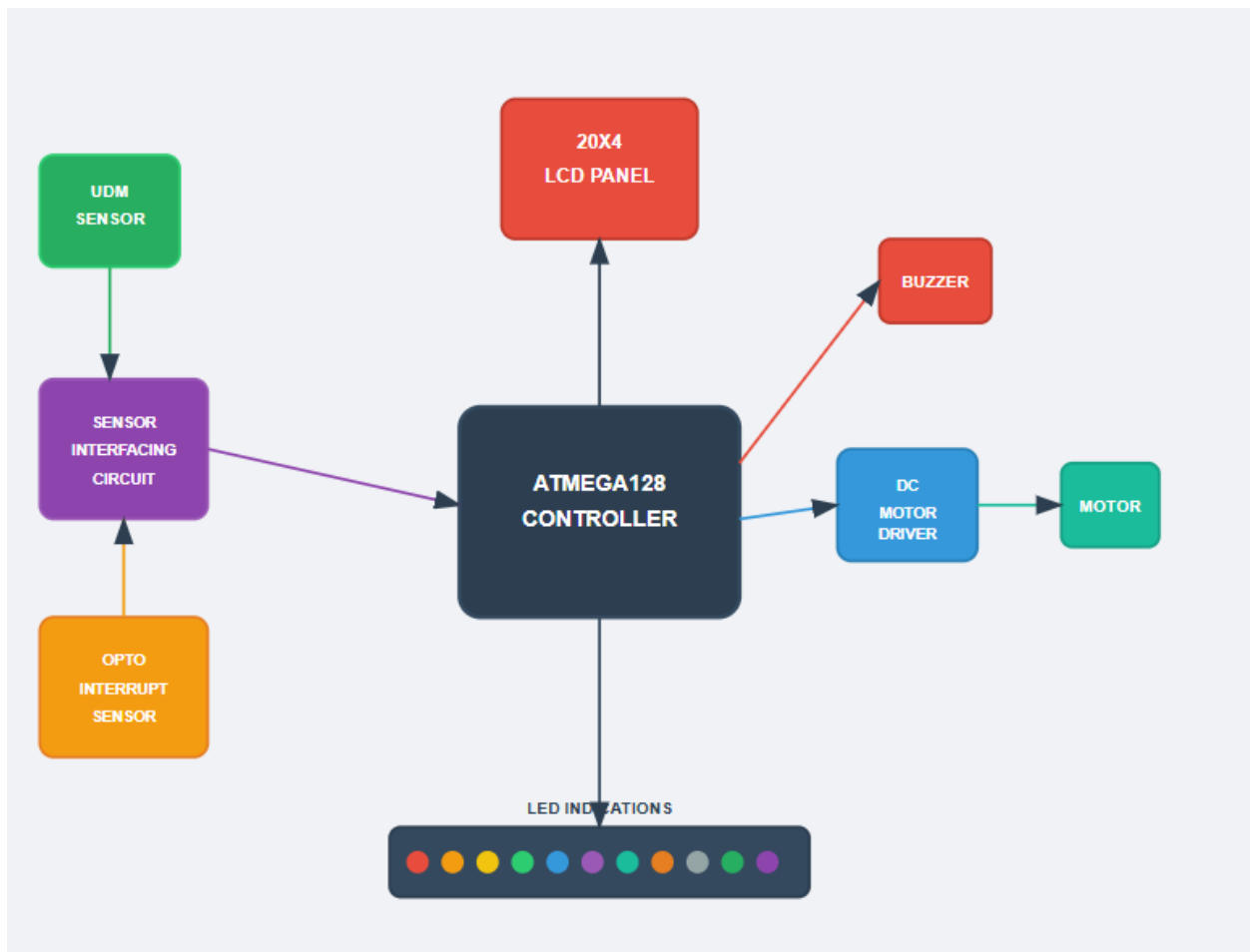


YÊU CẦU HỆ THỐNG RADAR SIÊU ÂM DỰA TRÊN VI ĐIỀU KHIỂN

1. MÔ TẢ SẢN PHẨM

Radar siêu âm dựa trên vi điều khiển ATmega128 được thiết kế để phát hiện vật thể và đo khoảng cách, vị trí góc của chúng. Hệ thống sử dụng sóng siêu âm để quét toàn bộ 360° và hiển thị thông tin về các vật thể được phát hiện trên màn hình LCD và đèn LED.

BLOCK DIAGRAM



Dự án được thực hiện bao gồm 8 khối:

- UDM SENSOR
- SENSOR INTERFACING CIRCUIT
- OPTO INTERRUPT SENSOR
- 20x4 LCD

- Atmega128 CONTROLLER
- BUZZER
- DC MOTOR DRIVER
- MOTOR

2. YÊU CẦU CHỨC NĂNG (FUNCTIONAL REQUIREMENTS)

FR1: UDM SENSOR

Mã số	Mô tả	Ghi chú
FR1.1	Cảm biến CÓ CHỨC NĂNG phát hiện vật thể trong phạm vi từ 10cm đến 400cm	
FR1.2	Cảm biến CÓ CHỨC NĂNG truyền dữ liệu khoảng cách với format 9 bytes: "XXX.XXcm"	
FR1.3	Cảm biến CÓ CHỨC NĂNG hoạt động với nguồn 5V DC	
FR1.4	Cảm biến CÓ CHỨC NĂNG truyền dữ liệu với tốc độ 9600 bps	
FR1.5	Cảm biến CÓ CHỨC NĂNG phát sóng siêu âm tần số 40kHz	

FR2: OPTO INTERRUPT SENSOR

Mã số	Mô tả	Ghi chú
FR2.1	Cảm biến CÓ CHỨC NĂNG phát hiện strip đi qua khe của opto isolator MOC7811	
FR2.2	Cảm biến CÓ CHỨC NĂNG tạo xung ngắt (interrupt) khi strip đi qua khe	
FR2.3	Cảm biến CÓ CHỨC NĂNG xác định vị trí góc 0° (reference angle)	
FR2.4	Output của cảm biến CÓ CHỨC NĂNG kết nối với chân external interrupt 4 (PE4) của ATmega128	

FR3: 20x4 LCD DISPLAY

Mã số	Mô tả	Ghi chú
FR3.1	LCD CÓ CHỨC NĂNG hiển thị góc quét hiện tại với format "Angle:XXX"	
FR3.2	LCD CÓ CHỨC NĂNG hiển thị khoảng cách đến vật thể với format "XXX.XXcm"	
FR3.3	LCD CÓ CHỨC NĂNG hiển thị thông báo "Object Detected" khi phát hiện vật thể	
FR3.4	LCD CÓ CHỨC NĂNG hiển thị thông báo "Scanning..." trong quá trình quét	
FR3.5	LCD CÓ CHỨC NĂNG có khả năng điều chỉnh độ tương phản	
FR3.6	LCD CÓ CHỨC NĂNG sử dụng chế độ 4-bit data mode	

FR4: ATmega128 CONTROLLER

Mã số	Mô tả	Ghi chú
FR4.1	MCU CÓ CHỨC NĂNG nhận dữ liệu từ UDM sensor qua UART0 (PE0)	
FR4.2	MCU CÓ CHỨC NĂNG xử lý ngắt từ opto interrupt sensor qua INT4 (PE4)	
FR4.3	MCU CÓ CHỨC NĂNG điều khiển LCD qua PORTA (PA0, PA2, PA4-PA7)	
FR4.4	MCU CÓ CHỨC NĂNG điều khiển motor driver qua PORTB (PB4, PB5, PB6)	

Mã số	Mô tả	Ghi chú
FR4.5	MCU CÓ CHỨC NĂNG điều khiển 12 LED qua PORTC (PC0-PC7) và PORTG (PG0-PG3)	
FR4.6	MCU CÓ CHỨC NĂNG điều khiển buzzer qua PORTF (PF1)	
FR4.7	MCU CÓ CHỨC NĂNG điều khiển LED hoạt động (scanning LED) qua PORTF (PF0)	
FR4.8	MCU CÓ CHỨC NĂNG tính toán khoảng cách và góc của vật thể được phát hiện	
FR4.9	MCU CÓ CHỨC NĂNG quản lý chiều quay và tốc độ của motor	
FR4.10	MCU CÓ CHỨC NĂNG hoạt động với crystal oscillator 12MHz	
FR4.11	MCU CÓ CHỨC NĂNG hỗ trợ lập trình qua ISP interface	

FR5: LED INDICATORS

Mã số	Mô tả	Ghi chú
FR5.1	Hệ thống CÓ CHỨC NĂNG có 12 LED màu đỏ bố trí theo hình đồng hồ	
FR5.2	LED tương ứng CÓ CHỨC NĂNG sáng khi phát hiện vật thể ở góc đó	
FR5.3	LED hoạt động (scanning LED) CÓ CHỨC NĂNG sáng trong quá trình quét	
FR5.4	LED CÓ CHỨC NĂNG tắt khi không có vật thể ở vị trí tương ứng	

FR6: BUZZER

Mã số	Mô tả	Ghi chú
FR6.1	Buzzer CÓ CHỨC NĂNG phát âm thanh beep ngắn khi phát hiện vật thể	
FR6.2	Buzzer CÓ CHỨC NĂNG hoạt động với nguồn 5V DC	
FR6.3	Buzzer CÓ CHỨC NĂNG được điều khiển qua transistor BC547	

FR7: DC MOTOR DRIVER (L293D)

Mã số	Mô tả	Ghi chú
FR7.1	Motor driver CÓ CHỨC NĂNG điều khiển motor quay thuận chiều kim đồng hồ	
FR7.2	Motor driver CÓ CHỨC NĂNG điều khiển motor quay ngược chiều kim đồng hồ	
FR7.3	Motor driver CÓ CHỨC NĂNG dừng motor	
FR7.4	Motor driver CÓ CHỨC NĂNG nhận tín hiệu enable từ MCU	
FR7.5	Motor driver CÓ CHỨC NĂNG hoạt động với nguồn 12V DC cho motor	

FR8: DC MOTOR

Mã số	Mô tả	Ghi chú
FR8.1	Motor CÓ CHỨC NĂNG quay với tốc độ danh định 5 vòng/phút	
FR8.2	Motor CÓ CHỨC NĂNG được điều khiển quay với tốc độ hiệu dụng 2 vòng/phút	
FR8.3	Motor CÓ CHỨC NĂNG quay theo bước 30°	

Mã số	Mô tả	Ghi chú
FR8.4	Motor CÓ CHỨC NĂNG tự động đảo chiều khi hoàn thành một vòng 360°	
FR8.5	Motor CÓ CHỨC NĂNG mang cảm biến UDM quay quét không gian	

FR9: HỆ THỐNG TỔNG THỂ

Mã số	Mô tả	Ghi chú
FR9.1	Hệ thống CÓ CHỨC NĂNG quét liên tục không gian 360°	
FR9.2	Hệ thống CÓ CHỨC NĂNG hiển thị thông tin đồng thời trên LCD và LED dial	
FR9.3	Hệ thống CÓ CHỨC NĂNG phát hiện nhiều vật thể ở các góc khác nhau	
FR9.4	Hệ thống CÓ CHỨC NĂNG cập nhật thông tin theo thời gian thực	
FR9.5	Hệ thống CÓ CHỨC NĂNG khởi động ở vị trí reference angle 0°	

3. YÊU CẦU PHI CHỨC NĂNG (NON-FUNCTIONAL REQUIREMENTS)

3.1 YÊU CẦU HIỆU NĂNG (PERFORMANCE)

Mã số	Mô tả	Ghi chú
NFR1.1	Tốc độ quét CÓ CHỨC NĂNG là 2 vòng/phút	
NFR1.2	Tốc độ truyền dữ liệu UART CÓ CHỨC NĂNG là 9600 bps	

Mã số	Mô tả	Ghi chú
NFR1.3	Thời gian phản hồi của hệ thống CÓ CHỨC NĂNG nhỏ hơn 0.1 giây	
NFR1.4	Độ phân giải góc CÓ CHỨC NĂNG là 30°	

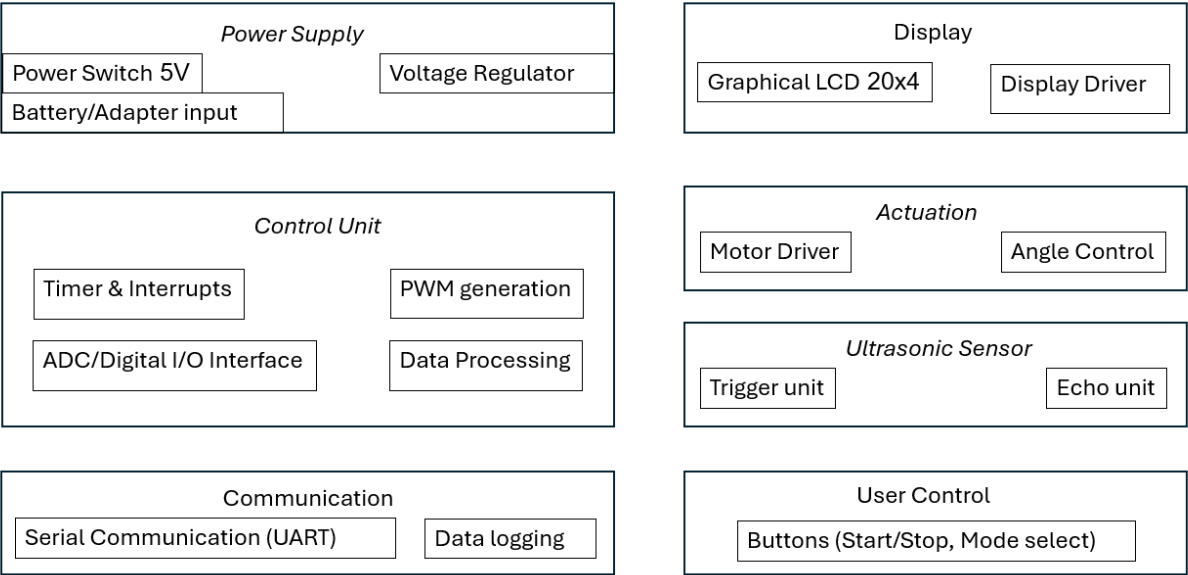
3.2 YÊU CẦU PHẦN CỨNG

Mã số	Mô tả	Ghi chú
NFR2.1	Hệ thống CÓ CHỨC NĂNG sử dụng vi điều khiển ATmega128	
NFR2.2	Hệ thống CÓ CHỨC NĂNG có màn hình LCD 20x4 ký tự	
NFR2.3	Hệ thống CÓ CHỨC NĂNG có 12 đèn LED màu đỏ bố trí theo hình đồng hồ	
NFR2.4	Hệ thống CÓ CHỨC NĂNG có motor DC tốc độ 5 vòng/phút	
NFR2.5	Hệ thống CÓ CHỨC NĂNG có buzzer piezoelectric	
NFR2.6	Hệ thống CÓ CHỨC NĂNG có crystal oscillator 12MHz	

3.3 YÊU CẦU NGUỒN ĐIỆN

Mã số	Mô tả	Ghi chú
NFR3.1	Hệ thống CÓ CHỨC NĂNG hoạt động với nguồn 5V DC cho mạch chính	
NFR3.2	Hệ thống CÓ CHỨC NĂNG yêu cầu nguồn 12V DC cho motor driver	
NFR3.3	Dòng tiêu thụ CÓ CHỨC NĂNG nhỏ hơn 500mA ở 5V	

4. SYSTEM ARCHITECTURE



5. USE CASE

Use Case Name	Ultrasonic Radar Object Detection and Display
Use Case ID	UC-RADAR-001
Scope	Hệ thống radar siêu âm dựa trên vi điều khiển ATmega128, sử dụng cảm biến HC-SR04 để phát hiện vật cản và hiển thị kết quả trên LCD/PC.
Primary Actor(s)	Người sử dụng (User) Vi điều khiển ATmega128
Stakeholders and Interests	Người sử dụng: muốn phát hiện vật cản trong phạm vi giới hạn (0–4m). Nhà phát triển: muốn hệ thống hoạt động chính xác, dễ lắp đặt. Vi điều khiển: xử lý tín hiệu thu về từ cảm biến và hiển thị kịp thời.

Use Case Name	Ultrasonic Radar Object Detection and Display
Preconditions	<p>Hệ thống được cấp nguồn đúng điện áp (5V).</p> <p>Module HC-SR04 kết nối đúng với ATmega128 (Trigger, Echo).</p> <p>LCD/PC đã được kết nối để hiển thị dữ liệu.</p>
Postconditions	<p>Khoảng cách đến vật cản được đo chính xác và hiển thị.</p> <p>Radar quét 180° và vẽ bản đồ radar theo thời gian thực.</p>
Main Flow of Events	<ol style="list-style-type: none"> 1. Người dùng bật nguồn hệ thống. 2. ATmega128 khởi động và cấu hình module HC-SR04, servo motor và LCD/PC. 3. Servo motor xoay cảm biến từ 0° đến 180°. 4. HC-SR04 gửi xung Trigger, nhận lại tín hiệu Echo. 5. ATmega128 tính toán khoảng cách dựa trên thời gian phản hồi Echo. 6. Khoảng cách được lưu trữ và gửi tới LCD/PC. 7. Kết quả hiển thị theo dạng số (LCD) hoặc đồ thị radar (PC). 8. Servo motor tiếp tục xoay và lặp lại quá trình.
Alternative Flows	<p>Nếu servo motor chỉ quét trong một góc hẹp (ví dụ 90°) thì hệ thống chỉ hiển thị radar trong phạm vi đó.</p> <p>Nếu kết nối PC không có, dữ liệu chỉ hiển thị trên LCD.</p>
Exception Flows	<ul style="list-style-type: none"> • Nếu cảm biến không nhận tín hiệu Echo → hệ thống hiển thị “No object detected” hoặc “Out of Range”.

Use Case Name	Ultrasonic Radar Object Detection and Display
	<ul style="list-style-type: none"> Nếu mất nguồn hoặc điện áp sai → hệ thống không hoạt động.
Includes	Use Case “Measure Distance with HC-SR04” Use Case “Display Data on LCD”
Extends	Có thể mở rộng để lưu dữ liệu vào thẻ nhớ SD. Có thể bổ sung kết nối không dây (Bluetooth/Wi-Fi) để gửi dữ liệu radar.
Special Requirements	Nguồn 5V ổn định. Môi trường thử nghiệm không có nhiều vật phản xạ gây nhiễu.
Assumptions	Vật thể phản xạ tốt sóng siêu âm (bề mặt cứng, không hút âm). Khoảng cách đo < 4m (theo đặc tính HC-SR04).
Notes	Radar hoạt động với tần suất đo liên tục khi servo xoay. Độ phân giải góc phụ thuộc vào bước xoay của servo.
Author	Hoàng Tiến Phát – 2212506 Nguyễn Nhật Quang – 2212746
Date	23/09/2025