nối không dây.

- Cảm biến ECG tích hợp trong thiết bị y tế chăm sóc sức khỏe:

Thiết bị y tế cơ địa: Một số thiết bị y tế chăm sóc sức khỏe, như các máy đo huyết áp thông minh hoặc các thiết bị đo nhịp tim, cũng có thể tích hợp cảm biến ECG để cung cấp thông tin chi tiết hơn về sức khỏe tim mạch của người dùng.

Những cảm biến này có những ưu điểm và hạn chế riêng, và việc lựa chọn cảm biến phù hợp phụ thuộc vào nhu cầu cụ thể của dự án và điều kiện sử dụng.

2.3.3, Lựa chọn cảm biến:

Cảm biến ECG tiếp điểm da (Electrodes):

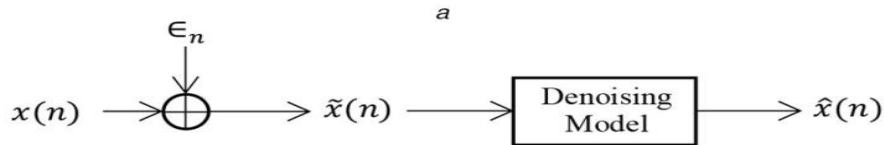
- Chất lượng tín hiệu cao: Cảm biến tiếp điểm da cung cấp một chất lượng tín hiệu ECG tốt, cho phép thu được dữ liệu chính xác và đáng tin cậy về hoạt động điện tim của người dùng.
- Thuận tiện và dễ sử dụng: Chúng dễ dàng được gắn lên da của người dùng một cách đơn giản và thuận tiện. Không cần kỹ thuật đặc biệt để sử dụng và không gây khó chịu cho người dùng.
- Không gây đau rát: Cảm biến tiếp điểm da được thiết kế để không gây đau rát hoặc không thoải mái khi được sử dụng, do đó người dùng có thể mang theo suốt thời gian cần thiết mà không gặp phải vấn đề này.
- Dễ dàng lắp đặt: Cảm biến này không yêu cầu kiến thức kỹ thuật đặc biệt để lắp đặt. Người dùng có thể dễ dàng gắn chúng lên vị trí phù hợp trên cơ thể mà không cần đến sự giúp đỡ của người khác.
- Phù hợp cho giám sát hàng ngày: Do tính nhẹ nhàng và không gây khó chịu, cảm biến tiếp điểm da thích hợp cho việc giám sát hàng ngày của người dùng mà không làm gián đoạn các hoạt động thường ngày.
- Tính linh hoạt: Cảm biến tiếp điểm da có thể được sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau, từ giám sát sức khỏe cá nhân đến theo dõi trạng thái của bệnh nhân trong môi trường y tế chuyên nghiệp.

2.4, Loại tín hiệu ECG:

2.4.1, Định nghĩa:

Điện tâm đồ (ECG) là công cụ ghi lại tín hiệu điện từ tim nhằm kiểm tra các tình trạng tim mạch khác nhau, nhưng thường gặp phải vấn đề nhiễu. Việc khử nhiễu tín hiệu ECG là một bước quan trọng trong quá trình tiền xử lý, giúp giảm thiểu nhiễu và

làm nổi bật các sóng điển hình trong tín hiệu. Qua thời gian, các nhà nghiên cứu đã phát triển nhiều phương pháp để phát hiện và xử lý chính xác các bất thường về hình thái của sóng ECG. Nghiên cứu này tập trung vào việc thảo luận quy trình làm việc và các nguyên tắc thiết kế của các phương pháp này, đồng thời phân loại và so sánh những phương pháp tiên tiến nhất để phát triển các phương pháp khử nhiễu ECG hiện đại hơn. Hiệu quả của các phương pháp được đánh giá dựa trên một số chỉ số như lỗi bình phương trung bình gốc (RMSE), chênh lệch phần trăm trung bình gốc và tỷ lệ cải thiện tín hiệu trên nhiễu (SNR). Những chỉ số này được sử dụng để so sánh các kỹ thuật khử nhiễu ECG khác nhau trên các cơ sở dữ liệu như MIT-BIH, PTB, QT và một số cơ sở dữ liệu khác. Qua nghiên cứu, các phương pháp như Wavelet-VBE, EMD-MAF, GAN2, GSSSA, MP-EKF, DLSR và AKF mới cho thấy hiệu quả tốt nhất trong việc loại bỏ nhiễu Gaussian trắng phụ gia. GAN1, MP-EKF, DLSR và AKF mới hoạt động hiệu quả trong việc loại bỏ các thành phần cơ. Trong khi đó, GAN1 là lựa chọn hàng đầu để loại bỏ hiện tượng lệch đường cơ sở và chuyển động của điện cực. Đối với nhiễu đường dây điện, DLSR và EWT là những phương pháp khử nhiễu tối ưu. Cuối cùng, các phương pháp như DAE, DWT (Sym6), soft-thresholding, MABWT (soft), sparsity-based CPSD và UWT dựa trên FCN là những phương pháp đầy triển vọng để xử lý nhiễu tổng hợp trong tín hiệu ECG.



Hình 8 Cơ chế khử nhiễu của một chu kỳ tìm điển hình

2.4.2, Các loại nhiễu tín hiệu:

Nhiễu điện lưới (Power line interference): Nhiễu PLI được gây ra bởi các khớp nối cảm ứng và điện dung của đường dây điện $50/60 \pm 0,2$ Hz trong quá trình thu tín hiệu ECG. Nó là băng tần hẹp với băng thông <1 Hz và có biên độ lên tới 50% FSD. Việc trộn lẫn nội dung PLI với ECG sẽ làm biến dạng hình thái của tín hiệu. Điều này dẫn đến sự biến dạng của sóng P, dẫn đến chẩn đoán sai về rối loạn nhịp nhĩ như phi đại và rung nhĩ

Nhiễu từ chuyển động (Motion artifacts): Gây ra bởi chuyển động của bệnh nhân hoặc thay đổi điện trở da khi điện cực di chuyển.

Nhiều cơ (Electromyographic noise - EMG): Tiếng ồn MA hoặc EMG là do các hoạt động điện trong cơ, phát sinh từ chuyển động của mắt, cơ và nhịp tim. Nguồn MA điển hình là các chuyển động của cơ gần vùng đầu, như cử động cổ, nuốt, v.v. . Các hoạt động điện do cơ kéo dài trong khoảng thời gian khoảng 50 ms giữa DC và 10.000 Hz, biên độ khoảng 10% FSD. EMG dẫn đến biến dạng sóng cục bộ của tín hiệu ECG do tần số trùng khớp trong khoảng 0,01–100 Hz. Điều này gây khó khăn cho việc khử nhiễu các tín hiệu để nhận biết chính xác các chứng rối loạn nhịp tim ECG khác nhau

Nhiều tần số cao (High-frequency noise): Bao gồm các tín hiệu từ thiết bị điện tử khác hoặc các nguồn nhiễu môi trường xung quanh.

Nhiều nền (Baseline wander): Là những thay đổi chậm trong tín hiệu ECG do sự thay đổi điện thế nền, gây ra bởi hơi thở hoặc chuyển động cơ thể.

2.4.3, Các phương pháp khử nhiễu tín hiệu ECG được phân loại thành các loại khác nhau như sau:

Khử nhiễu bằng EMD: EMD (Empirical Mode Decomposition) là một phương pháp cục bộ và thích ứng trong phân tích tần số-thời gian. Phân rã chế độ thực nghiệm này dựa trên dữ liệu, phù hợp với các tín hiệu phi tuyến tính và không cố định.

Mã hóa tự động dựa trên học sâu (DAE): Các mô hình này nhằm tái tạo tín hiệu ECG sạch từ tín hiệu bị nhiễu bằng cách tối ưu hóa một hàm mục tiêu nhất định. Đây là các kỹ thuật thống kê được sử dụng để trích xuất mô hình tín hiệu nhiễu dựa trên học sâu.

Phương pháp dựa trên wavelet: Các phương pháp này sử dụng biến đổi wavelet (WT) để khử nhiễu bằng cách phân tách tín hiệu, áp dụng ngưỡng và tái tạo lại tín hiệu.

Lọc dựa trên tối ưu hóa thưa thớt: Dựa trên đặc tính thưa thớt của tín hiệu ECG, phương pháp này áp dụng các kỹ thuật tối ưu hóa để khử nhiễu tín hiệu.

Lọc Bayesian: Sử dụng các bộ lọc Bayesian, như Bộ lọc Kalman mở rộng (EKF) hoặc Bộ lọc Kalman không mùi (UKF), để cải tiến mô hình ECG và khử nhiễu tín hiệu.

Kết hợp các phương pháp: Một số kỹ thuật lọc như lọc thông thường và lọc thích ứng được kết hợp để cải thiện khả năng khử nhiễu. Các phương tiện phi cục bộ

(NLM) và các kỹ thuật tối ưu hóa khác như bài toán Lasso hoặc bình phương tối thiểu biến thiên tổng cộng cũng được sử dụng để khử nhiễu ECG.

a. Phương pháp phân rã chế độ thực nghiệm (EMD - Empirical Mode Decomposition)

Nguyên lý: Phương pháp EMD phân rã tín hiệu ECG thành các thành phần dao động gọi là các Chế độ Nội tại (IMF). Mỗi IMF biểu diễn một thang tần số khác nhau của tín hiệu ban đầu. Quá trình phân rã không yêu cầu bất kỳ mô hình lý thuyết nào về tín hiệu hoặc các tham số trước đó, làm cho EMD phù hợp với các tín hiệu phi tuyến tính và không cố định như ECG. Sau khi phân rã, các IMF chứa nhiễu có thể được xác định và loại bỏ, hoặc tái hợp các IMF còn lại để tái tạo lại tín hiệu sạch.

Hiệu quả: Nghiên cứu chỉ ra rằng EMD có thể cải thiện tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu (SNR) của tín hiệu ECG từ 6.5 dB lên đến 10.2 dB, tùy thuộc vào mức độ nhiễu ban đầu. Tuy nhiên, hiện tượng "trộn chế độ" (mode mixing) là một thách thức, có thể giảm độ chính xác của tín hiệu tái tạo. Các cải tiến như EEMD (Ensemble EMD) đã được đề xuất để khắc phục vấn đề này, giúp nâng cao SNR thêm khoảng 1-2 dB so với EMD thông thường.

b. Phương pháp mã hóa tự động dựa trên học sâu (Deep Learning-based Autoencoders - DAE)

Nguyên lý: DAE là một mạng nơ-ron bao gồm hai phần chính: bộ mã hóa (encoder) và bộ giải mã (decoder). Bộ mã hóa học cách nén tín hiệu ECG đầu vào thành một không gian đặc trưng nhỏ gọn, trong khi bộ giải mã tái tạo lại tín hiệu từ không gian đặc trưng đó. DAE được huấn luyện để tối ưu hóa hàm mất mát bằng cách giảm thiểu sự khác biệt giữa tín hiệu tái tạo và tín hiệu ECG sạch. Phương pháp này thích ứng tốt với các loại nhiễu không tuyến tính và phức tạp.

Hiệu quả: Trong một số nghiên cứu, DAE đã đạt được cải thiện SNR từ 7 dB lên đến 12 dB, tùy thuộc vào kiến trúc mạng và tập dữ liệu huấn luyện. Đặc biệt, DAE có thể xử lý hiệu quả các tín hiệu bị nhiễu cao hoặc nhiễu phức tạp. Tuy nhiên, kết quả phụ thuộc vào chất lượng và khối lượng dữ liệu huấn luyện, và mô hình có thể hoạt động kém nếu gặp phải các loại nhiễu không có trong tập huấn luyện.

c. Phương pháp dựa trên wavelet (Wavelet-based Methods)

Nguyên lý: Phương pháp này sử dụng biến đổi wavelet rời rạc (DWT) để phân tách tín hiệu ECG thành các thành phần tần số khác nhau. Các thành phần này được xử lý riêng biệt, và các thành phần chứa nhiễu được loại bỏ thông qua quá trình ngưỡng hóa. Tín hiệu ECG sạch được tái tạo bằng cách hợp nhất các thành phần còn lại. Wavelet có khả năng phân tích đa tỉ lệ và đa phân giải, cho phép khử nhiễu hiệu quả trên nhiều dải tần.

Hiệu quả: Các nghiên cứu cho thấy việc sử dụng DWT có thể nâng cao SNR từ 5 dB lên đến 15 dB, với tỷ lệ lỗi trung bình giảm khoảng 10% so với tín hiệu gốc. Hiệu suất của phương pháp này phụ thuộc vào việc chọn lựa wavelet và chiến lược ngưỡng hóa, với wavelet Daubechies thường được sử dụng do tính chất gần giống với dạng sóng ECG.

d. Phương pháp dựa trên bộ lọc bayesian (Bayesian Filtering Methods)

Nguyên lý: Phương pháp này dựa trên mô hình xác suất, sử dụng các bộ lọc như Bộ lọc Kalman Mở rộng (EKF) hoặc Bộ lọc Kalman Không Mùi (UKF) để ước lượng trạng thái của tín hiệu ECG từ dữ liệu nhiễu. Các bộ lọc Bayesian thực hiện việc cập nhật tín hiệu theo thời gian thực, dựa trên mô hình trạng thái động của tín hiệu và quan sát. Phương pháp này thích hợp để khử nhiễu cho tín hiệu ECG có cấu trúc động phức tạp.

Hiệu quả: Sử dụng EKF hoặc UKF có thể cải thiện SNR từ 8 dB lên đến 14 dB, tùy thuộc vào độ chính xác của mô hình trạng thái và mức độ nhiễu. Ưu điểm chính của bộ lọc Bayesian là khả năng xử lý tín hiệu theo thời gian thực và thích ứng với thay đổi trong tín hiệu, tuy nhiên, nó yêu cầu mô hình chính xác của quá trình động học tín hiệu ECG.

e. Các phương pháp kết hợp

Nguyên lý: Đây là phương pháp kết hợp nhiều kỹ thuật khử nhiễu khác nhau để tận dụng các ưu điểm của từng phương pháp. Ví dụ, có thể kết hợp EMD với DAE hoặc DWT với bộ lọc Bayesian để cải thiện hiệu quả khử nhiễu.

Hiệu quả: Các phương pháp kết hợp thường cho kết quả khử nhiễu tốt hơn so với sử dụng từng phương pháp riêng lẻ. Cải thiện SNR có thể đạt từ 10 dB đến 18 dB, tùy thuộc vào sự kết hợp cụ thể và chất lượng tín hiệu ban đầu.

2.5, Xây dựng phần mềm:

2.5.1, Phần mềm Arduino IDE:

Arduino IDE là một phần mềm với một mã nguồn mở, được sử dụng chủ yếu để viết và biên dịch mã vào module Arduino. Nó bao gồm phần cứng và phần mềm. Phần cứng chứa đến 300,000 board mạch được thiết kế sẵn với các cảm biến, linh kiện. Phần mềm giúp bạn có thể sử dụng các cảm biến, linh kiện ấy của Arduino một cách linh hoạt phù hợp với mục đích sử dụng.

Khi người dùng viết mã và biên dịch, IDE sẽ tạo file Hex cho mã. File Hex là các file thập phân Hexa được Arduino hiểu và gửi đến bo mạch bằng cáp USB. Mỗi bo Arduino đều được tích hợp một bộ vi điều khiển, bộ vi điều khiển sẽ nhận file Hex và chạy theo mã được viết.



Ưu điểm:

- Phần mềm lập trình mã nguồn mở miễn phí

IDE trong Arduino IDE là phần có nghĩa là mã nguồn mở. Nghĩa là phần mềm này miễn phí cả về phân tải về lần phân bản quyền. Người dùng có quyền sửa đổi, cải tiến, phát triển, nâng cấp theo một số nguyên tắc chung được nhà phát hành cho phép mà không cần xin phép ai, điều mà họ không được phép làm đối với các phần mềm nguồn đóng.

Tuy là phần mềm mã nguồn mở nhưng khả năng bảo mật thông tin của Arduino IDE là vô cùng tuyệt vời, khi phát hiện lỗi nhà phát hành sẽ vá nó và cập nhật rất nhanh khiến thông tin của người dùng không bị mất hoặc rò rỉ ra bên ngoài.

- Sử dụng ngôn ngữ lập trình C/C++ thân thiện với các lập trình viên

Arduino IDE sử dụng ngôn ngữ lập trình C/C++ rất phổ biến trong giới lập trình. Bất kỳ đoạn code nào của C/C++ thì Arduino IDE đều có thể nhận dạng, giúp các lập trình viên thuận tiện trong việc thiết kế chương trình lập cho các bo mạch Arduino.

- Hỗ trợ lập trình tốt cho bo mạch Arduino

Arduino có một module quản lý bo mạch, nơi người dùng có thể chọn bo mạch mà họ muốn làm việc cùng và có thể thay đổi bo mạch thông qua Menu. Quá trình sửa đổi lựa chọn cũng liên tục tự động cập nhật để các dữ liệu có sẵn trong bo mạch và dữ liệu sửa đổi đồng nhất với nhau. Bên cạnh đó, Arduino IDE cũng giúp bạn tìm ra lỗi từ code mà bạn viết, qua đó giúp bạn sửa lỗi kịp thời tránh tình trạng bo mạch Arduino làm việc với code lỗi quá lâu dẫn đến hư hỏng hoặc tốc độ xử lý bị giảm sút.

- Thư viện hỗ trợ phong phú

Arduino IDE tích hợp với hơn 700 thư viện, được viết và chia sẻ bởi nhà phát hành Arduino Software và thành viên trong cộng đồng Arduino. Mọi người có thể tận dụng chúng cho dự án của riêng mình mà không cần phải bỏ ra bất kỳ chi phí nào.

- Giao diện đơn giản, dễ sử dụng

Arduino IDE có một giao diện đơn giản, dễ sử dụng giúp người dùng thuận tiện hơn trong thao tác. Dưới đây là một số tính năng chúng ta thường sử dụng:

Nút kiểm tra chương trình (Verify): giúp dò lỗi phần code định truyền xuống bo mạch Arduino.

Nút tải đoạn code vào bo mạch Arduino (Upload): giúp nhập đoạn code vào bo mạch Arduino.

Vùng lập trình: người dùng sẽ viết chương trình tại khu vực này.

Thanh Menu: gồm những thẻ chức năng nằm trên cùng như File, Edit, Sketch, Tools, Help.

- Hỗ trợ đa nền tảng như Windows, MacOS, Linux

Arduino IDE hoạt động trên 3 hệ điều hành phổ biến nhất. Đó là Windows, Mac OS và Linux. Nhờ vậy, người dùng có thể truy cập vào phần mềm ở bất cứ đâu, bất cứ khi nào. Ngoài ra, người dùng có thể truy cập vào công cụ từ đám mây. Điều này

cho phép các nhà lập trình lựa chọn tạo và lưu dự án của mình trên đám mây. Hoặc họ có thể xây dựng chương trình trên máy tính và upload nó lên bo mạch Arduino

2.5.2, Nền tảng IoT Ubidots:

a, Giới thiệu chung về Ubidots:

Ubidots là một nền tảng đám mây IoT (Internet of Things) được thiết kế để giúp các nhà phát triển và doanh nghiệp dễ dàng thu thập, phân tích, và trực quan hóa dữ liệu từ các thiết bị IoT. Nền tảng này cho phép người dùng kết nối các thiết bị cảm biến, gửi dữ liệu lên đám mây, và tạo ra các dashboard để theo dõi và phân tích dữ liệu theo thời gian thực



Tính năng và khả năng của Ubidots:

1. Kết nối thiết bị

Giao thức hỗ trợ: Ubidots hỗ trợ nhiều giao thức kết nối như HTTP, MQTT, TCP, UDP, và CoAP. Điều này cho phép các thiết bị IoT từ đơn giản đến phức tạp có thể giao tiếp với nền tảng một cách dễ dàng.

API RESTful: Ubidots cung cấp các API RESTful giúp gửi và truy xuất dữ liệu từ các thiết bị IoT một cách linh hoạt. Điều này giúp các nhà phát triển tích hợp dễ dàng giữa các thiết bị phần cứng và nền tảng.

Khả năng tương thích: Nền tảng này tương thích với nhiều loại vi điều khiển phổ biến như Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, và nhiều thiết bị khác, giúp dễ dàng triển khai các dự án IoT.

2. Quản lý dữ liệu

Lưu trữ dữ liệu: Ubidots cung cấp một hệ thống cơ sở dữ liệu đám mây để lưu trữ dữ liệu từ các thiết bị IoT. Dữ liệu này được tổ chức thành các "biến" (variables), mỗi biến đại diện cho một loại dữ liệu cụ thể (như nhiệt độ, độ ẩm, áp suất, v.v.).

Xử lý dữ liệu: Người dùng có thể thực hiện các phép tính đơn giản hoặc phức tạp trên dữ liệu để tạo ra các biến mới (derived variables) hoặc thực hiện các phân tích chuyên sâu.

Quản lý thiết bị: Nền tảng cho phép quản lý nhiều thiết bị IoT từ một bảng điều khiển trung tâm, giúp theo dõi tình trạng và hoạt động của tất cả các thiết bị trong hệ thống.

3. Hiển thị dữ liệu

Dashboards: Ubidots cho phép tạo các bảng điều khiển (dashboards) tùy chỉnh, nơi người dùng có thể sắp xếp và hiển thị dữ liệu theo thời gian thực bằng cách sử dụng các widget như biểu đồ (line chart, bar chart), bản đồ (map), bảng dữ liệu (table), gauge, và nhiều loại khác.

Widgets tương tác: Người dùng có thể tạo ra các widgets tương tác, chẳng hạn như nút bật/tắt (toggle button), thanh trượt (slider), hoặc hộp kiểm (checkbox), để điều khiển thiết bị từ xa.

Tùy chỉnh giao diện: Các dashboards có thể được tùy chỉnh theo nhu cầu cụ thể của từng ứng dụng, với các tùy chọn về màu sắc, layout, và loại dữ liệu hiển thị.

4. Cảnh báo và thông báo

Thiết lập ngưỡng (Thresholds): Người dùng có thể thiết lập các ngưỡng cho biến dữ liệu để kích hoạt cảnh báo khi giá trị vượt qua các giới hạn đã định trước.

Thông báo đa kênh: Cảnh báo có thể được gửi qua nhiều kênh khác nhau như email, SMS, và webhook, cho phép tích hợp với các hệ thống bên ngoài hoặc thông báo cho người dùng khi có sự cố xảy ra.

Logic tự động: Người dùng có thể xây dựng các quy tắc logic tự động để thực hiện các hành động cụ thể dựa trên dữ liệu nhận được (ví dụ: tự động tắt thiết bị nếu nhiệt độ vượt quá ngưỡng an toàn).

5. Tích hợp API và Webhook

API RESTful: Ubidots cung cấp một bộ API RESTful mạnh mẽ, cho phép người dùng dễ dàng tích hợp dữ liệu từ nền tảng vào các ứng dụng bên ngoài hoặc các hệ thống quản lý.

Webhook: Webhook cho phép gửi dữ liệu hoặc kích hoạt hành động trong các hệ thống bên ngoài khi có sự kiện cụ thể xảy ra trong Ubidots. Điều này tạo ra sự linh hoạt và khả năng mở rộng cho các giải pháp IoT.

Tích hợp với dịch vụ khác: Ubidots có thể tích hợp với các dịch vụ bên thứ ba như Zapier, Google Sheets, Slack, và nhiều ứng dụng khác để mở rộng khả năng quản lý và phân tích dữ liệu.

6. Phân tích và tự Động Hóa

Phân tích dữ liệu: Ubidots cung cấp các công cụ phân tích dữ liệu, cho phép người dùng thực hiện các phép tính phức tạp hoặc sử dụng các mô hình phân tích để hiểu rõ hơn về dữ liệu thu thập được.

Báo cáo tự động: Người dùng có thể tạo các báo cáo tự động dựa trên dữ liệu, xuất thành các định dạng như PDF hoặc CSV, và gửi chúng qua email vào các thời điểm được định sẵn.

Tự động hóa quy trình: Các quy trình tự động có thể được thiết lập để thực hiện các hành động cụ thể dựa trên dữ liệu thời gian thực, như bật/tắt thiết bị, điều chỉnh tham số hoạt động, hoặc thông báo sự kiện.

7. Ứng dụng thực tiễn

Quản lý năng lượng: Ubidots có thể được sử dụng để giám sát và tối ưu hóa việc sử dụng năng lượng trong các tòa nhà, nhà máy, hoặc các hệ thống năng lượng tái tạo (như hệ thống điện mặt trời).

Chăm sóc sức khỏe từ xa: Các thiết bị y tế có thể gửi dữ liệu trực tiếp lên Ubidots để theo dõi tình trạng bệnh nhân từ xa, giúp bác sĩ đưa ra quyết định điều trị kịp thời.

Quản lý đội xe: Theo dõi vị trí, tình trạng và hiệu suất của các phương tiện trong đội xe, giúp tối ưu hóa hành trình và tiết kiệm chi phí vận hành.

Nông nghiệp thông minh: Giám sát các yếu tố môi trường (như độ ẩm đất, nhiệt độ, ánh sáng) để tối ưu hóa quy trình canh tác, tăng năng suất và giảm lãng phí tài nguyên.

Ubidots là một giải pháp lý tưởng cho các ứng dụng IoT trong nhiều lĩnh vực như công nghiệp, nông nghiệp, y tế, năng lượng, và nhiều ngành khác. Với giao diện thân thiện và các công cụ mạnh mẽ, nền tảng này giúp giảm thiểu thời gian và chi phí phát triển, đồng thời tối đa hóa giá trị từ các dự án IoT.

b, Ứng dụng Ubidots trong y tế:

- Giám sát bệnh nhân từ xa:
 - + Các thiết bị IoT được kết nối có thể theo dõi các chỉ số sức khỏe của bệnh nhân như nhịp tim, huyết áp, mức đường huyết, và nhiệt độ cơ thể.
 - + Dữ liệu được gửi về nền tảng Ubidots để phân tích và hiển thị, giúp bác sĩ và nhân viên y tế theo dõi tình trạng bệnh nhân một cách liên tục và từ xa.
 - + Cảnh báo tự động có thể được thiết lập để thông báo cho bác sĩ khi các chỉ số sức khỏe vượt qua ngưỡng an toàn.
- Quản lý thuốc và liệu trình điều trị:
 - + Các thiết bị IoT có thể được sử dụng để theo dõi việc sử dụng thuốc của bệnh nhân, đảm bảo họ tuân thủ đúng liệu trình điều trị.
 - + Cảm biến và thiết bị thông minh có thể gửi nhắc nhở cho bệnh nhân khi đến giờ uống thuốc hoặc khi cần thực hiện các biện pháp y tế khác.
- Theo dõi thiết bị y tế:
 - + Thiết bị IoT có thể giám sát hoạt động và tình trạng của các thiết bị y tế quan trọng như máy thở, máy đo nồng độ oxy, và máy theo dõi tim.
 - + Giúp đảm bảo rằng các thiết bị này hoạt động chính xác và phát hiện sớm các sự cố hoặc yêu cầu bảo trì.
- Quản lý bệnh viện và phòng khám:
 - + Hệ thống IoT có thể giúp quản lý hiệu quả các tài sản và thiết bị y tế trong bệnh viện, từ việc theo dõi vị trí đến việc quản lý tình trạng hoạt động.
 - + Tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên, giảm thiểu lãng phí và cải thiện quy trình làm việc.
- Ứng dụng trong chăm sóc người cao tuổi:

- + Các thiết bị IoT có thể giúp theo dõi sức khỏe và an toàn của người cao tuổi tại nhà hoặc trong các cơ sở chăm sóc.
- + Các cảm biến phát hiện ngã hoặc bất thường trong hoạt động hàng ngày có thể gửi cảnh báo đến người chăm sóc hoặc người thân.
- Phân tích dữ liệu y tế:
- + Dữ liệu từ các thiết bị IoT có thể được thu thập và phân tích để phát hiện xu hướng và mẫu hình trong sức khỏe của bệnh nhân.
- + Giúp bác sĩ đưa ra quyết định điều trị chính xác và kịp thời hơn.

Các ứng dụng này không chỉ cải thiện chất lượng chăm sóc y tế mà còn giúp giảm chi phí và nâng cao hiệu quả hoạt động của hệ thống y tế. Ubidots, với khả năng kết nối và phân tích dữ liệu mạnh mẽ, đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy các giải pháp IoT trong ngành y tế.

Thiết kế phần mềm:

Thành phần của lưu đồ

1. **Bắt đầu:** Khởi động chương trình.
2. **Thiết lập kết nối WiFi:**
 - Khởi tạo giao tiếp serial.
 - Kết nối WiFi sử dụng SSID và mật khẩu đã cung cấp.
 - In địa chỉ IP cục bộ sau khi kết nối thành công.
3. **Khởi tạo NTP Client và MQTT Client:**
 - Bắt đầu NTP client để lấy thời gian hiện tại.
 - Cấu hình máy chủ MQTT và thiết lập hàm callback.
 - Cập nhật thời gian hiện tại để lấy epoch milliseconds.
4. **Vòng lặp chính:**
 - **Kiểm tra kết nối MQTT:**
 - + Nếu không kết nối, gọi hàm reconnect().
 - + Nếu kết nối lại thành công, đặt lại biến đếm j về 0.

– **Chuẩn bị dữ liệu:**

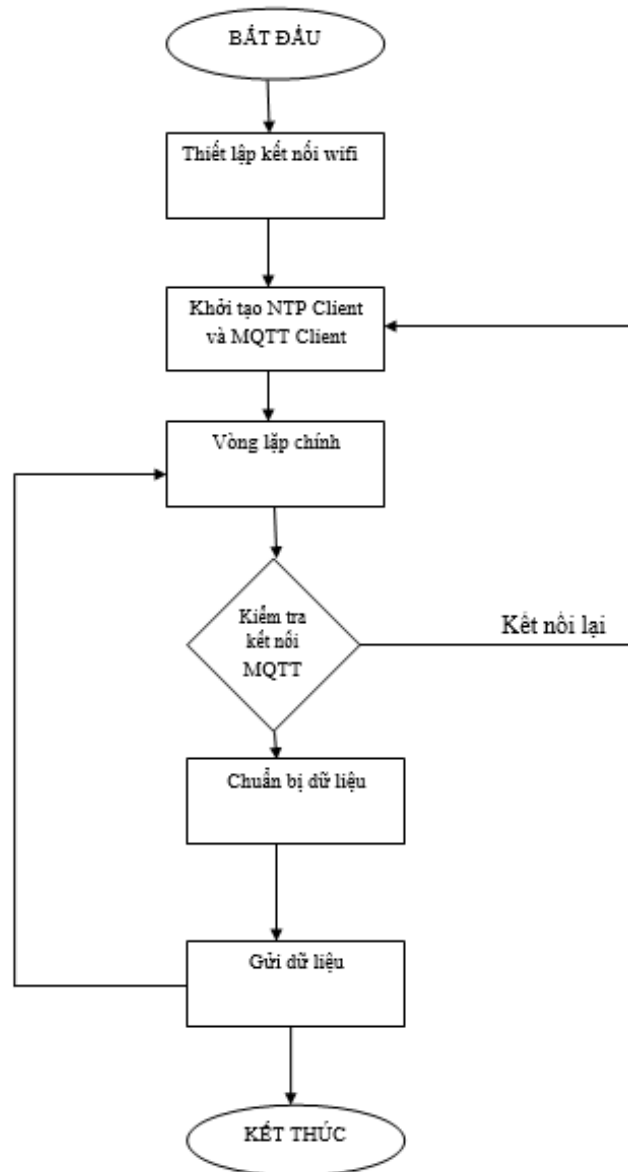
- + Xóa chuỗi payload.
- + Bắt đầu xây dựng payload JSON với nhãn biến.
- + Vòng lặp để đọc giá trị cảm biến ba lần:
 - Đọc dữ liệu cảm biến.
 - Tính toán và thêm timestamp.
- + Thêm giá trị cảm biến cuối cùng và timestamp để hoàn thành payload JSON.

– **Gửi dữ liệu:**

- + Gửi payload đã chuẩn bị tới chủ đề được chỉ định trên Ubidots.
- + In payload lên màn hình serial.

5. **Kết thúc:** Quay lại bắt đầu vòng lặp chính.

Cấu trúc lưu đồ:



Hình 9 Lưu đồ của hệ thống

2.6 , Xây dựng phần cứng:

2.6.1 Cảm biến ECG:

Cảm biến nhịp tim DFRobot Gravity: Analog ECG Heart Rate Sensor đo nhịp tim bằng phương pháp ECG qua các điện cực sử dụng mạch chuyển đổi ADC AD8232 cho độ chính xác cao và ổn định, cảm biến sử dụng giao tiếp Analog, thích hợp với các ứng dụng y sinh: theo dõi sức khỏe, đo nhịp tim,...

Thông số kỹ thuật:

- SKU: SEN0213
- Model: DFRobot Gravity: Analog ECG Heart Rate Sensor
- Input Voltage: 3.3-6V (5V recommended)
- Output Voltage: 0-3.3V
- Interface: Analog Operating current: <10mA
- Dimension: 35 x 22(mm), 1.378" x 0.866"(in)
- Interface Type: PH2.0-3P



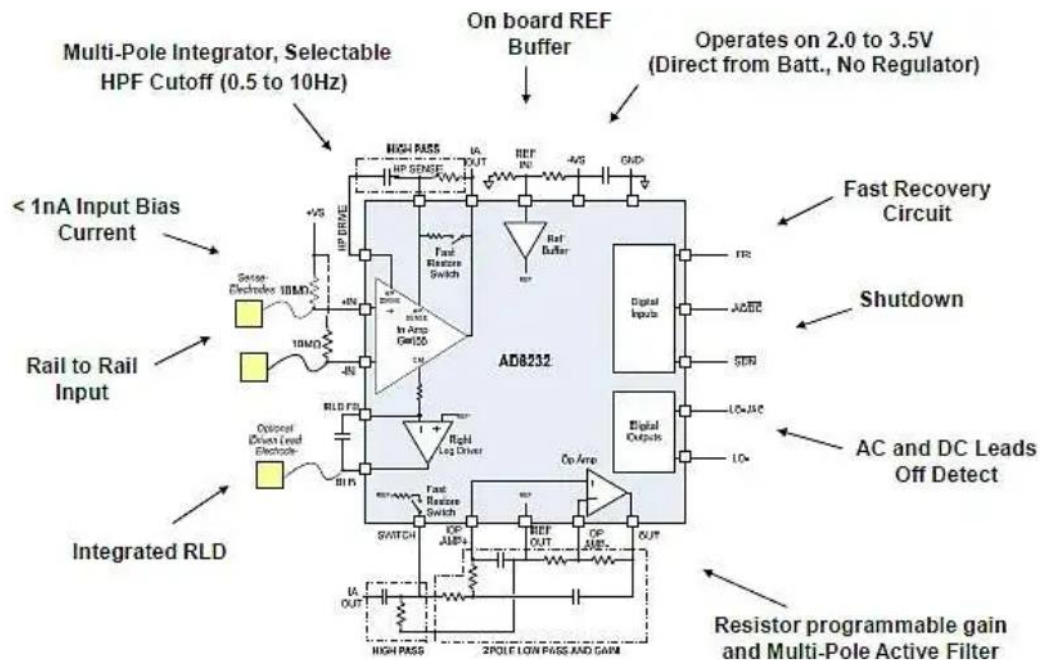
Hình 10 Cảm biến đo nhịp tim ECG

2.6.2 Bộ xử lý tín hiệu AD8232:

AD8232 là khối điều hòa tín hiệu tích hợp cho ECG và các ứng dụng đo tiềm năng sinh học khác. Nó được thiết kế để trích xuất, khuếch đại và lọc các tín hiệu tiềm năng sinh học nhỏ trong điều kiện nhiễu, chẳng hạn như các tín hiệu được tạo ra do chuyển động hoặc đặt điện cực từ xa. Thiết kế này cho phép bộ chuyển đổi tương tự sang số (ADC) công suất cực thấp hoặc bộ vi điều khiển nhúng thu được tín hiệu đầu ra một cách dễ dàng.

AD8232 có thể triển khai bộ lọc thông cao hai cực để loại bỏ các tạo tác chuyển động và điện thế nửa tế bào điện cực. Bộ lọc này được kết hợp chặt chẽ với kiến trúc thiết bị của bộ khuếch đại để cho phép cả lọc khuếch đại lớn và lọc thông cao trong một giai đoạn duy nhất, nhờ đó tiết kiệm không gian và chi phí.

Bộ khuếch đại hoạt động không được cam kết cho phép AD8232 tạo ra bộ lọc thông thấp ba cực để loại bỏ nhiễu bổ sung. Người dùng có thể chọn mức cắt tần số của tất cả các bộ lọc để phù hợp với các loại ứng dụng khác nhau.



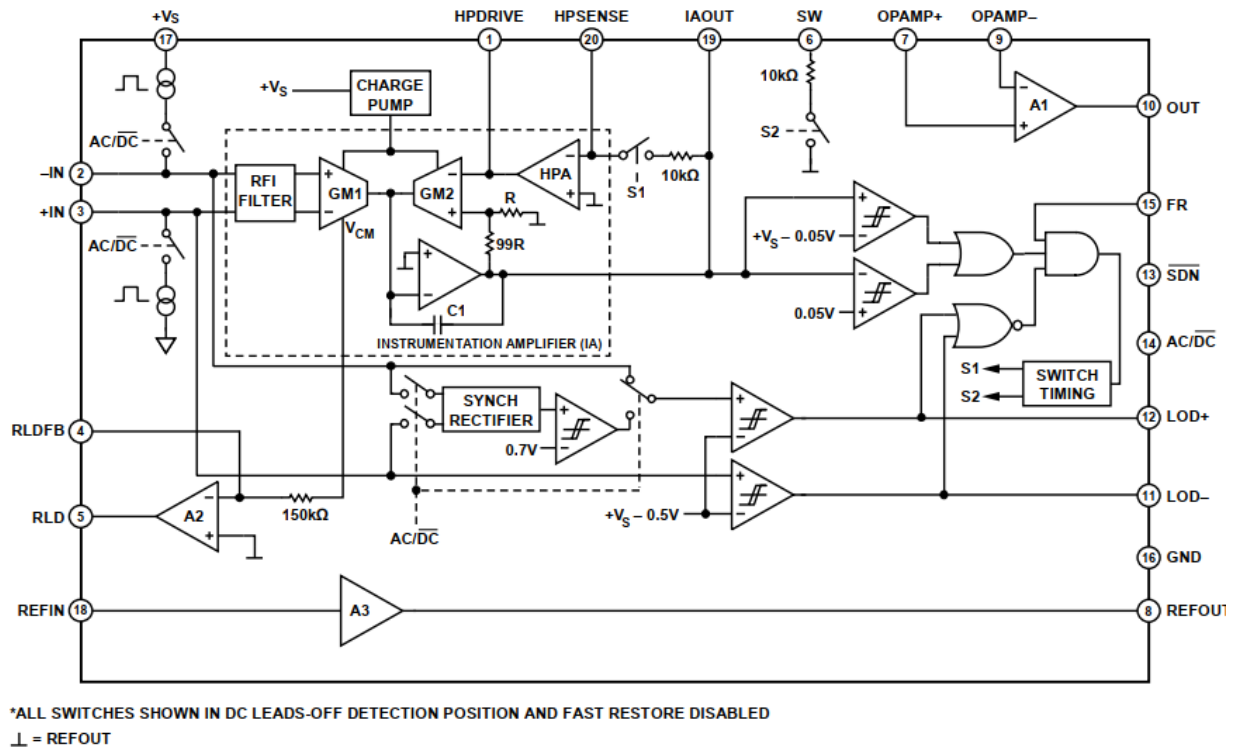
Hình 11 Cấu trúc mô đun AD8232

Để cải thiện khả năng loại bỏ tần số đường truyền trong hệ thống ở chế độ chung và các nhiễu không mong muốn khác, AD8232 bao gồm bộ khuếch đại cho các ứng dụng dây dẫn điều khiển, chẳng hạn như ổ đĩa chân phải (RLD). AD8232 bao gồm chức năng khôi phục nhanh giúp giảm thời gian xử lý các đuôi dài của bộ lọc thông cao.

Sau khi tín hiệu thay đổi đột ngột tác động lên bộ khuếch đại (chẳng hạn như tình trạng ngắt điện), AD8232 sẽ tự động điều chỉnh về mức cắt bộ lọc cao hơn. Tính năng này cho phép AD8232 phục hồi nhanh chóng và do đó thực hiện các phép đo hợp lệ ngay sau khi kết nối các điện cực với đối tượng.

Thông số kỹ thuật:

- Điện áp cung cấp:
 - + Dải điện áp: 1,7V đến 3,5V.
 - + Điện áp tiêu chuẩn: 3,3V hoặc 5V (điện áp cung cấp thường là 3,3V trong các ứng dụng tiêu chuẩn).

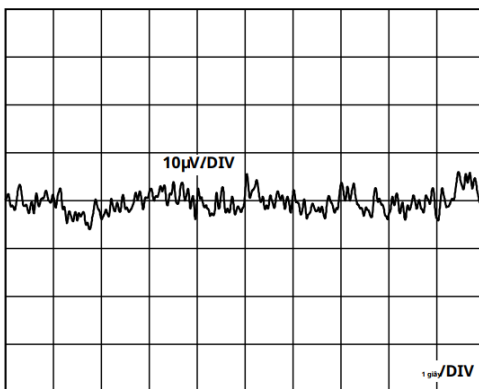


Hình 12 Sơ đồ nguyên lý AD8232

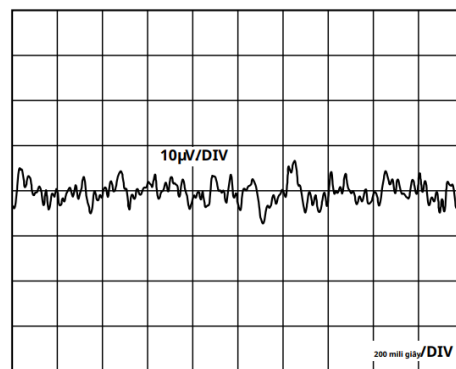
- Dải tần số đáp ứng:
 - + Dải tần số hoạt động: Từ 0,5 Hz đến 40 Hz (đáp ứng tần số thấp để phù hợp với tín hiệu ECG).
 - + Độ chính xác:
 - + Độ phân giải tín hiệu: Đạt khoảng 1 μ V.
 - + Tín hiệu đầu ra:
 - + Đầu ra tín hiệu: Tín hiệu analog, thường được điều chỉnh để phù hợp với tín hiệu ECG.
- Khuếch đại tín hiệu:
 - + Bộ khuếch đại thiết bị bao gồm hai bộ khuếch đại chuyển dẫn phù hợp (GM1 và GM2), bộ khuếch đại chặn dc (HPA) và bộ tích hợp được tạo thành bởi C1 và op amp. Bộ khuếch đại siêu dẫn GM1 tạo ra dòng điện tỷ lệ với điện áp có ở đầu vào của nó. Khi phản hồi được thỏa mãn, một điện áp bằng nhau sẽ xuất hiện

trên các đầu vào của bộ khuếch đại dẫn điện GM2, do đó khớp với dòng điện do GM1 tạo ra. Sự khác biệt tạo ra dòng điện lỗi được tích hợp trên Tụ C1. Điện áp thu được xuất hiện ở đầu ra của bộ khuếch đại thiết bị đo Phản hồi của bộ khuếch đại được áp dụng thông qua GM2 thông qua hai đường dẫn riêng biệt: hai điện trở chia tín hiệu đầu ra để đặt mức tăng tổng thể là 100, trong khi bộ khuếch đại chặn dc tích hợp bất kỳ độ lệch nào so với mức tham chiếu. Do đó, độ lệch dc lớn tới ± 300 mV trên các đầu vào GM1 dường như bị đảo ngược và có cùng độ lớn trên các đầu vào của GM2, tất cả đều không bão hòa tín hiệu quan tâm

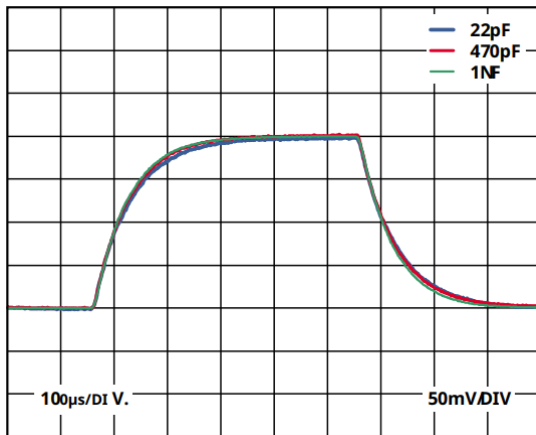
- + Bộ khuếch đại hoạt động: Bộ khuếch đại hoạt động đa năng (A1) này là một thiết bị ray-to-rail có thể được sử dụng để lọc thông thấp và tăng thêm mức khuếch đại. Các phần sau đây cung cấp thông tin chi tiết và các mạch ví dụ sử dụng bộ khuếch đại này
- + Bộ khuếch đại dẫn động chân phải (RLD): giúp cải thiện khả năng loại bỏ nhiễu chế độ chung trong hệ thống bằng cách đảo ngược tín hiệu chế độ chung tại đầu vào của bộ khuếch đại đo lường. Điện áp tham chiếu được đặt tại chân REFIN, có thể thiết lập bằng bộ chia điện áp hoặc từ một điểm khác trong mạch. Một tụ điện có thể được sử dụng để xây dựng bộ tích hợp, giúp loại bỏ nhiễu đường truyền ở chế độ chung trong khoảng 50-60 Hz. Cần cân nhắc cẩn thận giá trị tụ điện để tránh làm cho hệ thống trở nên không ổn định hoặc làm tăng nhiễu. Để giảm thiểu tiếng ồn, nên sử dụng điện trở lớn và đặt chúng gần cực REFIN.



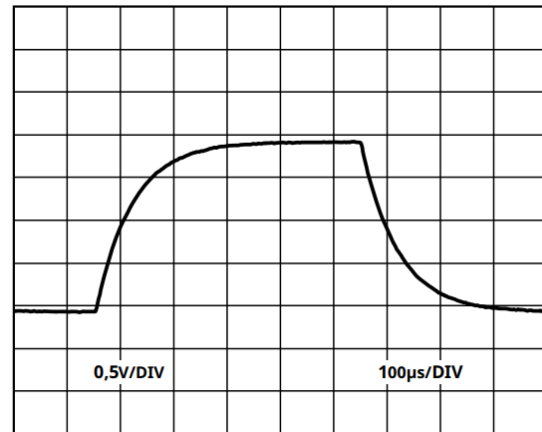
Bộ khuếch đại tín hiệu đo nhiễu 0,1 đến 10 Hz



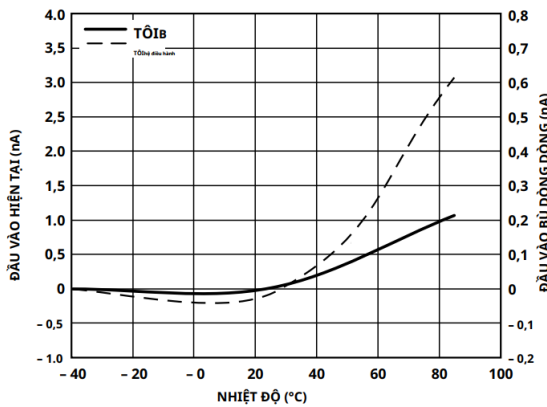
Bộ khuếch đại tín hiệu đo nhiễu 0,5 đến 40 Hz



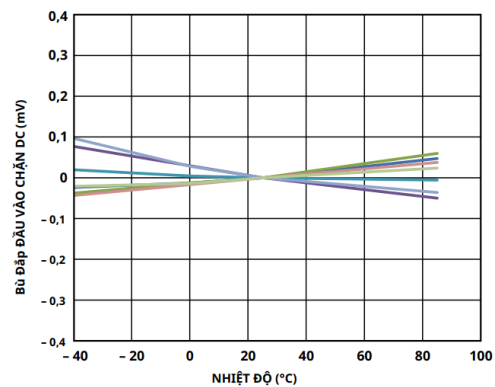
Bộ khuếch đại đáp ứng xung tín hiệu nhỏ



Bộ khuếch đại đáp ứng xung tín hiệu lớn



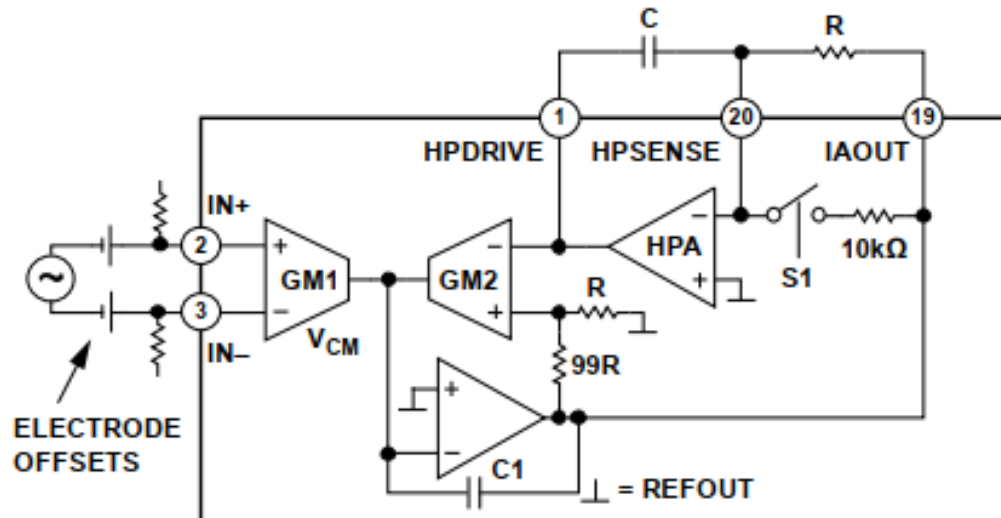
Bộ khuếch đại thiết bị



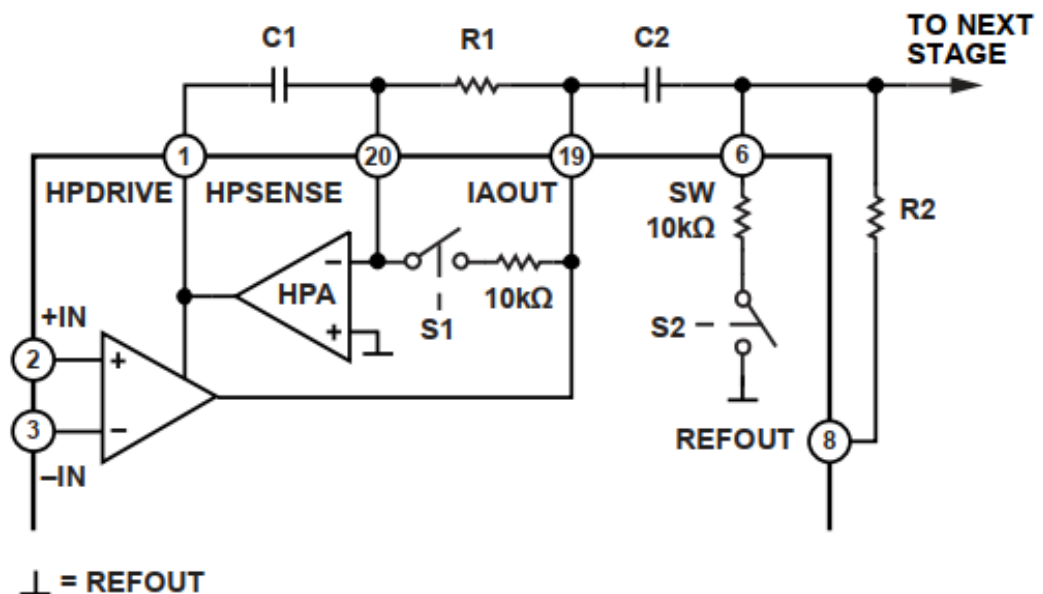
Bộ khuếch đại thiết bị chặn DC độ lệch đầu vào

– Nhiễu và Tạp Âm:

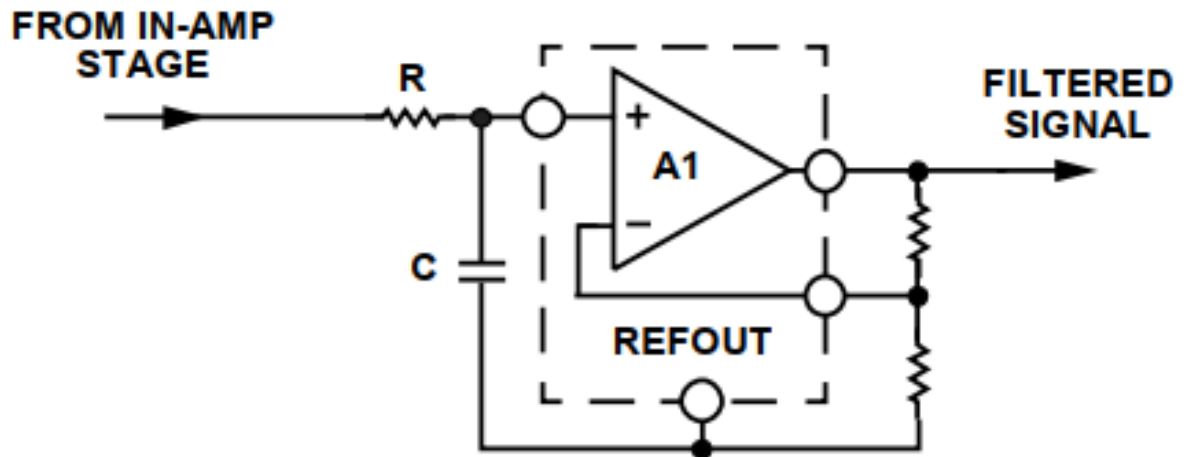
- + Loại bù điện cực: Bộ khuếch đại thiết bị trong AD8232 được thiết kế để khuếch đại tín hiệu ECG nhỏ với hệ số 100, đồng thời lọc các tín hiệu gần DC và loại bỏ độ lệch điện cực lớn lên đến ± 300 mV. Để loại bỏ hiệu quả bù tín hiệu, cần kết nối mạng RC giữa đầu ra của bộ khuếch đại thiết bị, HPSENSE và HPDRIVE.



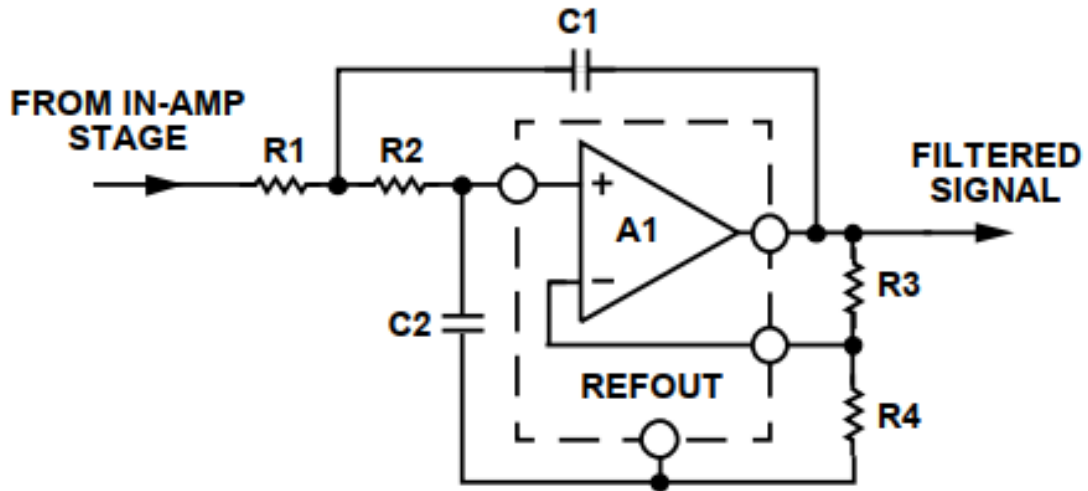
- + Bộ lọc thông cao hai cực: Kiến trúc hai cực có thể được triển khai bằng cách thêm RC ghép điện xoay chiều đơn giản ở đầu ra của bộ khuếch đại thiết bị đo



- + **Lọc và tạo thông thấp:** AD8232 bao gồm một op amp, có thể được sử dụng để tăng cường và lọc tín hiệu. Đối với các ứng dụng không yêu cầu bộ lọc bậc cao, một bộ lọc thông thấp RC đơn giản là đủ, và op amp có thể được sử dụng để đệm hoặc khuếch đại thêm tín hiệu.



Bộ lọc thông thấp một cực và bổ sung



Bộ lọc thông thấp hai cực

Tần số lọc thông thấp được tính như sau:

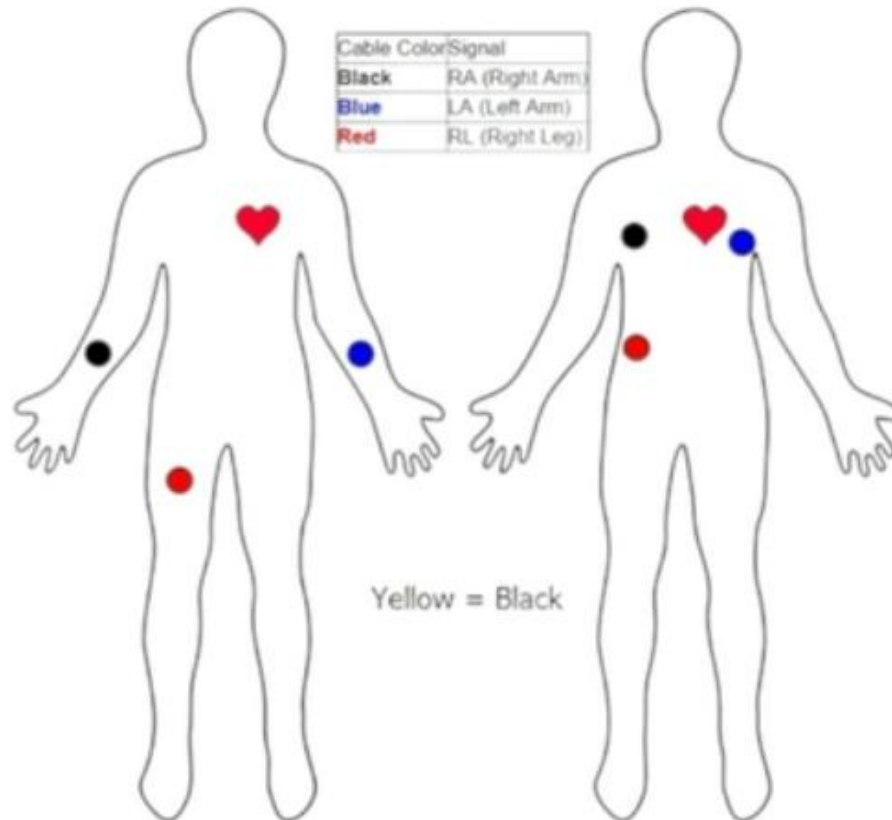
$$f_c = 1/(2\pi\sqrt{R1 C1 R2 C2})$$

$$Gain = 1 + R3/R4$$

$$Q = \frac{\sqrt{R1 \times C1 \times R2 \times C2}}{R1 \times C2 + R2 \times C2 + R1 \times C1(1 - Gain)}$$

- Điện Năng Tiêu Thụ:
 - + Điện năng tiêu thụ: Khoảng 160 μ A (mức tiêu thụ năng lượng thấp, phù hợp với các ứng dụng di động và nhúng).
- Tính Năng Điều Chỉnh:
 - + Bộ lọc tích hợp: Cảm biến AD8232 tích hợp các bộ lọc để loại bỏ nhiễu tần số thấp và tần số cao không mong muốn.

- + L: RL (Right Leg)
- + R: LA (Left Arm)

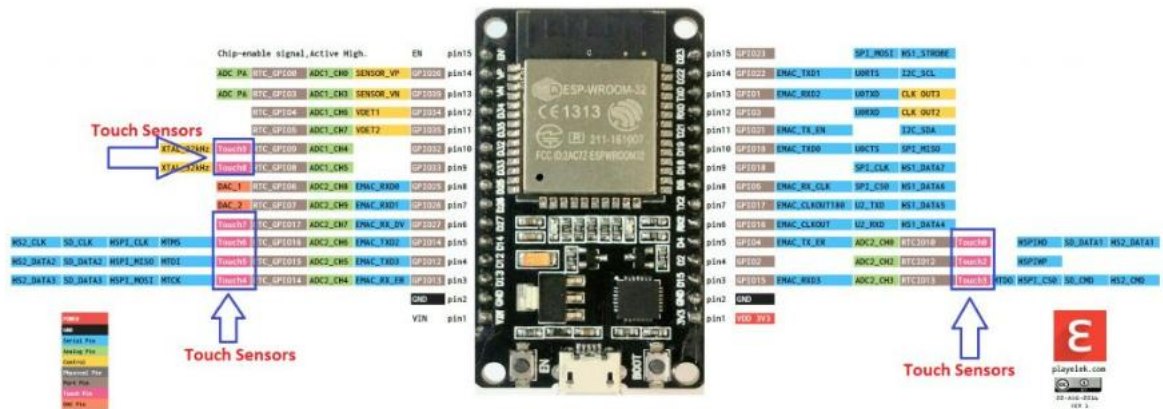


2.6.2 ESP32:

- CPU: Xtensa Dual-Core LX6 microprocessor.
- Tốc độ xử lý 160MHz up to 240 MHz
- Tốc độ xung nhịp đọc flash chip 40mhz --> 80mhz (tùy chỉnh khi lập trình)
- Bộ nhớ RAM: 520 KByte SRAM
- Hỗ trợ 2 giao tiếp không dây: Wi-Fi: 802.11 b/g/n/e/I, Bluetooth: v4.2 BR/EDR and BLE
- Hỗ trợ tất cả các loại giao tiếp
 - + 8-bit DAC (digital to analog) 2 cổng
 - + Analog (ADC) 12-bit 16 cổng.
 - + I²C – 2 cổng

- + UART – 3 cổng
- + SPI – 3 cổng (1 cổng cho chip FLASH)
- + I²S – 2 cổng
- SD card /SDIO/MMC host
- Slave (SDIO/SPI)
- Ethernet MAC interface with dedicated DMA and IEEE 1588 support
- CAN bus 2.0
- IR (TX/RX)
- Băm xung PWM (tất cả các chân)
- Ultra low power analog pre-amplifier’
- Cảm biến tích hợp trên chip esp32
 - + 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.
- Bảo mật
 - + IEEE 802.11 standard security features all supported, including WFA, WPA/WPA2 and WAPI
 - + Secure boot
 - + Flash encryption
 - + 1024-bit OTP, up to 768-bit for customers
- Cryptographic hardware acceleration: AES, SHA-2, RSA, elliptic curve cryptography (ECC), random number generator (RNG)
- Nguồn điện hoạt động
 - + Nhiệt độ hoạt động -40 + 85C
 - + Điện áp hoạt động: 2.2-3.6V
 - + Số cổng GPIO: 34

DOIT ESP32 DEVKIT V1 PINOUT



THÔNG SỐ KỸ THUẬT

Vi điều khiển:

- Chipset: ESP32
- Nhân xử lý: Dual-core (2 nhân) hoặc Single-core (1 nhân) Xtensa® 32-bit LX6
- Tốc độ xung nhịp: Lên đến 240 MHz

Bộ nhớ:

- RAM: 520 KB SRAM
- Bộ nhớ flash: Từ 4 MB đến 16 MB (tùy thuộc vào mô-đun và nhà sản xuất)

Kết nối không dây:

- Wi-Fi: IEEE 802.11 b/g/n
- Bluetooth: Bluetooth 4.2 (Classic và BLE - Bluetooth Low Energy)

Cổng GPIO:

- Số lượng GPIO: 34 chân GPIO, trong đó 15 chân có thể được sử dụng làm đầu vào/đầu ra số và analog.
- Đầu vào analog: 12-bit ADC, có thể đo lên đến 18 kênh (tùy thuộc vào mô-đun)
- Đầu ra analog: 8-bit DAC (Digital-to-Analog Converter)

Giao tiếp:

- UART: 3 cổng UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)

- SPI: 4 cổng SPI (Serial Peripheral Interface)
- I2C: 2 cổng I2C (Inter-Integrated Circuit)
- PWM: Hỗ trợ PWM (Pulse Width Modulation) trên tất cả các chân GPIO
- I2S: 2 cổng I2S (Inter-IC Sound)

Cảm biến và các tính năng khác:

- Cảm biến nhiệt độ: Có cảm biến nhiệt độ tích hợp
- Cảm biến Hall: Có cảm biến Hall hiệu ứng
- Bộ điều chỉnh điện áp: Tích hợp bộ điều chỉnh điện áp 3.3V

Nguồn cung cấp:

- Điện áp hoạt động: 2.2V đến 3.6V
- Điện năng tiêu thụ: Có thể thay đổi tùy thuộc vào chế độ hoạt động (từ vài mA đến vài μ A trong chế độ tiết kiệm năng lượng)

Kích thước và đóng gói:

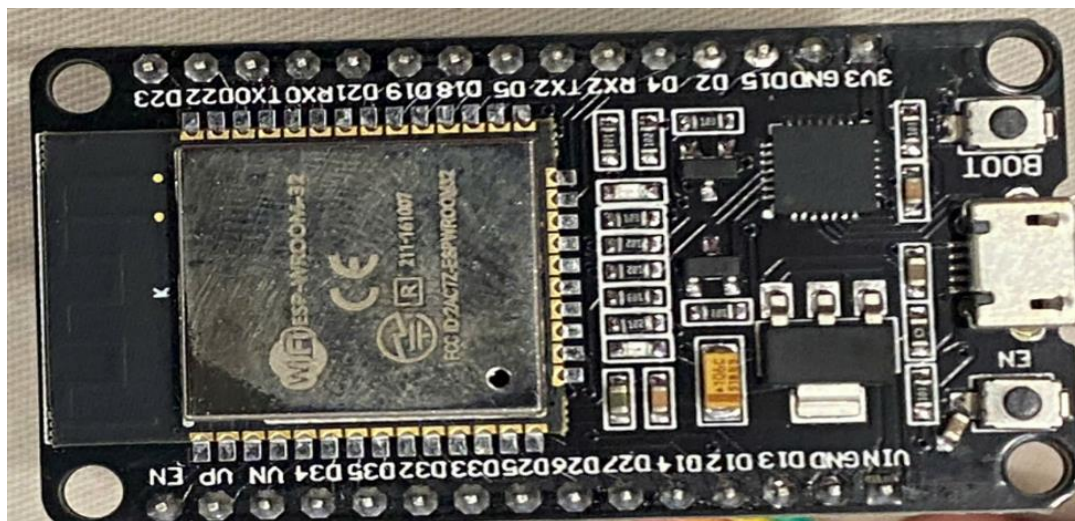
- Kích thước: Tùy thuộc vào mô-đun, nhưng thường là khoảng 25 mm x 18 mm cho ESP32-WROOM-32
- Đóng gói: Có nhiều phiên bản đóng gói khác nhau như ESP32-WROOM-32, ESP32-WROOM-32U, ESP32-WROOM-32D

Các tính năng khác:

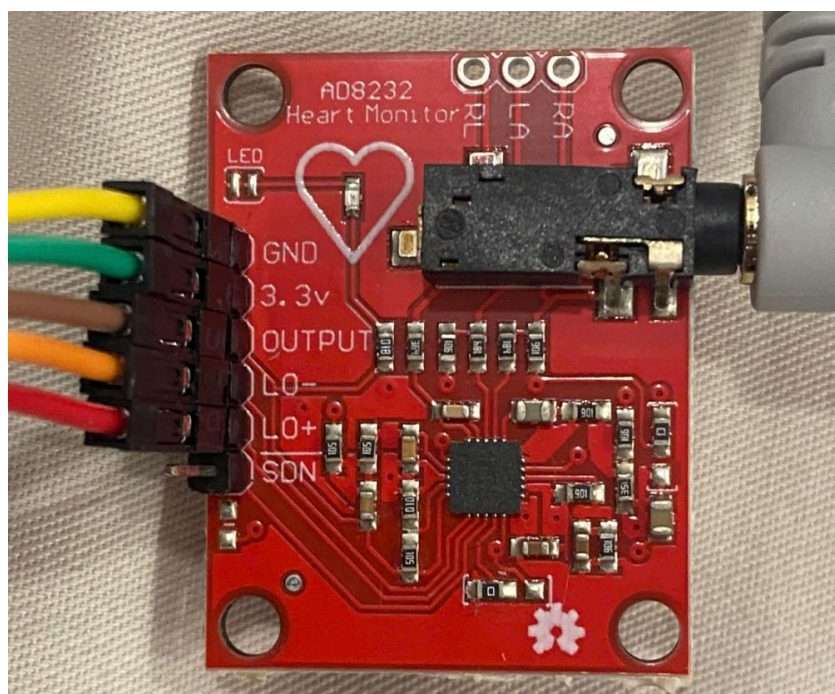
- Tính tương thích: Tương thích với nhiều hệ điều hành nhúng và môi trường phát triển phần mềm như Arduino IDE, Espressif IDF, MicroPython, và nhiều công cụ phát triển khác.
- Hỗ trợ bảo mật: Tính năng bảo mật mạnh mẽ bao gồm mã hóa và xác thực kết nối.

CHƯƠNG 3: TÍCH HỢP HỆ THỐNG VÀ THỬ NGHIỆM

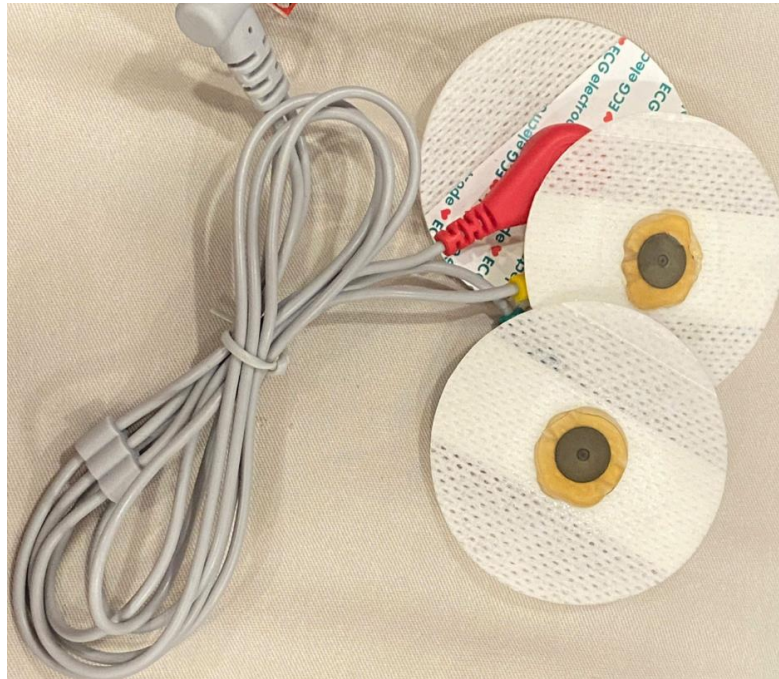
3.1 Chương trình thử nghiệm



Hình 13 Mạch xử lý ADC giao tiếp với máy tính và gửi dữ liệu lên Ubidots



Hình 14 Mạch thu nhận và xử lý tín hiệu điện tim



Hình 15 Hệ thống cáp đo điện tim



Hình 16 Kết nối phần cứng hệ thống đo điện tim



Hình 17 Tín hiệu điện tim phản ứng đo được



Hình 18 Tín hiệu điện tim đo được và đưa lên Ubidots

Độ chính xác tín hiệu:

- Tín hiệu ECG thu được từ cảm biến AD8232 có độ chính xác cao khi đo trực tiếp, đặc biệt trong điều kiện chuẩn và ổn định.
- Khi tín hiệu được truyền lên Ubidots qua ESP32, quá trình truyền tải không làm giảm đáng kể độ chính xác. Tuy nhiên, một số ảnh hưởng từ môi trường mạng

hoặc độ trễ nhỏ có thể xuất hiện, nhưng không đủ để làm biến dạng tín hiệu ECG đáng kể.

Tính toàn vẹn dữ liệu:

- Tín hiệu ECG đo trực tiếp trên thiết bị thường không bị suy giảm hay gián đoạn.
- Trên nền tảng Ubidots, dữ liệu có thể bị gián đoạn nếu có sự cố về kết nối mạng, nhưng trong quá trình thử nghiệm, ESP32 cho thấy khả năng kết nối ổn định, đảm bảo tín hiệu không bị mất mát.

Tốc độ và độ trễ:

- Khi đo trên thiết bị, tín hiệu hiển thị tức thời, không có độ trễ.
- Trên Ubidots, độ trễ thường rất nhỏ, tùy thuộc vào tốc độ mạng, nhưng thường chỉ là vài giây, không ảnh hưởng lớn đến việc theo dõi liên tục.

Nhiều tín hiệu:

- Tín hiệu đo trực tiếp trên thiết bị có thể ít bị nhiễu hơn, đặc biệt nếu đo trong môi trường ổn định.
- Tín hiệu trên Ubidots vẫn có thể bị nhiễu do ảnh hưởng của môi trường hoặc trong quá trình truyền dữ liệu, tuy nhiên hệ thống đã được thiết kế để hạn chế tối đa tác động này.

Tóm lại, kết quả đo được từ thiết bị và tín hiệu trên nền tảng Ubidots gần như tương đồng, với độ chính xác cao và không bị suy giảm đáng kể, nhưng có thể xuất hiện một số độ trễ nhỏ hoặc gián đoạn nếu gặp vấn đề về kết nối mạng.

3.2 Đánh giá thử nghiệm

So sánh giữa kết quả đo tín hiệu điện tim (ECG) từ hệ thống điện tim tác giả xây dựng và một thiết bị ECG y tế chuẩn khi đo trên một người bình thường.

Kết quả tín hiệu điện tim được tham khảo từ máy Cardimax FX-8400 của hãng Fukuda xuất xứ Nhật Bản

Thông số	Thiết bị ECG đã được đưa vào sử dụng trong bệnh	Hệ thống giám sát tín hiệu điện tim trên nền tảng iot	Sai số
----------	---	---	--------

	viện		
Nhịp tim (BPM)	72	72	0
Khoảng PR (ms)	160	158	-2
Khoảng QRS (ms)	100	105	5
Khoảng QT (ms)	400	405	5
Điện thế sóng R (mV)	1,2	1,18	0,02
Điện thế sóng T (mV)	0,3	0,31	0,01
Khoảng RR (ms)	833	830	-3

Nhịp tim (BPM): Tần số của các sóng R, tính bằng số sóng R trong một phút.

Khoảng PR: Thời gian từ đầu sóng P đến đầu sóng Q, đo độ dẫn truyền nhĩ thất.

Khoảng QRS: Thời gian của phức hợp QRS, đo sự khử cực của tâm thất.

Khoảng QT: Thời gian từ đầu sóng Q đến cuối sóng T, đo thời gian từ khử cực đến tái cực của tâm thất.

Điện thế sóng R và T: Biên độ sóng R và T, tương ứng với sự khử cực và tái cực của tâm thất.

Khoảng RR: Thời gian giữa hai đỉnh sóng R liên tiếp, phản ánh chu kỳ tim.

Nhận xét:

- Nhịp tim của hệ thống chính xác
- Sai số nhỏ: Các sai số giữa hệ thống IoT và thiết bị bệnh viện rất nhỏ, không vượt quá mức chấp nhận được trong bối cảnh y tế, dao động từ 0,01 mV đến 5 ms.
- Độ chính xác cao: Hệ thống IoT đã cho kết quả rất gần với thiết bị bệnh viện, đặc biệt là về điện thế sóng R và T, với sai số chỉ 0,02 mV và 0,01 mV.
- Sai số lớn nhất nằm ở khoảng QRS (5 ms), nhưng vẫn trong phạm vi có thể chấp nhận và không ảnh hưởng lớn đến việc theo dõi tín hiệu tim.

3.3 Kết luận:

Đồ án đã thực hiện xây dựng phần cứng và chương trình thử nghiệm cho hệ thống giám sát tín hiệu điện tim dựa trên nền tảng IoT. Kết quả đạt được đã chứng minh tính khả thi của hệ thống theo dõi ECG dựa trên nền tảng IoT. Hệ thống không chỉ đáp ứng được các yêu cầu cơ bản về tính năng, độ chính xác và hiệu suất mà còn cho thấy tiềm năng lớn trong việc áp dụng vào các ứng dụng y tế thực tế. Tuy nhiên, sản phẩm cần tiếp tục được nghiên cứu và cải thiện về tính năng bảo mật và kiểm tra thêm trong các môi trường thực tế khác nhau để đảm bảo hệ thống hoạt động ổn định và tin cậy.

Đồ án đã đạt được một số kết quả ban đầu và cần khắc phục một số điểm hạn chế, cụ thể như sau:

Ưu điểm:

Dữ liệu thời gian thực:

- Trong chương trình thử nghiệm, hệ thống đã thành công trong việc truyền dữ liệu ECG thời gian thực từ cảm biến kết nối với AD8232 qua ESP32 lên nền tảng IoT của Ubidots. Điều này cho phép theo dõi liên tục tình trạng sức khỏe của người dùng mà không cần phải lưu trữ dữ liệu cục bộ.

Khả năng kết nối ổn định:

- Bo mạch vi điều khiển ESP32 có tích hợp kết nối Wi-Fi đã chứng minh khả năng duy trì kết nối ổn định trong quá trình thử nghiệm, đảm bảo rằng dữ liệu ECG được truyền tải liên tục và không bị gián đoạn đến nền tảng IoT Ubidots.

Dễ dàng triển khai và cấu hình:

- Hệ thống thử nghiệm sử dụng các phần cứng phổ biến và dễ dàng cấu hình, giúp giảm thời gian phát triển và triển khai. Việc sử dụng Ubidots cũng giúp dễ dàng quản lý và hiển thị dữ liệu ECG mà không cần phải xây dựng từ đầu.

Độ chính xác:

- Độ chính xác đáp ứng yêu cầu: Hệ thống sử dụng cảm biến ECG và mạch xử lý tín hiệu AD8232 có khả năng thu thập tín hiệu ECG một cách chính xác, đặc biệt trong điều kiện lắp đặt phù hợp và ổn định. Cảm biến này đã được thiết kế để xử lý

và lọc các tín hiệu không mong muốn, do đó, dữ liệu ECG thu nhận được có độ tin cậy cao.

- Khả năng truyền tải dữ liệu ổn định: Bộ mạch ESP32 đảm nhận vai trò thu nhập và truyền tải dữ liệu lên nền tảng IoT Ubidots một cách hiệu quả mà không gây ra suy giảm đáng kể đối với chất lượng tín hiệu ECG. Bộ mạch ESP32 có năng lực xử lý mạnh, tiêu thụ năng lượng vừa phải, đáp ứng các yêu cầu về phần cứng IoT. Điều này giúp đảm bảo rằng dữ liệu truyền đi vẫn giữ được độ chính xác cần thiết cho việc phân tích và giám sát từ xa.
- Theo dõi liên tục và kịp thời: Hệ thống cho phép thu thập và giám sát dữ liệu ECG theo thời gian thực, điều này rất quan trọng trong việc theo dõi sức khỏe người dùng, đặc biệt trong các ứng dụng y tế cần theo dõi liên tục.

Hạn chế:

Nhiều tín hiệu:

- Trong quá trình thử nghiệm, tín hiệu ECG đo được có thể bị ảnh hưởng bởi nhiễu do môi trường hoặc do sự tương tác giữa AD8232 và ESP32. Điều này có thể làm giảm độ chính xác của dữ liệu đo được so với các thiết bị y tế chuẩn. Do vậy, đây cũng là hướng phát triển tiếp theo của đề tài là phát triển các thuật toán lọc dữ liệu tin cậy và hiệu quả cho từng loại cảm biến ECG.

Giới hạn về xử lý dữ liệu:

- ESP32 có khả năng xử lý hạn chế, do đó việc thực hiện các thuật toán phức tạp hoặc phân tích dữ liệu ECG chi tiết trong thời gian thực có thể gặp khó khăn, ảnh hưởng đến hiệu quả của hệ thống trong việc phát hiện các bất thường trong tín hiệu tim.

Mở rộng quy mô của hệ thống:

- Khi thử nghiệm với số lượng lớn dữ liệu hoặc khi có nhiều thiết bị cùng kết nối với nền tảng Ubidots, hệ thống có thể gặp phải các vấn đề về độ trễ hoặc gián đoạn kết nối, ảnh hưởng đến việc theo dõi tín hiệu điện tim liên tục. Do vậy, hướng phát triển tiếp theo là cần thiện phần truyền dữ liệu giữa thiết bị IoT và nền tảng IoT. Hiện tại, sản phẩm của đồ án sử dụng nền tảng thương mại IoT của hãng Ubidots có khả năng kết nối và xử lý với nhiều cảm biến trên quy mô lớn, tuy nhiên chi phí

thuê dịch vụ còn cao. Do vậy, để đảm bảo tính chủ động và linh hoạt, cần thiết phải phát triển nền tảng IoT riêng biệt cho hệ thống giám sát ECG nói riêng và cho các thiết bị y tế nói chung.

Bảo mật dữ liệu:

- Trong chương trình thử nghiệm, dữ liệu ECG được truyền qua mạng không dây có thể đối mặt với các rủi ro bảo mật nếu không được mã hóa đầy đủ. Điều này có thể dẫn đến nguy cơ rò rỉ dữ liệu nhạy cảm nếu hệ thống không được bảo vệ kỹ lưỡng.

Hướng phát triển:

Tăng cường khả năng xử lý tín hiệu:

- Tích hợp các thuật toán phân tích tín hiệu: Hệ thống có thể được nâng cấp bằng cách tích hợp các thuật toán phân tích tín hiệu ECG phức tạp hơn để phát hiện sớm các bất thường về nhịp tim, chẳng hạn như rối loạn nhịp tim, suy tim, hoặc các vấn đề khác liên quan đến tim mạch.
- Nâng cao khả năng lọc nhiễu: Cải tiến phần mềm lọc nhiễu trên ESP32 để giảm thiểu tác động của nhiễu môi trường, giúp tăng độ chính xác của tín hiệu ECG đo được trong các điều kiện khác nhau.

Mở rộng khả năng kết nối và truyền tải:

- Hỗ trợ kết nối đa nền tảng: Phát triển hệ thống để hỗ trợ nhiều nền tảng IoT khác ngoài Ubidots, chẳng hạn như Google Cloud, AWS IoT, hoặc Microsoft Azure, nhằm tăng tính linh hoạt và mở rộng khả năng lưu trữ, phân tích dữ liệu.
- Tối ưu hóa băng thông và năng lượng: Cải tiến để giảm thiểu tiêu thụ năng lượng và tối ưu hóa băng thông truyền tải, đặc biệt là trong các ứng dụng di động hoặc sử dụng lâu dài mà nguồn năng lượng có thể bị giới hạn.
- Phát triển giao diện người dùng và trải nghiệm người dùng:
- Tạo giao diện người dùng thân thiện: Thiết kế giao diện người dùng trực quan trên các ứng dụng di động hoặc web, giúp người dùng dễ dàng theo dõi và quản lý tình trạng sức khỏe của mình.

- Tích hợp hệ thống cảnh báo thông minh: Xây dựng hệ thống cảnh báo tự động, thông báo ngay lập tức cho người dùng và bác sĩ khi phát hiện các tín hiệu bất thường từ dữ liệu ECG.

Mở rộng phạm vi ứng dụng:

- Ứng dụng trong các môi trường khác nhau: Phát triển hệ thống để ứng dụng trong nhiều bối cảnh khác nhau như bệnh viện, phòng khám, hoặc theo dõi tại nhà, và thậm chí trong các tình huống khẩn cấp ngoài trời.
- Tương thích với nhiều loại cảm biến khác: Nâng cấp hệ thống để tích hợp với nhiều loại cảm biến sinh học khác nhau, như cảm biến SpO2, cảm biến huyết áp, hoặc cảm biến nhiệt độ, giúp cung cấp một cái nhìn toàn diện về sức khỏe người dùng.

Nâng cao tính bảo mật và bảo vệ dữ liệu:

- Tăng cường bảo mật dữ liệu: Phát triển các phương pháp mã hóa dữ liệu tiên tiến và triển khai các biện pháp bảo mật mạnh mẽ để bảo vệ dữ liệu người dùng khỏi các mối đe dọa an ninh mạng.
- Tuân thủ các quy định về bảo mật y tế: Đảm bảo hệ thống tuân thủ các tiêu chuẩn bảo mật y tế quốc tế như HIPAA (Hoa Kỳ) hoặc GDPR (Liên minh châu Âu) khi triển khai trong các ứng dụng y tế thực tế.

KẾT LUẬN

Luận văn này đã nghiên cứu và triển khai thành công một hệ thống giám sát tín hiệu điện tim trên nền tảng IoT, sử dụng cảm biến AD8232 và vi điều khiển ESP32 để thu thập, xử lý và truyền tải dữ liệu ECG theo thời gian thực đến nền tảng IoT Ubidots. Ngoài ra, tác giả cũng nghiên cứu các phương pháp lọc và xử lý tín hiệu ECG nhằm nâng cao chất lượng là độ tin cậy của dữ liệu thu nhận được. Qua quá trình nghiên cứu và thử nghiệm, hệ thống đã chứng minh được tính khả thi, hiệu quả và độ chính xác trong việc giám sát tín hiệu điện tim, mở ra nhiều triển vọng ứng dụng trong lĩnh vực chăm sóc sức khỏe.

Hệ thống được phát triển với mục tiêu cung cấp một giải pháp giám sát sức khỏe từ xa đơn giản, tiện lợi và tiết kiệm chi phí, đặc biệt hữu ích cho những bệnh nhân mắc bệnh tim mạch mãn tính, cần theo dõi liên tục. Việc tích hợp giữa phần cứng và phần mềm đã tạo ra một hệ thống hoàn chỉnh, có khả năng ghi nhận, xử lý tín hiệu ECG một cách chính xác và gửi dữ liệu đến nền tảng trực tuyến để người dùng và các chuyên gia y tế có thể theo dõi từ xa.

Bên cạnh những kết quả tích cực, hệ thống cũng còn tồn tại một số hạn chế như sự phụ thuộc vào kết nối mạng để truyền tải dữ liệu và khả năng chống nhiễu chưa tối ưu trong một số điều kiện môi trường cụ thể. Tuy nhiên, những hạn chế này hoàn toàn có thể được khắc phục và cải thiện trong tương lai thông qua các hướng phát triển đã được đề xuất trong luận văn.

Tóm lại, hệ thống giám sát tín hiệu điện tim được nghiên cứu và phát triển trong luận văn này đã đạt được những kết quả quan trọng, đóng góp vào việc ứng dụng công nghệ IoT trong lĩnh vực y tế, đồng thời mở ra nhiều cơ hội để phát triển và ứng dụng rộng rãi trong thực tiễn. Hướng đến tương lai, việc nâng cao độ chính xác, tăng cường khả năng xử lý và bảo mật dữ liệu sẽ là những mục tiêu quan trọng để hệ thống này có thể được ứng dụng một cách rộng rãi và hiệu quả hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] **Internet of Things: A Survey** - A. McEwen, H. Cassimally - 2013
- [2] **Fundamentals of Wireless Sensor Networks: Theory and Practice** - W. Dargie, C. Poellabauer - 2010
- [3] **Wearable ECG Monitors and Their Applications** - Y. Mendelson, R. Kent - 2014
- [4] **Medical Instrumentation: Application and Design** - J. G. Webster - 2009
- [5] **Real-Time Health Monitoring through IoT** - R. K. Jha, M. R. Islam - 2015
- [6] **Ubidots for Developers: Quick Start Guide** - Ubidots - 2020
- [7] **Advanced Arduino Techniques for the IoT** - M. Margolis - 2016
- [8] **Biomedical Signal Processing and Signal Modeling** - E. N. Bruce - 2001
- [9] **Security and Privacy in IoT** - R. Roman, P. Najera, J. Lopez - 2011
- [10] **Machine Learning for ECG Data Analysis** - A. L. Goldberger, L. A. N. Amaral, et al. - 2000

PHỤ LỤC

Code đo tín hiệu điện tim:

```
#include <WiFi.h>
#include <WiFiUdp.h>
#include <PubSubClient.h>
#include <NTPClient.h>

#define WIFISSID "22D7" // Enter WifiSSID here
#define PASSWORD "88889999" // Enter password here
#define TOKEN "BBUS-LD6Nlz1odGXrGBGSdnZQKmerTKfhZc" // Ubidots'
TOKEN
#define MQTT_CLIENT_NAME "mymqttclient" // MQTT client Name
// * Define Constants
#define VARIABLE_LABEL "ECG mornitering system" // ubidots variable label
#define DEVICE_LABEL "may-theo-doi-dien-tim" // ubidots device label

#define SENSORPIN A0 // Set the A0 as SENSORPIN

char mqttBroker[] = "industrial.api.ubidots.com";
char payload[10000];
char topic[150];
// Space to store values to send
char str_sensor[10];
char str_millis[20];
double epochseconds = 0;
double epochmilliseconds = 0;
double current_millis = 0;
double current_millis_at_sensordata = 0;
double timestamp = 0;
```

```
int j = 0;

/*****

    Auxiliar Functions

*****/

WiFiClient ubidots;
PubSubClient client(ubidots);
WiFiUDP ntpUDP;
NTPClient timeClient(ntpUDP, "pool.ntp.org");

void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {
    char p[length + 1];
    memcpy(p, payload, length);
    p[length] = NULL;
    Serial.write(payload, length);
    Serial.println(topic);
}

void reconnect() {
    // Loop until we're reconnected
    while (!client.connected()) {
        Serial.println("Attempting MQTT connection...");

        // Attempt to connect
        if (client.connect(MQTT_CLIENT_NAME, TOKEN, "")) {
            Serial.println("Connected");
        } else {
            Serial.print("Failed, rc=");
            Serial.print(client.state());
            Serial.println(" try again in 2 seconds");
        }
    }
}
```

```
// Wait 2 seconds before retrying
delay(2000);
}
}
}

/*****

Main Functions

*****/

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  WiFi.begin(WIFISSID, PASSWORD);
  // Assign the pin as INPUT
  pinMode(SENSORPIN, INPUT);

  Serial.println();
  Serial.print("Waiting for WiFi...");

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
    delay(500);
  }

  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi Connected");
  Serial.println("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
  timeClient.begin();
  client.setServer(mqttBroker, 1883);
```

```
client.setCallback(callback);
timeClient.update();
epochseconds = timeClient.getEpochTime();
epochmilliseconds = epochseconds * 1000;
Serial.print("epochmilliseconds=");
Serial.println(epochmilliseconds);
current_millis = millis();
Serial.print("current_millis=");
Serial.println(current_millis);
}

void loop() {
  if (!client.connected()) {
    reconnect();
    j = 0;
  }

  //sprintf(payload, "%s", "{\"ECG_Sensor_data\": [{\"value\":1234, \"timestamp\":
1595972075},{\"value\":1111, \"timestamp\": 1595971075},{\"value\":2222,
\\\"timestamp\\\": 1595970075}]}");
  j = j + 1;
  Serial.print("j=");
  Serial.println(j);
  sprintf(topic, "%s%s", "/v1.6/devices/", DEVICE_LABEL);
  sprintf(payload, "%s", ""); // Cleans the payload
  sprintf(payload, "{\"%s\": [", VARIABLE_LABEL); // Adds the variable label
  for (int i = 1; i <= 3; i++)
  {
    float sensor = analogRead(SENSORPIN);
    dtostrf(sensor, 4, 2, str_sensor);
```

```
    sprintf(payload, "%s{\"value\":\"", payload); // Adds the value
    sprintf(payload, "%s %s,", payload, str_sensor); // Adds the value
    current_millis_at_sensordata = millis();
    timestamp = epochmilliseconds + (current_millis_at_sensordata - current_millis);
    dtostrf(timestamp, 10, 0, str_millis);
    sprintf(payload, "%s \"timestamp\": %s}", payload, str_millis); // Adds the value
    delay(150);
}
```

```
float sensor = analogRead(SENSORPIN);
dtostrf(sensor, 4, 2, str_sensor);
current_millis_at_sensordata = millis();
timestamp = epochmilliseconds + (current_millis_at_sensordata - current_millis);
dtostrf(timestamp, 10, 0, str_millis);
sprintf(payload, "%s{\"value\":%s, \"timestamp\": %s}}", payload, str_sensor,
str_millis);
Serial.println("Publishing data to Ubidots Cloud");
client.publish(topic, payload);
Serial.println(payload);
// client.loop();
}
```
