



HCMUTE

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC
SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH**
KHOA CƠ KHÍ CHẾ TẠO MÁY
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

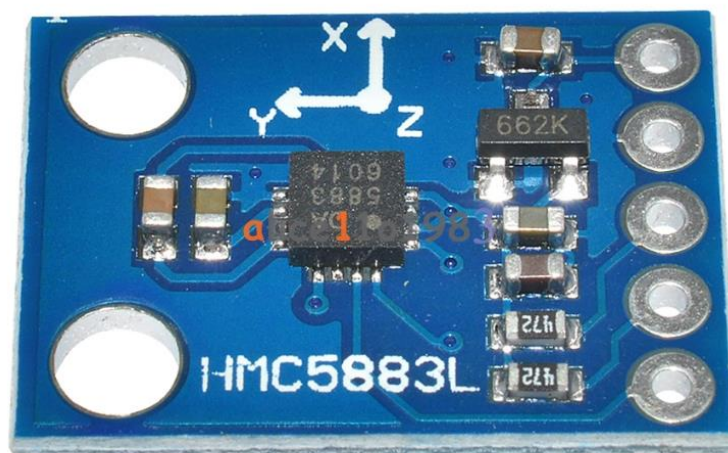


<HMC5883L>

Hướng dẫn sử dụng

Version 0.1

02/06/2024



Mục Lục

| | |
|---|-----------|
| 1. Giới thiệu..... | 1 |
| 1.1 Tổng quan..... | 1 |
| 2. Khởi đầu | 2 |
| 2.1 Thông số kỹ thuật | 2 |
| 2.2 Lưu ý..... | 2 |
| 2.3 Sơ đồ kết nối..... | 3 |
| 2.4 Cài đặt driver | 5 |
| 2.5 Cách sử dụng | 5 |
| 2.6 Gỡ cài đặt driver | 5 |
| 3. Sử dụng thư viện | 7 |
| 3.1 Cấu trúc chế độ cấu hình Adjust..... | 7 |
| 3.1.1 Số lần lấy mẫu | 8 |
| 3.1.2 Thời gian lấy mẫu | 8 |
| 3.1.3 Chế độ đo lường..... | 8 |
| 3.1.4 Dải đo | 9 |
| 3.1.5 Chế độ vận hành | 9 |
| 3.2 Cấu trúc chế độ cấu hình Default..... | 10 |
| 3.3 Cấu trúc chế độ đo từ trường | 10 |
| 3.4 Cấu trúc chế độ đo góc địa lý | 10 |
| 3.5 Cấu trúc chế độ đo la bàn điện từ..... | 11 |
| 4. Kiểm tra & Hỗ trợ | 12 |
| 4.1 Tự kiểm tra | 12 |
| 4.2 Thông báo lỗi | 12 |
| 4.3 Liên hệ hỗ trợ..... | 13 |
| Phụ lục A: Tài liệu tham khảo | 14 |

Phụ lục hình ảnh

| | |
|--|---|
| Hình 1: Hình ảnh sơ đồ kết nối chân cho Master & Slave | 3 |
| Hình 2: Hình ảnh cảm biến la bàn HMC5883L | 4 |
| Hình 3: Hình ảnh sơ đồ kết nối chân cho cảm biến..... | 4 |

Phụ lục bảng

| | |
|---------------------------------------|----|
| Bảng 1 – Thông số kỹ thuật | 2 |
| Bảng 2 – Bảng chức năng..... | 7 |
| Bảng 3 – Bảng số lượng mẫu | 8 |
| Bảng 4 – Bảng thời gian lấy mẫu | 8 |
| Bảng 5 – Bảng chế độ đo lường | 8 |
| Bảng 6 – Bảng dải đo..... | 9 |
| Bảng 7 – Bảng chế độ vận hành | 9 |
| Bảng 8 – Tự kiểm tra..... | 12 |
| Bảng 9 – Bảng thông báo lỗi | 12 |
| Bảng 10 – Liên hệ hỗ trợ..... | 13 |
| Bảng 11 – Tài liệu tham khảo..... | 14 |

1. Giới thiệu

HMC5883L sản xuất bởi Honeywell, là một cảm biến từ trường 3 trục kỹ thuật số, được thiết kế để cung cấp các phép đo từ trường chính xác trong các ứng dụng như la bàn kỹ thuật số, điều hướng và theo dõi chuyển động, sử dụng rộng rãi trong các thiết bị điện tử tiêu dùng và công nghiệp. Cuốn hướng dẫn sử dụng này sẽ đưa ra những thông tin cần thiết để bạn có thể sử dụng một cách hiệu quả cảm biến HMC5883L bằng driver và thư viện mà chúng tôi đã cung cấp.

1.1 Tổng quan

Cuốn hướng dẫn người dùng này sẽ hỗ trợ người dùng với những vấn đề cơ bản sau:

- *Đo từ trường*
- *Đo góc địa lý*
- *La bàn điện tử*
- ...

2. Khởi đầu

2.1 Thông số kỹ thuật

Bảng 1 – Thông số kỹ thuật

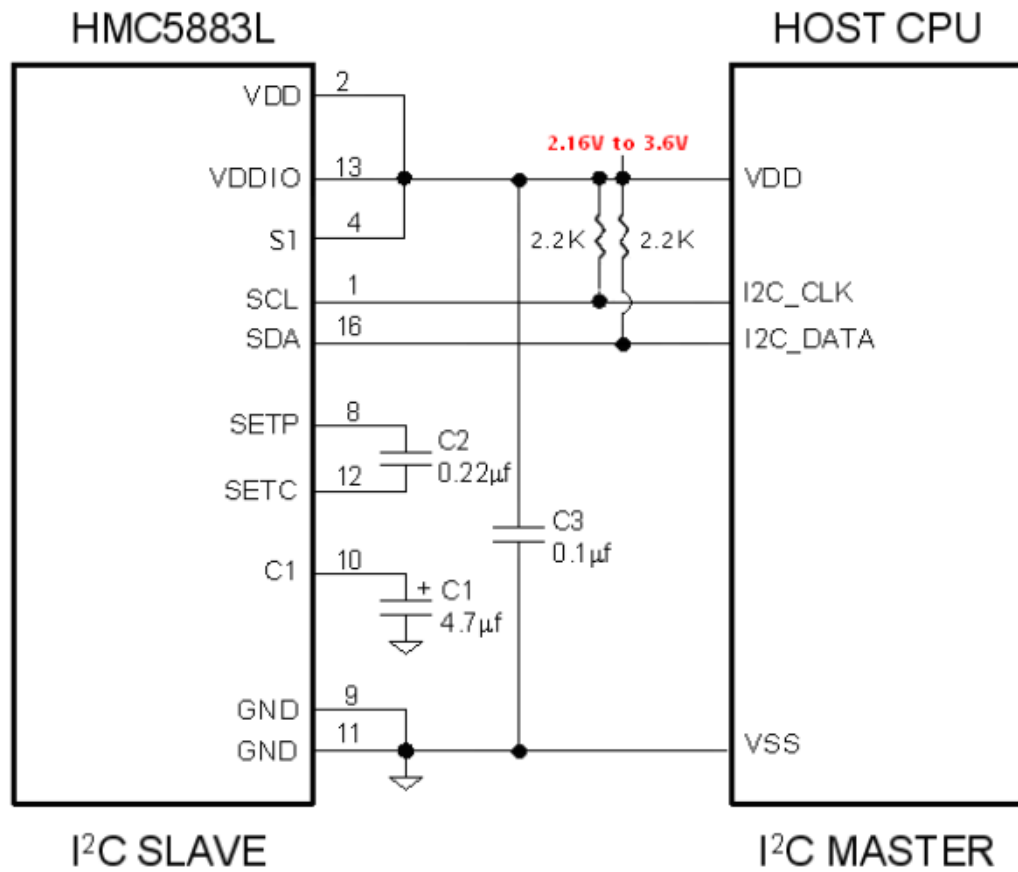
| Thông số | Trạng thái | Min | Typ | Max | Đơn vị |
|--|---------------------|------|------|------|-------------|
| Điện áp hoạt động | - | 2.16 | 2.5 | 3.6 | Volts |
| Dòng tiêu thụ | Chế độ đo | - | 100 | - | μ A |
| | Chế độ nghỉ | - | 2 | - | μ A |
| Dải đo từ trường | Full scale | -8 | - | +8 | gauss |
| Độ nhạy (Gain) | - | 230 | - | 1370 | LSb/gauss |
| Độ phân giải | - | 0.73 | - | 4.35 | milli-gauss |
| Địa chỉ I ² C | Address | - | 0x1E | - | hex |
| | 8-bit read address | - | 0x3D | - | hex |
| | 8-bit write address | - | 0x3C | - | hex |
| Tốc độ truyền dữ liệu I ² C | - | - | - | 400 | kHz |
| Nhiệt độ hoạt động | - | -40 | - | +85 | °C |

2.2 Lưu ý

Hãy tuân thủ một số lưu ý sau đây để có thể sử dụng cảm biến HMC5883L:

- Kiểm tra kỹ nguồn cấp điện để tránh hư hỏng do quá áp hoặc dưới áp.
- Đảm bảo vi điều khiển có chuẩn giao tiếp I²C
- Tránh để cảm biến tiếp xúc trực tiếp với từ trường mạnh hoặc môi trường có nhiệt độ, độ ẩm quá cao, vì điều này có thể làm hỏng cảm biến.
- Thực hiện tự kiểm tra định kỳ để đảm bảo cảm biến hoạt động chính xác.
- Hiệu chỉnh lại cảm biến theo hướng dẫn của nhà sản xuất nếu thấy kết quả đo bị lệch hoặc không chính xác.
- Đảm bảo sử dụng đúng driver và thư viện chúng tôi đã cung cấp.

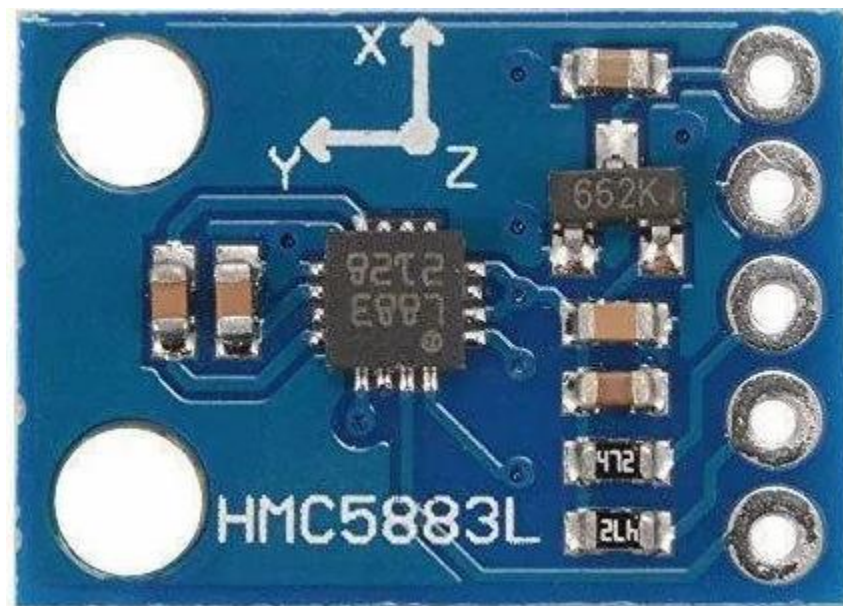
2.3 Sơ đồ kết nối



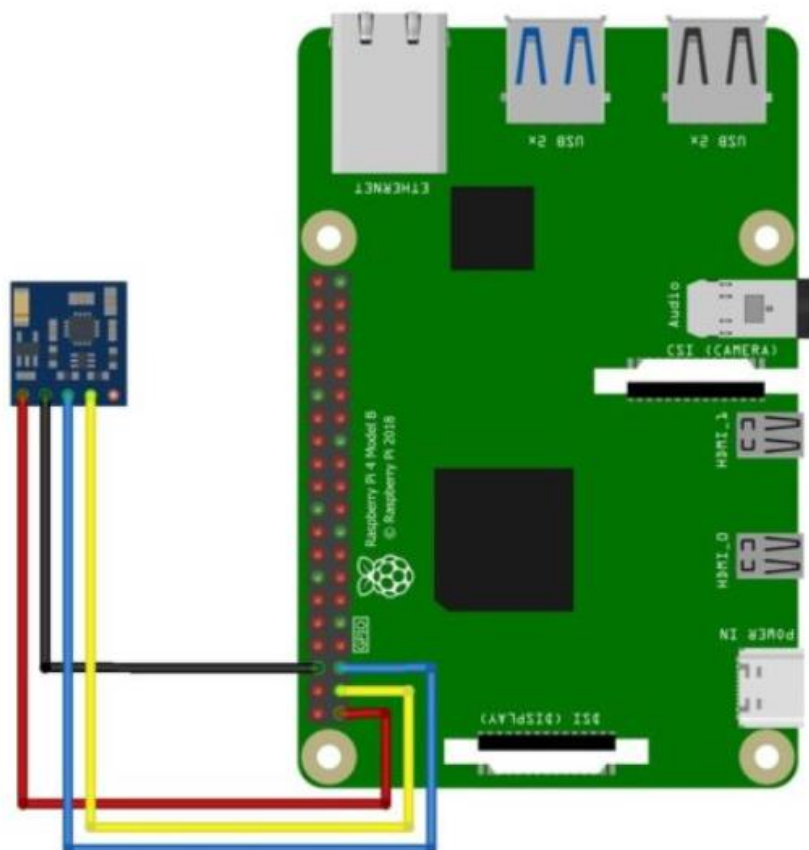
Hình 1: Hình ảnh sơ đồ kết nối chân cho Master & Slave

Hướng dẫn kết nối chân HMC5883L:

- VDD -> Nguồn
- GND -> GND
- SCL -> SCL – Vi điều khiển
- SDA -> SDA – Vi điều khiển



Hình 2: Hình ảnh cảm biến la bàn HMC5883L



Hình 3: Hình ảnh sơ đồ kết nối chân cho cảm biến

2.4 Cài đặt driver

1. Tải bộ cài đặt theo đường link:

https://github.com/LQCuong0258/Final_Embedded_System.git

2. Mở terminal tại folder chứa bộ cài.

3. Trong màn hình terminal

- Run Makefile: gõ lệnh **make**
- Install driver: gõ lệnh **sudo insmod hmc5883l_driver.ko**
- Mở terminal kernel: **dmesg -w**

Terminal Kernel Notification:

```
Initializing HMC5883L driver!!!
HMC5883L driver INSTALLED with major number: 238
```

- Clean: sau khi cài driver về máy, bạn có thể dọn dẹp các file sinh ra trong quá trình cài đặt driver bằng lệnh: **make clean**

Như vậy là bạn đã hoàn tất việc cài đặt, bây giờ bạn đã có thể sử dụng thư viện của chúng tôi. Chúc bạn có trải nghiệm tốt nhất!

2.5 Cách sử dụng

1. Bạn cần thêm thư viện người dùng vào project của mình: hmc5883l.c, hmc5883l.h

2. Import file header và code: **#include "hmc5883l.h"**

3. Biên dịch: **gcc <yourfile>.c hmc5883l.c -o <outputfile>**

4. Để chạy được file sau khi biên dịch có 2 cách:

- Cấp quyền cho file khi thực thi: **sudo ./<outputfile>**
- Cấp quyền cho driver: **sudo chmod a+r+w+x /dev/hmc5883l_driver**. Sau đó thì chạy file như bình thường: **./<outputfile>**

2.6 Gỡ cài đặt driver

Ngược lại với quá trình cài đặt, để gỡ cài đặt driver.

1. Mở terminal tại folder chứa bộ cài.

2. Trong màn hình terminal

- Gỡ cài đặt: gõ lệnh **sudo rmmod hmc5883l_driver**
- Mở terminal kernel: **dmesg -w**

Terminal Kernel Notification:

HMC5883L driver removed!!!

- Reboot: gõ lệnh **sudo reboot**

Như vậy là bạn đã gỡ cài đặt driver thành công, cảm ơn bạn đã sử dụng sản phẩm của chúng tôi!

3. Sử dụng thư viện

Các chức năng được cung cấp trong driver và thư viện:

Bảng 2 – Bảng chức năng

| Define code | Mô tả |
|--------------------------|---------------------------|
| hmc5883l_Default_Setup() | Chế độ cấu hình mặc định |
| hmc5883l_Adjust_Setup() | Chế độ cấu hình tùy chỉnh |
| hmc5883l_Magnetic() | Chế độ đo từ trường |
| hmc5883l_Angle() | Chế độ đo góc địa lý |
| hmc5883l_Direction() | Chế độ la bàn điện từ |

3.1 Cấu trúc chế độ cấu hình Adjust

Define code: volatile int hmc5883l_Adjust_Setup(struct hmc5883l_config config, int check)

- **struct hmc5883l_config config** : Cấu trúc thông số cấu hình
- **check:** 1 – Thông báo cấu hình thành công
0 – Không thông báo cấu hình thành công

Ví dụ: Dưới đây là một ví dụ thiết lập cho IC chế độ đo normal, tần số 15HZ, lấy kết quả trung bình của 8 mẫu dữ liệu, giới hạn đo là 2.5GA và đo liên tục.

```
struct hmc5883l_config config =
{
    .MEASUREMENT = HMC5883L_MEASUREMENT_NORMAL,
    .RATE         = HMC5883L_RATES_15HZ,
    .SAMPLES      = HMC5883L_SAMPLES_8,
    .GAIN         = HMC5883L_RANGE_2_5GA,
    .MODE         = HMC5883L_MODE_CONTINUOUS
};
int hmc5883l = hmc5883l_Adjust_Setup(config, 0);
```

Ghi chú: Các giá trị được highlight là các giá trị cần được thay đổi để phù hợp với thiết lập của bạn.

3.1.1 Số lần lấy mẫu

Mô tả: Là số lượng mẫu được cảm biến lấy trung bình trước khi ghi vào các thanh ghi đầu ra.

Bảng 3 – Bảng số lượng mẫu

| Define code | Số lượng mẫu trung bình |
|--------------------|-------------------------|
| HMC5883L_SAMPLES_1 | 1 |
| HMC5883L_SAMPLES_2 | 2 |
| HMC5883L_SAMPLES_4 | 4 |
| HMC5883L_SAMPLES_8 | 8 |

3.1.2 Thời gian lấy mẫu

Mô tả: Là tốc độ mà cảm biến cập nhật dữ liệu từ trường mới vào các thanh ghi đầu ra.

Bảng 4 – Bảng thời gian lấy mẫu

| Define code | Tốc độ lấy mẫu (Hz) | Thời gian lấy mẫu (s) |
|------------------------|---------------------|-----------------------|
| HMC5883L_RATES_0_75_HZ | 0.75 | 1.33 |
| HMC5883L_RATES_1_5HZ | 1.5 | 0.67 |
| HMC5883L_RATES_3HZ | 3 | 0.33 |
| HMC5883L_RATES_7_5HZ | 7.5 | 0.13 |
| HMC5883L_RATES_15HZ | 15 | 0.067 |
| HMC5883L_RATES_30HZ | 30 | 0.033 |
| HMC5883L_RATES_75HZ | 75 | 0.013 |

3.1.3 Chế độ đo lường

Mô tả: Là chế độ đo và cấu hình cảm biến trước khi thực hiện đo lường từ trường.

Bảng 5 – Bảng chế độ đo lường

| Define code | Mô tả | Ứng dụng |
|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| HMC5883L_MEASUREMENT_NORMAL | Chế độ đo bình thường | Đo từ trường |
| HMC5883L_MEASUREMENT_POSITIVE | Chế độ bias dương | Tự kiểm tra và điều chỉnh. |
| HMC5883L_MEASUREMENT_NEGATIVE | Chế độ bias âm | Tự kiểm tra và điều chỉnh. |

3.1.4 Dải đo

Mô tả: Là các dải đo từ trường mà cảm biến có thể đo lường một cách chính xác.

Bảng 6 – Bảng dải đo

| Gain | Define code | Dải đo (Gauss) | Độ nhạy (LSB/Gauss) | Độ phân giải (Gauss/LSB) |
|------|----------------------|----------------|---------------------|--------------------------|
| 0 | HMC5883L_RANGE_0_8GA | ±0.88 | 1370 | 0.73 |
| 1 | HMC5883L_RANGE_1_3GA | ±1.3 | 1090 | 0.92 |
| 2 | HMC5883L_RANGE_1_9GA | ±1.9 | 820 | 1.22 |
| 3 | HMC5883L_RANGE_2_5GA | ±2.5 | 660 | 1.52 |
| 4 | HMC5883L_RANGE_4GA | ±4.0 | 440 | 2.27 |
| 5 | HMC5883L_RANGE_4_7GA | ±4.7 | 390 | 2.56 |
| 6 | HMC5883L_RANGE_5_6GA | ±5.6 | 330 | 3.03 |
| 7 | HMC5883L_RANGE_8_1GA | ±8.1 | 230 | 4.35 |

3.1.5 Chế độ vận hành

Mô tả: là cách thức hoạt động của cảm biến, bao gồm chế độ đo và chế độ chờ.

Bảng 7 – Bảng chế độ vận hành

| Define code | Chế độ | Mô tả |
|--------------------------|-------------|---|
| HMC5883L_MODE_CONTINUOUS | Đo liên tục | Cảm biến liên tục đo lường và cập nhật các thanh ghi đầu ra. |
| HMC5883L_MODE_SINGLE | Đo một lần | Cảm biến thực hiện một phép đo duy nhất và sau đó chuyển sang chế độ chờ. |
| HMC5883L_MODE_IDLE_1 | Chờ (Wait) | Cảm biến ở chế độ chờ, không thực hiện phép đo nào. |
| HMC5883L_MODE_IDLE_2 | Ngủ (Sleep) | Cảm biến ở chế độ ngủ, không được sử dụng. |

3.2 Cấu trúc chế độ cấu hình Default

Define code: `volatile int hmc5883l_Default_Setup(int check)`

- **check:** 1 – Thông báo cấu hình thành công
0 – Không thông báo cấu hình thành công

Ví dụ:

```
int hmc5883l = hmc5883l_Adjust_Setup(0);
```

Ghi chú: Chức năng của hàm này là sẽ thiết lập IC với các thông số mặc định (đã được giới thiệu trên mỗi bảng). Bạn không cần phải tự lựa chọn cấu hình để thiết lập.

3.3 Cấu trúc chế độ đo từ trường

Define code: `volatile float hmc5883l_Magnetic(int hmc5883l, int axis, int format)`

- **int hmc5883:l** : Cấu trúc cấu hình
- **int axis**: Trục tọa độ, có 3 lựa chọn: Axis_X, Axis_Y, Axis_Z
- **int format**: Đơn vị, có 2 lựa chọn: GAUSS và MILIGAUSS

Ví dụ:

```
float Magnetic_X = hmc5883l_Magnetic(hmc5883l, Axis_X, MILIGAUSS);
```

Ghi chú: Chức năng của hàm là với mỗi lựa chọn axis và format tương ứng thì bạn có thể lấy được giá trị từ trường kiểu **float** tương ứng.

3.4 Cấu trúc chế độ đo góc

Define code: `float hmc5883l_Angle(int hmc5883l, int axis)`

- **int hmc5883:l** : Cấu trúc cấu hình
- **int axis**: Trục tọa độ, có 4 lựa chọn: Axis_X, Axis_Y, Axis_Z, COMPASS

Ví dụ:

```
float Angle_X = hmc5883l_Angle(hmc5883l, Axis_X);  
float Angle = hmc5883l_Angle(hmc5883l, COMPASS);
```

Chú thích:

- Axis_X: Góc xoay quanh trục X
- Axis_Y: Góc xoay quanh trục Y
- Axis_Z: Góc xoay quanh trục Z
- COMPASS: Góc xoay địa lý, la bàn số.

Ghi chú: Chức năng của hàm là với mỗi lựa chọn axis tương ứng thì bạn có thể lấy được giá trị góc kiểu **float** xoay quanh trục tương ứng.

3.5 Cấu trúc chế độ la bàn điện từ

Define code: `volatile void hmc5883l_Direction(int hmc5883l, char *direction)`

- **int hmc5883l:** : Cấu trúc cấu hình
- **char *direction:** Chuỗi ký tự trả về hướng mà la bàn xác định được

Chú ý: Độ dài của chuỗi direction nên từ 10 ký tự trở lên để tránh thiếu dữ liệu.

Ví dụ:

```
char DIRECTION[10];  
hmc5883l_Direction(hmc5883l, DIRECTION);
```

Ghi chú: Chức năng của hàm là sẽ xác định hướng hiện tại của la bàn và gán vào chuỗi DIRECTION mà bạn đã tạo.

Lưu ý: Khi sử dụng 2 chế độ “hmc5883l_Angle”, “hmc5883l_Direction” trong chương trình bạn cần import thư viện “math.h”

4. Kiểm tra & Hỗ trợ

4.1 Tự kiểm tra

Mô tả: Tự kiểm tra khả năng hoạt động của cảm biến HMC5883L bằng cách đưa về chế độ đo (Positive hoặc Negative), so sánh giá trị của 3 với giá trị trong bảng 8 dựa theo các Gain được thiết lập tương ứng thông qua bảng 6.

Bảng 8 – Tự kiểm tra

| Gain | Code | Tỷ lệ | Giá trị XYZ (LSB) |
|------|-----------------------|----------|-------------------|
| 0 | HMC5883L_RANGE_0_88GA | 1370/390 | ±853 - 2016 |
| 1 | HMC5883L_RANGE_1_3GA | 1090/390 | ±678 - 1606 |
| 2 | HMC5883L_RANGE_1_9GA | 820/390 | ±510 - 1209 |
| 3 | HMC5883L_RANGE_2_5GA | 660/390 | ±410 - 972 |
| 4 | HMC5883L_RANGE_4GA | 440/390 | ±274 - 651 |
| 5 | HMC5883L_RANGE_4_7GA | 1 | ±243 - 575 |
| 6 | HMC5883L_RANGE_5_6GA | 330/390 | ±206 - 488 |
| 7 | HMC5883L_RANGE_8_1GA | 230/390 | ±144 - 342 |

4.2 Thông báo lỗi

Bảng 9 – Bảng thông báo lỗi

| Thông báo lỗi | Nguyên nhân | Khắc phục |
|----------------------------------|---------------------------|---|
| Can't open I2C | Không mở I2C của hệ thống | Kiểm tra lại Interface của raspberry và xem lại quá trình cài đặt |
| Failed to Configuration HMC5883L | Cấu hình thất bại | Kiểm tra các thông số cấu hình |
| error magnetic Axis X | Lỗi từ trường trục X | Kiểm tra phần cứng, cấu hình, các biến khai báo |
| error magnetic Axis Y | Lỗi từ trường trục Y | |
| error magnetic Axis Z | Lỗi từ trường trục Z | |
| error gauss Gain | Lỗi đơn vị Gauss | Kiểm tra phần cứng, cấu hình, các biến khai báo |
| error mili gauss Gain | Lỗi đơn vị mili Gauss | |

4.3 Liên hệ hỗ trợ

Bảng 10 – Liên hệ hỗ trợ

| Liên hệ | Mã số sinh viên | SĐT | Email |
|--------------------|-----------------|------------|--------------------------------|
| Lê Quốc Cường | 21146070 | 0859801352 | 21146070@student.hcmute.edu.vn |
| Trần Hoàng Duy | 21146073 | 0348787164 | 21146073@student.hcmute.edu.vn |
| Nguyễn Minh Hiếu | 21146458 | - | 21146458@student.hcmute.edu.vn |
| Nguyễn Phúc Truyền | 21146162 | - | 21146162@student.hcmute.edu.vn |

Phụ lục A: Tài liệu tham khảo

Bảng 11 – Tài liệu tham khảo

| Tên tài liệu | Nguồn | Ngày phát hành |
|-----------------------|---|----------------|
| Datasheet – HMC5883L | ©2010 Honeywell International Inc. | Tháng 2 2013 |
| Final_Embedded_System | https://github.com/***/Final_Embedded_System | Tháng 5 2024 |
| Arduino-HMC5883L | https://github.com/***/Arduino-HMC5883L | 2014 |

Hướng dẫn:

TS. Bùi Hà Đức

Tác giả:

Syaoran

Biên tập:

Trần Hoàng Duy – Lê Quốc Cường

Hỗ trợ:

Hồ Xuân Huy – Võ Duy Khải – Trần Quang Huy