

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CẦN THƠ**



PHAN THÀNH ĐẠT

ĐO CƯỜNG ĐỘ ÁNH SÁNG VÀ TIA UV

**LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC:
NGÀNH VẬT LÝ KỸ THUẬT**

Cần Thơ – 2018

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CẦN THƠ**

PHAN THÀNH ĐẠT

ĐO CƯỜNG ĐỘ ÁNH SÁNG VÀ TIA UV

**LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC:
NGÀNH VẬT LÝ KỸ THUẬT**

**GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN:
PGS.TS: NGUYỄN TRÍ TUẤN**

Cần Thơ – 2018

NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

LỜI CẢM ƠN

Để có thể hoàn thành đề tài luận văn một cách hoàn chỉnh, bên cạnh sự nỗ lực cố gắng của bản thân còn có sự hướng dẫn nhiệt tình của quý thầy cô, cũng như sự động viên ủng hộ của gia đình và các bạn sinh viên trong suốt thời gian học tập nghiên cứu và thực hiện luận văn. Xin chân thành bày tỏ lòng biết ơn đến thầy Nguyễn Trí Tuấn và thầy Vương Tấn Sĩ đã hết lòng giúp đỡ và tạo mọi điều kiện tốt nhất cho tôi hoàn thành luận văn này. Và tôi cũng xin cảm ơn đến toàn thể quý thầy cô trong khoa Khoa học tự nhiên trường Đại học Cần Thơ đã tận tình truyền đạt những kiến thức quý báu cũng như tạo mọi điều kiện thuận lợi nhất cho tôi trong suốt quá trình học tập nghiên cứu. Tôi xin gửi lời chúc sức khỏe và thành công đến tất cả mọi người.

Cần Thơ, ngày 4 tháng 4 năm 2018

Sinh viên thực hiện

Phan Thành Đạt

DANH SÁCH BẢNG

Bảng 1.1: Phân chia các loại bức xạ ánh sáng	4
Bảng 1.2: Phân loại tia UV	7
Bảng 1.3: Các mức độ độc hại của tia UV	8
Bảng 2.1: Thông số kỹ thuật của Arduino	11
Bảng 2.2: Chức năng các chân của màn hình LCD	13
Bảng 2.3: Chức năng của các chân IC PCF 8574	17
Bảng 2.4: Thông số các chế độ đo BH1750.....	19
Bảng 2.5: Cấu trúc tập lệnh BH1750	20
Bảng 2.6: Công suất tuyệt đối ML8511	24
Bảng 2.7: Điều kiện hoạt động ML8511	24
Bảng 2.8: Chức năng các chân màn hình của cảm biến tia UV ML8511	25
Bảng 3.1: Giới thiệu một số lệnh làm việc cơ bản.....	27

DANH SÁCH HÌNH

Hình 1.1: Thang sóng điện từ.....	4
Hình 1.2: Cường độ ánh sáng	6
Hình 2.1 Ảnh thực tế Arduino uno R3.....	10
Hình 2.2: Ảnh thực tế màn hình LCD:.....	122
Hình 2.3: Ảnh thực tế module I2C.....	144
Hình 2.4: Nguyên lý hoạt động I ² C.....	155
Hình 2.5: Cách tạo xung đồng hồ của I ² C.....	16
Hình 2.6: IC PCF8574	16
Hình 2.7: Ảnh thực tế cảm biến BH1750.....	18
Hình 2.8: Ảnh thực tế cảm biến ML8511	23
Hình 3.1: Màn hình làm việc của Arduino.....	26
Hình 3.2: Kết quả đo được từ màn hình Monitor	31
Hình 3.3: Kết quả đo được từ màn hình LCD.....	31

MỤC LỤC

NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN	I
LỜI CẢM ƠN	II
DANH SÁCH BẢNG	III
DANH SÁCH HÌNH.....	III
PHẦN MỞ ĐẦU	1
1. LÝ DO CHỌN ĐỀ TÀI	1
2. MỤC ĐÍCH NGHIÊN CỨU	2
3. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU	2
4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	2
5. GIỚI HẠN ĐỀ TÀI	3
PHẦN NỘI DUNG	4
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN	4
1. ÁNH SÁNG	4
2. CƯỜNG ĐỘ ÁNH SÁNG	6
3. TIA UV	6
CHƯƠNG 2: LINH KIỆN.....	10
1. BỘ MẠCH ARDUINO UNO REVISION 3 (CÓ THỂ SỬ DỤNG ARDUINO MINI, ARDUINO UNO, ARDUINO MEGA,...)	10
2. MÀN HÌNH LCD.....	12
3. MODULE I ² C	14
4. CẢM BIẾN BH1750 (LUX)	18
5. CẢM BIẾN TIA UV ML8511	23
CHƯƠNG 3: KẾT NỐI MẠCH CẢM BIẾN BH1750 VÀ ML8511 VỚI CHƯƠNG TRÌNH ARDUINO.....	26
1. GIỚI THIỆU VỀ PHẦN MỀM LẬP TRÌNH ARDUINO IDE.....	26
2. MÃ CODE ARDUINO SỬ DỤNG CHO CẢM BIẾN BH1750 VÀ ML8511..	28
3. SƠ ĐỒ NỐI DÂY	30
4. KẾT QUẢ ĐO ĐƯỢC	31
KẾT LUẬN.....	32
1. PHẦN LÝ THUYẾT.....	32

2. PHẦN THỰC NGHIỆM.....	32
3. HẠN CHẾ	32
4. PHƯƠNG HƯỚNG	32
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	33

PHẦN MỞ ĐẦU

1. LÝ DO CHỌN ĐỀ TÀI

Đo cường độ ánh sáng không còn xa lạ hiện nay khi mà các công trình thiết kế xây dựng ngày càng phát triển. Không chỉ vậy, trong phòng thí nghiệm, trong các ngành công nghiệp liên quan đến giám sát và xử lý các bức xạ nguy hiểm, trong nghệ thuật đồ họa, trong công nghiệp bảo quản,...đều cần đến việc xác định cường độ sáng có tại không gian đó.

Ánh sáng không đủ ảnh hưởng xấu tới các quá trình sinh học và sinh lý học trong cơ thể, giảm cường độ trao đổi chất. Độ rọi càng tốt thì khả năng làm việc bằng mắt càng cao và giảm mệt mỏi thị giác. Cải thiện điều kiện chiếu sáng sẽ làm tăng hiệu suất lao động cả về số lượng lẫn chất lượng của con người. Do đó, cung cấp lượng ánh sáng đầy đủ là cần thiết để chúng ta học tập và làm việc hiệu quả mà không làm ảnh hưởng đến sức khỏe. Xác định cường độ sáng là bước quan trọng trong việc điều chỉnh độ rọi phù hợp cho không gian đó.

Để xác định được cường độ sáng một cách đơn giản và chính xác nhất thì chúng ta không nên bỏ qua cảm biến ánh sáng BH1750. Cảm biến này hội tụ đủ các điều kiện để chúng ta đo được cường độ sáng:

- Thông số cường độ sáng mà ta đo được được hiển thị trực tiếp qua đơn vị lux mà không phải thông qua bất kì một phép tính toán nào.
- Cảm biến BH1750 có cấu tạo gọn nhẹ, dễ sử dụng, dễ dàng di chuyển để đo cường độ sáng tại nhiều nơi khác nhau.
- Hiện nay cảm biến BH1750 được bán rộng rãi trên thị trường với giá thành tương đối rẻ. Thế nên mọi người có thể dễ dàng tiếp cận.

Ánh sáng còn chứa tia UV - là sóng điện từ gây hại trực tiếp cho da người. Thế nên hiện nay có nhiều thiết bị đo tia UV trên thị trường sử dụng nhiều loại cảm biến khác nhau. Nhưng ở đây tôi sử dụng cảm biến tia UV ML8511. Vì cảm biến tia UV ML8511 sử dụng IC cảm biến ML8511 từ hãng Lapis cho độ nhạy cao, cảm biến có tích hợp sẵn bộ khuếch đại Analog nên có thể lấy trực tiếp dữ liệu Analog từ cảm biến và cho vào ADC của vi điều khiển mà không cần thêm các mạch khuếch đại. Cảm biến tia UV ML8511 có dòng tiêu thụ rất thấp, kích thước nhỏ gọn và độ chính xác cao, đầu ra là tín hiệu Analog nên rất dễ giao tiếp và xử lý dữ liệu từ cảm biến bằng vi điều khiển.

Xuất phát từ những ưu điểm kể trên của cảm biến đo cường độ sáng BH1750 và cảm biến đo tia UV ML8511 cùng với sự hứng thú và sự đam mê nghiên cứu của chính bản thân nên tôi đã chọn đề tài: “Đo cường độ sáng và tia UV”.

2. MỤC ĐÍCH NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu về mạch đo cường độ sáng và tia UV bằng cách sử dụng cảm biến BH1750 và cảm biến UV ML8511. Sau đó ứng dụng chúng vào đời sống.

3. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

Cảm biến BH1750 trong mạch đo cường độ sáng.

Cảm biến ML8511 trong mạch đo cường độ tia UV.

4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Kết hợp nghiên cứu lý thuyết, thực hành trên máy vi tính, sau đó tiến hành ráp mạch đo cường độ sáng và tia UV. Cuối cùng là sử dụng phần mềm Arduino để vận hành mạch.

5. GIỚI HẠN ĐỀ TÀI

Việc thực hiện nghiên cứu về lĩnh vực điện tử đã giúp tôi có thêm một phần kiến thức mới. Tôi hy vọng đề tài của tôi có thể giúp đỡ tất cả mọi người hiểu thêm về kỹ thuật điện tử và những ứng dụng phổ biến của nó trong đời sống thực tiễn. Mặc dù đã cố gắng rất nhiều trong việc thực hiện đề tài, nhưng do đây là lần đầu tiên tôi thực hiện đề tài cũng như nghiên cứu về lĩnh vực điện tử nên không thể tránh khỏi việc thiếu sót. Kính mong nhận được sự thông cảm của quý thầy cô, bạn bè và tất cả mọi người. Tôi xin chân thành cảm ơn!

PHẦN NỘI DUNG

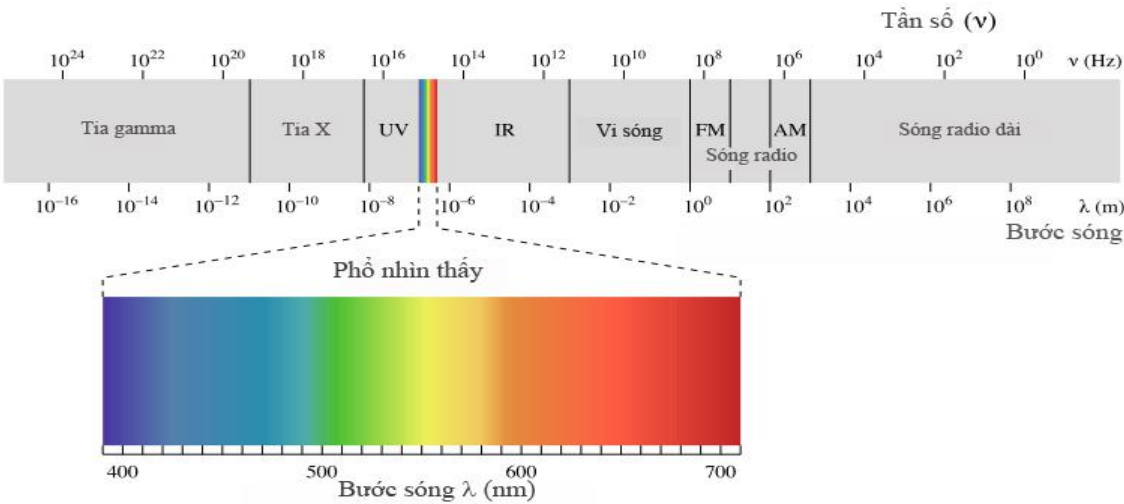
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN

1. ÁNH SÁNG

Ánh sáng là từ để chỉ các bức xạ điện từ có bước sóng nằm trong vùng quang phổ nhìn thấy được bằng mắt thường của con người (tức là từ khoảng 380 nm đến 700 nm). Giống như mọi bức xạ điện từ, ánh sáng có thể được mô tả như những đợt sóng hạt chuyển động gọi là photon ^[1].

Bảng 1.1: Phân chia các loại bức xạ ánh sáng ^[1]

Tên	Bước sóng	Tần số (Hz)	Năng lượng photon (eV)
Tia gamma	≤ 0,01 nm	≥ 30 EHz	124 keV - 300+ GeV
Tia X	0,01 nm - 10 nm	30 EHz - 30 PHz	124 eV - 124 keV
Tia tử ngoại	10 nm - 380 nm	30 PHz - 790 THz	3.3 eV - 124 eV
Ánh sáng nhìn thấy	380 nm-700 nm	790 THz - 430 THz	1.7 eV - 3.3 eV
Tia hồng ngoại	700 nm - 1 mm	430 THz - 300 GHz	1.24 meV - 1.7 eV
Vi sóng	1 mm - 1 m	300 GHz - 300 MHz	1.7 eV - 1.24 meV
Radio	1 mm - 100000 km	300 GHz - 3 Hz	12.4 feV - 1.24 meV



Hình 1.1: Thang sóng điện từ

Ánh sáng do Mặt Trời tạo ra còn được gọi là ánh nắng (hay còn gọi là ánh sáng trắng bao gồm nhiều ánh sáng đơn sắc biến thiên liên tục từ đỏ đến tím); ánh sáng Mặt Trăng mà con người thấy được gọi là ánh trăng thực tế là ánh sáng do mặt trời chiếu tới Mặt Trăng phản xạ đi tới mắt người; do đèn tạo ra còn được gọi là ánh đèn; do các loài vật phát ra gọi là ánh sáng sinh học. Có sự phân biệt giữa ánh sáng từ một nguồn phát ra mọi hướng và ánh sáng phát trong một góc hẹp. Do đó tồn tại nhiều đơn vị đo ánh sáng khác nhau.

Trong chân không các thí nghiệm đã chứng tỏ ánh sáng nói riêng, hay các bức xạ điện từ nói chung, đi với vận tốc không thay đổi, thường được ký hiệu là:

$$c = 299.792.458 \text{ m/s.}$$

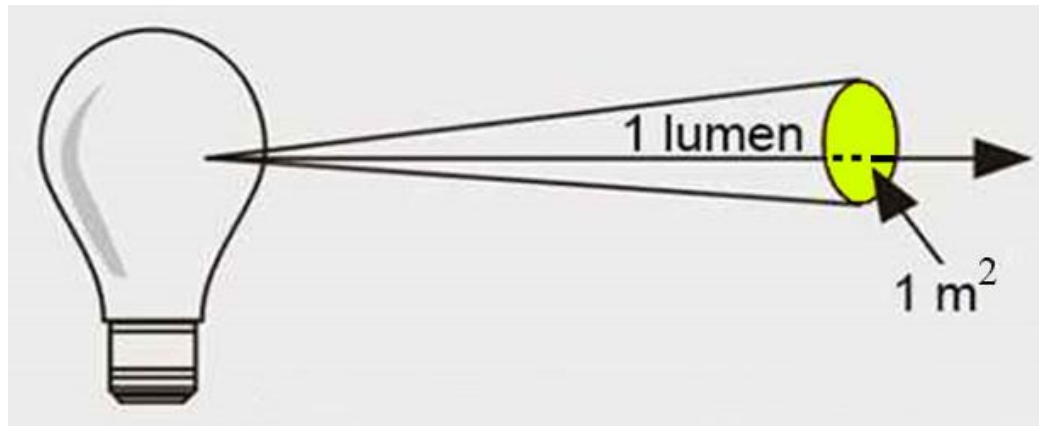
"Ánh sáng lạnh" là ánh sáng có bước sóng tập trung gần vùng quang phổ tím. "Ánh sáng nóng" là ánh sáng có bước sóng nằm gần vùng đỏ. Ánh sáng có quang phổ trải đều từ đỏ đến tím là ánh sáng trắng; còn ánh sáng có bước sóng tập trung tại vùng quang phổ rất hẹp gọi là "ánh sáng đơn sắc".

Lý thuyết hạt ánh sáng, được Isaac Newton đưa ra, cho rằng dòng ánh sáng là dòng di chuyển của các hạt vật chất. Lý thuyết này giải thích được hiện tượng phản xạ và một số tính chất khác của ánh sáng; tuy nhiên không giải thích được nhiều hiện tượng như giao thoa, nhiễu xạ mang tính chất sóng.

Lý thuyết sóng ánh sáng, được Christiaan Huygens đưa ra, cho rằng dòng ánh sáng là sự lan truyền của sóng. Lý thuyết này giải thích được nhiều hiện tượng mang tính chất sóng của ánh sáng như giao thoa, nhiễu xạ; đồng thời giải thích tốt hiện tượng khúc xạ và phản xạ.

Các hiện tượng quang học của ánh sáng: phản xạ, khúc xạ, tán xạ, nhiễu xạ, giao thoa, thấu kính hấp dẫn, hiện tượng quang điện.

2. CƯỜNG ĐỘ ÁNH SÁNG



Hình 1.2: Cường độ ánh sáng

Cường độ ánh sáng (Illuminance): là một thước đo thông lượng chiếu sáng bao phủ trên một diện tích nhất định. Người ta có thể nghĩ về thông lượng chiếu sáng (đơn vị là lumens) như là một giải pháp về “lượng” cho ánh sáng có thể nhìn thấy được trên một bề mặt nào đó.

Đơn vị đo: Lux (ký hiệu: lx) là đơn vị đo độ rọi trong SI.

Nó được sử dụng trong trắc quang học để đánh giá cường độ ánh sáng cảm nhận được. Đây là một đơn vị dẫn xuất trong SI, nghĩa là nó được định nghĩa từ các đơn vị "cơ bản" hơn. Cụ thể, đo độ rọi bằng quang thông trên diện tích:

$$1\text{ lx} = 1\text{ lm/m}^2$$

3. TIA UV

Tia cực tím hay tia tử ngoại, tia UV (Ultraviolet) là sóng điện từ có bước sóng ngắn hơn ánh sáng nhìn thấy nhưng dài hơn tia X. Phổ tia cực tím có thể chia ra thành tử ngoại gần (có bước sóng từ 380 đến 200 nm) và tử ngoại xa hay tử ngoại chân không (có bước sóng từ 200 đến 10 nm)^[2].

Tính chất:

- Bước sóng: 10 nm – 380 nm.
- Tần số: 30 PHz - 790 THz.
- Năng lượng photon (eV): 3.3 eV - 124 eV.

Bảng 1.2: Phân loại tia UV ^[2]

Tên	Ký hiệu	Bước sóng (nanomet)	Năng lượng photon (eV)	Ghi chú/Tên khác
Tử ngoại	UV	400 – 100 nm	3,10 – 12,4 eV	
Tử ngoại A	UVA	400 – 315 nm	3,10 – 3,94 eV	sóng dài, ánh sáng đen, không bị lớp ozon hấp thụ
Tử ngoại B	UVB	315 – 280 nm	3,94 – 4,43 eV	sóng trung, bị lớp ozon hấp thụ phần lớn
Tử ngoại C	UVC	280 – 100 nm	4,43 – 12,4 eV	sóng ngắn, khử trùng, bị lớp ozon và khí quyển hấp thụ hoàn toàn
Tử ngoại gần	NUV	400 – 300 nm	3,10 – 4,13 eV	nhìn thấy đối với chim, côn trùng và cá
Tử ngoại trung	MUV	300 – 200 nm	4,13 – 6,20 eV	
Tử ngoại xa	FUV	200 – 122 nm	6,20 – 10,16 eV	
Lyman-alpha	H Lyman- α	122 – 121 nm	10,16 – 10,25 eV	Vạch quang phổ ở 121,6 nm, 10,20 eV. Bức xạ ion hóa ở các bước sóng ngắn hơn
Tử ngoại cực xa	EUV	121 – 10 nm	10,25 – 124 eV	Bị hấp thụ mạnh bởi oxy trong khí quyển, mặc dù các bước sóng trong khoảng 150–200 nm có thể truyền qua nitơ
Tử ngoại chân không	VUV	200 – 10 nm	6,20 – 124 eV	Bức xạ ion hóa hoàn toàn theo một số định nghĩa; bị khí quyển hấp thụ hoàn toàn

Định lượng bức xạ UV:

- Ở Mỹ hai tổ chức bảo vệ môi trường - the U.S. Environmental Protection Agency (EPA) và Cục dự báo thời tiết - the National Weather Service (NWS) đã tiến hành đo đếm tia cực tím từ đó đưa ra chỉ số UV (UV index) để định lượng hóa mức độ UV, nhằm dự báo mức độ bức xạ cực tím cho mỗi ngày. Và báo động cho mọi người những ngày mà mức độ bức xạ UV mặt trời được cho rằng sẽ cao bất thường. Cách tính toán được mô tả đơn giản, được chia theo các mức tỷ lệ từ 1 đến 11+ có kèm theo các khuyến cáo.

Bảng 1.3: Các mức độ độc hại của tia UV

Chỉ số tử ngoại	Mô tả	Màu hiển thị	Khuyến nghị
0–2	Nguy cơ gây hại từ tia cực tím thấp	Xanh lục	Đeo kính râm, thoa kem chống nắng nếu trời đổ tuyết vì tuyết phản xạ tia cực tím.
3–5	Nguy cơ gây hại từ tia cực tím trung bình	Vàng	Có những biện pháp phòng ngừa, chẳng hạn như che chắn khi ra ngoài. Ở dưới bóng râm vào khoảng giữa trưa, lúc ánh nắng sáng chói nhất.
6–7	Nguy cơ gây hại từ tia cực tím cao	Cam	Đeo kính râm, thoa kem chống nắng SPF (Sun Protection Factor) 30+, mặc quần áo chống nắng và đội nón rộng vành. Giảm thời gian tiếp xúc với ánh nắng trong khoảng 3 giờ trước và sau giữa trưa.
8–10	Nguy cơ gây hại từ tia cực tím rất cao	Đỏ	Bôi kem chống nắng SPF 30+, mặc áo sơ-mi, kính râm, và đội mũ. Không nên đứng dưới nắng quá lâu.
11+	Nguy cơ gây hại từ tia cực tím cực cao	Tím	Mang tất cả các biện pháp phòng ngừa, bao gồm: thoa kem chống nắng SPF 30+, kính râm, áo sơ-mi dài tay, quần dài, đội mũ rộng vành, và tránh ánh nắng mặt trời 3 giờ trước và sau giữa trưa.

Lợi ích và tác hại của tia UV:

❖ Đối với cơ thể người:

+ Lợi ích:

– Giúp tổng hợp vitamin D.

– Ở liều lượng vừa phải tia cực tím còn kích thích mọi quá trình hoạt động chính của cơ thể.

+ Tác hại:

– Gây tai biến về mắt khi không đeo kính bảo hộ. Những hậu quả nghiêm trọng như khi ra nắng nhiều lần trong thời gian dài, tia cực tím có khả năng gây các chứng bệnh mắt trầm trọng hơn, như suy hoại võng mạc và cườm mắt - làm lòa hay mù mắt.

– Tia cực tím có thể gây ra ung thư da, u hắc tố (Melanome)....

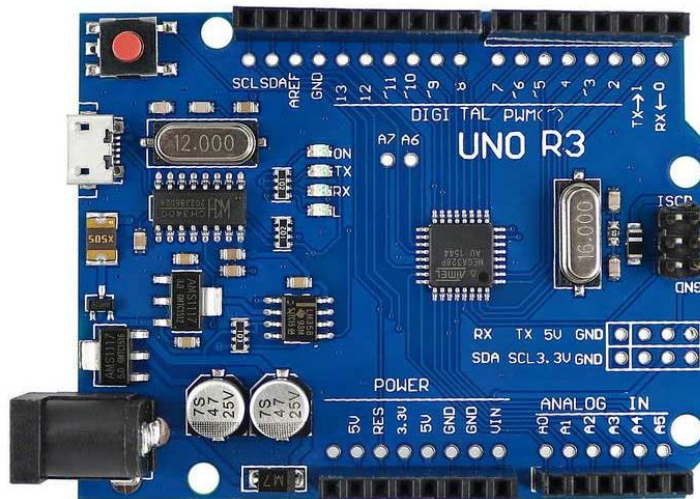
❖ Đối với môi trường:

+ Khử khuẩn nước.

+ Khử khuẩn không khí.

CHƯƠNG 2: LINH KIỆN

1. BỘ MẠCH ARDUINO UNO REVISION 3 (CÓ THỂ SỬ DỤNG ARDUINO MINI, ARDUINO UNO, ARDUINO MEGA,...)



Hình 2.1: Ảnh thực tế Arduino uno R3

Arduino Uno sử dụng vi điều khiển ATmega328P. Vi điều khiển này sử dụng thạch anh có chu kỳ dao động là 16 MHz. Với vi điều khiển này, ta có tổng cộng 14 pin (ngõ) ra / vào được đánh số từ 0 tới 13 (trong đó có 6 pin PWM (Pulse Width Modulation), được đánh dấu ~ trước mã số của pin). Song song đó, ta có thêm 6 pin nhận tín hiệu Analog được đánh kí hiệu từ A0 - A5, 6 pin này cũng có thể sử dụng được như các pin ra / vào bình thường (như pin 0 - 13). Ở các pin được đề cập, pin 13 là pin đặc biệt vì nối trực tiếp với LED trạng thái trên board.

Trên board còn có 1 nút reset, 1 ngõ kết nối với máy tính qua cổng USB và 1 ngõ cấp nguồn sử dụng jack 2.1mm lấy năng lượng trực tiếp từ AC-DC adapter hay thông qua ắc quy nguồn.

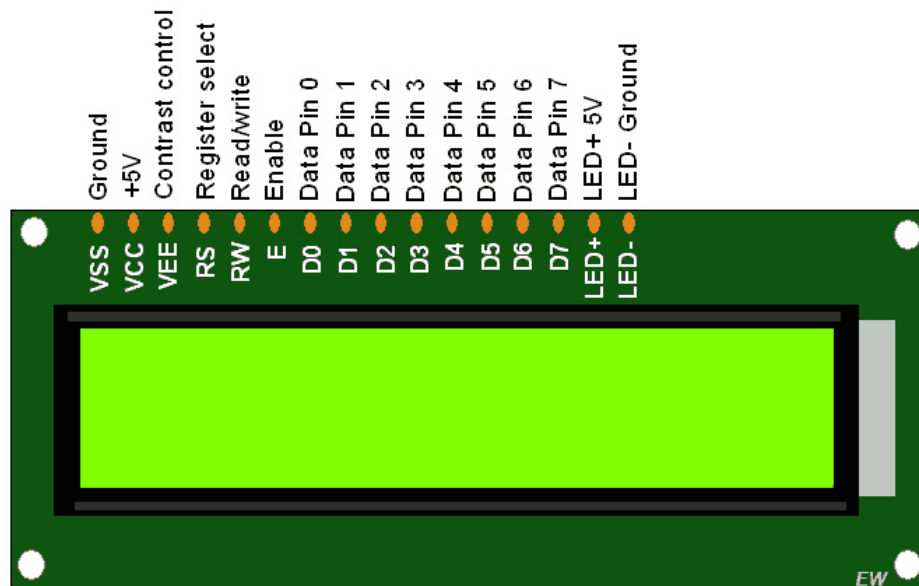
Thông số kỹ thuật của Arduino được tóm tắt trong bảng sau:

Bảng 2.1: Thông số kỹ thuật của Arduino ^[3]

Vi điều khiển	ATmega328P
Điện áp hoạt động	5V
Điện áp vào khuyến dung	7-12V
Điện áp vào giới hạn	6-20V
Digital I/O pin	14 (trong đó 6 pin có khả năng băm xung)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
Cường độ dòng điện trên mỗi I/O pin	20 mA
Cường độ dòng điện trên mỗi 3.3V pin	50 mA
Flash Memory	32KB(ATmega328P) 0.5 KB được sử dụng bởi bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Tốc độ	16 MHz
Chiều dài	68.6 mm
Chiều rộng	53.4 mm
Trọng lượng	25 g

2. MÀN HÌNH LCD

Thiết bị hiển thị LCD (Liquid Crystal Display) được sử dụng trong rất nhiều các ứng dụng của vi điều khiển. Màn hình LCD có rất nhiều ưu điểm so với các dạng hiển thị khác như có khả năng hiển thị ký tự đa dạng, trực quan (chữ, số và ký tự đồ họa), dễ dàng đưa vào mạch ứng dụng theo nhiều giao thức giao tiếp khác nhau, tốn rất ít tài nguyên hệ thống và giá thành rẻ ...



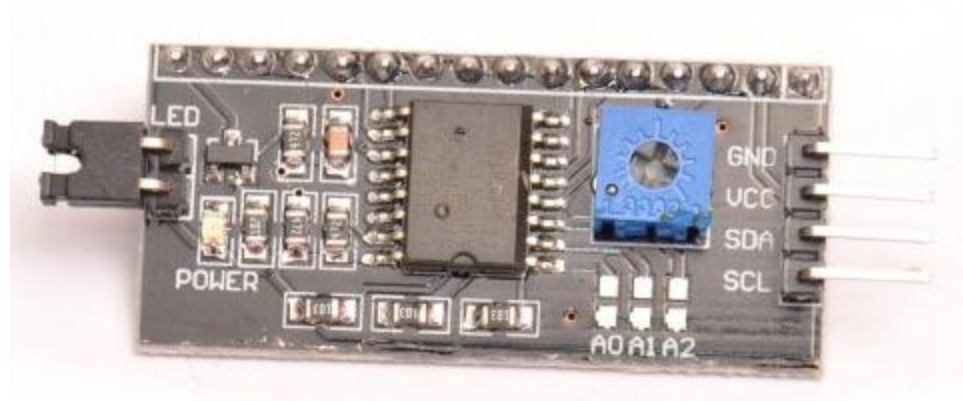
Hình 2.2: Ảnh thực tế màn hình LCD

Chức năng các chân của màn hình LCD 16x2 được tóm tắt trong bảng sau:

Bảng 2.2: Chức năng các chân của màn hình LCD

Chân	Ký hiệu	Mô tả
1	V _{SS}	Chân nối đất cho LCD, khi thiết kế mạch ta nối chân này với GND của mạch điều khiển
2	V _{DD}	Chân cấp nguồn cho LCD, khi thiết kế mạch ta nối chân này với VCC=5V của mạch điều khiển
3	V _{EE}	Điều chỉnh độ tương phản của LCD.
4	RS	Chân chọn thanh ghi (Register select). Nối chân RS với logic “0” (GND) hoặc logic “1” (VCC) để chọn thanh ghi. + Logic “0”: Bus DB0-DB7 sẽ nối với thanh ghi lệnh IR của LCD (ở chế độ “ghi” - write) hoặc nối với bộ đếm địa chỉ của LCD (ở chế độ “đọc” - read) + Logic “1”: Bus DB0-DB7 sẽ nối với thanh ghi dữ liệu DR bên trong LCD.
5	R/W	Chân chọn chế độ đọc/ghi (Read/Write). Nối chân R/W với logic “0” để LCD hoạt động ở chế độ ghi, hoặc nối với logic “1” để LCD ở chế độ đọc.
6	E	Chân cho phép (Enable). Sau khi các tín hiệu được đặt lên bus DB0-DB7, các lệnh chỉ được chấp nhận khi có 1 xung cho phép của chân E. + Ở chế độ ghi: Dữ liệu ở bus sẽ được LCD chuyển vào(chấp nhận) thanh ghi bên trong nó khi phát hiện một xung (high-to-low transition) của tín hiệu chân E. + Ở chế độ đọc: Dữ liệu sẽ được LCD xuất ra DB0-DB7 khi phát hiện cạnh lên (low-to-high transition) ở chân E và được LCD giữ ở bus đến khi nào chân E xuống mức thấp.
7– 14	DB0 - DB7	Tám đường của bus dữ liệu dùng để trao đổi thông tin với MPU. Có 2 chế độ sử dụng 8 đường bus này : + Chế độ 8 bit : Dữ liệu được truyền trên cả 8 đường, với bit MSB là bit DB7. + Chế độ 4 bit : Dữ liệu được truyền trên 4 đường từ DB4 tới DB7, bit MSB là DB7
15	LCD +	Nguồn dương cho đèn nền
16	LCD -	Nguồn âm cho đèn nền

3. MODULE I²C



Hình 2.3: Ảnh thực tế module I²C

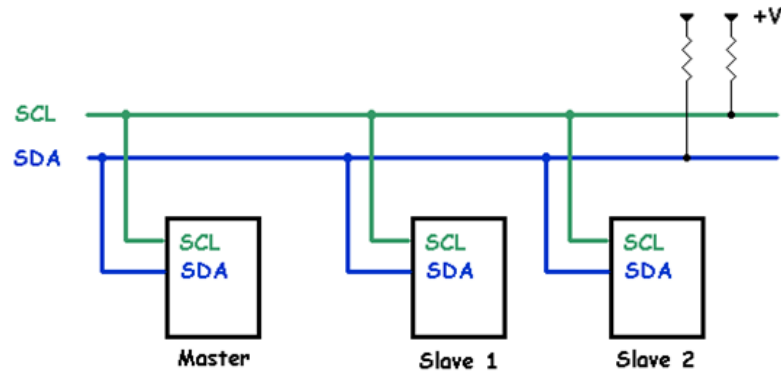
❖ Như thế nào là giao tiếp I²C

- Giao tiếp I²C: Đầu năm 1980 Phillips đã phát triển một chuẩn giao tiếp nối tiếp 2 dây được gọi là I²C. I²C là tên viết tắt của cụm từ Inter - Integrated Circuit. Đây là đường Bus giao tiếp giữa các IC với nhau. I²C mặc dù được phát triển bởi Philips, nhưng nó đã được rất nhiều nhà sản xuất IC trên thế giới sử dụng. I²C trở thành một chuẩn công nghiệp cho các giao tiếp điều khiển, có thể kể ra đây một vài tên tuổi ngoài Philips như: Texas Instrument (TI), MaximDallas, Analog Device, National Semiconductor ... Bus I²C được sử dụng làm bus giao tiếp ngoại vi cho rất nhiều loại IC khác nhau như các loại Vi điều khiển 8051, PIC, AVR, ARM... chip nhớ như: RAM tĩnh (Static Ram), EEPROM, bộ chuyển đổi tương tự số (ADC), số tương tự (DAC), IC điều khiển LCD, LED^[4]...

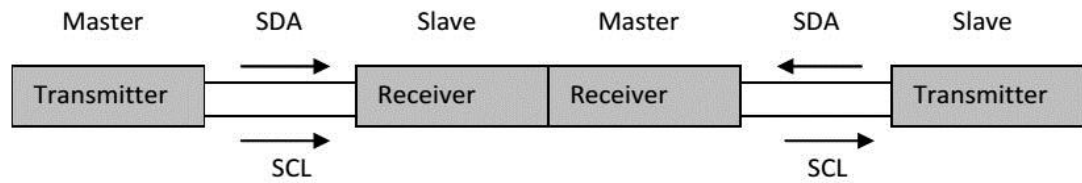
❖ Ưu điểm của việc sử dụng giao tiếp I²C:

- Giao tiếp I²C chỉ sử dụng duy nhất 2 dây tín hiệu: SDA và SCL giúp tiết kiệm chân trên vi điều khiển.
- Tốc độ truyền dữ liệu lên đến 400Kbps.
- + Dữ liệu truyền nhận đảm bảo tính toàn vẹn vì sử dụng cơ chế phản hồi (ACK) trên mỗi byte dữ liệu.
- + Có khả năng kết nối nhiều thiết bị với nhau: trên mạch có sẵn các mối hàn A0, A1, A2 để thay đổi địa chỉ của module.

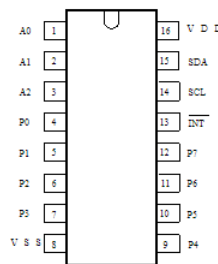
❖ Nguyên lý hoạt động:

Hình 2.4: Nguyên lý hoạt động I²C

- + I²C sử dụng hai đường truyền tín hiệu:
 - Một đường xung nhịp đồng hồ (SCL) chỉ do thiết bị chủ phát đi (thông thường ở 100kHz và 400kHz. Mức cao nhất là 1MHz và 3.4MHz).
 - Một đường dữ liệu (SDA) theo 2 hướng.
- + Có rất nhiều thiết bị có thể cùng được kết nối vào một bus I²C, tuy nhiên sẽ không xảy ra chuyện nhầm lẫn giữa các thiết bị, bởi mỗi thiết bị sẽ được nhận ra bởi một địa chỉ duy nhất với một quan hệ chủ/tớ tồn tại trong suốt thời gian kết nối. Mỗi thiết bị có thể hoạt động như là thiết bị nhận hoặc truyền dữ liệu hay có thể vừa truyền vừa nhận. Hoạt động truyền hay nhận còn tùy thuộc vào việc thiết bị đó là chủ (master) hay tớ (slave).
- + Một thiết bị hay một IC khi kết nối với bus I²C, ngoài một địa chỉ (duy nhất) để phân biệt, nó còn được cấu hình là thiết bị chủ hay tớ. Đó là do trên một bus I²C thì quyền điều khiển thuộc về thiết bị chủ. Thiết bị chủ nắm vai trò tạo xung đồng hồ cho toàn hệ thống, khi giữa hai thiết bị chủ - tớ giao tiếp thì thiết bị chủ có nhiệm vụ tạo xung đồng hồ và quản lý địa chỉ của thiết bị tớ trong suốt quá trình giao tiếp. Thiết bị chủ giữ vai trò chủ động, còn thiết bị tớ giữ vai trò bị động trong việc giao tiếp.

Hình 2.5: Cách tạo xung đồng hồ của I²C

- + Về lý thuyết lần thực tế I²C sử dụng 7 bit để định địa chỉ, do đó trên một bus có thể có tới 2^7 địa chỉ tương ứng với 128 thiết bị có thể kết nối, nhưng chỉ có 112 được sử dụng, 16 địa chỉ còn lại được sử dụng vào mục đích riêng. Bit còn lại quy định việc đọc hay ghi dữ liệu (1 là write, 0 là read).
- ❖ Module I²C sử dụng IC PCF8574 điều khiển màn hình kí tự gồm 16 cột và 2 dòng giúp tiết kiệm dây nối với vi điều khiển (hoặc Arduino) cho khả năng hiển thị nhanh với nhiều chức năng.



Hình 2.6: IC PCF8574

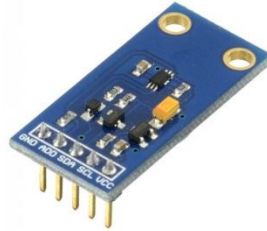
Bảng 2.3: Chức năng của các chân IC PCF 8574

Kí hiệu	Chân	Chức năng
A0	1	Đầu vào địa chỉ 0
A1	2	Đầu vào địa chỉ 1
A2	3	Đầu vào địa chỉ 2
P0	4	Hai chiều Input/Output 0
P1	5	Hai chiều Input/Output 1
P2	6	Hai chiều Input/Output 2
P3	7	Hai chiều Input/Output 3
Vss	8	Nối đất
P4	9	Hai chiều Input/Output 4
P5	10	Hai chiều Input/Output 5
P6	11	Hai chiều Input/Output 6
P7	12	Hai chiều Input/Output 7
\overline{INT}	13	Ngắt đầu ra (hoạt động chế độ low)
SCL	14	Đường xung nhịp đồng hồ
SDA	15	Đường dữ liệu
VDD	16	Cung cấp điện thế

❖ Thông số kỹ thuật:

- Nguồn 5v.
- Chuẩn giao tiếp I²C qua chân SCL và SDA.
- Giao tiếp với màn hình LCD qua 16 chân.

4. CẢM BIẾN BH1750 (LUX)



Hình 2.7: Ảnh thực tế cảm biến BH1750

❖ Giới thiệu cảm biến BH1750FVI

- + Là một bộ cảm biến ánh sáng môi trường (Ambient Light Sensor) giao tiếp theo chuẩn I²C. IC này thích hợp thu thập dữ liệu ánh sáng môi trường xung quanh để điều chỉnh cho LCD và bàn phím điện thoại di động. Nó có thể nhận diện với ngưỡng rộng độ phân giải cao (1 – 65535 lx).

❖ Đặc điểm của BH1750:

- + Bộ chuyển đổi cường độ ánh sáng sang tín hiệu kỹ thuật số
- + Ngưỡng đo rộng và độ phân giải cao. (1 – 65535 lx)
- + Dòng tiêu thụ thấp, tiết kiệm điện.
- + Chức năng chống nhiễu ánh sáng tần số 50Hz/60Hz.
- + Giao tiếp I²C (Hỗ trợ chế độ f / s).
- + Không cần linh kiện phụ.
- + Có thể chọn 2 kiểu slave-address của IC.
- + Đo cường độ ánh sáng từ 0.11 lx – 100000 lx.
- + Sự phụ thuộc vào nguồn sáng là rất ít (ví dụ: có thể sử dụng đèn sợi đốt, đèn huỳnh quang, ánh sáng mặt trời làm nguồn sáng).
- + Ảnh hưởng của tia hồng ngoại nhỏ.

❖ Một số cường độ ánh sáng thông dụng:

- Vào buổi tối : 0.001 - 0.02 lux.
- Ánh trắng : 0.02 - 0.3 lux.
- Trời nhiều mây trong nhà : 5 - 50 lux.
- Trời nhiều mây ngoài trời : 50 - 500 lux.
- Trời nắng trong nhà : 100 - 1000 lux.
- Ánh sáng cần thiết để đọc sách: 50 - 60 lux.

❖ Thông số kỹ thuật BH1750:

- Nguồn: 3 ~ 5 VDC.
- Giao tiếp: I²C.
- Khoảng đo: 1 -> 65535 lux.
- Kích cỡ: 21*16*3.3 mm.

Bảng 2.4: Thông số các chế độ đo BH1750^[5]

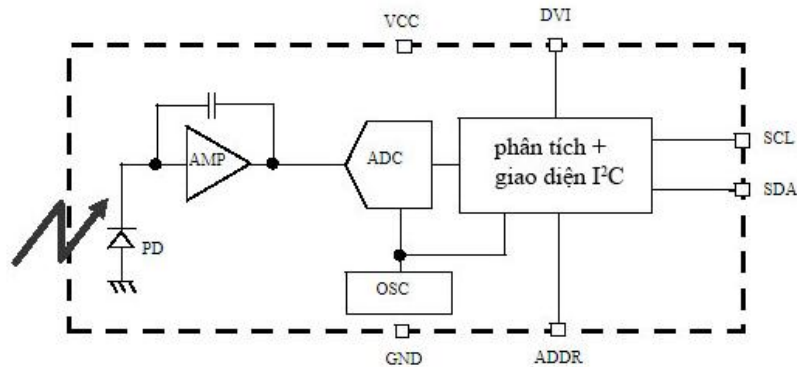
Chế độ đo	Thời gian đo	Độ phân giải
Chế độ 2 – độ phân giải liên tục H	120ms	0.5 lx
Độ phân giải liên tục H	120ms	1 lx
Độ phân giải liên tục L	16ms	4 lx

❖ Cấu trúc tập lệnh cảm biến BH1750:

Bảng 2.5: Cấu trúc tập lệnh BH1750^[5]

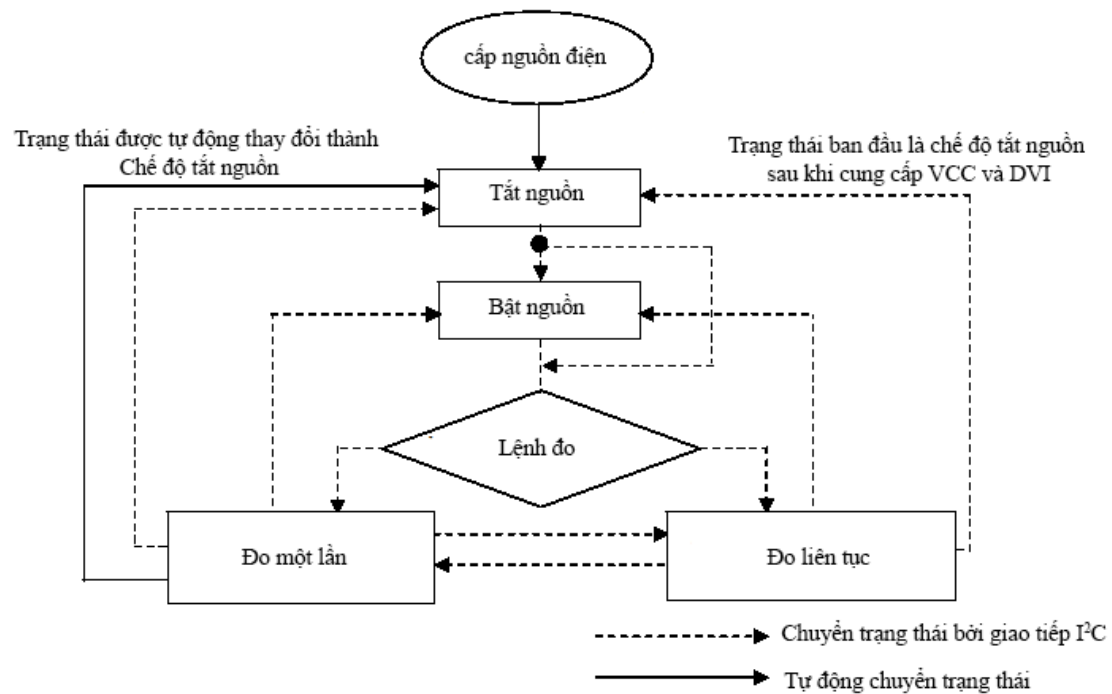
Câu lệnh	Mã câu lệnh	Ý nghĩa câu lệnh
Tắt nguồn	0000_0000	Không có trạng thái hoạt động
Mở nguồn	0000_0001	Chờ lệnh đo
Đặt lại	0000_0111	Đặt lại giá trị đăng kí dữ liệu. Đặt lại lệnh không chấp nhận trong chế độ tắt nguồn.
Chế độ phân giải liên tục H	0001_0000	Bắt đầu đo với chế độ phân giải 1 lx. Thời gian đo thường là 120ms.
Chế độ 2- độ phân giải liên tục H	0001_0001	Bắt đầu đo với chế độ phân giải 0.5 lx. Thời gian đo thường là 120ms.
Chế độ phân giải liên tục L	0001_0011	Bắt đầu đo với chế độ phân giải 4 lx. Thời gian đo thường là 16ms.
Chế độ phân giải H trong một khoảng thời gian	0010_0000	Bắt đầu đo với chế độ phân giải 1 lx. Thời gian đo thường là 120ms. Nó được tự động đặt lại ở chế độ Power Down sau khi đo.
Chế độ 2 – độ phân giải H trong một khoảng thời gian	0010_0001	Bắt đầu đo với chế độ phân giải 0.5 lx. Thời gian đo thường là 120ms. Nó được tự động đặt lại ở chế độ Power Down sau khi đo.
Chế độ phân giải L trong một khoảng thời gian	0010_0011	Bắt đầu đo với chế độ phân giải 4 lx. Thời gian đo thường là 16 ms. Nó được tự động đặt lại ở chế độ Power Down sau khi đo.
Thay đổi thời gian đo (bit cao)	01000_MT[7,6,5]	Thay đổi thời gian đo.
Thay đổi thời gian đo (bit thấp)	011_MT[4,3,2,1,0]	Thay đổi thời gian đo.

❖ Sơ đồ khối cảm biến BH1750



- + PD: Hình ảnh điốt phản ứng với mắt người.
- + AMP: Tích hợp OPAMP để chuyển đổi PD hiện tại sang Voltage.
- + ADC: Bộ chuyển đổi AD để thu dữ liệu kỹ thuật số 16 bit.
- + Phân tích + giao diện I²C :
 - Tính toán môi trường ánh sáng xung quanh và giao diện BUS I²C. Nó bao gồm các đăng ký dưới đây:
 - Đăng ký Dữ liệu → Đây là để đăng ký Dữ liệu Ánh sáng xung quanh. Giá trị ban đầu là "0000_0000_0000_0000".
 - Thời gian đo → Đăng ký thời gian đo. Giá trị ban đầu là "0100_0101".
- + OSC: Bộ tạo dao động nội bộ (kiểu 320kHz). Đó là CLK cho logic nội bộ.
- + VCC: Cấp nguồn.
- + SDA(Serial Data): đường truyền dữ liệu 2 hướng.
- + SCL(Serial Clock): là đường truyền xung đồng hồ để đồng bộ và chỉ theo một hướng.
- + ADDR: địa chỉ.
- + DVI: nguồn cấp.

❖ Sơ đồ hoạt động



❖ Ứng dụng BH1750:

- + Sử dụng trong các thiết bị di động, máy tính cá nhân, máy chơi game cầm tay, máy ảnh kỹ thuật số, máy quay video kỹ thuật số, điều hướng xe, màn hình LCD,...

5. CẢM BIẾN TIA UV ML8511



Hình 2.8: Ảnh thực tế cảm biến ML8511

❖ Giới thiệu cảm biến:

- + Cảm biến UV ML8511 là một bộ cảm biến ánh sáng cực tím dễ sử dụng. Nó sử dụng IC cảm biến ML8511 từ hãng Lapis cho độ nhạy cao, cảm biến có tích hợp sẵn bộ khuếch đại analog nên có thể lấy trực tiếp dữ liệu từ cảm biến và cho vào ADC (Analog-to-Digital converter) của vi điều khiển mà không cần các mạch khuếch đại.
- + Cảm biến này phát hiện ánh sáng 280 - 390nm một cách hiệu quả nhất. Đây được phân loại là một phần của tia UVB (tia nắng cháy) và hầu hết các tia UVA (quang phổ thuộc da). Nó phát ra một điện áp tương tự tuyến tính liên quan đến cường độ tia UV được đo (mW / cm^2).

❖ Thông số kỹ thuật:

- Điện áp cung cấp: 3.3 – 5 V.
- Điốt quang nhạy cảm với UVA và UVB.
- Dòng cung cấp thấp ($300\mu\text{A typ}$) và dòng điện dự phòng thấp ($0.1\mu\text{A typ}$).

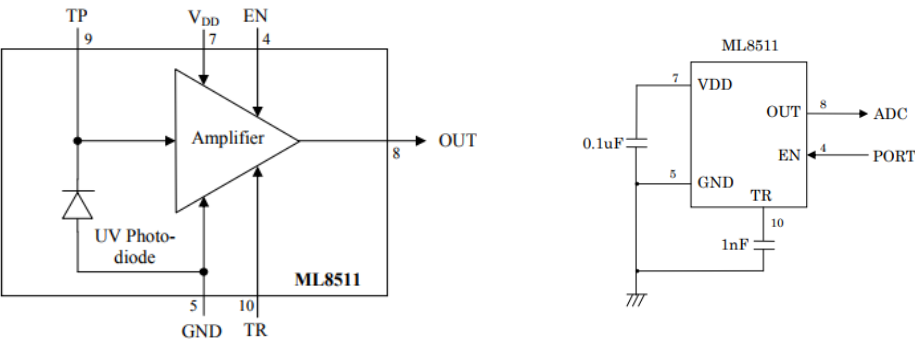
Bảng 2.6: Công suất tuyệt đối ML8511^[6]

Tham số	Ký hiệu	Điều kiện	Xếp hạng	Đơn vị
Cung cấp hiệu điện thế	VDD	Ta = 25 ° C	-0,3 đến +4,6	V
Điện áp đầu vào	VI	Ta = 25 ° C	-0,3 đến +4,6	V
Sản lượng ngắn hiện tại	IOS	Ta = 25 ° C	5	mA
Sự thất thoát năng lượng	PD	Ta = 25 ° C	30	mW
Nhiệt độ lưu trữ	Tstg	-	-30 đến +85	° C

Bảng 2.7: Điều kiện hoạt động ML8511^[6]

Tham số	Ký hiệu	Min.	Typ.	Tối đa	đơn vị
Điện áp hoạt động	VDD	2,7	3,3	3,6	V
Nhiệt độ hoạt động	Ta	-20	-	70	° C

❖ Sơ đồ khối



Bảng 2.8: Chức năng các chân của cảm biến tia UV ML8511^[6]

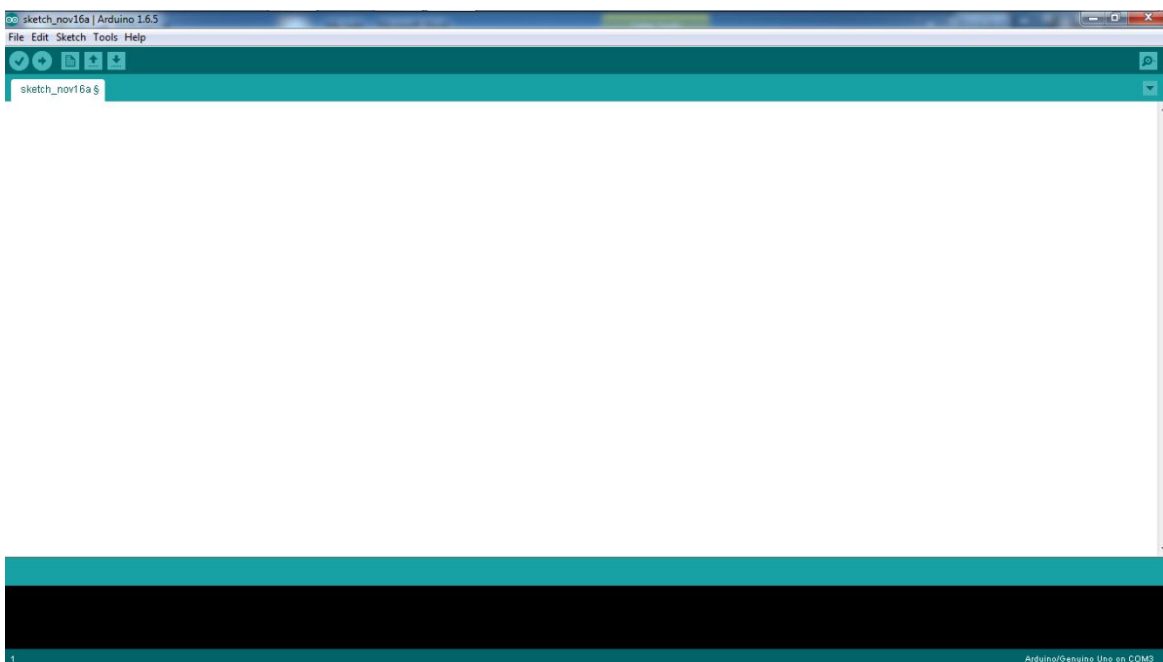
Chân	Kí hiệu	I/O	Chức năng
7	VDD	PW	Cung cấp hiệu điện thế. Tháo pin này xuống mặt đất với tụ điện 0,1 µF
5	GND	PW	Nối đất
4	EN	I	Mã PIN kích hoạt cao hoạt động. (Cao: chế độ hoạt động, thấp: chế độ chờ)
8	OUT	O	Ngõ ra (Thấp ở chế độ tắt nguồn hoặc chế độ chờ)
9	TP	I/O	Kiểm tra pin. Không kết nối.
10	TR	I/O	Điện áp tham chiếu bên trong. Tách riêng pin này với GND bằng một tụ điện 1 nF.
1, 2, 3, 6, 11, 12	NC		Không kết nối.

❖ Ứng dụng: Sử dụng trong điện thoại thông minh, đồng hồ, trạm thời tiết, điều hướng xe đạp, phụ kiện, thiết bị trò chơi,...

CHƯƠNG 3: KẾT NỐI MẠCH CẢM BIẾN BH1750 VÀ ML8511 VỚI CHƯƠNG TRÌNH ARDUINO







1. GIỚI THIỆU VỀ PHẦN MỀM LẬP TRÌNH ARDUINO IDE

- ❖ Arduino IDE (Arduino Integrated Development Environment) là một trình soạn thảo, giúp bạn viết code để nạp vào bo mạch Arduino.
- ❖ Một chương trình viết bởi Arduino IDE được gọi là sketch, sketch được lưu dưới định dạng .ino.



Hình 3.1: Màn hình làm việc của Arduino

Bảng 3.1: Giới thiệu một số lệnh làm việc cơ bản

Biểu tượng trên màn hình làm việc	Ý nghĩa
 Verify	Kiểm tra lỗi và biên dịch code
 Upload	Dịch và upload code vào bo mạch đã được cài đặt sẵn
 New	Tạo sketch mới
 Open	Mở một sketch có sẵn
 Save	Lưu sketch
 Serial Monitor	Mở Serial Monitor

❖ Nạp sketch

- + Trước khi nạp code bạn cần chọn tên bo mạch và cổng com. Các bước thực hiện như sau:
 - Bước 1: Từ màn hình làm việc chọn Tools trên thanh công cụ.
 - Bước 2: Chọn board bạn đang sử dụng (Trong mạch này tôi sử dụng board Arduino uno).
 - Bước 4: Chọn lại Tools.
 - Bước 5: Chọn Port (Chú ý chọn cổng com mà board kết nối với máy tính).

❖ Cài thư viện cho phần mềm Arduino (Libraries):

- + Là những thư viện bổ sung thêm những chức năng để sử dụng trong sketch, ví dụ làm việc với màn hình LCD bạn phải cần có một thư viện để điều khiển nó.
- + Một số thư viện được cài đặt sẵn trong phần mềm Arduino. Nếu bạn muốn dùng thêm một số khác thì có thể tải trên internet hoặc thông qua Libraries Manager.
- ❖ Serial Monitor: Là hộp thoại để hiển thị dữ liệu được gửi từ bo mạch Arduino.

2. MÃ CODE ARDUINO SỬ DỤNG CHO CẢM BIẾN BH1750 VÀ ML8511:

```
#include <LCD.h>//khai báo thư viện LCD.
#include <LiquidCrystal_I2C.h>//khai báo giao tiếp I2C.
#include <BH1750.h> //khai báo thư viện BH1750.
#include <Wire.h> //khai báo thư viện nối dây.
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);//khai báo kết nối I2C
với màn hình LCD.
uint16_t Light_Intensity=0;//gán cường độ đo lúc đầu bằng 0.
BH1750 lightMeter(0x23);//gán cảm biến BH1750 thành biến lightMetter(0x23).
//uv 8511
int UVOUT = A0; //UVOUT là giá số nguyên và kết nối với chân A0 Arduino.
int REF_3V3 = A1;//REF_3V3 là giá số nguyên và kết nối với chân A1 Arduino.
void setup();//khởi tạo chương trình
{
  Serial.begin(9600);//tốc độ truyền là 9600 bite/s.
  lcd.begin(16, 2);//khai báo màn hình LCD 16x2.
  lcd.setCursor(0, 0);//con trỏ đặt ở vị trí thứ nhất dòng 1.
  lcd.print("vui long cho...");//xuất ra màn hình dòng chữ "vui long cho...".
  delay(3000);//lặp lại sau 3 ms.
  lcd.clear();//xoá toàn bộ hiển thị trên màn hình LCD.
  // code BH1750
  lightMeter.begin(BH1750_CONTINUOUS_HIGH_RES_MODE);//bắt đầu đo.
  //code ML 8511
  pinMode(UVOUT, INPUT);//đặt giá trị UVOUT là giá trị đầu vào.
  pinMode(REF_3V3, INPUT);//đặt giá trị REF_3V3 là giá trị đầu vào.
}
void loop(){//vòng lặp.
```

```
//code BH1750
```

```
uint16_t lux = lightMeter.readLightLevel();//gán giá trị đo được.
```

```
Serial.print("Thông lượng ánh sáng: ");//hiển thị trên màn hình Monitor dòng chữ  
"cường độ ánh sáng: "
```

```
Serial.print(lux);//xuất giá trị đo được lên màn hình Monitor.
```

```
Serial.println(" lx");//hiển thị trên màn hình Monitor dòng chữ " lx".
```

```
//lcd.clear();//xóa toàn bộ hiển thị trên màn hình LCD.
```

```
lcd.setCursor(0, 0);//con trỏ đặt ở vị trí thứ nhất dòng 1.
```

```
lcd.print("TLAS: ");//xuất ra màn hình dòng chữ "Light: ".
```

```
lcd.setCursor(7, 0);//con trỏ đặt ở vị trí thứ 8 dòng 1.
```

```
lcd.print(lux);//xuất giá trị đo được lên màn hình LCD.
```

```
lcd.setCursor(9,0); //con trỏ đặt ở vị trí thứ 10 dòng 1.
```

```
lcd.print("Lux");//xuất ra màn hình dòng chữ " Lux"
```

```
delay(2000);//lặp lại sau 2ms
```

```
//code ML8511
```

```
int uvLevel = analogRead(UVOUT);//uvLevel là số nguyên và được đọc từ  
UVOUT.
```

```
int refLevel = analogRead(REF_3V3);//refLevel là số nguyên và được đọc từ  
REF_3V3.
```

```
//Sử dụng nguồn 3.3V làm tham chiếu để có được giá trị đầu ra rất chính xác từ  
cảm biến.
```

```
float outputVoltage = 3.3 / refLevel * uvLevel;
```

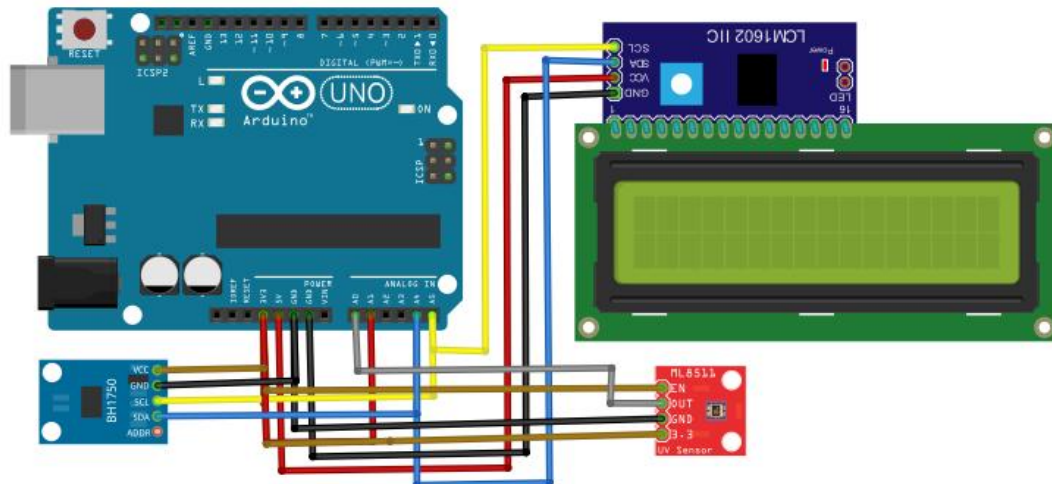
```
float uvIntensity = map(outputVoltage, 0.99, 2.8, 0.0, 15.0); //Chuyển đổi điện áp  
thành mức cường độ tia cực tím.
```

```
//hiển thị giá trị đo trên monitor.
```

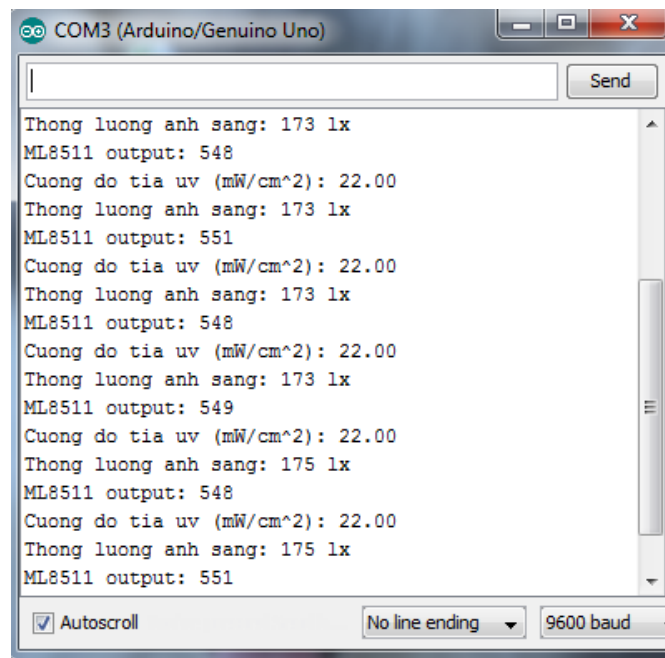
```
Serial.print("ML8511 output: ");//hiển thị dòng chữ ML8511 output: trên màn  
hình monitor.
```

```
Serial.print(uvLevel); //hiển thị giá trị uvLevel trên màn hình monitor.  
Serial.println(""); //xuống dòng.  
Serial.print("Cuong do tia uv (mW/cm^2): "); //hiển thị dòng chữ Cuong do tia uv  
(mW/cm^2): trên màn hình monitor.  
Serial.print(uvIntensity); //hiển thị giá trị uvIntensity trên màn hình Monitor.  
//hien thi gia tri do tren lcd.  
lcd.setCursor(0,1); //con trỏ đặt ở vị trí ô thứ nhất dòng 2.  
lcd.print("CDUV:"); //hiển thị dòng chữ "CDUV" trên màn hình LCD.  
lcd.setCursor(5,1); //con trỏ đặt ở vị trí ô thứ 6 dòng 2.  
lcd.print(uvIntensity); //hiển thị giá trị uvIntensity trên màn hình LCD.  
lcd.setCursor(10,1); //con trỏ đặt ở vị trí ô thứ 11 dòng 2.  
lcd.print("mW/cm2"); //hiển thị dòng chữ mW/cm2 trên màn hình LCD.  
Serial.println(""); //xuống dòng.  
delay(2000); //lặp lại sau 2ms.  
}
```

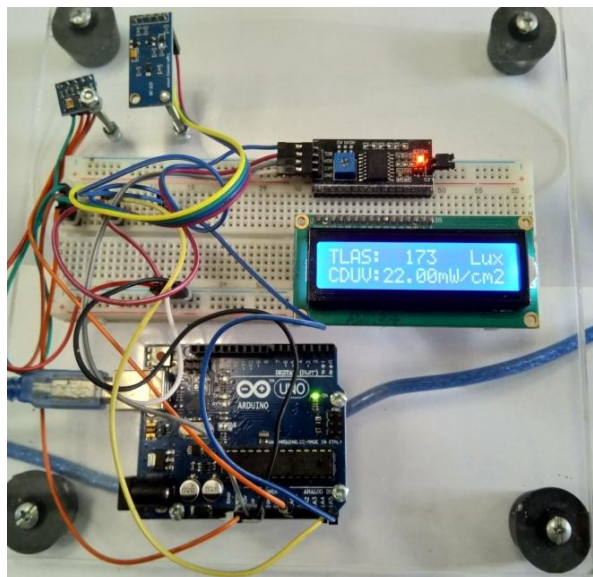
3. SƠ ĐỒ NỐI DÂY



4. KẾT QUẢ ĐO ĐƯỢC



Hình 3.2: Kết quả từ màn hình Monitor



Hình 3.3: Kết quả từ màn hình LCD

KẾT LUẬN

1. PHẦN LÝ THUYẾT

Đã nghiên cứu và hiểu được các hoạt động của cảm biến BH1750, ML8511 và các mạch của nó. Nhờ vào đó giúp tôi hiểu rõ hơn về một số cảm biến cũng như các mạch điện tử khác.

2. PHẦN THỰC NGHIỆM

Dựa vào vốn lý thuyết đã được tìm hiểu và sự hướng dẫn tận tình của giảng viên hướng dẫn, tôi đã lắp mạch và tiến hành chạy thử thành công.

3. HẠN CHẾ

Chưa tìm hiểu hết các ứng dụng của cảm biến BH1750 và ML8511.

Chưa ứng dụng IoT (Internet of Thing).

4. PHƯƠNG HƯỚNG

Kết hợp thêm một số cảm biến khác như cảm biến nhiệt độ, cảm biến độ ẩm. Nhằm mục đích đo và đưa ra cảnh báo để chăm sóc sức khỏe cho con người.

Truyền dữ liệu đo được lên hệ thống internet và ứng dụng điện thoại di động.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ánh sáng < https://vi.wikipedia.org/wiki/%C3%81nh_s%C3%A1ng>. [Ngày truy cập: 15/01/2017].
- [2] Tử ngoại < https://vi.wikipedia.org/wiki/T%E1%BB%AD_ngo%E1%BA%A1i>. [Ngày truy cập: 15/03/2018].
- [3] Arduino UNO R3 là gì? < <http://arduino.vn/bai-viet/42-arduino-uno-r3-la-gi>>. [Ngày truy cập: 22/01/2017].
- [4] Giao tiếp I2C với nhiều module < <http://arduino.vn/bai-viet/1053-giao-tiep-i2c-voi-nhieu-module>>. [Ngày truy cập: 22/01/2017].
- [5] Datasheet BH1750
<<http://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Bh1750fvi>>. [Ngày truy cập: 25/01/2018].
- [6] Datasheet ML851
<<https://www.mcs.anl.gov/research/projects/waggle/downloads/datasheets/lightsense/ml8511.pdf>>. [Ngày truy cập: 22/03/2018].