

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

--- VIỆN ĐIỆN ---

\*\*\*



## BÁO CÁO ĐỒ ÁN I

**Đề tài: Thiết kế mạch đo nhịp tim và nồng độ SPO2 trong máu sử dụng cảm biến MAX30102**

Họ và Tên : Bùi Vũ Duy Trường

MSSV : 20202543

Lớp : ĐK-TĐH 03 K65

Lớp học: EE3810–731736 – Nhóm 8  
Giảng viên hướng dẫn: Nguyễn Đại Dương

Hà Nội, 14/08/2023

# Lời nói đầu

Trong lĩnh vực kỹ thuật hiện đại và phát triển ngày này, cũng như trong ngành y tế, chăm sóc sức khỏe, việc chế tạo ra các bộ đo nhịp tim và nồng độ SPO2 nhỏ gọn, có độ chính xác cao, hoạt động ổn định, phù hợp với nhu cầu giám sát sức khỏe ngày nay là hết sức cần thiết. Hơn thế nữa, việc thu tập dữ liệu yêu cầu mạch phải có chức năng truyền tải dữ liệu, hiển thị ngay lập tức. Chính vì lý do đó mà bọn em lựa chọn đề tài: **“Mạch đo nhịp tim và nồng độ SPO2 trong máu sử dụng cảm biến MAX30102 và VĐK STM32F103C8T6 kết hợp truyền thông hiển thị lên màn hình hiển thị OLED”**.

Bản báo cáo này bao gồm 4 chương:

- **CHƯƠNG 1: PHƯƠNG PHÁP ĐO NHỊP TIM VÀ NỒNG ĐỘ SPO2 TRONG MÁU**
- **CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN VỀ MAX30102, STM32F103C8T6, OLED DISPLAY**
- **CHƯƠNG 3: SƠ ĐỒ KHỐI, LẬP TRÌNH STM32F103C8T6 VÀ PHẦN MỀM**
- **CHƯƠNG 4: MẠCH THỰC TẾ VÀ KẾT QUẢ ĐO**

Trong quá trình thực hiện đồ án 1, em đã được củng cố và tiếp thu các kiến thức mới về cảm biến đo nhịp tim và nồng độ SPO2 trong máu trong cảm biến. Hơn thế nữa chúng em đã học tập và rèn luyện phương pháp làm việc, nghiên cứu một cách chủ động hơn, linh hoạt hơn.

## Lời cảm ơn

Trong thời gian làm đồ án, em đã nhận được đề tài này, sự giúp đỡ, đóng góp ý kiến và chỉ bảo của thầy Nguyễn Đại Dương – Giảng viên tại Trường Điện – Điện tử. Em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến thầy.

# MỤC LỤC

Lời nói đầu.....	1
MỤC LỤC .....	3
CHƯƠNG 1: PHƯƠNG PHÁP ĐO NHỊP TIM VÀ NỒNG ĐỘ SPO2 TRONG MÁU.....	5
1.1 Đo nhịp tim bằng đo điện tâm đồ (ECG/EKG).....	5
1.2 Đo nhịp tim bằng ánh sáng (PhotoPlethysmoGraphy – PPG) .....	6
1.3 Đo nhịp tim bằng siêu âm Doppler: .....	7
1.4 Đo nhịp tim bằng đo hơi thở (Respiratory Rate):.....	8
1.5 Cảm biến SPO2 thông qua ánh sáng (Pulse Oximetry): .....	8
1.6 Cảm biến SPO2 dựa trên nguyên tắc siêu âm:.....	8
1.7 Cảm biến SPO2 dựa trên điện cực:.....	8
1.8 Phân tích bài toán và lựa chọn thiết bị .....	9
CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN VỀ MAX30102, STM32F103C8T6, OLED DISPLAY .....	10
2.1 Tổng quan về MAX30102 .....	10
2.1.1 Khái quát về MAX30102.....	10
2.1.2 Cấu tạo của MAX30102 .....	10
2.1.3 Nguyên lý hoạt động của MAX30102 .....	11
2.1.4 Đặc điểm của MAX30102.....	13
2.2 Giới thiệu về màn hình hiển thị OLED.....	16
2.2.1 Giới thiệu về màn hình OLED.....	16
2.2.2 Đặc điểm của màn hình OLED .....	16
2.3 Giới thiệu VDK STM32F103C8T6 .....	18
2.3.1 Cấu tạo STM32F103C8T6 .....	18
2.3.2 Cấu trúc của module VDK STM32F103C8T6.....	19
2.3.2 Tổ chức bộ nhớ.....	21
CHƯƠNG 3: SƠ ĐỒ KHỐI, LẬP TRÌNH STM32F103C8T6 VÀ PHẦN MỀM .....	25
3.1 SƠ ĐỒ KHỐI .....	25
3.2 LƯU ĐỒ LẬP TRÌNH STM32F103C8T6.....	26

<b>3.2.1 Lưu đồ chung .....</b>	<b>26</b>
<b>CHƯƠNG 4: MẠCH THỰC TẾ VÀ KẾT QUẢ ĐO.....</b>	<b>28</b>
<b>4.1 Mạch thực tế và kết quả đo.....</b>	<b>28</b>
<b>KẾT LUẬN.....</b>	<b>29</b>
<b>PHỤ LỤC 1: DANH MỤC HÌNH ẢNH .....</b>	<b>30</b>
<b>PHỤ LỤC 2: TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>31</b>

# CHƯƠNG 1: PHƯƠNG PHÁP ĐO NHỊP TIM VÀ NỒNG ĐỘ SPO2 TRONG MÁU

## 1.1 Đo nhịp tim bằng đo điện tâm đồ (ECG/EKG)

- Đây là phương pháp sử dụng các điện cực được gắn vào da để đo và ghi lại hoạt động điện của trái tim. ECG thường được đo các sóng điện cơ bản như P, Q, R, R, S, T để xác định chu kỳ nhịp tim và phát hiện các vấn đề về nhịp tim như nhịp tim bất thường, nhồi máu cơ tim và những vấn đề khác.

- **Cơ chế hoạt động của điện tâm đồ:**

Tim co bóp theo nhịp và được điều khiển bởi một hệ thống dẫn truyền trong cơ tim. Những dòng điện của tim tuy rất nhỏ, chỉ khoảng một phần nghìn volt nhưng có thể dò thấy được từ các cực điện đặt trên tay, chân và ngực của bệnh nhân tuyến đến máy ghi. Các điện cực (cảm biến) này thường được giữ trong vài phút. Máy ghi điện sẽ khuếch đại tín hiệu lên và ghi lại trên điện tâm đồ.

Đường điện tâm đồ được hiển thị là những đường gấp khúc, lên xuống biến thiên theo nhịp co bóp của tim. Khi đo điện tâm đồ, bệnh nhân ở tư thế nằm, để các bác sĩ gắn những điện cực từ máy đo điện tâm đồ vào các vùng tim, vùng cổ tay, cổ chân bệnh nhân theo các vị trí xác định. Những điện cực này được dính vào da và không gây đau đớn trong quá trình đo.

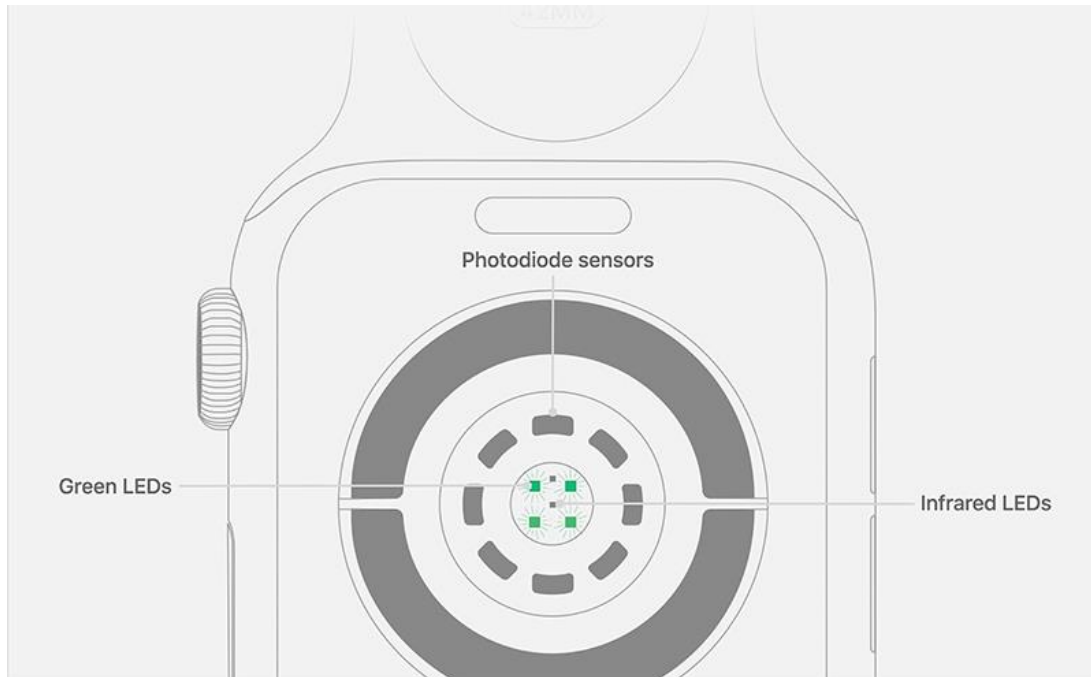


*Hình 1.1: Hình ảnh thực tế đo nhịp tim bằng điện tâm đồ*

## 1.2 Đo nhịp tim bằng ánh sáng (PhotoPlethysmoGraphy – PPG)

- Phương pháp này sử dụng ánh sáng để đo lường biến đổi trong lượng máu trong mạch máu khi máu được bơm từ trái tim ra cơ thể. Cảm biến PPG thường được đặt tại vị trí da như ngón tay, cổ tay hoặc tai để đo nhịp tim và tốc độ máu. Các thiết bị thông minh như đồng hồ thông minh thường sử dụng PPG để đo nhịp tim.
- **Nguyên tắc hoạt động của phương pháp PPG:**
  - Ánh sáng và hấp thụ ánh sáng: Cảm biến PPG sử dụng hai đèn LED, thường là một đèn đỏ và một đèn hồng ngoại, để chiếu ánh sáng qua da tại vị trí đặt cảm biến (thường là ngón tay, cổ tay hoặc tai). Ánh sáng này sẽ bị hấp thụ bởi các mô mềm và máu trong da.
  - Biến đổi ánh sáng: Khi ánh sáng đi qua da, nó sẽ gặp phải sự thay đổi về lượng máu trong các mạch máu dưới da. Trong quá trình co bóp và giãn nở của mạch máu do nhịp tim và hô hấp, lượng máu trong vùng đó cũng thay đổi. Khi máu chứa nhiều hơn oxy, nó hấp thụ ánh sáng đỏ hơn và ít hấp thụ ánh sáng hồng ngoại hơn.
  - Đo tín hiệu: Cảm biến PPG cũng có một cảm biến quang điện để đo tín hiệu ánh sáng sau khi nó đi qua da. Tín hiệu này sẽ biểu thị mức độ hấp thụ ánh sáng bởi máu.
  - Xử lý tín hiệu: Dữ liệu từ cảm biến được gửi đến một máy tính hoặc thiết bị xử lý dữ liệu. Ở đây, sự thay đổi của tín hiệu ánh sáng sẽ được phân tích để xác định chu kỳ của nhịp tim. Khi máu bơm qua và hút lại từ tim, lượng máu thay đổi, ảnh hưởng đến tín hiệu ánh sáng được đo lại.
  - Tính toán nhịp tim: Dựa vào sự thay đổi của tín hiệu ánh sáng, máy tính toán chu kỳ nhịp tim bằng cách xác định thời điểm mạch máu co bóp (gây giảm hấp thụ ánh sáng) và thời điểm mạch máu giãn nở (gây tăng hấp thụ ánh sáng). Từ đó, tần suất nhịp tim được tính toán. Sự thay đổi là rất nhỏ, nên phần cảm nhận ánh sáng (quang trở) thường có mạch C khuếch đại tín hiệu thay đổi này, đưa về các mạch lọc, đếm hoặc các mạch ADC( Analog to Digital Converter: hệ thống mạch thực hiện chuyển đổi tín hiệu analog) để tính toán ra nhịp tim.
- Tín hiệu đầu ra là tín hiệu analog, dao động theo các mạch đập của tim

- Dưới đây là hình ảnh minh họa cho cụm cảm biến nhịp tim trên đồng hồ thông minh có khả năng đo nhịp tim, có cấu tạo gồm đèn LED xanh, đèn hồng ngoại và 8 diode nhạy sáng có khả năng đo nhịp tim và đo ECG chính xác.



*Hình 1.2: Hình ảnh minh họa về cụm cảm biến đo nhịp tim trên đồng hồ thông minh*

### **1.3 Đo nhịp tim bằng siêu âm Doppler:**

- Siêu âm Doppler sử dụng sóng siêu âm để theo dõi chuyển động của máu trong các mạch máu. Phương pháp này thường được sử dụng trong y học cận thị và phá triển thai nhi để đo tốc độ và lưu lượng máu.
- **Nguyên tắc hoạt động:** Kỹ thuật siêu âm Doppler dựa trên hiệu ứng Doppler, một hiện tượng trong vật lý mô tả sự thay đổi về tần số sóng âm, ánh sáng hoặc sóng điện từ khi nguồn phát và người thu sóng đang trong chuyển động tương đối. Khu áp dụng vào y học, nó cho phép chúng ta theo dõi chuyển động của các đối tượng trong cơ thể, như máu trong mạch máu.
- Thiết bị: Thiết bị siêu âm Doppler thường bao gồm một máy phát sóng siêu âm và một máy thu sóng siêu âm. Máy phát phát ra sóng siêu âm

với tần số cao, và sóng này sẽ phản xạ từ các đối tượng trong cơ thể, chẳng hạn như hồng cầu trong máu.

#### **1.4 Đo nhịp tim bằng đo hơi thở (Respiratory Rate):**

- Nhịp tim cũng có thể được đo thông qua việc đo tốc độ hô hấp, vì tốc độ hô hấp thường ảnh hưởng đến nhịp tim. Các thiết bị đo hơi thở thông qua đo lường thay đổi dưới cơ hoành cũng có thể được sử dụng để đo tốc độ hô hấp và từ đó suy ra nhịp tim.
- **Nguyên tắc hoạt động:** Nhịp tim và hô hấp có mối quan hệ mật thiết với nhau. Khi bạn hít thở, sự co bóp và giãn nở của phổi và ức chế cơ hoành sẽ tác động lên tim, ảnh hưởng đến tốc độ nhịp tim. Khi bạn thở vào, tốc độ nhịp tim thường tăng lên và khi bạn thở ra, tốc độ nhịp tim thường giảm đi.
- **Đo tần số hô hấp:** Để đo tần số hô hấp, bạn cần đếm số lần bạn thở vào và thở ra trong một khoảng thời gian cụ thể, thường là một phút. Để thực hiện điều này, bạn có thể đặt tay lên ngực hoặc bụng để cảm nhận sự co bóp và giãn nở khi thở. Sau đó, bạn đếm số lần thở vào và thở ra trong một phút.

#### **1.5 Cảm biến SPO2 thông qua ánh sáng (Pulse Oximetry):**

- Phương pháp này sử dụng ánh sáng để đo lượng oxy hòa tan trong máu. Cảm biến SPO2 thường được đặt tại các vị trí da như ngón tay, cổ tay hoặc tai. Cảm biến gồm hai đèn LED có bước sóng khác nhau, một đèn đỏ và một đèn hồng ngoại, cùng với một cảm biến quang điện để đo lượng ánh sáng được hấp thụ bởi máu. Dựa vào sự thay đổi trong lượng ánh sáng này, máy tính tính toán nồng độ oxy trong máu.

#### **1.6 Cảm biến SPO2 dựa trên nguyên tắc siêu âm:**

- Một số thiết bị cảm biến SPO2 cũng sử dụng sóng siêu âm để đo lượng máu chứa oxy và không chứa oxy trong mạch máu. Sự khác biệt trong tần số sóng siêu âm phản xạ từ máu được sử dụng để tính toán nồng độ SPO2.

#### **1.7 Cảm biến SPO2 dựa trên điện cực:**

- Một số phương pháp sử dụng điện cực để đo nồng độ SPO2. Các điện cực này được gắn vào da và đo lường sự thay đổi trong điện trở cảm ứng



khi máu thay đổi nồng độ oxy. Từ đó, nồng độ SPO2 có thể được tính toán.

## **1.8 Phân tích bài toán và lựa chọn thiết bị**

Với yêu cầu bài toán là đo nhịp tim và nồng độ SPO2 trong máu và từ các phân tích phương pháp ở trên, dựa trên nhu cầu thực tế hiện nay, em đi đến lựa chọn giải pháp đo sử dụng cảm biến MAX30102. Đây là loại cảm biến đo nhịp tim và nồng độ SPO2 rất phổ biến, dễ mua, giá thành hợp lý, độ chính xác cao. Để có thể tính toán giá trị đo từ MAX30102, em sẽ lựa chọn một bộ vi xử lý và độ tin cậy ở mức chấp nhận được, quen thuộc với sinh viên và lĩnh vực embedded hiện nay. Có thể kể đến một vài dòng như PIC, 8051, AVR, STM, ESP. Tuy nhiên với bài toán này, em sẽ lựa chọn vi điều khiển STM32F103C8T6 của dòng điều khiển của nhà sản xuất ST.

Qua tổng nhất em đã quyết định lựa chọn các Module, VDK và cảm biến sau:

- VDK STM32F103C8T6
- Cảm biến MAX30102
- Module màn hình hiển thị OLED

## CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN VỀ MAX30102, STM32F103C8T6, OLED DISPLAY

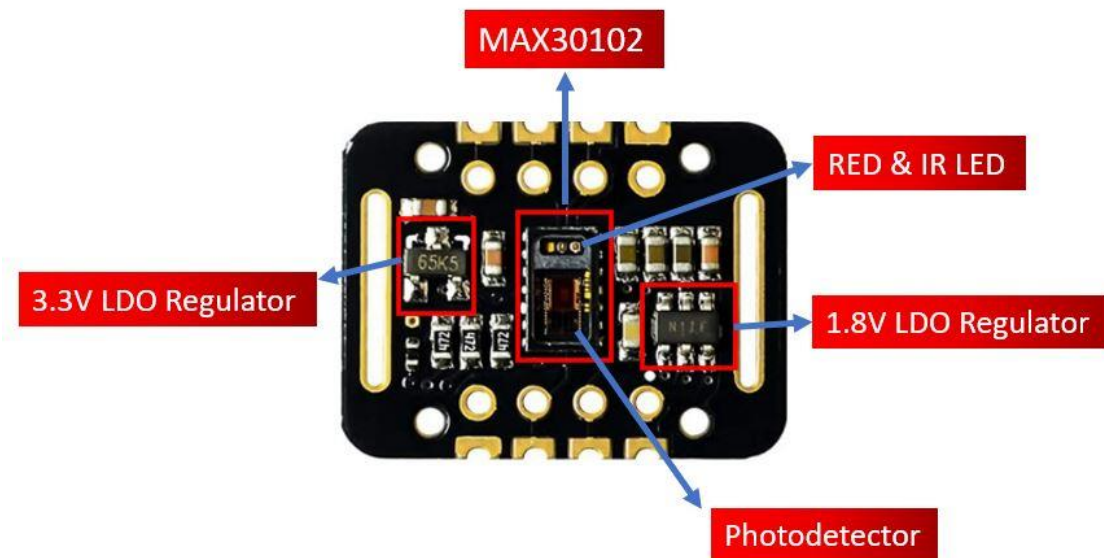
### 2.1 Tổng quan về MAX30102

#### 2.1.1 Khái quát về MAX30102

Cảm biến MAX30102 là một cảm biến đa chức năng được sử dụng chủ yếu để đo lường nhịp tim và đo lường nồng độ oxy trong máu (SPO2). Cảm biến này thường được sử dụng trong các ứng dụng y tế và theo dõi sức khỏe.

**Max30102** là cảm biến **nhịp tim và đo nồng độ oxy** trong máu có thiết kế tiện dụng dễ dàng đeo vào ngón tay, cổ tay, 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

#### 2.1.2 Cấu tạo của MAX30102

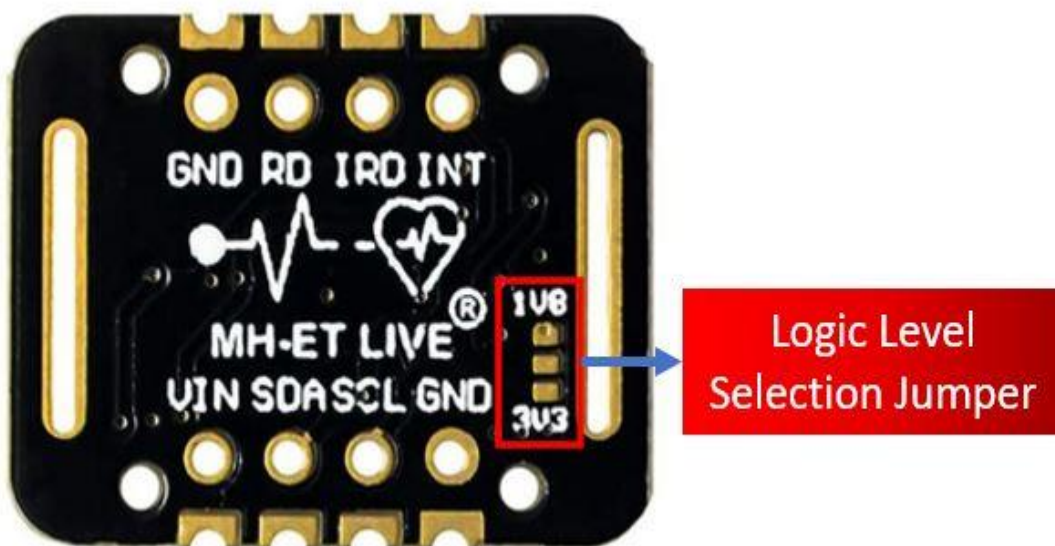


Hình 2.1: Cấu tạo của Module MAX30102

IC MAX30102 nằm ở trung tâm của mô-đun. Mô-đun bao gồm hai loại đèn LED khác nhau (Đỏ và IR) và bộ tách sóng quang. Độ bão hòa oxy trong máu và nhịp tim được tìm thấy bằng cách sử dụng hai tính năng chính này. Sau này chúng ta sẽ tìm hiểu cách cảm biến thực sự hoạt động để có được chỉ số BPM và SpO2.

Một tính năng quan trọng khác là mô-đun cảm biến MAX30102 bao gồm hai bộ điều chỉnh LDO. Điều này là do IC MAX30100 yêu cầu 1.8V và đèn LED yêu cầu 3.3V để hoạt động bình thường. Với việc bổ sung các bộ điều chỉnh điện áp, chúng ta có thể sử dụng một cách an toàn các bộ vi điều khiển sử dụng đầu vào / đầu ra mức 5 / 3.3 / 1.8V.

Hơn nữa, nếu bạn xem mô-đun từ phía sau, có thể xem một jumper hàn để chọn mức logic điện áp. Theo mặc định, nó được đặt thành 3.3V nhưng bạn cũng có thể thay đổi nó thành 1.8V theo yêu cầu logic của vi điều khiển.



Hình 2.2: Mặt sau của MAX30102

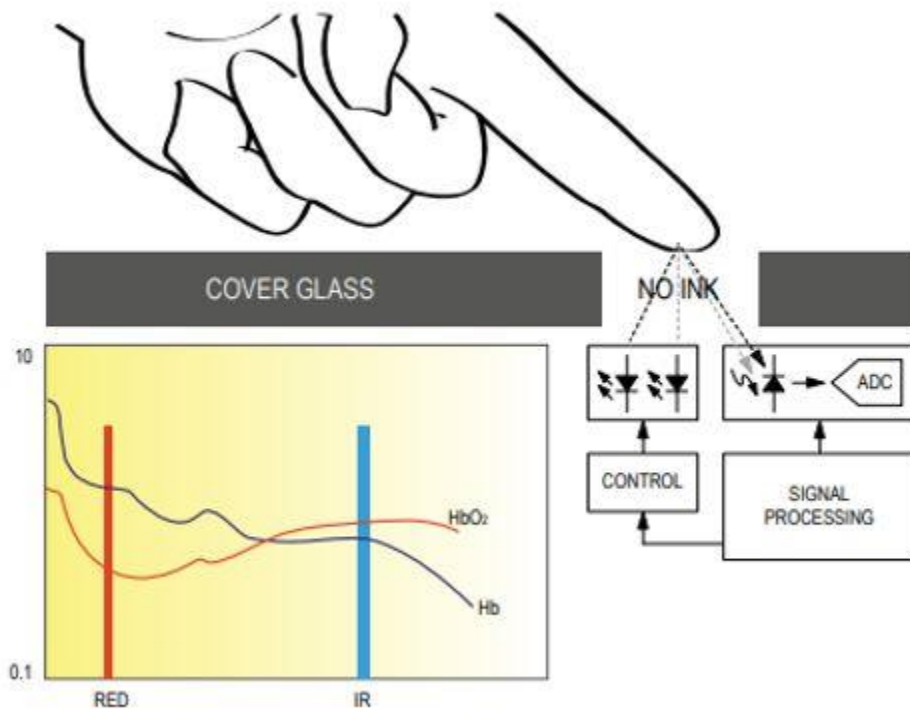
### 2.1.3 Nguyên lý hoạt động của MAX30102

**Máy đo oxy xung:**

Để tìm nồng độ oxy trong máu (%), điều quan trọng đầu tiên cần biết là bên trong huyết sắc tố của chúng ta chịu trách nhiệm mang oxy. Khi một người cầm máy đo oxy xung, ánh sáng từ thiết bị sẽ đi qua máu trong ngón tay. Điều này được sử dụng để phát hiện lượng oxy bằng cách đo những thay đổi trong sự hấp thụ ánh sáng trong cả máu oxy và khử oxy.

Như đã đề cập trước đây, cảm biến MAX30102 bao gồm hai đèn LED (Đỏ và IR) và một điốt quang. Cả hai đèn LED này đều được sử dụng để đo SpO<sub>2</sub>. Hai đèn LED này phát ra ánh sáng ở các bước sóng khác nhau, ~ 660nm cho đèn led đỏ và ~ 880nm cho đèn LED hồng ngoại. Ở những bước sóng đặc biệt này, hemoglobin oxy hóa và khử oxy có đặc tính hấp thụ rất khác nhau.

Sơ đồ dưới đây được lấy từ bảng dữ liệu của MAX30102 IC. Bạn có thể nhận thấy sự khác biệt được thể hiện trong biểu đồ giữa HbO<sub>2</sub> là hemoglobin oxy hóa và Hb là hemoglobin khử oxy ở hai bước sóng khác nhau.



Hình 2.3: Hình ảnh thể hiện sự khác biệt trong biểu đồ giữa HbO<sub>2</sub> và Hb

Hemoglobin oxy hóa hấp thụ nhiều ánh sáng hồng ngoại hơn và phản xạ lại ánh sáng đỏ trong khi hemoglobin khử oxy hấp thụ nhiều ánh sáng đỏ hơn và phản xạ lại ánh sáng hồng ngoại. Ánh sáng phản xạ được đo bằng bộ tách sóng quang. Cảm biến MAX30102 đọc các mức hấp thụ khác nhau này để tìm nồng độ oxy trong máu (SpO<sub>2</sub>). Tỷ lệ IR và ánh sáng ĐỎ mà bộ tách sóng quang nhận được cho chúng ta nồng độ oxy trong máu.

### **Đo nhịp tim:**

Để đo nhịp tim, không yêu cầu đèn LED Đỏ, chỉ cần đèn LED hồng ngoại. Điều này là do huyết sắc tố oxy hấp thụ nhiều ánh sáng hồng ngoại hơn.

Nhịp tim là tỷ lệ thời gian giữa hai nhịp tim liên tiếp. Tương tự, khi máu người được lưu thông trong cơ thể con người thì máu này bị ép trong các mô mao mạch. Do đó, thể tích của các mô mao mạch được tăng lên nhưng thể tích này giảm sau mỗi nhịp tim. Sự thay đổi thể tích của các mô mao mạch này ảnh hưởng đến ánh sáng hồng ngoại của cảm biến, truyền ánh sáng sau mỗi nhịp tim.

Hoạt động của cảm biến này có thể được kiểm tra bằng cách đặt một ngón tay người ở phía trước cảm biến này. Khi một ngón tay được đặt trước cảm biến xung này thì sự phản xạ của ánh sáng hồng ngoại được thay đổi dựa trên thể tích thay đổi máu bên trong các mạch mao mạch. Điều này có nghĩa là trong nhịp tim, thể tích máu trong các mạch mao mạch sẽ cao và sau đó sẽ thấp sau mỗi nhịp tim. Vì vậy, bằng cách thay đổi âm lượng này, đèn LED được thay đổi. Sự thay đổi này của đèn LED đo nhịp tim của ngón tay. Hiện tượng này được gọi là "Photoplethysmogram."

### **2.1.4 Đặc điểm của MAX30102**

#### **Các tính năng chính:**

- Mô-đun cảm biến MAX30102 có hoạt động công suất cực thấp, sử dụng 600μA (chế độ đo và 0,7μA (chế độ chờ). Do đó, một lựa chọn tuyệt vời để sử dụng trong các thiết bị đeo được như đồng hồ thông minh, v.v.
- Nó có khả năng tốc độ lấy mẫu cao cùng với khả năng xuất dữ liệu nhanh.
- Ngoài ra, các tính năng cảm biến cũng tích hợp tính năng khử ánh sáng xung quanh.

- Một tính năng bổ sung mà mô-đun cảm biến MAX30102 sở hữu là bao gồm cảm biến nhiệt độ trên chip. Điều này cung cấp cho chúng tôi nhiệt độ khuôn ( $-40^{\circ}\text{C}$  đến  $+85^{\circ}\text{C}$ ) chính xác  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ .
- Để giao tiếp với vi điều khiển, cảm biến sử dụng chân I2C SCL và SDA.
- Một tính năng khác của cảm biến này là nó sử dụng bộ đệm FIFO 32 mẫu để lưu trữ dữ liệu so với MAX30100 chỉ có 16 bộ đệm FIFO mẫu. Nói cách khác, nó tiếp tục làm giảm mức tiêu thụ điện năng vì nó đã giữ tối đa ba mươi hai giá trị nhịp tim và SPO2.
- MAX30102 cũng có thể được sử dụng với các ngắt có thể được bật cho một số nguồn như sẵn sàng cấp nguồn, sẵn sàng dữ liệu mới, khử ánh sáng xung quanh, sẵn sàng nhiệt độ và FIFO gần đầy. Với việc tạo ra ngắt, vi điều khiển có thể thực hiện các sự kiện khác không xảy ra trong quá trình thực thi tuần tự chương trình trong khi cảm biến liên tục lấy các mẫu dữ liệu mới.

Tiêu thụ tối đa hiện tại	6 mA
Điện áp	3.3-5V
Tỷ lệ mẫu	50Hz – 3200Hz
Phạm vi nhiệt độ	$-40^{\circ}\text{C}$ đến $+85^{\circ}\text{C}$
Độ chính xác nhiệt độ	$\pm 1^{\circ}\text{C}$
Độ phân giải ADC	18 bit
Bước sóng cực đại IR LED	880nm
Bước sóng đỉnh LED đỏ	660nm

*Hình 2.4: Bảng thông số kỹ thuật của MAX30102*





## 2.2 Giới thiệu về màn hình hiển thị OLED

### 2.2.1 Giới thiệu về màn hình OLED

OLED (viết tắt bởi Organic Light Emitting Diode: Diode phát sáng hữu cơ) đang trở thành đối thủ cạnh tranh cũng như ứng viên snasg giá thay thế màn hình LCD.

Màn hình OLED gồm những lớp như tấm nền, Anode, lớp hữu cơ, Cathode. Và phát ra ánh sáng theo cách tương tự như đèn LED. Quá trình trên được gọi là phát lân quang điện tử.



*Hình 2.7: Sự khác nhau giữa OLED và LED*

### 2.2.2 Đặc điểm của màn hình OLED

Những ưu điểm có thể kể đến trên màn hình OLED là những lớp hữu cơ nhựa mỏng, nhẹ mềm dẻo hơn những lớp tinh thể trên LED hay LCD nhờ vậy mà có thể ứng dụng OLED để chế tạo màn hình gập cuộn được. Độ sáng của OLED cũng tốt hơn LED và không cần đèn nền như trên LCD nên sử dụng pin



ít hơn. Góc nhìn cũng cải thiện hơn những công nghệ tiền nhiệm, khoảng 170 độ.

Nhược điểm có thể kể tới là tuổi thọ màn này khá thấp, giá thành sản xuất cao và rất dễ hỏng khi gặp nước. Nên để hiệu màn hình này chưa được ứng dụng nhiều.



*Hình 2.8: Màn hình OLED 0.96 Inch*

#### **Thông số kĩ thuật màn hình OLED 0.96 Inch I2C**

- Điện áp sử dụng: 3V3 đến 5V(DC)
- Công suất tiêu thụ: 0.04W
- Góc hiển thị: Lớn hơn 160 độ
- Độ phân giải: 128x64 pixel (Điểm ảnh)
- Độ rộng màn hình: 0.96 Inch
- Giao thức giao tiếp: I2C
- Màu: Trắng và Đen
- Driver: SSD1306

## 2.3 Giới thiệu VĐK STM32F103C8T6

### 2.3.1 Cấu tạo STM32F103C8T6

STM32 là một trong những dòng chip phổ biến của ST với nhiều họ thông dụng như F0,F1,F2,F3,F4. STM32F103C8T6 là họ IC VĐK do hãng STMicroelectronics sản xuất, nó có bộ lõi xử lý là ARM Cortex M3, là một trong một chuỗi các vi điều khiển của dòng STM32F1 của nhà STMicroelectronics, là vi điều khiển 32bit, tốc độ tối đa là 72Mhz. Chương trình nạp cho vi điều khiển có thể nạp cho nó thông qua một trong nhiều mạch nạp ví dụ như: ULINK, J-LINK, CMSIS-DAP, STLINK,...

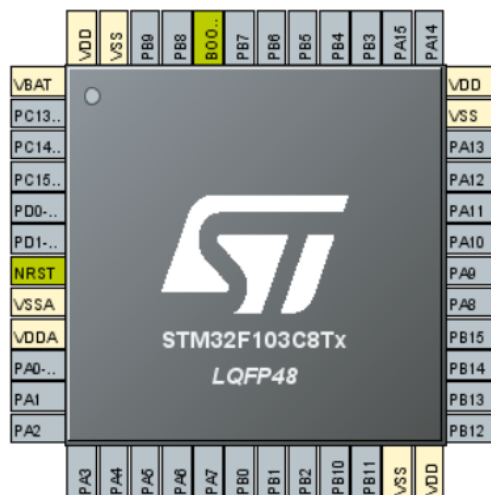
Một số ứng dụng chính: dùng cho driver để điều khiển ứng dụng, điều khiển ứng dụng thông thường, thiết bị cầm tay và thuốc, máy tính và thiết bị ngoại vi chơi game, GPS cơ bản, các ứng dụng trong công nghiệp, thiết bị lập trình PLC, biến tần, máy in, máy quét, hệ thống cảnh báo, thiết bị liên lạc nội bộ...

Cấu hình chi tiết của STM32F103C8T6:

- ARM 32-bit Cortex M3 với clock max là 72Mhz.
- Bộ nhớ:
  - 64 kbytes bộ nhớ Flash(bộ nhớ lập trình).
  - 20kbytes SRAM.
- Clock, reset và quản lý nguồn.
  - Điện áp hoạt động 2.0V -> 3.6V.
  - Power on reset(POR), Power down reset(PDR) và programmable voltage detector (PVD).
  - Sử dụng thạch anh ngoài từ 4Mhz -> 20Mhz.
  - Thạch anh nội dùng dao động RC ở mode 8Mhz hoặc 40khz.
  - Sử dụng thạch anh ngoài 32.768khz được sử dụng cho RTC.
- Trong trường hợp điện áp thấp:
  - Có các mode :ngủ, ngừng hoạt động hoặc hoạt động ở chế độ chờ.
  - Cấp nguồn ở chân Vbat bằng pin để hoạt động bộ RTC và sử dụng lưu trữ data khi mất nguồn cấp chính.
- 2 bộ ADC 12 bit với 9 kênh cho mỗi bộ.
  - Khoảng giá trị chuyển đổi từ 0 – 3.6V.

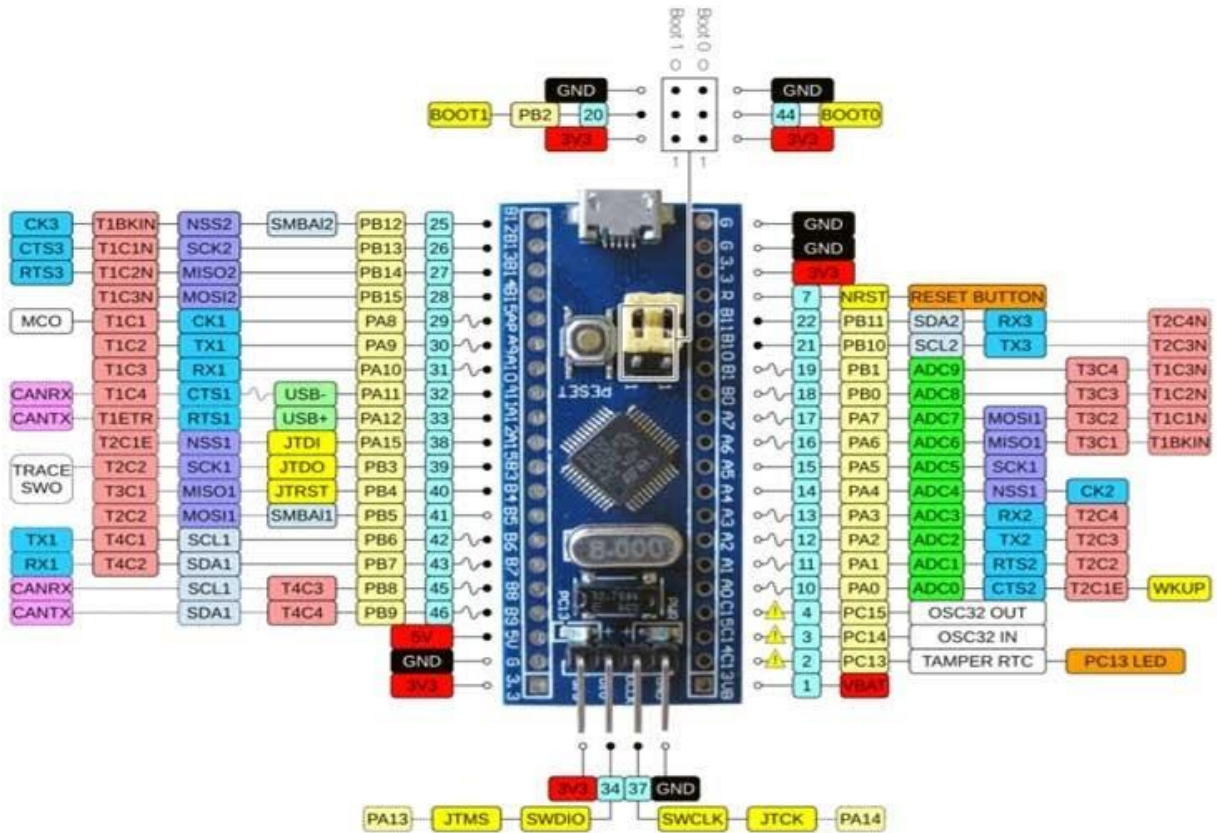
- Lấy mẫu nhiều kênh hoặc 1 kênh.
  - Có cảm biến nhiệt độ nội.
- DMA: bộ chuyển đổi này giúp tăng tốc độ xử lý do không có sự can thiệp quá sâu của CPU.
  - 7 kênh DMA.
  - Hỗ trợ DMA cho ADC, I2C, SPI, UART.
- 7 timer.
  - 3 timer 16 bit hỗ trợ các mode IC/OC/PWM.
  - 1 timer 16 bit hỗ trợ để điều khiển động cơ với các mode bảo vệ như ngắt input, dead-time..
  - 2 watchdog timer dùng để bảo vệ và kiểm tra lỗi.
  - 1 sysTick timer 24 bit đếm xuống dùng cho các ứng dụng như hàm Delay....
- Hỗ trợ 9 kênh giao tiếp bao gồm:
  - 2 bộ I2C(SMBus/PMBus).
  - 3 bộ USART(ISO 7816 interface, LIN, IrDA capability, modem control).
  - 2 SPIs (18 Mbit/s).
  - 1 bộ CAN interface (2.0B Active)
  - USB 2.0 full-speed interface
- Kiểm tra lỗi CRC và 96-bit ID.

### 2.3.2 Cấu trúc của module VĐK STM32F103C8T6

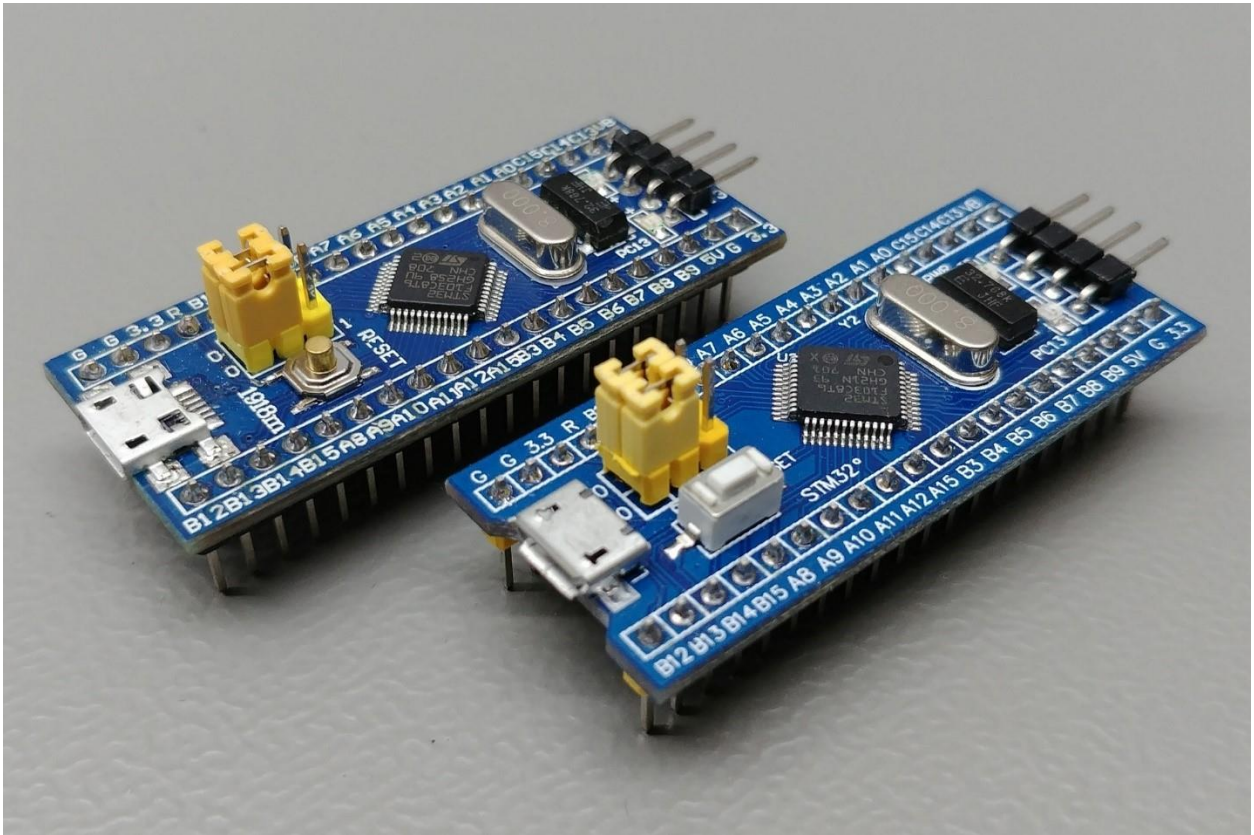


Hình 2.9: Cấu trúc các chân của VĐK STM32F103C8T6

Kit phát triển STM32F103C8T6 Blue Pill ARM Cortex-M3 là loại được sử dụng để nghiên cứu về ARM nhiều nhất hiện nay.



Hình 2.10: Module STM32F103C8T6 và chức năng các chân



Hình 2.11: Kit Module STM32F103C8T6 trong thực tế

Các thông số kĩ thuật:

- Điện áp cấp 5VDC qua cổng Micro USB sẽ được chuyển đổi thành 3.3VDC qua IC nguồn và cấp cho Vi điều khiển chính.
- Tích hợp sẵn thạch anh 8Mhz.
- Tích hợp sẵn thạch anh 32Khz cho các ứng dụng RTC.
- Ra chân đầy đủ tất cả các GPIO và giao tiếp: CAN, I2C, SPI, UART, USB,...
- Tích hợp Led trạng thái nguồn, Led PC13, Nút Reset.
- Kích thước: 53.34 x 15.24mm

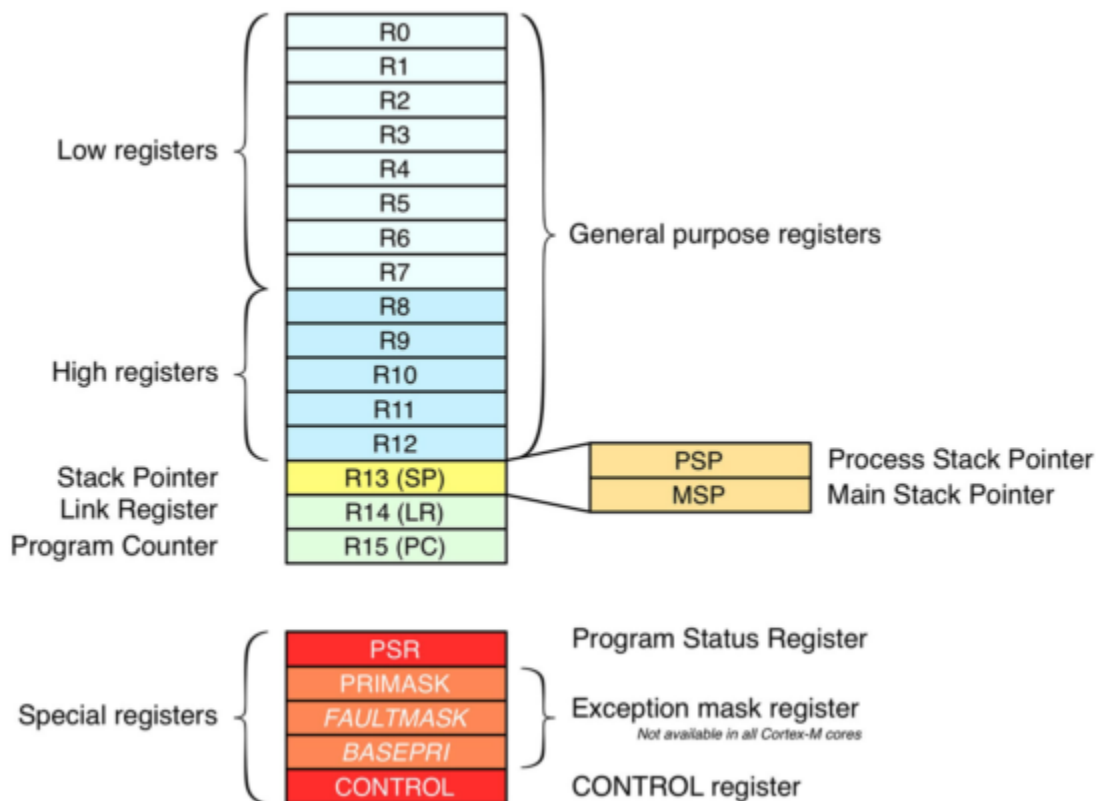
### 2.3.2 Tổ chức bộ nhớ

## Core register (Thanh ghi lõi)

R0-R12 là các thanh ghi có mục đích chung và có thể được sử dụng làm toán hạng cho các lệnh ARM.

Một số thanh ghi có mục đích chung, có thể được trình biên dịch sử dụng như các thanh ghi có chức năng đặc biệt.

Thanh ghi R13 là thanh ghi Stack Pointer (SP), có cấu trúc dạng ngăn xếp, nghĩa là vào đầu tiên thì ra sau cùng First in Last Out



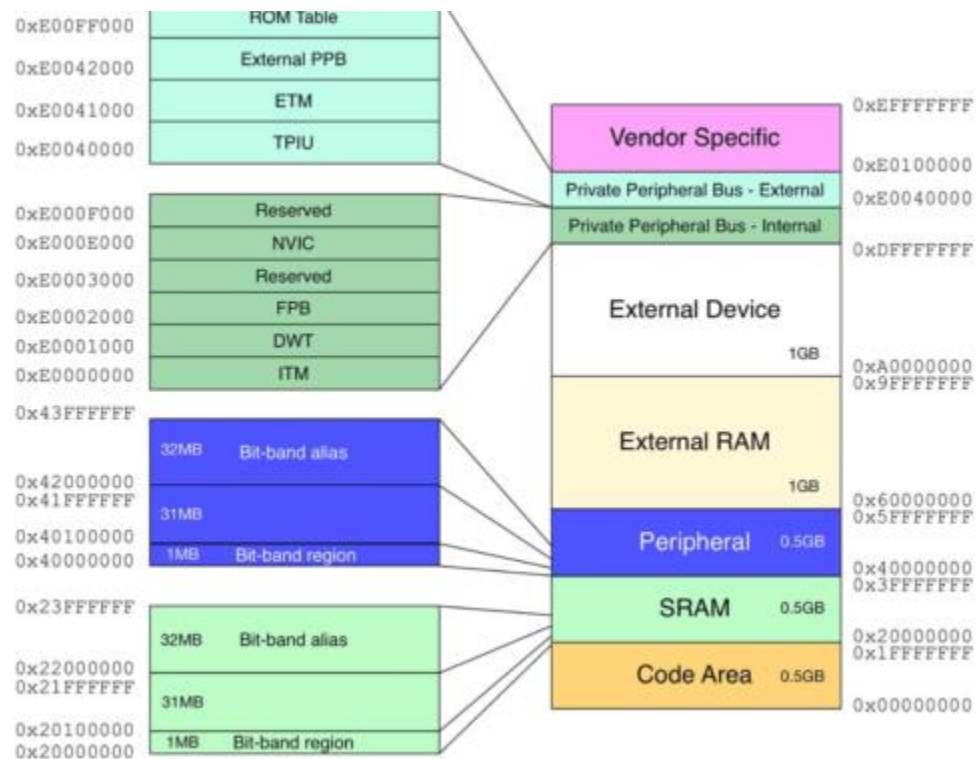
Hình 2.12: Cấu trúc thanh ghi STM32

## Bản đồ bộ nhớ STM32F103 (Memory Maps)

ARM xác định một không gian địa chỉ bộ nhớ được tiêu chuẩn hóa chung cho tất cả các lõi Cortex-M, điều này thực thi khả năng di động của code giữa các nhà sản xuất khác nhau.

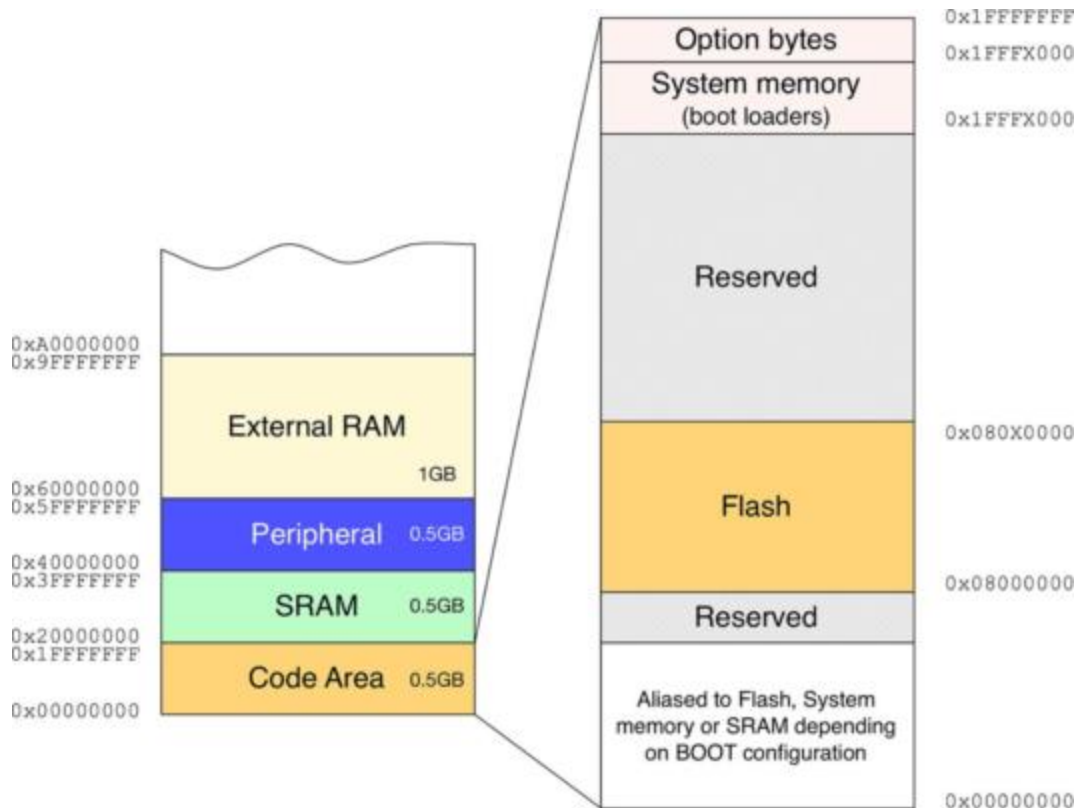


Không gian bộ nhớ (memory) được thiết kế chia thành một số vùng khác nhau. Code, SRAM, Peripherals, External RAM, External Device, Pravite peripheral bus internal and external, Vendor Specific như hình sau:



Hình 2.13: Bản đồ bộ nhớ (Memory Map stm32)

## Core Area



Hình 2.14: bản đồ vùng nhớ chương trình STM32

512MB đầu tiên được dành riêng cho vùng code. Tất cả các bộ xử lý Cortex-M ánh xạ vùng mã bắt đầu từ địa chỉ 0x0000 0000. Khu vực này cũng bao gồm con trỏ đến đầu ngăn xếp (thường được đặt trong SRAM) và bảng vector. Trên thực tế, đối với tất cả các thiết bị STM32, một vùng bắt đầu từ địa chỉ 0x0800 0000 được liên kết với bộ nhớ FLASH MCU bên trong và nó là vùng chứa mã chương trình. Nhờ cấu hình khởi động cụ thể, khu vực này cũng được đặt bí danh từ địa chỉ 0x00000000.

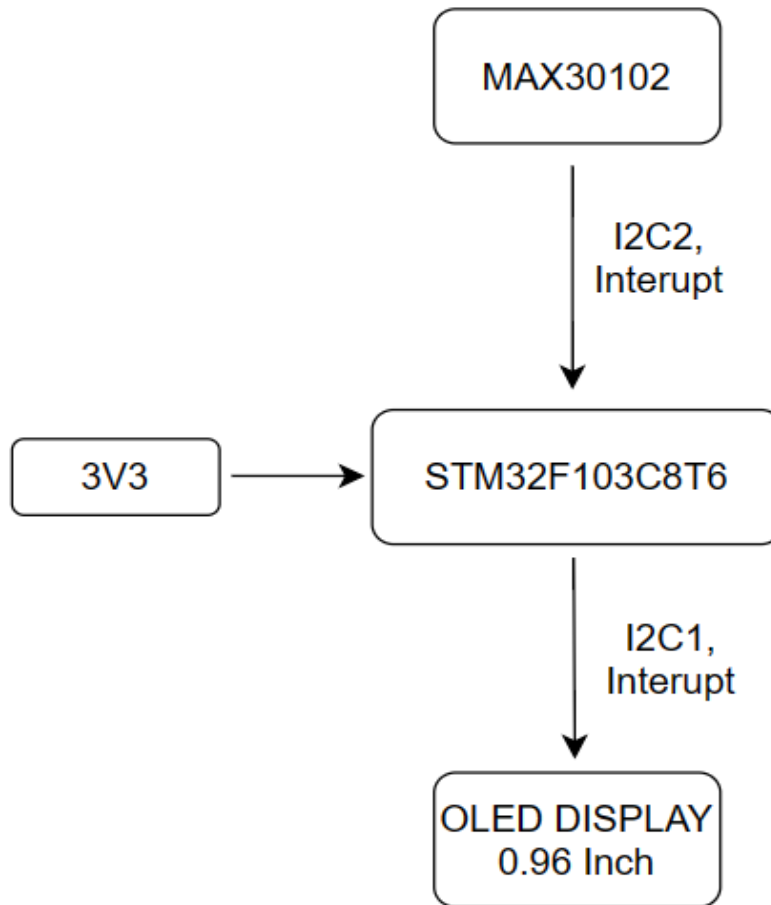
Điều này có nghĩa là hoàn toàn có thể tham chiếu đến nội dung của bộ nhớ FLASH bắt đầu từ địa chỉ 0x0800 0000 và địa chỉ 0x0000 0000

Hai phần cuối dành riêng cho bộ nhớ Hệ thống (System Memory) và Byte tùy chọn (Options Byte)



## CHƯƠNG 3: SƠ ĐỒ KHỐI, LẬP TRÌNH STM32F103C8T6 VÀ PHẦN MỀM

### 3.1 SƠ ĐỒ KHỐI

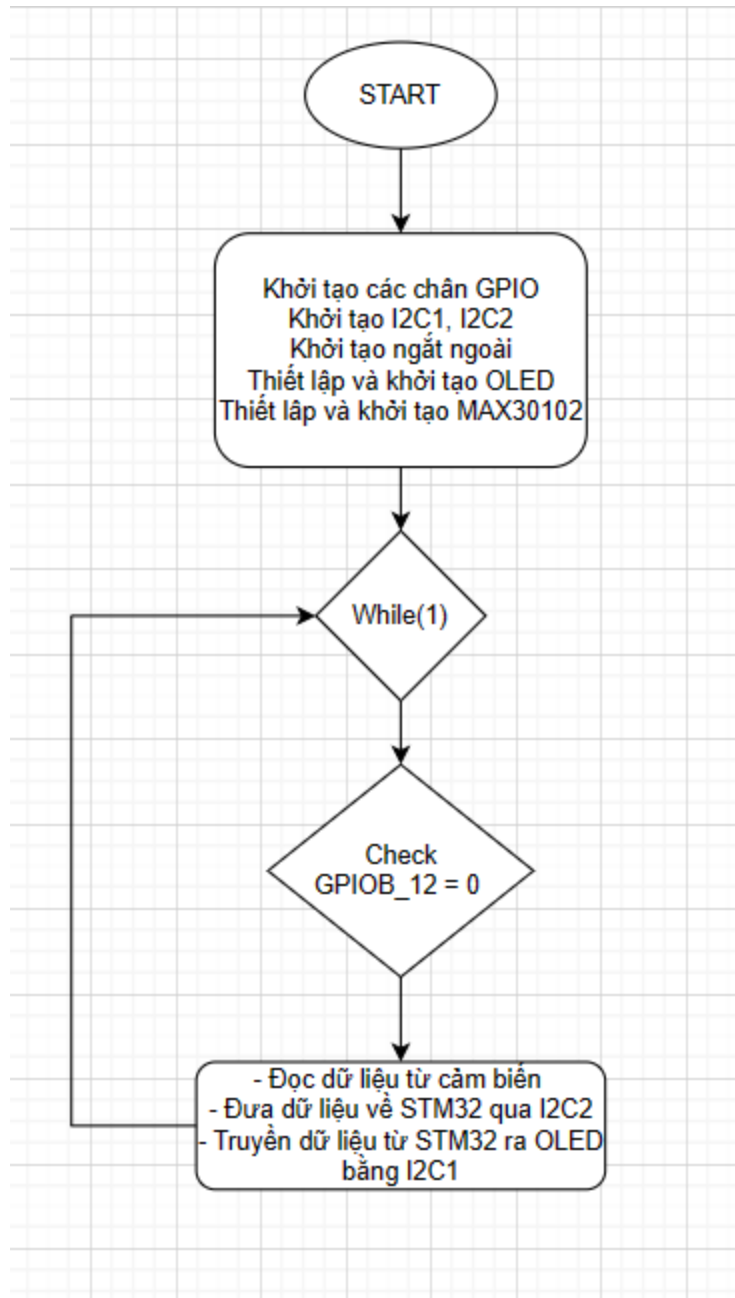


*Hình 3.1: Sơ đồ khối tổng quát*

Tín hiệu tương tự nhận được từ cảm biến sẽ lưu vào FIFO của MAX30102, số samples và số bit ADC sẽ được người dùng thiết lập bằng phần mềm. Từ FIFO nếu đã đủ số samples thì sẽ chuyển đổi sang tín hiệu số và truyền tới STM32F103C8T6 thông qua I2C2 có ngắt nhận biết. Từ STM32F103C8T6 sẽ tiếp tục truyền tín hiệu nhịp tim và chỉ số SPO2 đo được ra ngoài màn hình OLED thông qua giao thức I2C có ngắt.

## 3.2 LƯU ĐỒ LẬP TRÌNH STM32F103C8T6

### 3.2.1 Lưu đồ chung

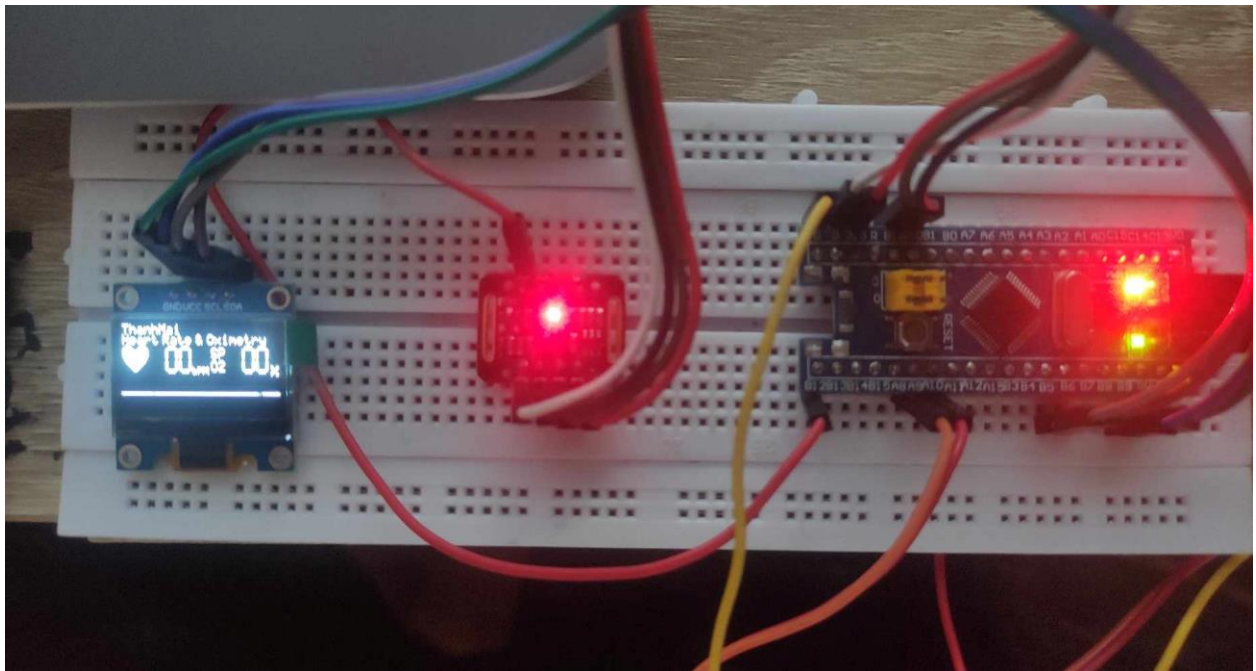


Hình 3.2: Lưu đồ thuật toán chung của chương trình chính (main.c)

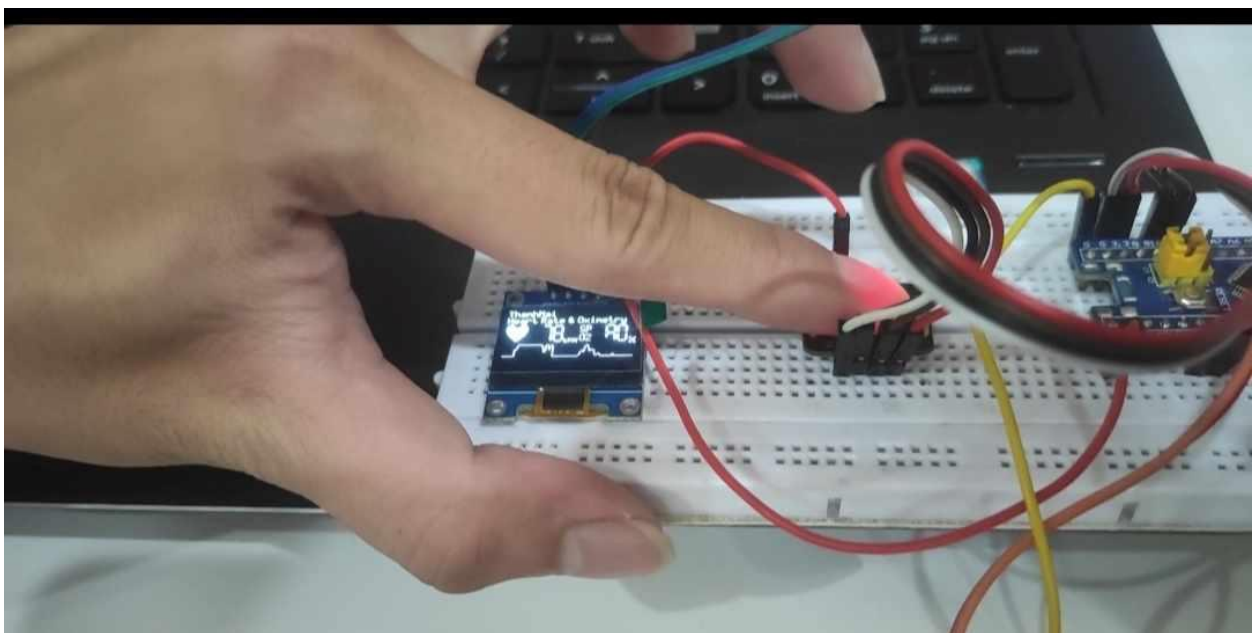
Chương trình được viết và biên dịch trên phần Visual Studio Code dựa trên nền tảng MakeFile. Chương trình được trình bày thành các module ghép vào với nhau. Các module nhỏ được viết thành các thư viện và được thêm (*include*) vào chương trình chính.

## CHƯƠNG 4: MẠCH THỰC TẾ VÀ KẾT QUẢ ĐO

### 4.1 Mạch thực tế và kết quả đo



Hình 4.1: Mạch đo trên thực tế được ghép nối trên một test board



Hình 4.2: Mạch đo trên thực tế đang được thực hiện đo và hiển thị kết quả

## **KẾT LUẬN**

Sản phẩm của em làm đã đáp ứng đủ các yêu cầu đặt ra của bài toán, giải quyết được những vấn đề đã được đặt ra

Trên cơ sở những gì đã làm được ở đồ án I này, em sẽ tiếp tục nghiên cứu và phát triển thêm các tính năng mới, đồng thời cải tiến phương án đo để đạt được kết quả chính xác hơn

## PHỤ LỤC 1: DANH MỤC HÌNH ẢNH

*Hình 1.1: Hình ảnh thực tế đo nhịp tim bằng điện tâm đồ*

*Hình 1.2: Hình ảnh minh họa về cụm cảm biến đo nhịp tim trên đồng hồ thông minh*

*Hình 2.1: Cấu tạo của Module MAX30102*

*Hình 2.2: Mặt sau của MAX30102*

*Hình 2.3: Hình ảnh thể hiện sự khác biệt trong biểu đồ giữa HbO<sub>2</sub> và Hb*

*Hình 2.4: Bảng thông số kỹ thuật của MAX30102*

*Hình 2.5: Sơ đồ nguyên lý mạch Module MAX30102*

*Hình 2.6: Cảm biến MAX30102*

*Hình 2.7: Sự khác nhau giữa OLED và LED*

*Hình 2.8: Màn hình OLED 0.96 Inch*

*Hình 2.9: Cấu trúc các chân của VĐK STM32F103C8T6*

*Hình 2.10: Module STM32F103C8T6 và chức năng các chân*

*Hình 2.11: Kit Module STM32F103C8T6 trong thực tế*

*Hình 2.12: Cấu trúc thanh ghi STM32*

*Hình 2.13: Bản đồ bộ nhớ (Memory Map stm32)*

*Hình 2.14: bản đồ vùng nhớ chương trình STM32*

*Hình 3.1: Sơ đồ khối tổng quát*

*Hình 3.2: Lưu đồ thuật toán chung của chương trình chính (main.c)*

*Hình 4.1: Mạch đo trên thực để được ghép nối trên một test board*

*Hình 4.2: Mạch đo trên thực để đang được thực hiện đo và hiển thị kết quả*

## **PHỤ LỤC 2: TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] DATASHEET MAX30102
- [2] DATASHEET STM32F103C8T6
- [3] Reference manual STM32F103C8T6
- [4] [Bản đồ bộ nhớ \(Memory map\) vi điều khiển STM32F103 \(khuenguyencreator.com\)](http://khuenguyencreator.com)