

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

NGÀNH ĐIỆN TỰ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP

Sinh viên : Vũ Trung Đàng
Giảng viên hướng dẫn : TS. Đoàn Hữu Chức

Hải Phòng -2024

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG



ĐỀ TÀI : THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐO NHỊP TIM
ỨNG DỤNG CẢM BIẾN MAX30100

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH ĐIỆN TỰ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP

Sinh viên : Vũ Trung Đàng

Giảng viên hướng dẫn: TS. Đoàn Hữu Chức

Hải Phòng – 2024

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên : Vũ Trung Đang - **MSV** : 2119102001

Lớp : DCL2501

Ngành : Điện Tự Động Công Nghiệp

Tên đề tài: Thiết kế hệ thống đo nhịp tim ứng dụng cảm biến
MAX30100

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI

1. Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp (về lý luận, thực tiễn, các số liệu cần tính toán và các bản vẽ).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Các số liệu cần thiết để tính toán.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Địa điểm thực tập tốt nghiệp.

.....

.....

.....

.....

CÁC CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Họ và tên : Đoàn Hữu Chức

Học hàm, học vị : Tiến sĩ

Cơ quan công tác : Trường Đại Học Thủy lợi

Nội dung hướng dẫn:

.....
.....
.....
.....

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày ... tháng ... năm 2023

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày ... tháng ... năm 2024

Đã nhận nhiệm vụ ĐTTN

Sinh viên

Đã giao nhiệm vụ ĐTTN

Giảng viên hướng dẫn

Vũ Trung Đàng

Đoàn Hữu Chức

Hải Phòng, ngày tháng năm 2024

TRƯỞNG KHOA

Cộng Hòa Xã Hội Chủ Nghĩa Việt Nam
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN TỐT NGHIỆP

Họ và tên giảng viên : Đoàn Hữu Chức

Đơn vị công tác : Trường Đại học Quản lý và Công nghệ Hải Phòng

Họ và tên sinh viên : Vũ Trung Đăng

Chuyên ngành : Điện Tự Động Công Nghiệp

Nội dung hướng dẫn : Toàn bộ đề tài

1. Tinh thần thái độ của sinh viên trong quá trình làm đề tài tốt nghiệp

.....
.....
.....
.....

2. Đánh giá chất lượng của đề án/khóa luận (so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ Đ.T.T.N, trên các mặt lý luận, thực tiễn, tính toán số liệu...)

.....
.....
.....

3. Ý kiến của giảng viên hướng dẫn tốt nghiệp

Được bảo vệ Không được bảo vệ Điểm hướng dẫn

Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2024

Giảng viên hướng dẫn

(ký và ghi rõ họ tên)

Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIÁNG VIÊN CHẤM PHẢN BIỆN

Họ và tên giảng viên

Đơn vị công tác:.....

Họ và tên sinh viên:Chuyên ngành:.....

Đề tài tốt nghiệp:

1. Phần nhận xét của giảng viên chấm phản biện

.....
.....
.....
.....

2. Những mặt còn hạn chế

.....
.....
.....
.....

3. Ý kiến của giảng viên chấm phản biện

Được bảo vệ Không được bảo vệ Điểm phản biện

Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2024

Giảng viên chấm phản biện

(ký và ghi rõ họ tên)

MỤC LỤC

Nội dung	Số trang
Lời nói đầu	1
Chương 1. TỔNG QUAN TÍN HIỆU ĐIỆN TIM	2
1.1. Tín hiệu điện tim	2
1.2. Mạch điện tử đo tín hiệu điện tim	4
1.3. Giới thiệu về cảm biến nhịp tim MAX30100	9
1.3.1. Thông số kỹ thuật	10
1.3.2. Xác định chỉ số SPO2	10
1.3.3. Nguyên lý vật lý được sử dụng để đo SPO2	12
1.4. Tổng quan về ESP8266	13
1.4.1. Thông số kỹ thuật:	14
1.4.2. Cài đặt NodeMCU ESP8266 WIFI:	14
1.4.3. Sơ lược về chuẩn giao tiếp I2C:	16
CHƯƠNG 2. THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐO TÍN HIỆU NHỊP TIM	19
2.1. Sơ đồ khối và chức năng của từng khối	19
2.1.1. Sơ đồ khối	19
2.1.2. Chức năng	19
2.1.3. Hoạt động của hệ thống	19
2.2. Thiết kế chi tiết	20
2.2.1. Khối nguồn.	20
2.2.2. Khối xử lý trung tâm	21
2.2.3. Khối cảm biến	22
2.2.4. Khối hiển thị trên OLED	25
2.2.5. Khối hiển thị trên ứng dụng Blynk	28
CHƯƠNG 3. XÂY DỰNG HỆ THỐNG VÀ THỬ NGHIỆM	31
3.1. Sơ đồ nguyên lý	31
3.2. Giải thích sơ đồ nguyên lý	31
3.3. Lưu đồ giải thuật	32
3.4. Kết quả thực nghiệm	33
Kết luận	34
Phụ lục	35
Tài liệu tham khảo	40

LỜI NÓI ĐẦU

Công nghệ Internet vạn vật (IoT) hiện được ứng dụng trong rất nhiều lĩnh vực của đời sống. Từ những triển khai quản lý giám sát theo dõi từ xa qua hệ thống Internet cho các dây chuyền sản xuất hiện đại, những nhà máy thông minh, nhà thông minh, thành phố thông minh cho tới những áp dụng tại các nhà vườn thông minh, nông nghiệp công nghệ cao. Ngoài ra, IoT còn ứng dụng rất hiệu quả trong lĩnh vực y tế, chăm sóc sức khỏe con người.

Với những hiểu biết của em và nhận thấy sự phát triển của IoT trong y tế, em đã thực hiện tìm hiểu và sử dụng IoT trong việc đo tín hiệu điện tim và nồng độ oxy trong máu. Một hệ thống đo sử dụng cảm biến MAX30100 đã được thiết kế và chế tạo thành công. Tín hiệu đo có thể hiển thị tại chỗ qua màn hình OLED hoặc qua ứng dụng trên Internet.

Trong quá trình thực hiện đồ án em đã được thầy Đoàn Hữu Chức tận tình hướng dẫn. Mặc dù đã cố gắng nhưng do kinh nghiệm thực tế, kiến thức còn hạn chế, thời gian chưa cho phép nên không tránh khỏi còn thiếu sót và chưa đầy đủ. Vậy em rất mong nhận được những ý kiến đóng góp của các thầy và các bạn để hoàn thiện bản thân cũng như bản đồ án này.

Em xin chân thành cảm ơn !

Hải Phòng, ngày tháng năm
2024

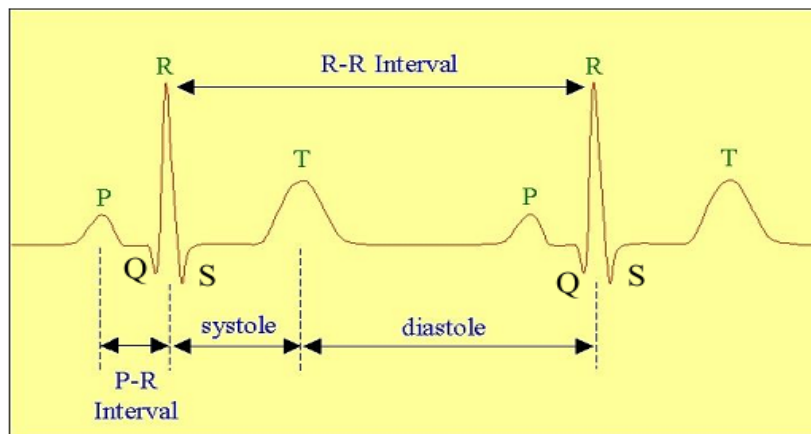
Sinh viên thực hiện

Vũ Trung Đăng

Chương 1. TỔNG QUAN TÍN HIỆU ĐIỆN TIM

1.1. Tín hiệu điện tim

Tim là tổ chức cơ rỗng, tại đó sự co bóp một cách có thứ tự các cơ sẽ tạo ra áp lực đẩy máu đi qua các bộ phận trên cơ thể. Mỗi nhịp tim được kích thích bởi xung điện từ các tế bào nút xoang tại tâm nhĩ. Các xung điện truyền đến các bộ phận khác của tim và làm cho tim co bóp. Việc ghi tín hiệu điện tâm đồ là việc ghi lại các tín hiệu điện này. Tín hiệu điện tâm đồ mô tả hoạt động điện của tim, và có thể được phân tích thành các thành phần đặc tính có tên là sóng: P, Q, R, S, T [1,2]. Mỗi thành phần này có đặc trưng riêng, đáp ứng riêng, dấu hiệu của nhịp tim riêng nhưng có chung nguồn gốc là các hiện tượng điện sinh vật. Hiện tượng điện sinh vật là quá trình hoá lý, hoá sinh phức tạp xảy ra bên trong và ngoài màng tế bào



Hình 1.1. Dạng sóng tín hiệu điện tim

Tổng hợp tất cả các thành phần suất điện động từ mọi tế bào trong tim đã tạo ra một tín hiệu phản ánh hoạt động của cơ tim, người ta gọi là tín hiệu điện tim. Tín hiệu điện tim có độ lớn thay đổi theo thời gian và khác nhau tại các điểm trên cơ thể người. Bằng cách đo một số điểm trên cơ thể và theo dõi hình dạng sóng thay đổi theo thời gian, người ta có thể giúp nhận biết được một số tình trạng bệnh lý, hoặc chấn thương. Các nghiên cứu về tim trong [1,3] đã chỉ ra rằng tín hiệu điện tim có thể được coi như tổ hợp của các sóng có dải tần từ 0 Hz đến ∞ . Tuy nhiên để lấy đủ thông tin cho việc chẩn đoán của bác

sỹ, thông thường dải tần được chọn là 0.05Hz - 80Hz. Sóng điện tim có biên độ nhỏ, đỉnh lớn nhất cũng chỉ cỡ 1.5mV đến 2 mV.

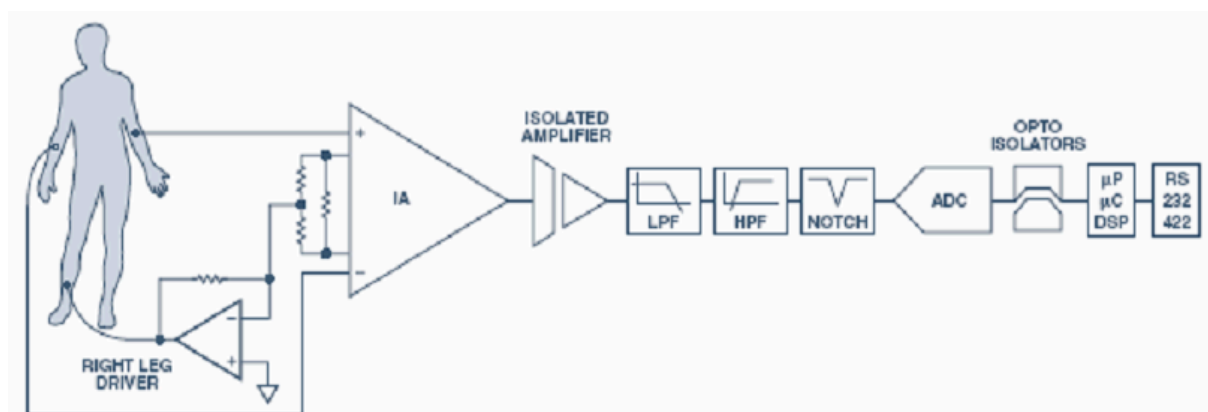
Nhịp tim chính là nhịp đập của tim, xác định dựa trên số lần co thắt của tim trong vòng một phút. Nhịp tim được kí hiệu bằng nhịp/ phút hoặc bpm.

Nhịp tim cùng với nồng độ oxy trong máu, nhiệt độ, huyết áp, nhịp thở là 5 dấu hiệu sinh sống quan trọng nhất trong cơ thể.

Tùy vào độ tuổi, thể trạng, giới tính,... mà mỗi người có nhịp tim bình thường khác nhau. Thông thường, nhịp tim chuẩn sẽ rơi vào khoảng 60 - 100 nhịp/ phút, với bất kỳ sự thay đổi nào về nhịp tim cũng có thể là cảnh báo tình trạng sức khỏe đang gặp vấn đề.

Nhịp tim của một người khỏe mạnh được các nhà khoa học xác định nằm trong khoảng 60 - 80 nhịp/ phút. Một số người có nhịp tim nhanh hoặc chậm hơn người bình thường trong tình trạng tự nhiên, hoặc việc luyện tập thể dục thể thao đều đặn giúp tim khỏe hơn và đập nhanh hơn khoảng 40 - 50 nhịp/ phút cũng xuất hiện. Nếu không thuộc trường hợp này và có nhịp tim thấp hơn 40 nhịp/ phút hoặc cao hơn 120 nhịp/ phút, thì đó chính là dấu hiệu cảnh báo tình trạng sức khỏe bất thường của bạn.

Quá trình đo tín hiệu điện tim được cho ở hình 1.2.



Hình 1.2. Mô tả việc ghi tín hiệu điện tim

Tín hiệu điện tim nhận được từ các đầu đo được đưa tới bộ khuếch đại vi sai. Tín hiệu sau khi khuếch đại đi qua các mạch lọc thông thấp, thông cao và mạch lọc chặn dải đưa tới bộ biến đổi tương tự số AD. Trước khi đưa vào máy

tính để xử lý tín hiệu số được cho qua bộ cách ly để cách ly nguồn tín hiệu điện tim và nguồn nuôi cho hệ thống máy tính đảm bảo an toàn cho người được đo.

Như đã nói ở trên, sóng điện tim có biên độ nhỏ, cho nên rất dễ bị ảnh hưởng bởi nhiễu. Các can nhiễu chính ảnh hưởng đến chất lượng ghi tín hiệu điện tim là:

- Nhiễu từ mạng cung cấp điện có tần số thay đổi ngẫu nhiên;
- Nhiễu sóng cơ do bệnh nhân mất bình tĩnh khi đo gây ra;
- Nhiễu do tiếp xúc không tốt giữa điện cực và bệnh nhân gây ra;
- Nhiễu tần số thấp gây trôi đường nền;
- Nhiễu do tồn tại 2 nguồn tạo tín hiệu điện tim trong cùng một cơ thể như ghép tim hoặc do mang thai.

Tuy nhiên qua khảo sát các loại nhiễu ảnh hưởng đến chất lượng ghi tín hiệu điện tim, M.Akay đã chỉ rõ rằng lọc nhiễu từ mạng cung cấp điện là cấp bách nhất vì tính chất phổ biến và khó kiểm soát của loại nhiễu này. Các loại can nhiễu còn lại do có dải tần ổn định nên có thể giải quyết triệt để bằng các bộ lọc cố định.

Vì sóng điện tim có biên độ nhỏ và chịu nhiều ảnh hưởng của nhiễu nên mạch khuếch đại cần được thiết kế đặc biệt. Phần tiếp sau sẽ trình bày chi tiết về mạch khuếch đại tín hiệu điện tim.

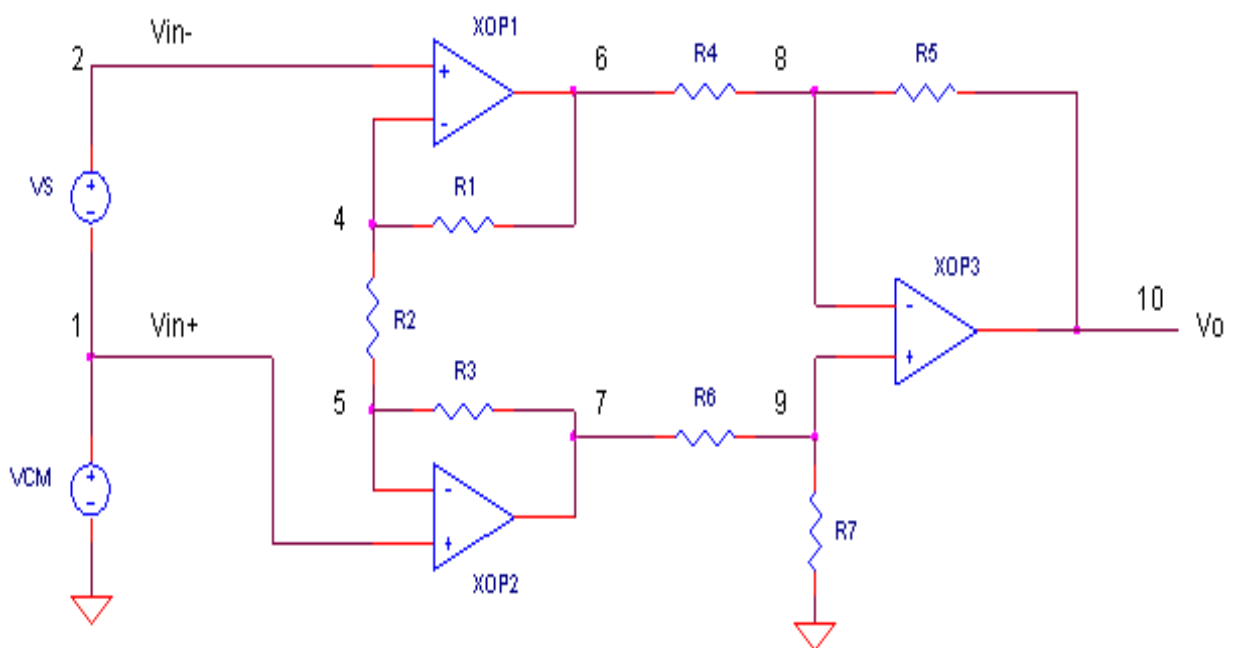
1.2. Mạch điện tử đo tín hiệu điện tim

Tín hiệu điện tim có giá trị rất nhỏ trong dải từ μV đến mV . Với tín hiệu nhỏ như vậy tín hiệu đo được cần được khuếch đại để có thể hiểu được nó. Thông thường các mạch khuếch đại trong điện tử y sinh được thiết kế có trở kháng lối vào rất lớn và vấn đề an toàn được đặt lên hàng đầu. Bởi vì chúng ta lấy tín hiệu từ con người hoặc từ sinh vật sống khác nên cần có các biện pháp để ngăn ngừa những cú sốc vĩ mô và vi mô. Các mạch cách ly và bảo vệ được dùng để hạn dòng qua các điện cực đảm bảo mức an toàn cho phép. Hơn thế nữa mạch phải có hệ số khuếch đại lớn. Thông thường là trên 1000 lần. Cuối cùng

yêu cầu các bộ khuếch đại tín hiệu điện tim cần sử dụng kiểu mạch vi sai để loại bỏ các tạp nhiễu ngay từ đầu vào.

Mạch điện cơ bản được sử dụng rộng rãi trong các mạch khuếch đại tín hiệu y sinh dựa trên cấu hình ba khuếch đại thuật toán gọi là mạch khuếch đại công cụ (mạch instrumentation amplifier) có hệ số khuếch đại thấp và các tầng khuếch đại/lọc tiếp theo có hệ số khuếch đại lớn hơn.

Sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại tín hiệu điện tim cơ bản được đưa ra ở hình 1.3 [3].



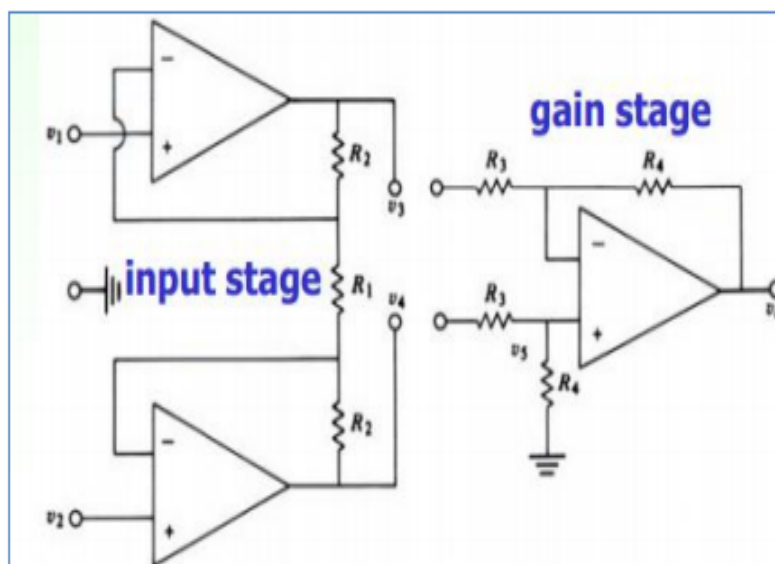
Hình 1.3. Mạch khuếch đại công cụ

Đặc trưng cơ bản trong một bộ khuếch đại tín hiệu điện tim là:

- Băng tần từ 0.05 đến 250Hz, lọc thông cao bậc nhất;
- Cho phép có dung sai ở điện áp DC đầu vào (mức độ tùy thuộc loại điện cực) mà không làm bão hòa tầng khuếch đại đầu ra;
- Hệ số khuếch đại toàn mạch trong khoảng 200-1000 (46-60dB), điện áp tín hiệu khoảng $\pm 5\text{mV}$ không làm bão hòa điện áp ra;
- Trở kháng đầu vào $>10\text{M}\Omega$;
- Hệ số nén đồng pha $>90\text{dB}$.

Để đạt được hệ số nén nhiễu đồng pha (CMRR) lớn thì giải pháp đưa ra là thiết lập hệ số khuếch đại cao ở tầng đầu bằng cách sử dụng một tụ điện nối tiếp với điện trở trong mạch xác định hệ số khuếch đại ở tầng khuếch đại vi sai. Ngoài ra người ta còn dùng các mạch opto và mạch tích phân trong vòng hồi tiếp âm để bù điện áp DC đầu vào và lọc thông cao. Phương pháp này bù được điện áp offset của opamp và điện cực, tuy nhiên vì đặc tính của opto là không tuyến tính nên phương pháp này có hệ số truyền đạt dòng điện-dòng điện không ổn định và tần số cắt của khâu lọc không chính xác.

Bộ khuếch đại công cụ trên gồm hai tầng là tầng vào và tầng khuếch đại. Có thể tách bộ khuếch đại trên thành như vậy để dễ tính toán phân tích. Hình 1.4 [3] minh họa điều này.



Hình 1.4. Phân tầng mạch khuếch đại công cụ

Hệ số khuếch đại của tầng vào được tính bởi:

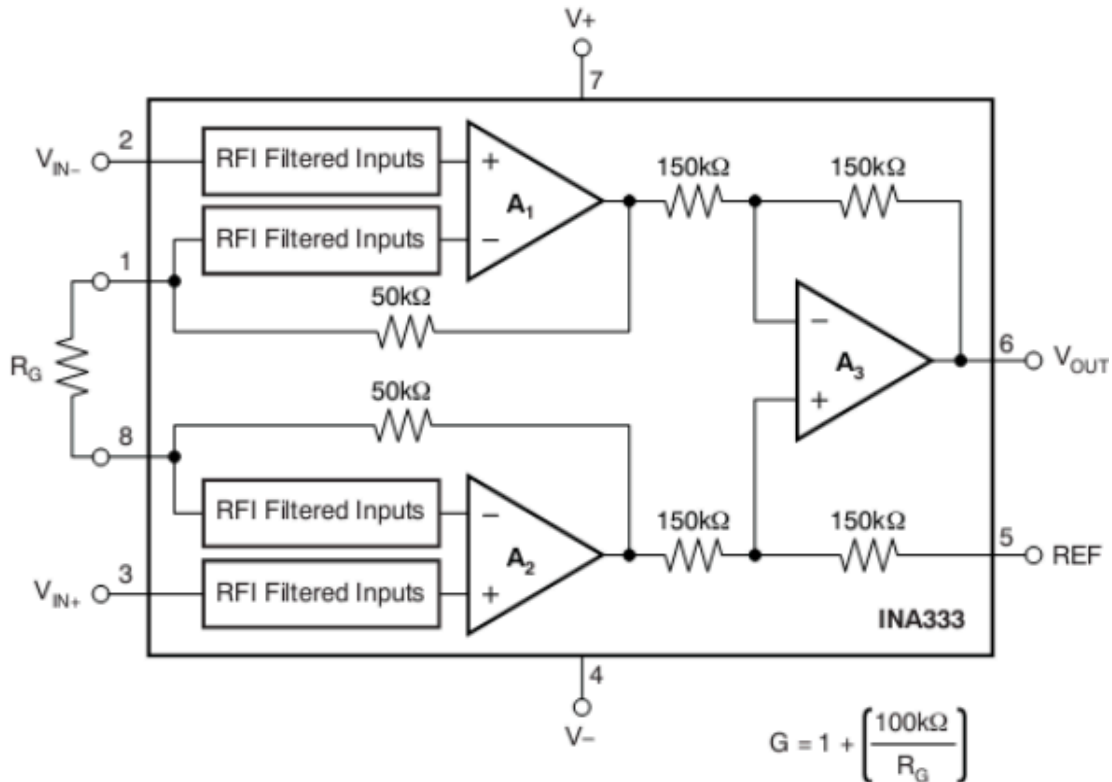
$$G_{in} = \frac{v_3 - v_4}{v_1 - v_2} = \frac{2R_2 + R_1}{R_1} \quad (1)$$

Từ đó hệ số khuếch đại toàn mạch sẽ được tính bằng:

$$G = \frac{2R_2 + R_1}{R_1} \frac{R_4}{R_3} \quad (2)$$

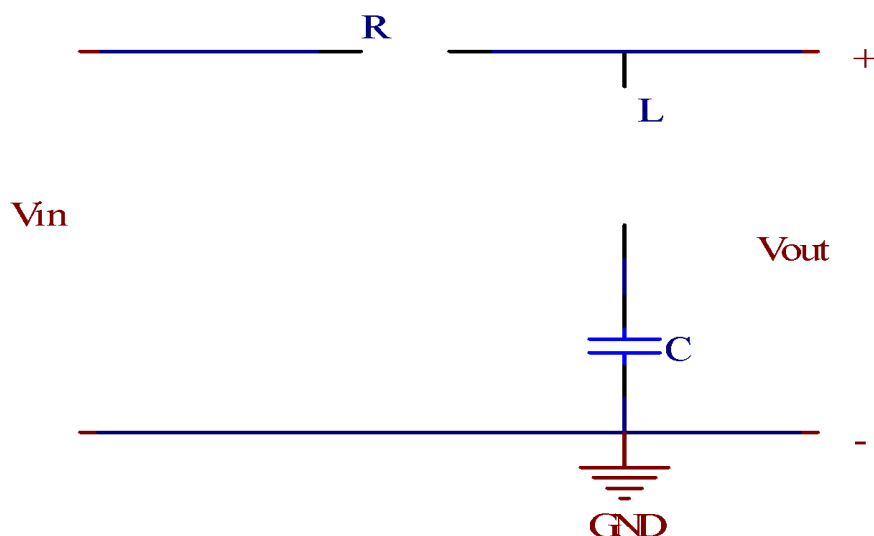
Các mạch khuếch đại công cụ cũng có thể được tích hợp trên một chip đơn. Điều này giúp người thiết kế tránh được các lỗi xảy ra khi thiết kế mạch.

Một IC loại này là INA333 được hãng Texas Instruments (TI) sản xuất. Đây là IC có mức tiêu thụ công suất thấp và độ chính xác cao. Hình 5 đưa ra sơ đồ khối của IC này.

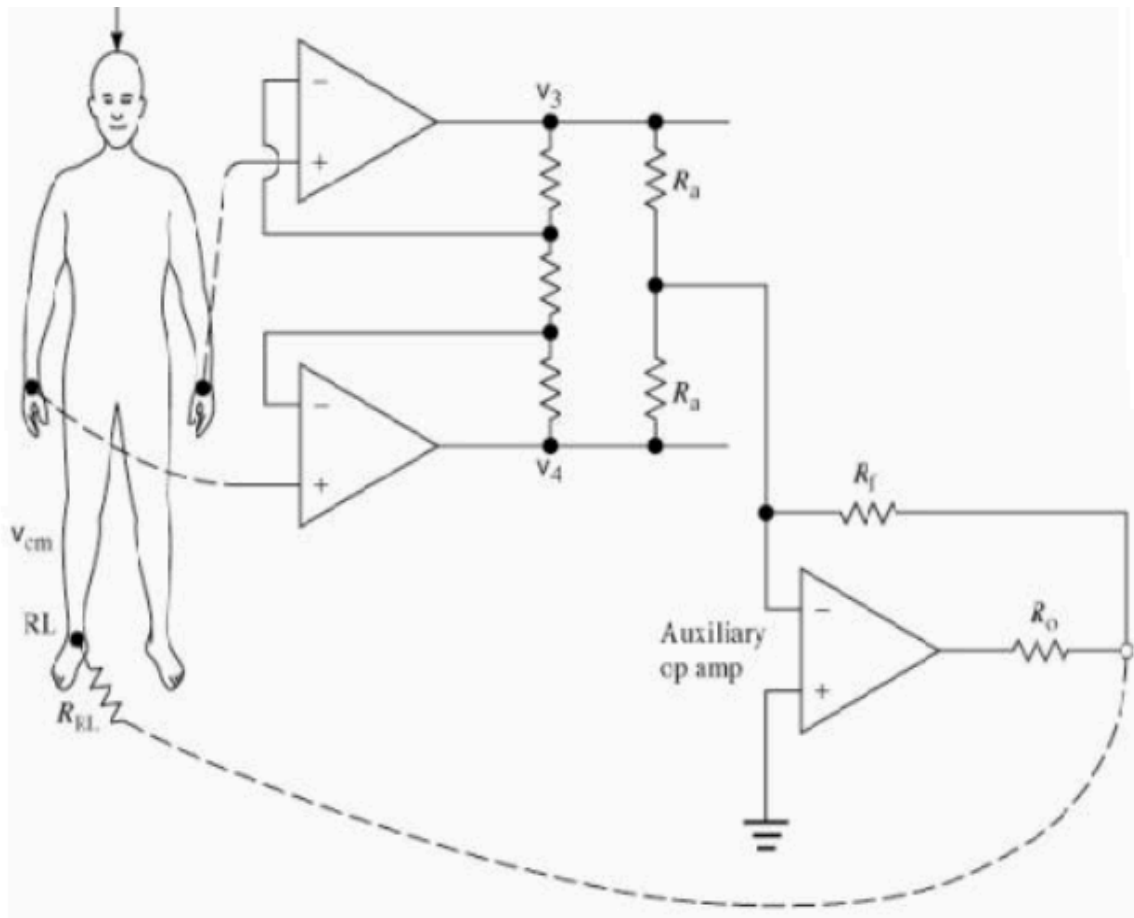


Hình 1.5. Sơ đồ khối IC INA333 của TI

Ngoài mạch khuếch đại công cụ, trong hình 2 cũng chỉ ra rằng còn có các mạch lọc và mạch điều khiển chân phải để hoàn thiện một mạch đo tín hiệu điện áp hoàn chỉnh. Hai mạch này được minh họa ở hình 1.6 và 1.7.

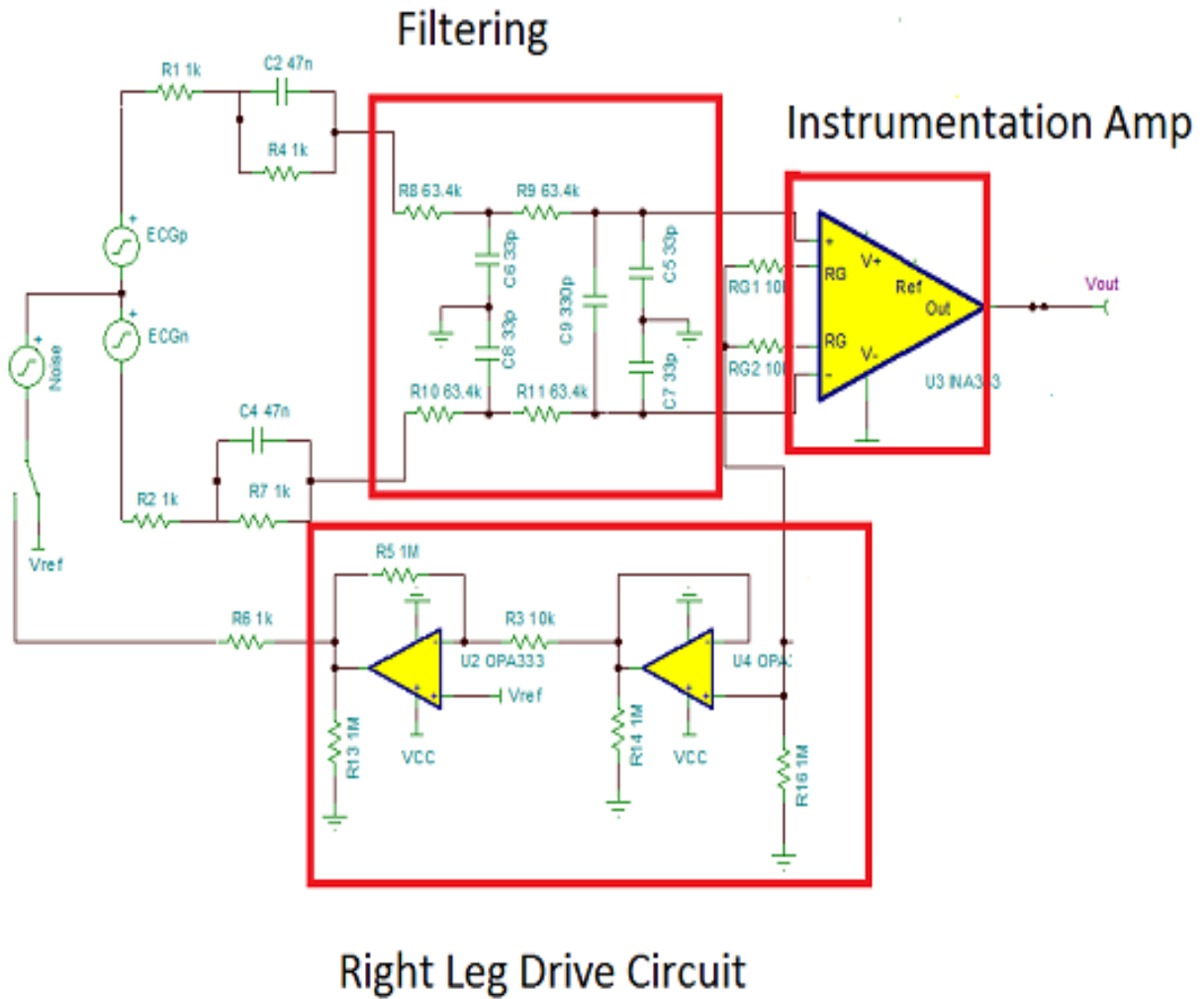


Hình 1.6. Mạch lọc nhiễu 60Hz từ mạng điện lưới.



Hình 1.7. Mạch điều khiển chân phải.

Cuối cùng về cơ bản mạch đo tín hiệu điện tim bao gồm các thành phần trên được cho ở 1.8[3].



Hình 1.8. Mạch đo tín hiệu điện tim.

1.3. Giới thiệu về cảm biến nhịp tim MAX30100

Cảm biến nhịp tim và oxy trong máu MAX30100 được sử dụng để đo nhịp tim và nồng độ Oxy trong máu, thích hợp cho nhiều ứng dụng liên quan đến y sinh, cảm biến sử dụng phương pháp đo quang phổ biến hiện nay với thiết kế và chất liệu mắt đo chuyên biệt từ chính hãng Maxim cho độ chính xác và độ bền cao, cảm biến sử dụng giao tiếp I2C với bộ thư viện sẵn có trên Arduino rất dễ sử dụng.



Hình 1.9. Cảm Biến Nhịp Tim Và Oxy Trong Máu
MAX30100.

1.3.1. Thông số kỹ thuật:

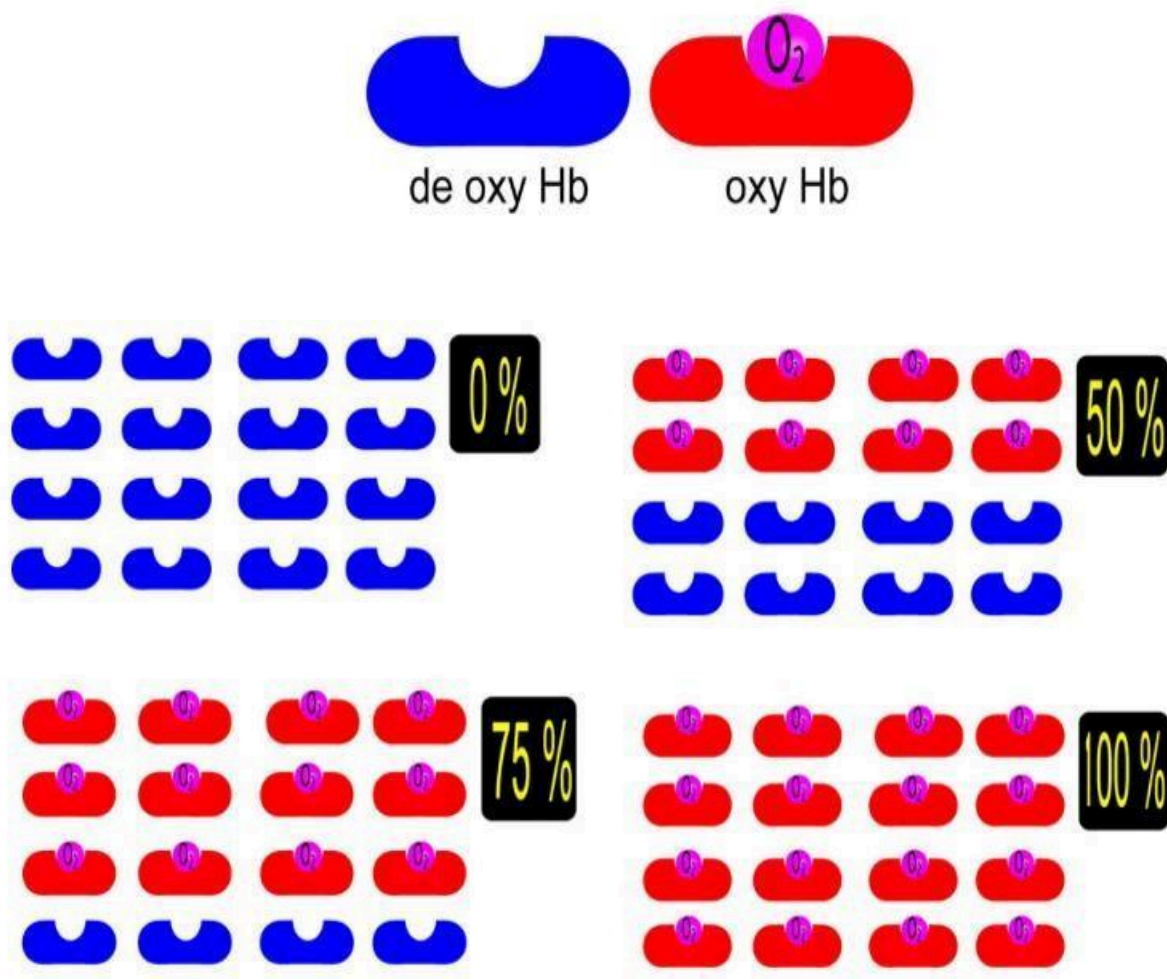
- Cảm biến nhịp tim và oxy trong máu MAX30100
- IC chính: MAX30100
- Đo được nhịp tim và nồng độ Oxy trong máu.
- Điện áp sử dụng: 3.3VDC.
- Nhỏ gọn, siêu tiết kiệm năng lượng, thích hợp cho các thiết bị đo nhỏ gọn, Wearable Devices.
- Giao tiếp: I2C, mức tín hiệu TTL.
- Kích thước: 5.6 cm x 2.8 cm x 0,12cm.

1.3.2. Xác định chỉ số SPO2

Hemoglobin là gì: (viết tắt là Hb) là một protein phức hợp được tìm thấy trong các tế bào hồng cầu có chứa một phân tử sắt. Chức năng chính của hemoglobin là vận chuyển oxy từ phổi tới các mô của cơ thể, và trao đổi oxy cho carbon dioxid, và sau đó vận chuyển carbon dioxid trở lại phổi, nơi nó trao đổi oxy. Phân tử sắt trong hemoglobin giúp duy trì hình dạng bình thường của các tế bào hồng cầu.

Độ bão hòa oxy là gì: là tỉ lệ của Hb có oxy trên tổng số Hb

- Hemoglobin mà không có oxy gọi là Deoxy Hb
- Hemoglobin có oxy gọi là oxy Hb



Hình 1.10. Tỷ lệ độ bão hòa oxy.

Một phân tử Hemoglobin (Hb) có thể kết hợp với 4 phân tử oxy, khi đã gắn đủ 4 phân tử oxy được gọi là bão hòa oxy. Độ bão hòa oxy trong máu còn được gọi là chỉ số SpO₂, biểu thị cho tỷ lệ Hemoglobin có oxy trên tổng lượng Hemoglobin trong máu. Nếu tất cả các phân tử Hemoglobin trong máu đều gắn với oxy thì độ bão hòa oxy là 100%.

Chỉ số SpO₂ được xem là một trong những dấu hiệu sinh tồn của cơ thể, bên cạnh các dấu hiệu như: nhiệt độ, mạch, nhịp thở và huyết áp. Khi bị thiếu oxy máu, các cơ quan như tim, gan, não... sẽ chịu tác động tiêu cực rất nhanh. Vì vậy, cần theo dõi chỉ số SpO₂ thường xuyên để kịp thời can thiệp nếu xảy ra tình trạng nguy hiểm.

Hầu hết các phân tử Hb sẽ gắn với oxy khi chúng đi qua phổi. Một người khỏe mạnh bình thường khi thở ở không khí trên mực nước biển sẽ có độ bão hòa oxy động mạch là 95% - 100%.

Nếu lượng oxy trong máu hòa tan ở khoảng 97% - 99%: oxy trong máu tốt.

Nếu lượng oxy trong máu hòa tan ở khoảng 94% - 96%: oxy trong máu trung bình – cần cho thở thêm oxy.

Nếu lượng oxy trong máu hòa tan ở khoảng 90% - 93%: oxy trong máu thấp – nên có y tá hoặc bác sĩ theo dõi hoặc đến bệnh viện gần nhất.

Nếu SpO2 dưới 92% không thở oxy hoặc dưới 95% có thở oxy: đây là các dấu hiệu suy hô hấp rất nặng.

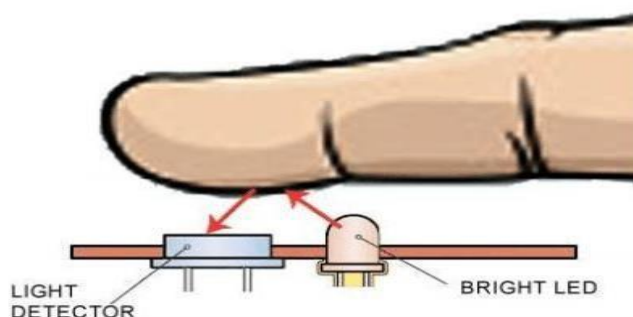
Độ bão hòa oxy thấp hơn 90% là một cấp cứu trên lâm sàng.

Chỉ số SpO2 ở trẻ sơ sinh cũng giống như người lớn: trên 94%. Nếu chỉ số SpO2 của trẻ giảm xuống dưới mức 90% thì cần thông báo cho y bác sĩ để được hỗ trợ can thiệp kịp thời.

1.3.3. Nguyên lý vật lý được sử dụng để đo SPO2.

Cảm biến sử dụng nguyên tắc đo quang phổ để đo độ bão hòa, ánh sáng LED sẽ được phát ra và thu lại bởi cảm biến đối diện, ngón tay sẽ được đặt vào giữa nguồn sáng và cảm biến. Trong phương pháp phản chiếu sẽ có một số phản xạ ánh sáng cố định trở lại cảm biến do ngón tay. Với mỗi nhịp tim sẽ có sự tăng thể tích máu trong ngón tay, điều này sẽ dẫn đến phản xạ ánh sáng trở lại cảm biến nhiều hơn.

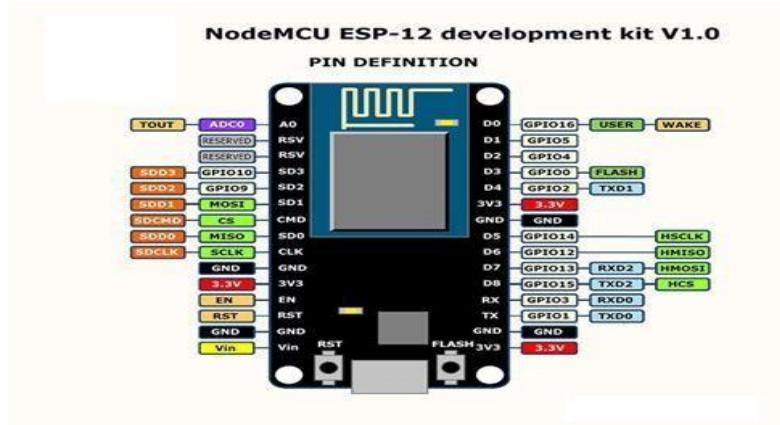
Do đó, nếu chúng ta thấy dạng sóng của tín hiệu ánh sáng nhận được, nó sẽ bao gồm các đỉnh ở mỗi nhịp tim.



Hình 1.11. LED và LDR dùng trong cảm biến.

1.4. Tổng quan về ESP8266

NodeMcu8266 là một bảng phát triển được tích hợp trong mô-đun wifi ESP8266. NodeMcu8266 là một thiết bị phần cứng nguồn mở.



Hình 1.12. Sơ đồ pinout NodeMCU8266.

Giới thiệu về NodeMCU8266 và các bước để nhập thư viện bảng ESP: NodeMcu8266

Thiết bị phần cứng nguồn mở cho IOT là NodeMcu8266. Nó có thể được lập trình bằng Arduino IDE và cấu trúc mã hóa vẫn tương tự như của Arduino. Nhưng Arduino IDE không đi kèm với các bảng được hỗ trợ ESP được cài đặt sẵn trên nó, vì vậy người ta cần thêm nhập các tệp đính kèm bảng vào IDE trước khi lập trình. Nó rất đơn giản để làm. Các bo mạch dòng ESP ban đầu không được phát triển để tương thích với Arduino IDE, do đó, trong Arduino IDE, mỗi chân trên NodeMCU tương ứng với các chân GPIO khác nhau cho IDE. Đây là ánh xạ chân của các chân GPIO NodeMCU. Trong Mã hóa, bạn có thể viết trực tiếp các chân kỹ thuật số của NodeMCU dưới dạng D1, D2, D3 hoặc pin GPIO tương ứng. Đặc trưng:

- Mã nguồn mở
- Tương tác
- Lập trình
- Giá thấp
- Đơn giản

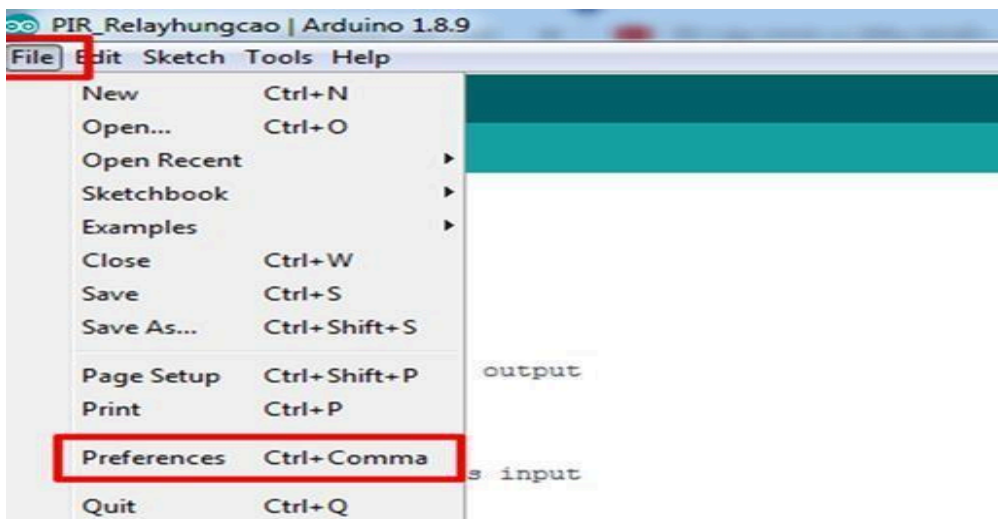
- Thông minh
- Kết nối Wi-Fi

1.4.1. Thông số kĩ thuật:

- WiFi: 2.4 GHz hỗ trợ chuẩn 802.11 b/g/n
- Điện áp hoạt động: 3.3V
- Điện áp vào: 5V thông qua cổng USB
- Số chân I/O: 11 (tất cả các chân I/O đều có Interrupt/PWM/I2C/One-wire, trừ chân D0)
- Số chân Analog Input: 1 (điện áp vào tối đa 3.3V)
- Bộ nhớ Flash: 4MB
- Giao tiếp: Cable Micro USB (tương đương cáp sạc điện thoại)
- Hỗ trợ bảo mật: WPA/WPA2
- Tích hợp giao thức TCP/IP
- Lập trình trên các ngôn ngữ: C/C++, Micropython,...

1.4.2. Cài đặt NodeMCU ESP8266 WIFI:

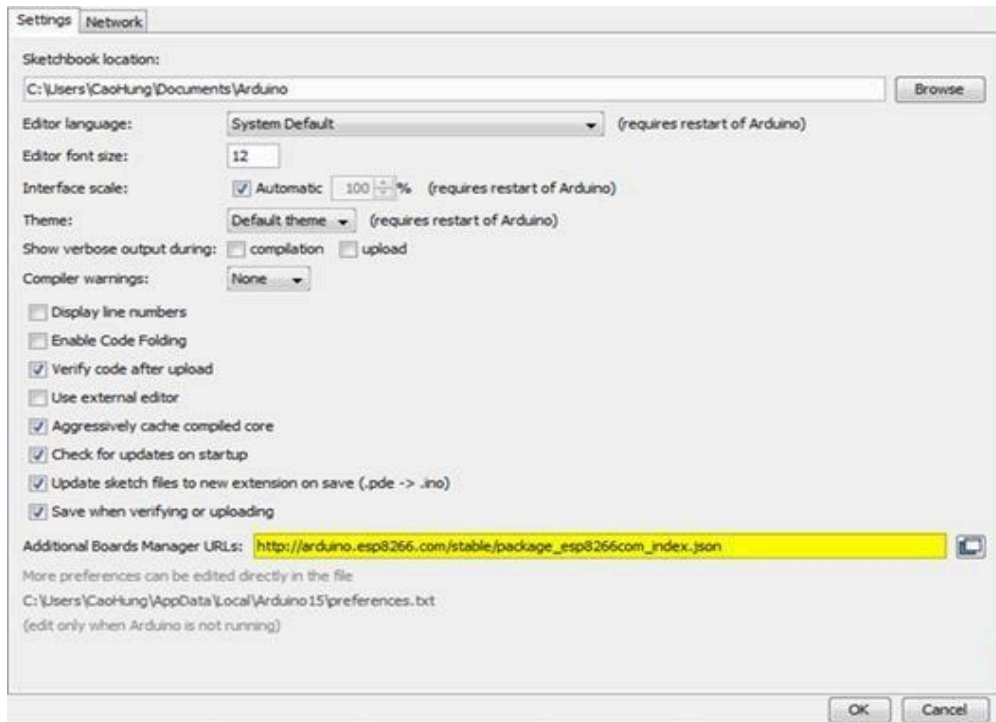
Khởi động Arduino IDE, click vào File trên thanh công cụ chọn Preferences. Chèn một đường Link để Arduino IDE có thể nhận Board.



Hình 1.13. Giao diện trên Arduino IDE

Copy Link tại đây:

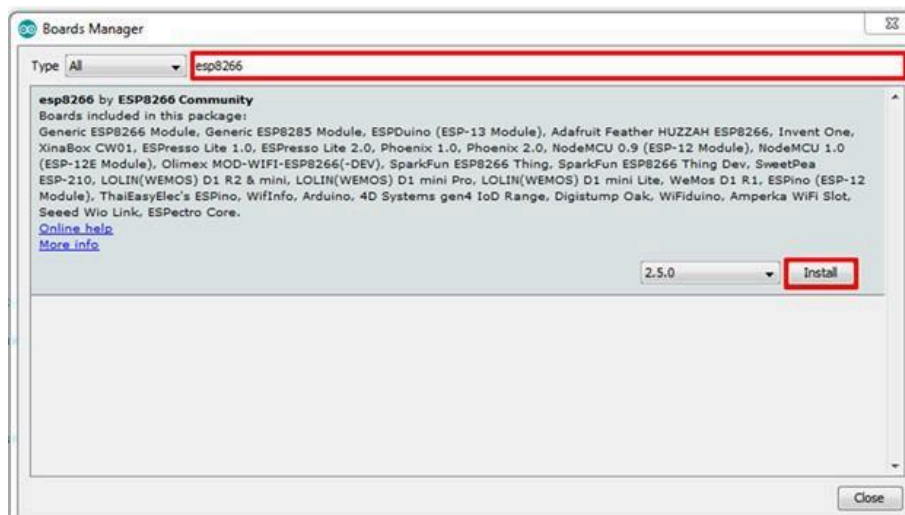
http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json



Hình 1.14. Giao diện trên Arduino IDE

Tiếp theo, Tools > Board > Boards Manager

Search Esp8266 để tải danh mục của các Board về. Nhấn Install để tiến hành cài đặt.



Hình 1.15. Giao diện trên Arduino IDE

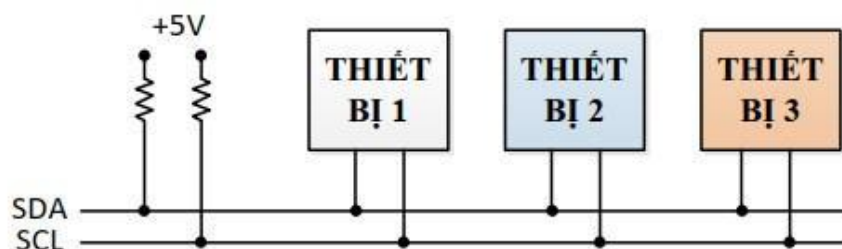
1.4.3. Sơ lược về chuẩn giao tiếp I2C:

I2C, viết tắt của từ Inter-Integrated Circuit, là một chuẩn truyền thông do hãng điện tử Philips Semiconductor sáng lập, cho phép giao tiếp một thiết bị chủ với nhiều thiết bị tớ với nhau.



Hình 1.16. Truyền dữ liệu theo chuẩn I2C.

- SCL (*Serial Clock line*) Là xung đồng hồ phát ra từ chip làm chủ (Master).
- SDA (*Serial Data Line*) là đường dữ liệu với 7 bit địa chỉ các vi mạch tham gia (vi mạch chủ và tớ).
- R_p là điện trở nối lên nguồn nuôi VDD.



Hình 1.17. Hệ thống các thiết bị giao tiếp theo chuẩn I2C.

Chuẩn giao tiếp I2C có 2 đường tín hiệu tên là SDA (serial data) có chức năng truyền tải dữ liệu và tín hiệu SCL (serial clock) truyền tải xung clock để dịch chuyển dữ liệu. Trong hệ thống truyền dữ liệu I2C, thiết bị nào cung cấp xung clock thì được gọi là chủ (master), thiết bị nhận xung clock được gọi là tớ (slave).

Mỗi dây SDA hay SCL đều được nối với điện áp dương của nguồn cấp thông qua một điện trở kéo lên (pull-up resistor). Sự cần thiết của các điện trở kéo này là vì chân giao tiếp I2C của các thiết bị ngoại vi thường là dạng cực máng hở (open-drain or open-collector). Giá trị của các điện trở này khác nhau

tùy vào từng thiết bị và chuẩn giao tiếp, thường dao động trong khoảng $1K\Omega$ đến $4.7K\Omega$.

Thiết bị chủ chỉ có 1, thiết bị tớ thì có nhiều, mỗi thiết bị tớ sẽ có 1 địa chỉ độc lập, chuẩn truyền ban đầu dùng địa chỉ 7 bit nên có thể 1 chuẩn giao tiếp với 128 thiết bị tớ. Các thiết bị sau này tăng thêm số bit địa chỉ nên có thể giao tiếp nhiều hơn. Địa chỉ của thiết bị tớ thường do nhà chế tạo thiết bị thiết lập sẵn.

Trình tự truyền bit trên đường truyền: Thiết bị chủ tạo một điều kiện start. Điều kiện này thông báo cho tất cả các thiết bị tớ lắng nghe dữ liệu trên đường truyền. Sau đó, thiết bị chủ sẽ gửi đi một địa chỉ của thiết bị tớ mà thiết bị chủ muốn giao tiếp và chờ đọc/ghi dữ liệu. Thiết bị tớ mang địa chỉ đó trên bus I2C sẽ phản hồi lại bằng một xung ACK. Khi đó, việc giao tiếp giữa thiết bị chủ - tớ bắt đầu. Bộ truyền gửi 8 bit dữ liệu đến bộ nhận, bộ nhận trả lời với 1 bit ACK. Để kết thúc, thiết bị chủ tạo ra một điều kiện STOP.

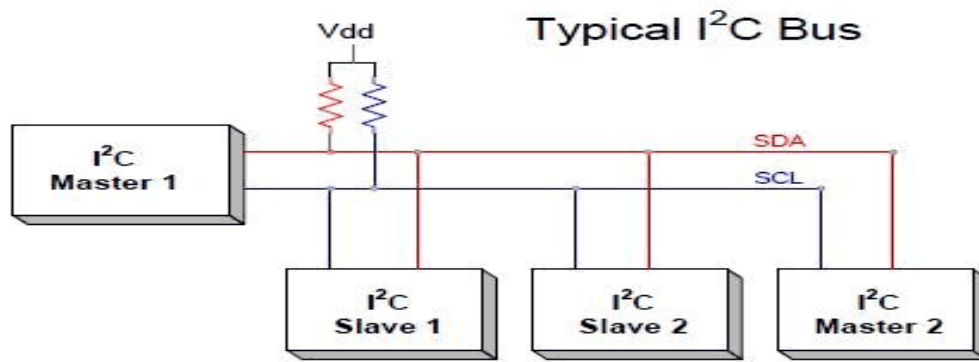
Bus I2C chuẩn truyền 8-bit dữ liệu có hướng trên đường truyền với tốc độ là $100Kbits/s$ – Chế độ chuẩn (Standard mode). Tốc độ truyền có thể lên tới $400Kbits/s$ – Chế độ nhanh (Fast mode) và cao nhất là $3,4Mbits/s$ – Chế độ cao tốc (High-speed mode).

Một bus I2C có thể hoạt động ở nhiều chế độ khác nhau:

- Một chủ một tớ (one master – one slave)
- Một chủ nhiều tớ (one master – multi slave)
- Nhiều chủ nhiều tớ (Multi master – multi slave)



Hình 1.18. Chế độ một chủ nhiều tớ.



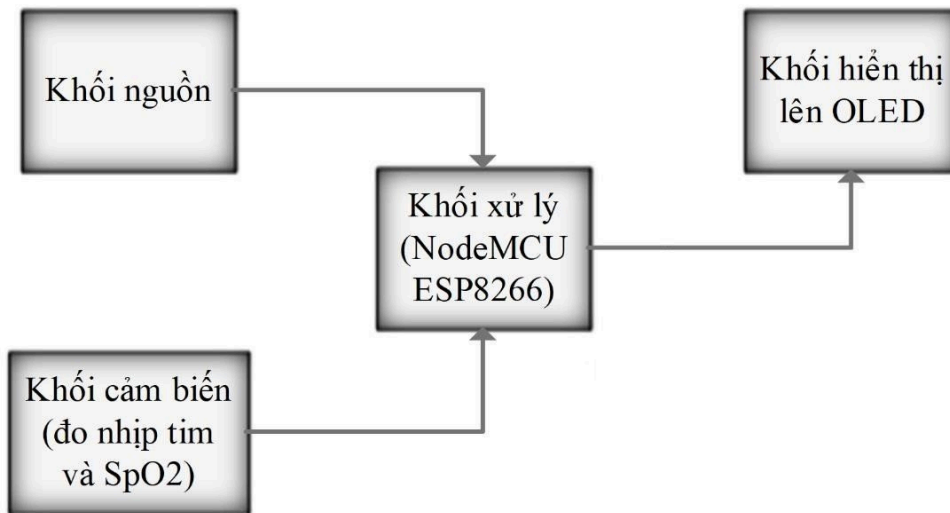
Hình 1.19. Chế độ nhiều chủ nhiều tớ.

CHƯƠNG 2. THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐO TÍN HIỆU NHỊP TIM

2.1. Sơ đồ khối và chức năng của từng khối

2.1.1. Sơ đồ khối

Trên cơ sở sử dụng cảm biến MAX30100 để đo nhịp tim và SpO₂, bộ điều khiển trung tâm dùng ESP266, kết quả đo hiện thị trên màn hình OLED, em xây dựng sơ đồ khối hệ thống như hình 2.1 dưới đây.



Hình 2.1. Sơ đồ khối của hệ thống

2.1.2. Chức năng

- **Khối nguồn:** có chức năng cung cấp nguồn cho toàn bộ mạch hoạt động.
- **Khối cảm biến max30102:** có chức năng đo nhịp tim và nồng độ SpO₂ của con người và gửi giá trị đo được cho NodeMCU ESP8266 khi có tín hiệu yêu cầu.
- **Khối xử lý trung tâm:** có chức năng điều khiển cảm biến max30102, đồng thời điều khiển hiển thị dữ liệu trên khối hiển thị.
- **Khối hiển thị:** có chức năng hiển thị giá trị nhịp tim và nồng độ SpO₂ trong máu đo được.

2.1.3. Hoạt động của hệ thống

Tín hiệu nhịp tim sẽ được thu thập và xử lý để tính toán giá trị heart rate (HR) nồng độ oxy trong máu (SpO2) thông qua hai khối là khối cảm biến nhịp tim và khối xử lý trung tâm. Giá trị HR, SpO2 sau khi được tính toán sẽ được hiển thị ra màn hình cùng với đồng hồ thời gian thực được cập nhật thông qua sever online và giá trị HR, SpO2 đồng thời được gửi lên hệ thống website để người dùng có thể theo dõi từ xa.

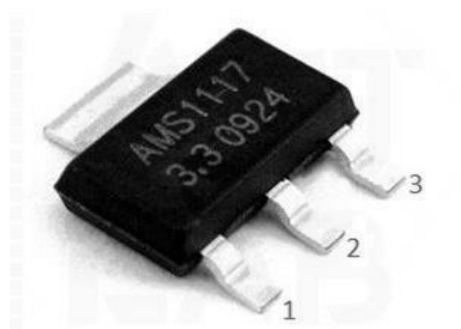
2.2. Thiết kế chi tiết

2.2.1. Khối nguồn.

Trước khi làm mạch nguồn ta phải tính toán dòng hoạt động của tất cả các linh kiện trong mạch để biết dòng tổng mà từ đó thiết kế mạch nguồn.

Bảng 2.1: Thông số sử dụng nguồn của các thiết bị trong mạch

STT	Tên linh kiện	Dòng làm việc	Điện áp làm việc	Tổng dòng
1	Esp8266	300mA	3.3v	312mA
2	Màn hình OLED	12mA		
3	Max30100	12mA	3.3V	12mA



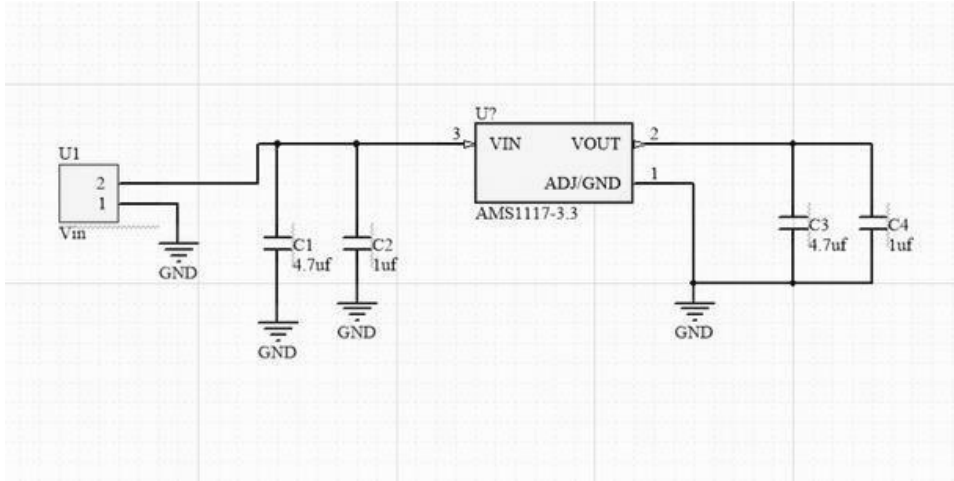
Hình 2.2. IC nguồn ASM117.

1- Ground

2- VOUT 3- VIN

- Điện áp ngõ ra: 3.3V

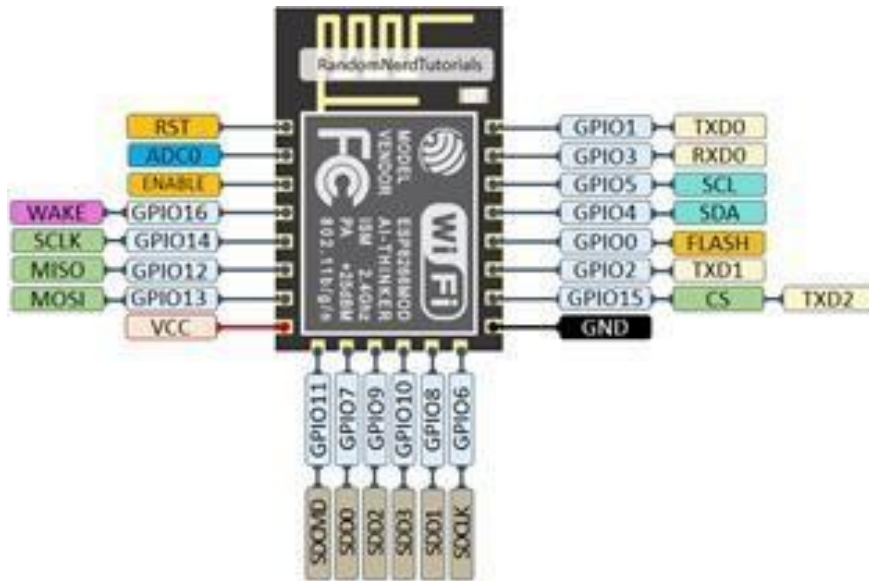
- Dòng ra tối đa: 1A
- Áp ngõ vào: $1.5 < V_{in} - V_{out} < 12V$ (4.8-8.7VDC)
- Nhiệt độ hoạt động: âm 40 đến 125 độ C.



Hình 2.3. Mạch nguồn ổn áp

- Sử dụng ic ổn áp AMS1117-3.3V cố định điện áp đầu ra 3.3v
- Tụ C1 C2 C3 C4 các tụ lọc nguồn
- Cung cấp điện áp một chiều ở đầu ra không đổi trong hai trường hợp điện áp đầu vào thay đổi hoặc dòng tiêu thụ của tải thay đổi, tuy nhiên sự thay đổi này phải có giới hạn.
- Cho điện áp một chiều đầu ra có chất lượng cao, giảm thiểu được hiện tượng gợn xoay chiều.

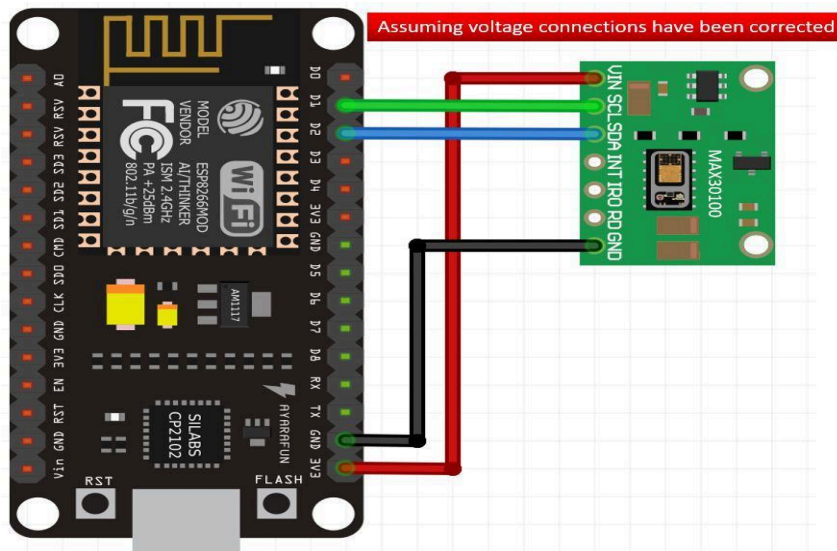
2.2.2. Khối xử lý trung tâm



Hình 2.4. esp8266.

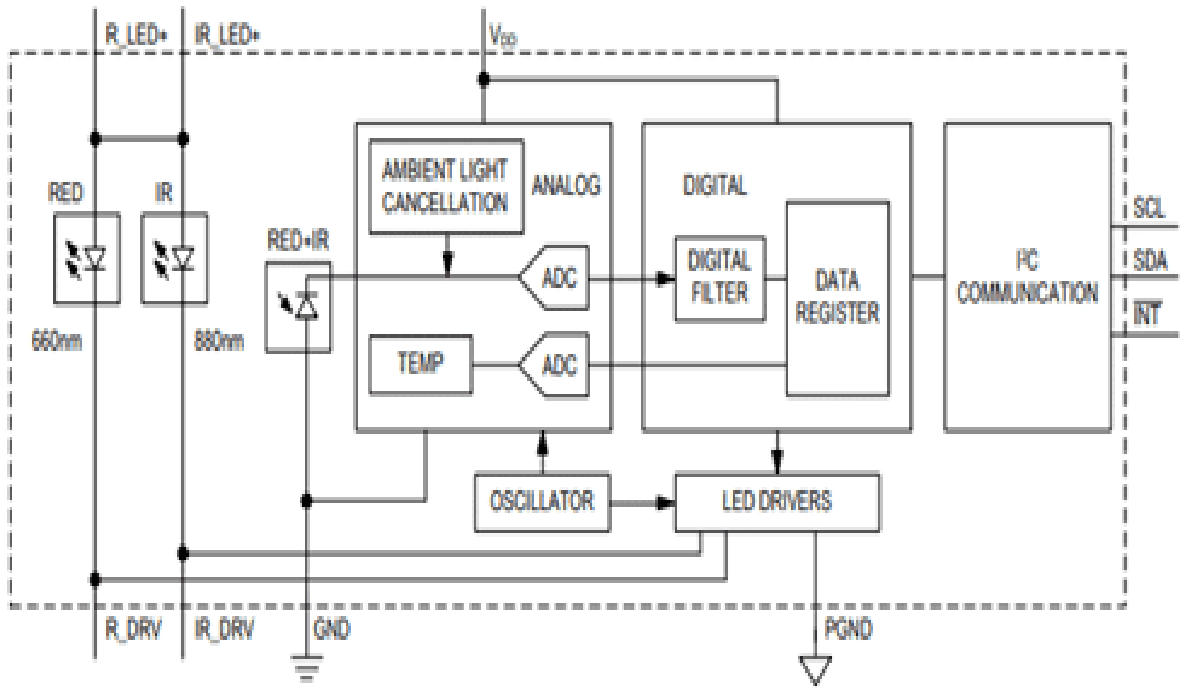
Được kết nối với màn hình oled và cảm biến max30102 thông qua chuẩn giao tiếp I2c ở chân SCL và SDA, vi xử lý esp8266 được lập trình đọc dữ liệu cảm biến max30102 gửi về màn hình oled và webserver.

2.2.3 Khối cảm biến

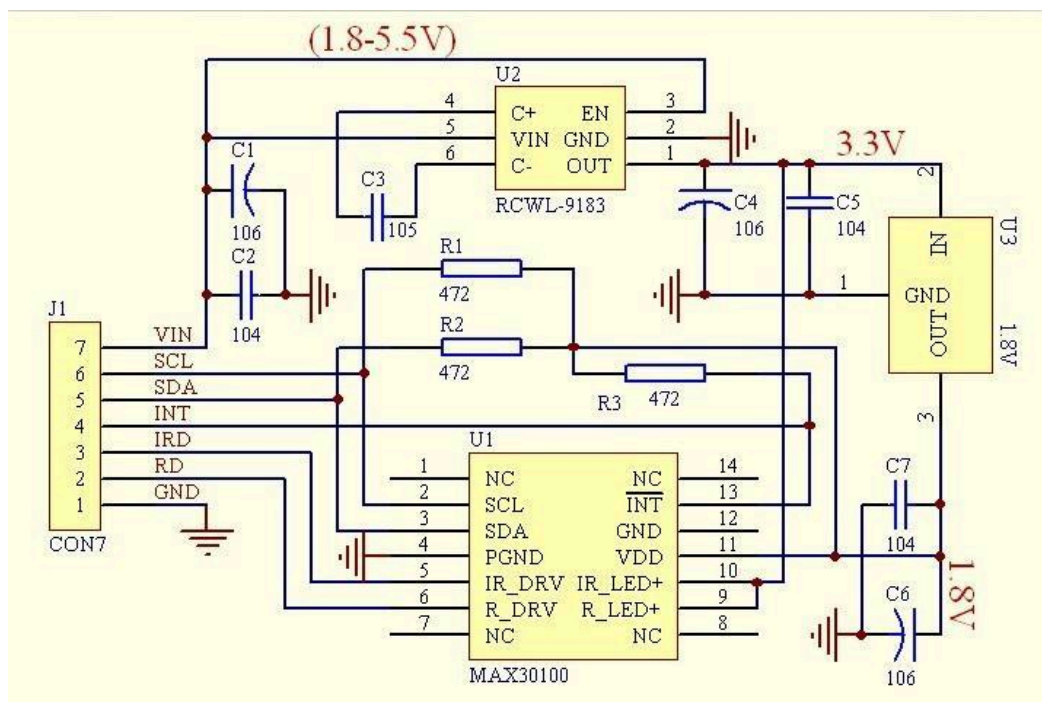


Hình 2.5. Sơ đồ kết nối max30100 với esp8266

a. Sơ đồ chức năng cảm biến MAX30100:



Hình 2.6. Sơ đồ chức năng.



Hình 2.7. Sơ đồ nguyên lý cảm biến max30100.

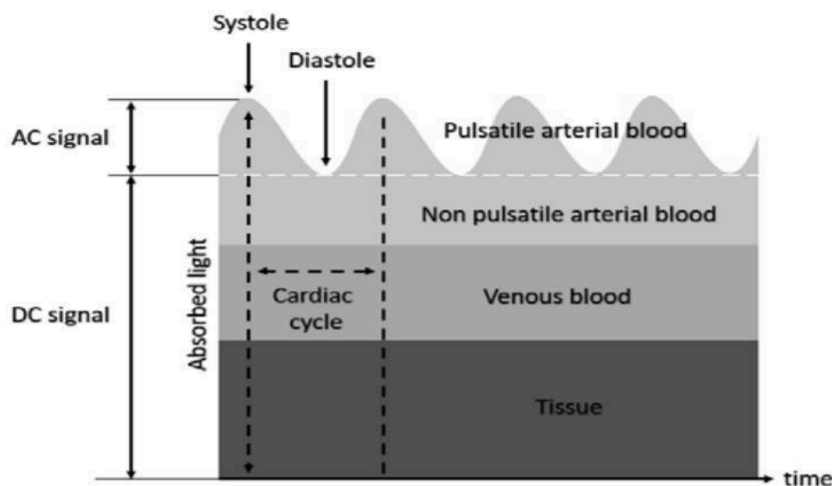
MAX30100 tích hợp trình điều khiển LED đỏ và IR để điều chỉnh xung LED cho phép đo SpO2 và HR. Dòng LED có thể được lập trình từ 0 đến 50mA với điện áp cung cấp phù hợp. Độ rộng xung LED có thể được lập trình

từ 69us đến 411us để cho phép thuật toán tối ưu hóa độ chính xác của SpO2 và HR và mức tiêu thụ điện dựa trên các trường hợp sử dụng.

b. Phương pháp theo dõi độ bão hòa oxy trong máu và nhịp tim:

Heart Rate

Trong một phép đo đo nhịp tim và nồng độ Oxy trong máu được thiết lập, đèn LED chiếu sáng mô da và tín hiệu phản xạ được phát hiện bởi photodiode. Tín hiệu phản xạ này chứa ánh sáng được điều chế quang học bởi những thay đổi thể tích của động mạch và mao mạch. Tín hiệu quang học (PPG) này cực kỳ quan trọng trong việc xác định nhịp tim và mức SpO2. Tín hiệu PPG có thành phần DC và thành phần AC kết hợp với nó, như có thể thấy bên dưới trong Hình 3.9.



Hình 2.9. Thành phần DC và AC của tín hiệu PPG.

SpO2

Các phép đo MAX3010x SpO2 sử dụng hai đèn LED bước sóng khác nhau để xác định tỷ lệ hemoglobin có oxy hóa với hemoglobin không có oxy. Đèn LED màu đỏ và hồng ngoại được sử dụng để xác định tín hiệu PPG riêng biệt. Vì các thành phần DC và các thành phần AC của hai LED có biên độ khác nhau, chúng phải được chuẩn hóa để so sánh hữu ích.

2.2.4. Khối hiển thị trên OLED

Oled là viết tắt của “Organic Light-Emitting Diode” tức là “Diode phát quang hữu cơ”. Công nghệ Oled sử dụng các tấm vật liệu làm từ hợp chất hữu cơ, và các điểm trên tấm nền này sẽ tự động phát sáng khi có dòng điện chạy qua, mang lại khả năng tái tạo hình ảnh rõ nét với độ sáng cao. Tuy nhiên, những điểm này sẽ tự động tắt khi không cần sử dụng nên công nghệ này giúp tiết kiệm điện năng rất đáng kể.

Cấu tạo của một màn hình Oled

Các Diode phát quang hữu cơ trên tấm nền Oled là một thiết bị bán dẫn dạng rắn có độ dày trong khoảng 100-500 nanomet.

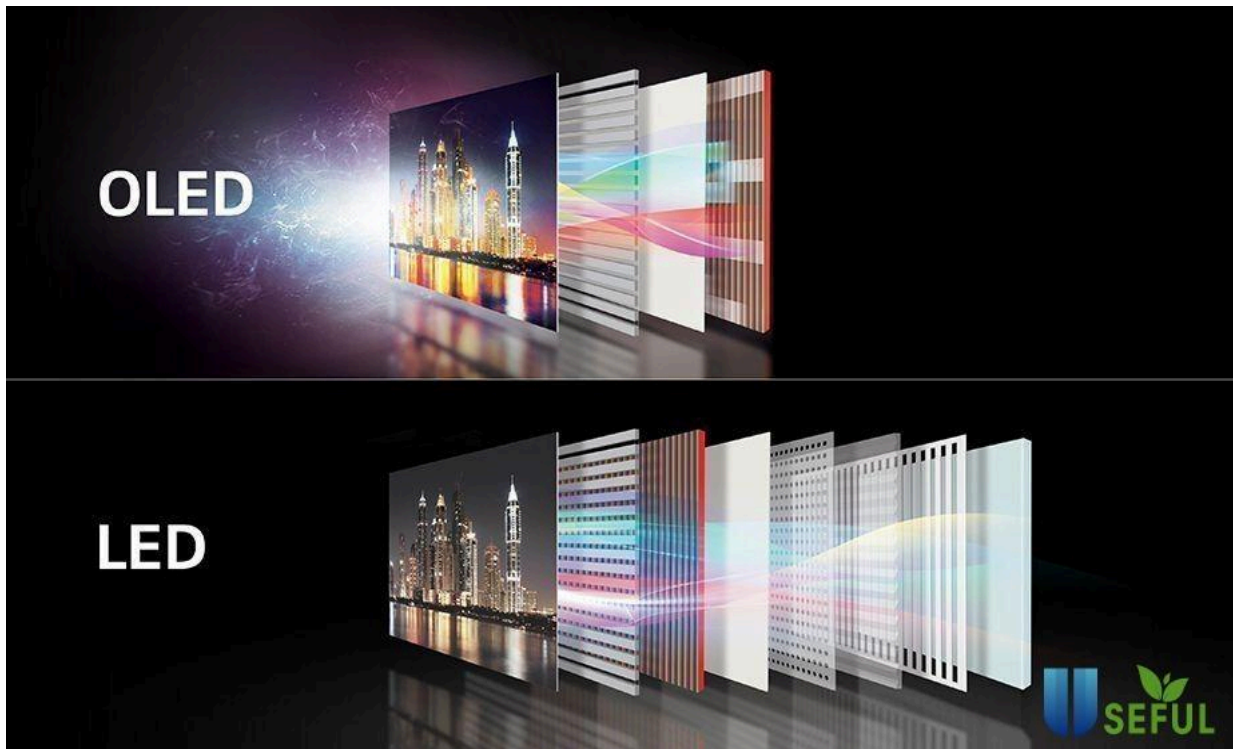
Một tấm nền màn hình Oled gồm các phần sau:

Tấm nền: Thường được làm từ nhựa trong hoặc thủy tinh, nhiệm vụ chính của nó là chống đỡ cho các phần khác của màn hình Oled.

Anode: Hay còn gọi là anot (cực dương) sẽ tạo ra các lỗ trống mang điện dương mỗi khi dòng điện chạy qua thiết bị.

Lớp dẫn hữu cơ: Phần này gồm có lớp dẫn và lớp phát sáng. Lớp dẫn có nhiệm vụ truyền tải các lỗ trống từ cực dương (anot), còn lớp phát sáng có nhiệm vụ truyền tải các electron từ cực âm (cathode).

Cathode: Hay còn gọi là Catot hoặc cực âm sẽ tạo ra electron mỗi khi có dòng điện chạy qua thiết bị.



Hình 2.10. Cấu tạo màn Oled và so sánh với LED.

Màn hình Oled 1.3 inch giao tiếp I2C sẽ được sử dụng trong đồ án có khả năng hiển thị đẹp, sang trọng, rõ nét vào ban ngày và khả năng tiết kiệm năng lượng tối đa với mức chi phí phù hợp, màn hình sử dụng giao tiếp I2C cho chất lượng đường truyền ổn định và rất dễ giao tiếp chỉ với 2 chân GPIO.

Thông số kĩ thuật

Điện áp sử dụng: 2.2~5.5VDC.

Công suất tiêu thụ: 0.04w

Góc hiển thị: lớn hơn 160 độ

Số điểm hiển thị: 128×64 điểm.

Độ rộng màn hình: 0.96 inch

Màu hiển thị: Trắng

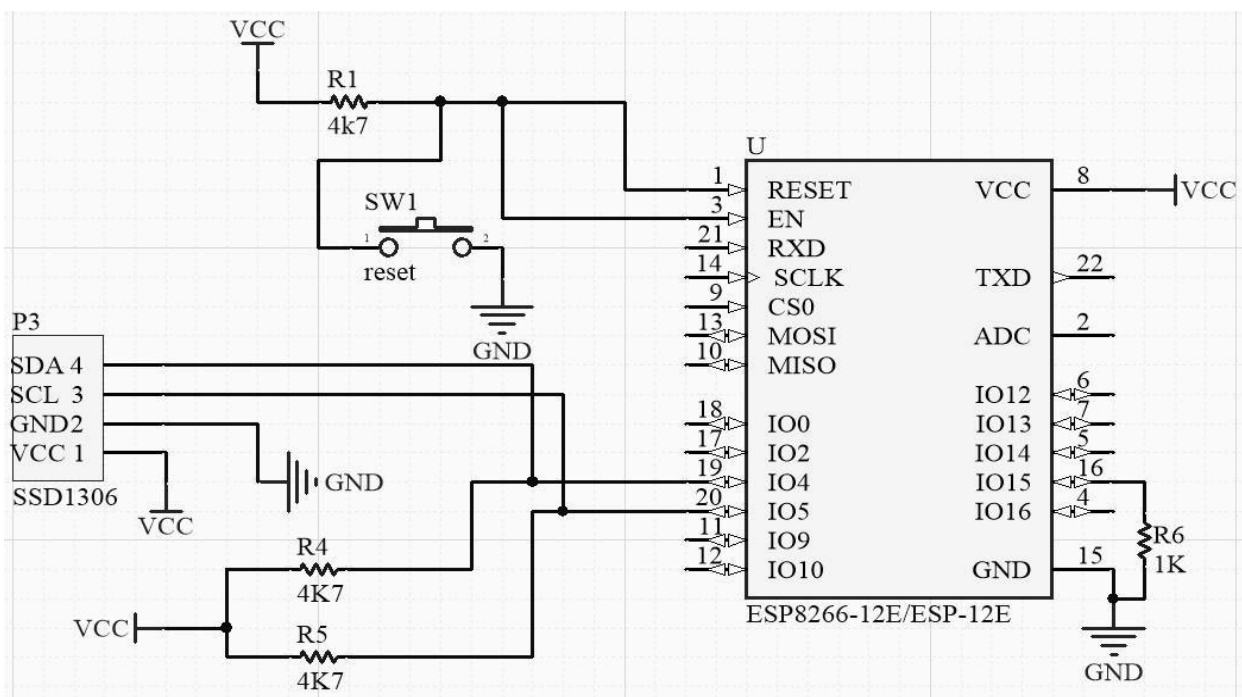
Giao tiếp: I2C

Driver: SSD1306

Ưu – nhược điểm của màn hình OLED

Màn hình OLED có nhiều ưu điểm so với màn hình LED và LCD:

- Chúng nhẹ hơn và mỏng hơn màn hình LCD.
- Chúng linh hoạt, cho phép sản xuất màn hình video cong.
- OLED sáng hơn đèn LED truyền thống.
- Chúng có thể được làm mới nhanh hơn nhiều so với LCD, làm cho chúng phù hợp với video tốc độ cao và tốc độ khung hình cao.
- OLED có thể được nhìn thấy trong nhiều môi trường ánh sáng, cả trong nhà và ngoài trời.
- Cũng có một vài nhược điểm đối với màn hình OLED:
 - Màn hình OLED sớm có vấn đề về tuổi thọ. Điều này đã được cải thiện, tuy nhiên OLED màu xanh vẫn có tuổi thọ ngắn hơn so với đèn LED tương đương.
 - OLED có thể bị hỏng do nước. Điều này loại trừ chúng từ nhiều ứng dụng ngoài trời.
 - Giá thành cao.



Hình 2.11. Khối hiển thị kết nối trung tâm.

Sơ đồ kết nối:

Bảng 2.2. Cách kết nối của màn hình OLED sử dụng giao thức truyền thông I2C

PIN	ESP8266
Vin	3.3V
GND	GND
SCL	GPIO 5 (D1)
SDA	GPIO 4 (D2)

2.2.5 Khối hiển thị trên ứng dụng Blynk

a. Giới thiệu :

- Blynk là một nền tảng với các ứng dụng điện thoại thông minh cho phép bạn có thể dễ dàng tương tác với bộ vi điều khiển như: Arduino, Esp8266, Esp32 hoặc Raspberry qua Internet.
- Blynk App là một bảng điều khiển kỹ thuật số cho phép bạn có thể xây dựng giao diện đồ họa cho dự án của mình bằng cách kéo và thả các widget khác nhau mà nhà cung cấp thiết kế sẵn.
- Blynk không bị ràng buộc với một số bo hoặc shield cụ thể. Thay vào đó, nó hỗ trợ phần cứng mà bạn lựa chọn. Cho dù Arduino hoặc Raspberry Pi của bạn được liên kết với Internet qua Wi-Fi, Ethernet hoặc chip ESP8266, Blynk sẽ giúp bạn kết nối và sẵn sàng cho các dự án IoT.
- Blynk Server – chịu trách nhiệm về tất cả các giao tiếp giữa điện thoại thông minh và phần cứng. Bạn có thể sử dụng Blynk Cloud hoặc chạy cục bộ máy chủ Blynk riêng của mình. Nó là mã nguồn mở, có thể dễ dàng xử lý hàng nghìn thiết bị và thậm chí có thể được khởi chạy trên Raspberry Pi.
- Thư viện Blynk – dành cho tất cả các nền tảng phần cứng phổ biến – cho phép giao tiếp với máy chủ và xử lý tất cả các lệnh đến và lệnh đi.

- Mỗi khi bạn nhấn một nút trong ứng dụng Blynk, thông điệp sẽ truyền đến không gian của đám mây Blynk, và tìm đường đến phần cứng của bạn.



Hình 2.12. Ứng dụng Blynk.

b. Tính năng :

- API và giao diện người dùng tương tự cho tất cả phần cứng và thiết bị được hỗ trợ
- Kết nối với đám mây bằng cách sử dụng:
 - Wifi
 - Bluetooth và BLE
 - Ethernet
 - USB (Nối tiếp)
 - GSM
 - ...
- Bộ Widget dễ sử dụng
- Thao tác ghim trực tiếp mà không cần viết mã
- Dễ dàng tích hợp và thêm chức năng mới bằng cách sử dụng ghim ảo

- Theo dõi dữ liệu lịch sử qua tiện ích SuperChart
- Giao tiếp giữa thiết bị với thiết bị sử dụng Bridge Widget
- Gửi email, tweet, push notification...

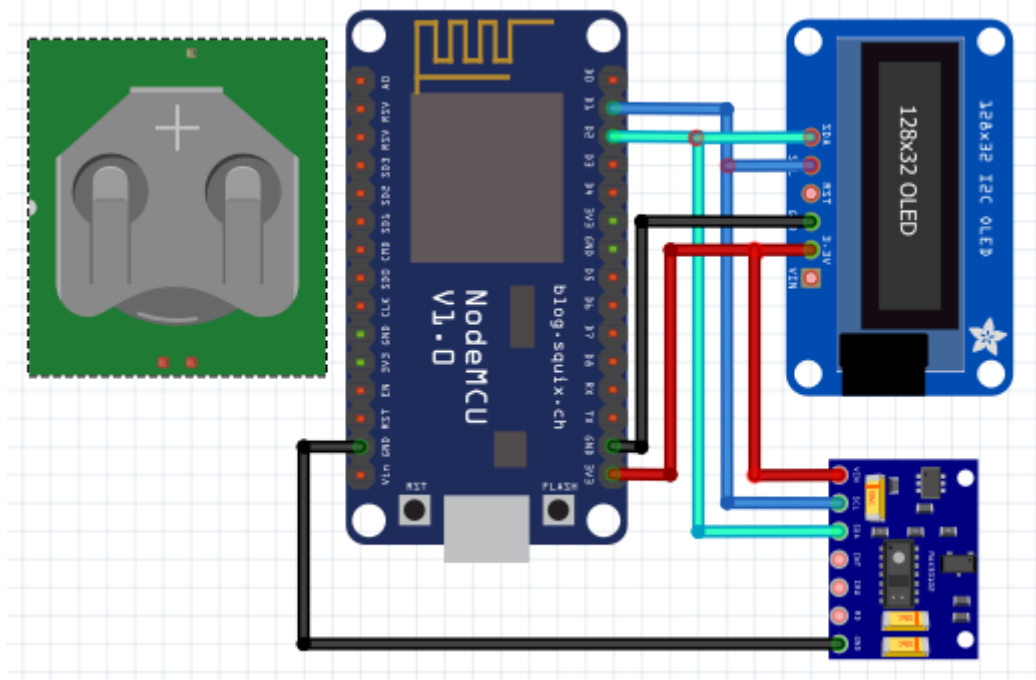
c. *Hoạt động app Blynk*

- Blynk được thiết kế cho IoT. Nó có thể điều khiển phần cứng từ xa, nó có thể hiển thị dữ liệu cảm biến, nó có thể lưu trữ dữ liệu, trực quan hóa và làm nhiều thứ hay ho khác.
- Có ba thành phần chính trong nền tảng:
- Ứng dụng Blynk – cho phép bạn tạo giao diện cho các dự án của mình bằng cách sử dụng các widget khác nhau.
- Blynk Server – chịu trách nhiệm về tất cả các giao tiếp giữa điện thoại thông minh và phần cứng. Bạn có thể sử dụng Blynk Cloud hoặc chạy cục bộ máy chủ Blynk riêng của mình. Nó là mã nguồn mở, có thể dễ dàng xử lý hàng nghìn thiết bị và thậm chí có thể được khởi chạy trên Raspberry Pi.
- Thư viện Blynk – dành cho tất cả các nền tảng phần cứng phổ biến – cho phép giao tiếp với máy chủ và xử lý tất cả các lệnh đến và lệnh đi.

CHƯƠNG 3. XÂY DỰNG HỆ THỐNG VÀ THỬ NGHIỆM

3.1. Sơ đồ nguyên lý

Thiết kế hệ thống đo bằng phần mềm Fritzing ta được sơ đồ như trên hình 3.1 dưới đây.



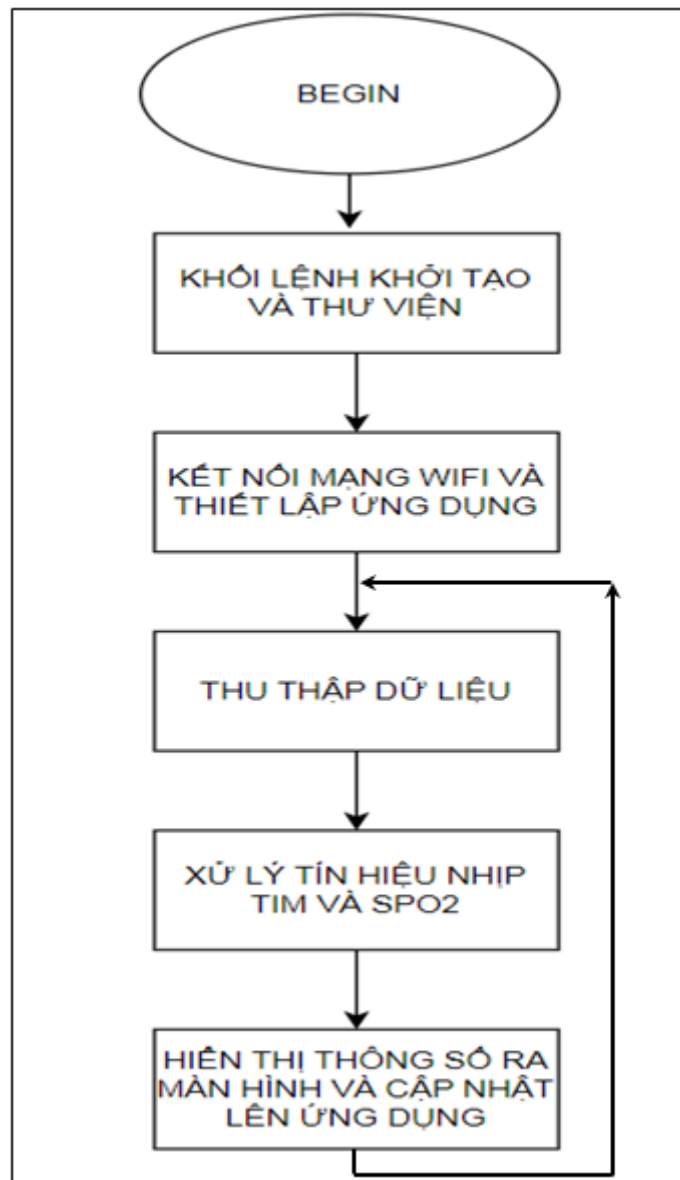
Hình 3.1. Sơ đồ hệ thống thực hiện trên Fritzing.

3.2. Giải thích sơ đồ nguyên lý

Esp8266 được thiết kế kết nối với cảm biến MAX30102 qua chuẩn giao tiếp I2C. Tương tự, màn hình OLED cũng được kết nối với trung tâm qua truyền thông I2C. Chân D2, D1 được kết nối với chân SDA, SCL của màn hình OLED 1.3inch để hiển thị các dữ liệu và thời gian thực. Cảm biến MAX30102 và màn hình OLED được cấp nguồn 3.3V lấy từ ngõ ra của ESP8266. Nguồn nuôi của cả hệ thống có thể được cấp từ cáp USB hoặc Adaptor 5V/2A.

Tín hiệu đo được từ cảm biến được gửi về trung tâm là module ESP8266, sau đó các thông số được xử lý và cho hiển thị lên màn hình cho người sử dụng. Ngoài ra dữ liệu sẽ được đẩy lên Internet và có thể được lưu trữ lâu dài để sử dụng trong chẩn đoán và điều trị của người bệnh.

3.3. Lưu đồ giải thuật

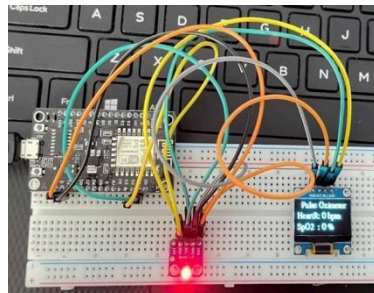


Hình 3.2. Lưu đồ thuật toán chương trình.

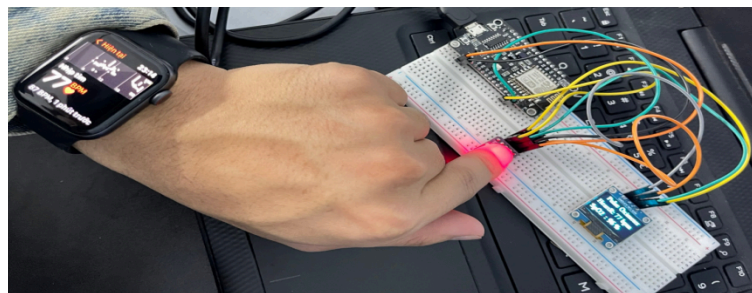
Ban đầu khởi tạo các biến sử dụng trong chương trình, sau đó sẽ hiển thị giao diện cũng như giá trị của dữ liệu. Tiếp theo khối xử lý trung tâm sẽ kết nối với mạng wifi và thiết lập trang web đồng thời cập nhật thời gian thực. Sau đó khối xử lý trung tâm sẽ xử lý tín hiệu nhịp tim và huyết áp để có thể hiển thị thông số lên màn hình và cập nhật lên trang web.

3.4. Kết quả thực nghiệm

Sau khi thiết kế và viết chương trình cho hệ thống em đã thực hiện test thử hệ thống và đạt được những kết quả như trình bày sau đây.



Hình 3.3. Sản phẩm thực tế.



Hình 3.4. Thực hiện đo cách đặt ngón tay lên cảm

bằng
biến.



Hình 3.5. Sản phẩm sau khi đóng gói.

Kết luận

Sau thời gian làm đồ án tốt nghiệp, với sự nỗ lực của bản thân cùng với sự hướng dẫn tận tình của thầy TS. Đoàn Hữu Chức, em đã hoàn thành được các nội dung sau:

- Nghiên cứu tổng quan về các mạch đo tín hiệu điện tim;
- Nghiên cứu tổng quan về Arduino, đi sâu tìm hiểu module ESP 8266;
- Tìm hiểu nguyên lý cấu tạo và hoạt động của màn hình OLED;
- Tra cứu và sử dụng cảm biến đo tín hiệu nhịp tim họ MAX3010X;
- Thực hiện thiết kế và thử nghiệm thành công hệ thống đo tín hiệu nhịp tim.

Để hoàn thành được đồ án, em đã nhận được sự hỗ trợ giúp đỡ từ thầy hướng dẫn cũng như các thầy cô trong Khoa Điện – Điện tử, Trường Đại Học Quản lý và Công nghệ Hải Phòng. Nhân đây em xin trân trọng cảm ơn các thầy cô đã giảng dạy và giúp đỡ em trong suốt thời gian học tập tại trường.

Phụ lục

Code chương trình

```
#include <Wire.h>
#include "MAX30100_PulseOximeter.h"
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <Blynk.h>
#include <ESP8266wifi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include "Wire.h"
#include "Adafruit_GFX.h"
#include "OakOLED.h"
#define REPORTING_PERIOD_MS 1000
OakOLED oled;
char auth[] = "N-8110StH83VwUeNuKHOzpLVzqjFXhHO";
// You should get Auth Token in the Blynk App.
char ssid[] = "htc"; // Your WiFi credentials.
char pass[] = "88888888";
// Connections : SCL PIN - D1 , SDA PIN - D2 , INT PIN - D0
PulseOximeter pox;
float BPM, SpO2;
uint32_t tsLastReport = 0;
const unsigned char bitmap [] PROGMEM=
{
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x01, 0x80, 0x18, 0x00, 0x0f, 0xe0, 0x7f, 0x00, 0x3f,
0xf9, 0xff, 0xc0,
0x7f, 0xf9, 0xff, 0xc0, 0x7f, 0xff, 0xff, 0xe0, 0x7f, 0xff, 0xff, 0xe0, 0xff, 0xff,
0xff, 0xf0,
0xff, 0xf7, 0xff, 0xf0, 0xff, 0xe7, 0xff, 0xf0, 0xff, 0xe7, 0xff, 0xf0, 0x7f, 0xdb,
0xff, 0xe0,
```

```

0x7f, 0x9b, 0xff, 0xe0, 0x00, 0x3b, 0xc0, 0x00, 0x3f, 0xf9, 0x9f, 0xc0, 0x3f,
0xfd, 0xbf, 0xc0,
0x1f, 0xfd, 0xbf, 0x80, 0x0f, 0xfd, 0x7f, 0x00, 0x07, 0xfe, 0x7e, 0x00, 0x03,
0xfe, 0xfc, 0x00,
0x01, 0xff, 0xf8, 0x00, 0x00, 0xff, 0xf0, 0x00, 0x00, 0x7f, 0xe0, 0x00, 0x00,
0x3f, 0xc0, 0x00,
0x00, 0x0f, 0x00, 0x00, 0x00, 0x06, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00
};
void onBeatDetected()
{
  Serial.println("Beat Detected!");
  oled.drawBitmap( 60, 20, bitmap, 28, 28, 1);
  oled.display();
}
void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  oled.begin();
  oled.clearDisplay();
  oled.setTextSize(1);
  oled.setTextCursor(1);
  oled.setCursor(0, 0);
  oled.println("Initializing pulse oximeter..");
  oled.display();
  pinMode(16, OUTPUT);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
  Serial.print("Initializing Pulse Oximeter..");
  if (!pox.begin())

```

```

    {
        Serial.println("FAILED");
        oled.clearDisplay();
        oled.setTextSize(1);
        oled.setTextColor(1);
        oled.setCursor(0, 0);
        oled.println("FAILED");
        oled.display();
        for(;;);
    }
else
{
    oled.clearDisplay();
    oled.setTextSize(1);
    oled.setTextColor(1);
    oled.setCursor(0, 0);
    oled.println("SUCCESS");
    oled.display();
    Serial.println("SUCCESS");
    pox.setOnBeatDetectedCallback(onBeatDetected);
}
// The default current for the IR LED is 50mA and it could be changed by
uncommenting the following line.
    //pox.setIRLedCurrent(MAX30100_LED_CURR_7_6MA);
}
void loop()
{
    pox.update();
    Blynk.run();
}

```

```

BPM = pox.getHeartRate();
SpO2 = pox.getSpO2();
if (millis() - tsLastReport > REPORTING_PERIOD_MS)
{
  Serial.print("Heart rate:");
  Serial.print(BPM);
  Serial.print(" bpm / SpO2:");
  Serial.print(SpO2);
  Serial.println(" %");
  Blynk.virtualWrite(V7, BPM);
  Blynk.virtualWrite(V8, SpO2);
  oled.clearDisplay();
  oled.setTextSize(1);
  oled.setTextColor(1);
  oled.setCursor(0,16);
  oled.println(pox.getHeartRate());
  oled.setTextSize(1);
  oled.setTextColor(1);
  oled.setCursor(0, 0);
  oled.println("Heart BPM");
  oled.setTextSize(1);
  oled.setTextColor(1);
  oled.setCursor(0, 30);
  oled.println("Spo2");
  oled.setTextSize(1);
  oled.setTextColor(1);
  oled.setCursor(0,45);
  oled.println(pox.getSpO2());
  oled.display();
}

```

```
    tsLastReport = millis();  
  }  
}
```

Tài liệu tham khảo

- [1] Hoàng Mạnh Hà, ‘Các phương pháp thích nghi trong lọc nhiễu tín hiệu điện tim’, luận án tiến sĩ, 2011.
- [2] Leif Sornmo and Pablo Laguna, ‘ELECTROCARDIOGRAM (ECG) SIGNAL PROCESSING’, Wiley Encyclopedia of Biomedical Engineering, Copyright & 2006 John Wiley & Sons, Inc.
- [3] Nathan M Kesto, ‘Electrocardiography Circuit Design’, lecture, 2013.
- [4] datasheet MAX30100, “High Sensitivity Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor for Wearable Health”.
- [5] datasheetsSSD1306, “128 x 64 Dot Matrix OLED/PLED Segment/Common Driver with Controller”
- [6] datasheet ESP8266-12E,” ESP-12E WiFi Module Version1.0”.
- [7] <https://youtu.be/jMCeQw0B1K8?si=0qrVGQhCYAMlePPI>
- [8] <https://meccsu.vn/ho-tro-ky-thuat/may-do-oxy-xung-max30100-va-cam-bien-nhip-tim-voi-esp8266.v6D>
- [7] Nguyễn Thanh Hoàn, Nguyễn Hoàng Nam “Thiết kế vòng tay đo nhịp tim sử dụng công nghệ iots”, Đồ án tốt nghiệp, Trường ĐHSPKT, TP.HCM, 2019
- [8] <https://huynhnhattung.com/max30100-giao-tiep-esp8266-nhip-tim-oxy-blynk-oled-esp/>