

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP HCM**

**KHOA CƠ KHÍ CHẾ TẠO MÁY**

**BỘ MÔN: CƠ ĐIỆN TỬ**



**HCMUTE**

**MÔN: HỆ THỐNG NHÚNG**

**TÀI LIỆU HƯỚNG DẪN CHO DRIVER CẢM BIẾN TCS34725**

**GVHD: TS. Bùi Hà Đức**

**Mã LHP: EMSY337329\_23\_2\_04**

**Nhóm 04\_Thứ 5\_Tiết 1-4**

<b>Sinh viên thực hiện</b>	<b>MSSV</b>
<b>Huỳnh Tấn Lương</b>	<b>21146267</b>
<b>Nguyễn Chí Thành</b>	<b>21146315</b>
<b>Nguyễn Minh Phước</b>	<b>21146297</b>
<b>Nguyễn Anh Tuấn</b>	<b>21146570</b>

*Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 6 năm 2024.*

# MỤC LỤC

<b>1. Tổng quát về cảm biến TCS34725.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Cấu trúc và nguyên lý hoạt động.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Thông số kỹ thuật và ứng dụng .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2.1 Thông số kỹ thuật .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2.2 Ứng dụng .....</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Ưu điểm và nhược điểm .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3.1 Ưu điểm .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3.2 Nhược điểm .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Yêu cầu khi kết nối RaspberryPi với cảm biến bằng giao thức I2C.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Cài đặt Driver cho RaspberryPi để sử dụng cảm biến TCS34725.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Cài đặt và cách dùng thư viện TCS34725_lib để đọc cảm biến TCS34725 .....</b>	<b>5</b>
<b>4.1 Cài đặt thư viện TCS34725_lib .....</b>	<b>5</b>
<b>4.2 Cách sử dụng thư viện TCS34725_lib .....</b>	<b>6</b>
<b>4.2.1 Bật cảm biến.....</b>	<b>6</b>
<b>4.2.2 Thanh ghi ENABLE (0x00) .....</b>	<b>6</b>
<b>4.2.3 Thanh ghi ATIME (0x01).....</b>	<b>7</b>
<b>4.2.4 Thanh ghi WTIME (0x03) .....</b>	<b>7</b>
<b>4.2.5 Thanh ghi AILT và AIHT (0x04 - 0x07) .....</b>	<b>7</b>

<b>4.2.6 Thanh ghi PERS (0x0C).....</b>	<b>8</b>
<b>4.2.7 Thanh ghi CONFIGURATON (0x0D) .....</b>	<b>9</b>
<b>4.2.8 Thanh ghi CONTROL (0x0F) .....</b>	<b>9</b>
<b>4.2.9 Thanh ghi ID (0x12) .....</b>	<b>9</b>
<b>4.2.10 Thanh ghi Clear, Red, Green, Blue .....</b>	<b>10</b>

## **1. Tổng quát về cảm biến TCS34725**

Cảm biến TCS34725 là một loại cảm biến màu được sử dụng trong các ứng dụng công nghiệp và tiêu dùng để phát hiện và đo lường màu sắc của ánh sáng dựa trên ba màu cơ bản: đỏ, xanh lục và xanh lam. Sau đây là thông số kỹ thuật của cảm biến:

### **1.1 Cấu trúc và nguyên lý hoạt động**

Cấu trúc cảm biến: TCS34725 bao gồm một mảng photodiode và bộ lọc màu RGB (Red, Green, Blue) và Clear (trong suốt).

Nguyên lý hoạt động: ánh sáng chiếu vào cảm biến được phân tách thành các thành phần màu khác nhau nhờ bộ lọc màu. Các photodiode tương ứng đo lường cường độ ánh sáng của từng thành phần màu (đỏ, xanh lục, xanh dương và trong suốt). Tín hiệu thu được từ các photodiode được chuyển đổi thành các giá trị số thông qua một bộ chuyển đổi Analog-to-Digital (ADC).

### **1.2 Thông số kỹ thuật và ứng dụng**

#### **1.2.1 Thông số kỹ thuật**

Độ phân giải: 16bit

Dải động: Cao với tỷ lệ tín hiệu/nhiều thấp.

Dải quang phổ: 400 nm đến 700 nm

Giao tiếp: I2C (0x29).

Nguồn điện: Hoạt động ở mức điện áp từ 2.7V đến 3.6V.

#### **1.2.2 Ứng dụng**

Điện tử tiêu dùng: Điều chỉnh độ sáng màn hình và cân bằng trắng.

Tự động hóa công nghiệp: Kiểm tra màu sắc sản phẩm, phân loại và kiểm soát chất lượng.

Nông nghiệp: Đo lường chỉ số màu sắc của cây trồng để phân tích tình trạng sinh trưởng.

Y tế: Phân tích màu sắc mẫu bệnh phẩm.

## **1.3 Ưu điểm và nhược điểm**

### **1.3.1 Ưu điểm**

Độ nhạy cao và chính xác.

Kích thước nhỏ gọn, dễ tích hợp vào các hệ thống.

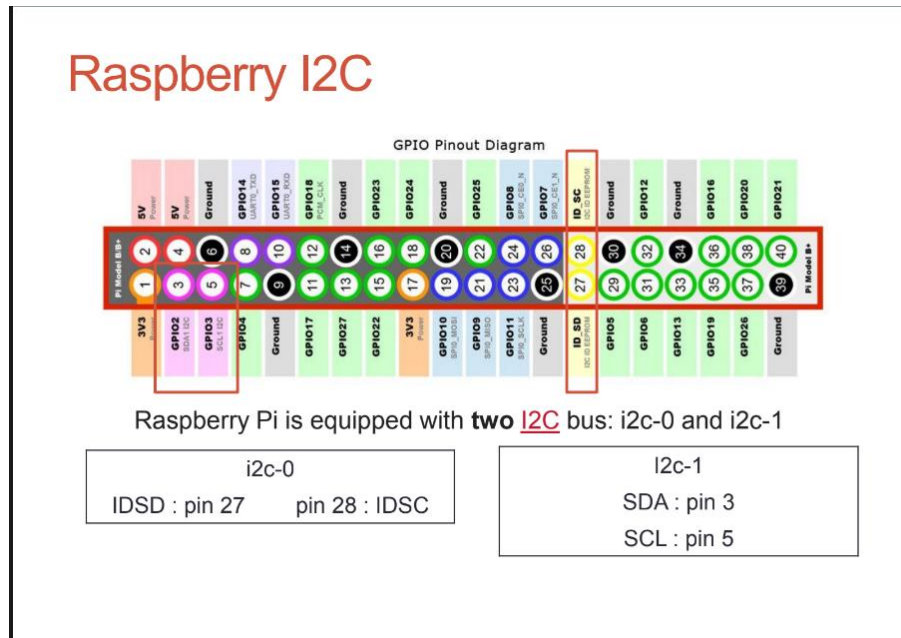
Giao thức I2C giúp dễ dàng giao tiếp với vi điều khiển.

### **1.3.2 Nhược điểm**

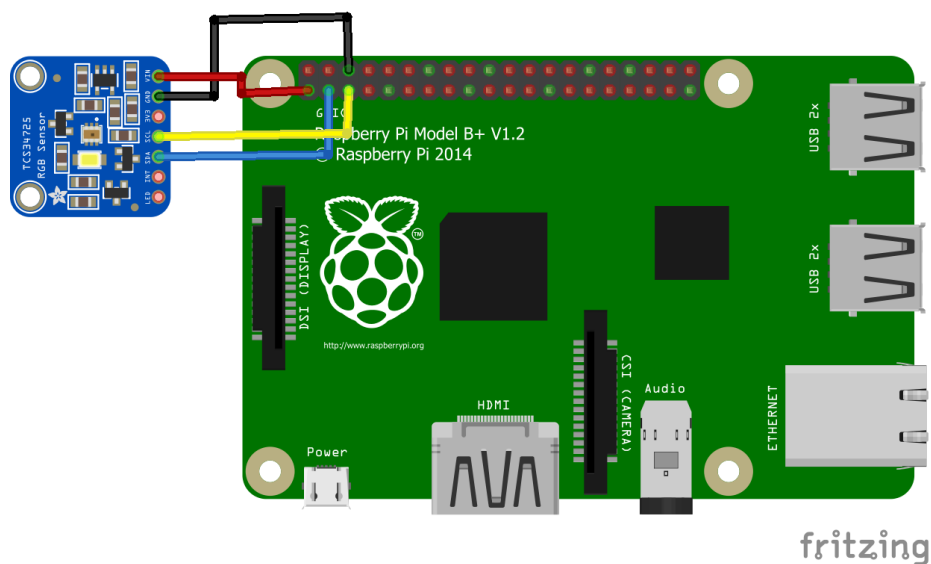
Bị ảnh hưởng bởi ánh sáng môi trường nếu không có biện pháp che chắn phù hợp.

## 2. Yêu cầu khi kết nối RaspberryPi với cảm biến bằng giao thức I2C

Yêu cầu bắt buộc khi kết nối Raspberry Pi với cảm biến bằng giao thức I2C là phải kết nối I2C-1 (SDA: pin 3, SCL: pin5).



Hình 1: Sơ đồ chân Raspberry Pi



Hình 2: Sơ đồ kết nối cảm biến với RaspberryPi

Địa chỉ I2C của cảm biến có thể đọc datasheet hoặc tìm với các câu lệnh sau:

*i2cdetect -y 1 hoặc gpio i2cdetect*

### 3. Cài đặt Driver cho RaspberryPi để sử dụng cảm biến TCS34725

Để cài đặt Driver “tcs34725\_driver” cho Raspberry Pi, ta cần làm những bước sau:

**Bước 1:** Truy cập vào thư mục “/boot” của Raspberry Pi.

**Bước 2:** Chuyển đổi file phiên bản của RaspberryPi từ dtb sang dts. Dùng câu lệnh:

*“dtc -I dts -O dtb -o your\_liscence\_raspPi.dtb your\_liscence\_raspPi.dts”*

Lưu ý: ở bước này cần chọn đúng dòng RaspberryPi.

**Bước 3:** Mở file dts vừa tạo ở bước 2. Tìm kiếm nơi lưu của I2C-1. Bổ sung đoạn mã:

*tcs34725@29{*

*compatible = “taos, tcs34725”;*

*reg = <0x29>;}*

**Bước 4:** Lưu file vừa chỉnh sửa và chuyển đổi ngược lại dtb. Sau đó reboot lại thiết bị

*“dtc -I dts -O dtb -o your\_liscence\_raspPi.dtb your\_liscence\_raspPi.dts”*

**Bước 5:** Makefile và cài đặt Driver vào hệ thống

- Đảm bảo rằng file “driver” và Makefile chung một folder. Thực hiện “make”.

- Sau khi “make” thành công thì sẽ có file “driver.ko”.

- Bước tiếp theo chỉ cần dùng lệnh `sudo insmod driver.ko` để cài đặt vào Raspberry Pi. Ta có thể kiểm tra trạng thái cài đặt bằng “`dmesg`”. Tương tự nếu bạn muốn gỡ driver đã cài chỉ cần `sudo rmmod driver`.

## 4. Cài đặt và cách dùng thư viện TCS34725\_lib để đọc cảm biến TCS34725

### 4.1 Cài đặt thư viện TCS34725\_lib

Để bổ sung cho Driver, nhóm đã tạo ra thư viện dành riêng cho cảm biến TCS34725. Thư viện “tcs34725\_lib” cung cấp cho người dùng các hàm để cài đặt cảm biến và các hàm trả về giá trị của bốn kênh màu “clear, red, green, blue”. Để cài đặt và sử dụng thư viện làm theo những bước sau:

**Bước 1:** Đảm bảo rằng file “code\_lib.c” và “tcs34725\_library.h” của bạn ở chung một folder.

**Bước 2:** Tiến hành cài đặt thư viện theo các bước sau:

- Biên dịch file này thành mã độc lập về vị trí

```
“gcc -c -fPIC code_lib.c -o code.o”
```

- Tạo thư viện

```
“gcc -shared -o libtcs34725_library.so code.o”
```

- Sao chép file *tcs34725\_library.h* đến *usr/include* và *tcs34725\_library.so* đến *usr/lib*

- Liên kết chương trình với các thư viện

```
“gcc file.c -L -ltcs34725_library -o newfile”
```

Việc thực hiện các bước như trên, bạn đã cài đặt được thư viện “tcs34725\_lib” vào Raspberry Pi. Chi tiết về thư viện được thể hiện ở phần 4.2.



## 4.2 Cách sử dụng thư viện TCS34725\_lib

Cảm biến TCS34725 có nhiều thanh ghi với nhiều mục đích khác nhau. Để việc cài đặt thông số cho từng thanh ghi tùy thuộc vào mục đích của người sử dụng. Thư viện cung cấp các hàm cho người dùng dễ dàng thao tác trên các thanh ghi của cảm biến.

### 4.2.1 Bật cảm biến

*turn\_On\_Sensor();*

**Chức năng:** bật cảm biến và kết nối giao thức I2C.

**Lưu ý:** đây là hàm đầu tiên cần gọi để làm việc với cảm biến.

### 4.2.2 Thanh ghi ENABLE (0x00)

*Init\_Enable(value);*

**Chức năng:** dùng để kích hoạt cảm biến và các chức năng của nó, bao gồm kích hoạt cảm biến (điều chỉnh nguồn điện), kích hoạt nguồn sáng RGB và kích hoạt ngắt (interrupt), với value là giá trị thanh đưa xuống thanh ghi enable, người dùng có thể xem bảng sau:

7	6	5	4	3	2	1	0
Reserved			AIEN	WEN	Reserved	AEN	PON

Fields	Bits	Description
Reserved	7:5	Reserved. Write as 0.
AIEN	4	RGBC interrupt enable. When asserted, permits RGBC interrupts to be generated.
WEN	3	Wait enable. This bit activates the wait feature. Writing a 1 activates the wait timer. Writing a 0 disables the wait timer.
Reserved	2	Reserved. Write as 0.
AEN	1	RGBC enable. This bit activates the two-channel ADC. Writing a 1 activates the RGBC. Writing a 0 disables the RGBC.
PON <sup>(1), (2)</sup>	0	Power ON. This bit activates the internal oscillator to permit the timers and ADC channels to operate. Writing a 1 activates the oscillator. Writing a 0 disables the oscillator.

Hình 3: Thanh ghi ENABLE

### 4.2.3 Thanh ghi ATIME (0x01)

*Init\_Atime(value);*

**Chức năng:** cài đặt thời gian tích hợp, tức là khoảng thời gian mà cảm biến tích hợp (đo lường) ánh sáng trước khi xuất ra kết quả, với value là giá trị truyền xuống thanh ghi, người dùng có thể xem bảng sau:

Thư viện cung cấp cho người dùng các giá trị “value” để truyền vào thanh ghi

value	Thời gian
atime_2phay4ms	2,4 ms
atime_24ms	24 ms
atime_101ms	101 ms
atime_154ms	154 ms
atime_700ms	700 ms

Bảng 1: Giá trị truyền xuống thanh ghi ATIME

### 4.2.4 Thanh ghi WTIME (0x03)

*Init\_Wtiem(value);*

**Chức năng:** đặt thời gian chờ giữa các phép đo, giúp giảm tiêu thụ năng lượng khi cảm biến không cần phải hoạt động liên tục, với value là giá trị truyền xuống thanh ghi, người dùng có thể xem bảng sau:

Thư viện cung cấp cho người dùng các giá trị “value” để truyền vào thanh ghi

value	Thời gian
wtime_2phay4ms	2,4 ms
wtime_204ms	204 ms
wtime_614ms	614 ms

Bảng 2: Giá trị truyền xuống thanh ghi WTIME

### 4.2.5 Thanh ghi AILT và AIHT (0x04 - 0x07)

*Init\_AiltL();*

*Init\_Ailth();*

*Init\_Aihlt();*

*Init\_Aihth();*

**Chức năng:** đặt ngưỡng thấp và ngưỡng cao cho ngắt ánh sáng xung quanh. Nếu cường độ ánh sáng đo được nằm ngoài các ngưỡng này, cảm biến sẽ tạo ra một tín hiệu ngắt.

#### 4.2.6 Thanh ghi PERS (0x0C)

*Init\_Pers(value);*

**Chức năng:** đặt ngưỡng bền vững để xác định số lần liên tiếp một điều kiện cần phải được thoả mãn trước khi tạo ra một ngắt, với value là giá trị truyền xuống thanh ghi

Thư viện cung cấp cho người dùng các giá trị “value” để truyền vào thanh ghi

value	Giá trị
pers_every	Toàn bộ RGBC
pers_1	1 clear
pers_2	2 clear
pers_3	3 clear
pers_5	5 clear
pers_10	10 clear
pers_15	15 clear
pers_20	20 clear
pers_25	25 clear
pers_30	30 clear
pers_35	35 clear
pers_40	40 clear
pers_45	45 clear
pers_50	50 clear
pers_55	55 clear
pers_60	60 clear

Bảng 3: Giá trị truyền xuống thanh ghi PERS

### 4.2.7 Thanh ghi CONFIGURATON (0x0D)

*Init\_Config(value);*

**Chức năng:** chứa các cài đặt cấu hình khác, như chế độ chờ thấp và chế độ chờ nhanh, với value là giá trị truyền xuống thanh ghi, người dùng có thể xem bảng sau:.

Thư viện cung cấp cho người dùng các giá trị “value” để truyền vào thanh ghi

value	Trạng thái
config_on	ON
config_off	OFF

Bảng 4: Giá trị truyền xuống thanh ghi CONFIGURATON

### 4.2.8 Thanh ghi CONTROL (0x0F)

*Init\_Control(value);*

**Chức năng:** điều chỉnh độ khuếch đại của cảm biến để thay đổi độ nhạy của phép đo người dùng có thể tra bảng sau:

Thư viện cung cấp cho người dùng các giá trị “value” để truyền vào thanh ghi

value	chế độ
gain_x1	x1
gain_x4	X4
gain_x16	x16
gain_x60	X60

Bảng 5: Giá trị truyền xuống thanh ghi CONTROL

### 4.2.9 Thanh ghi ID (0x12)

*Read\_ID();*

**Chức năng:** trả về mã ID của cảm biến để nhận dạng loại và phiên bản của thiết bị.

#### 4.2.10 Thanh ghi Clear, Red, Green, Blue

*Read\_CLEAR\_data(); Read\_RED\_data(); Read\_GREEN\_data(); Read\_BLUE\_data();*

**Chức năng:** bốn hàm lần lượt với bốn chức năng

- Trả về kết quả đo lường mức sáng xuyên qua bộ lọc IR.
- Trả về kết quả đo màu đỏ.
- Trả về kết quả đo màu xanh lam.
- Trả về kết quả đo màu xanh dương.