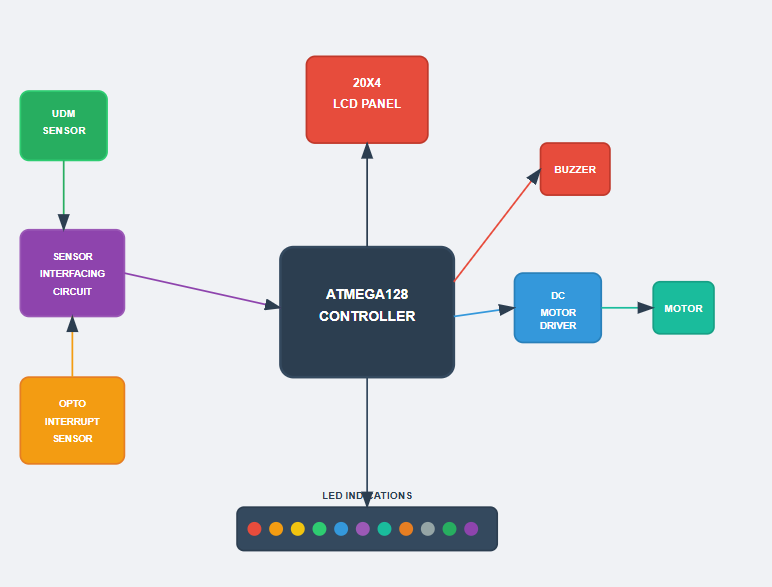
**YÊU CẦU HỆ THỐNG RADAR SIÊU ÂM DỰA TRÊN VI ĐIỀU KHIỂN**

# **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) |  |
| **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° |  |
| **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 |  |
| **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**

A screenshot of a computer program

AI-generated content may be incorrect.

# **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. |
| **Preconditions** | Hệ thống được cấp nguồn đúng điện áp (5V).  Module HC-SR04 kết nối đúng với ATmega128 (Trigger, Echo).  LCD/PC đã được kết nối để hiển thị dữ liệu. |
| **Postconditions** | Khoảng cách đến vật cản được đo chính xác và hiển thị.  Radar quét 180° và vẽ bản đồ radar theo thời gian thực. |
| **Main Flow of Events** | 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. 8. Servo motor tiếp tục xoay và lặp lại quá trình. |
| **Alternative Flows** | Nếu servo motor chỉ quét trong một góc hẹp (ví dụ 90°) thì hệ thống chỉ hiển thị radar trong phạm vi đó.  Nếu kết nối PC không có, dữ liệu chỉ hiển thị trên LCD. |
| **Exception Flows** | * Nếu cảm biến không nhận tín hiệu Echo → hệ thống hiển thị “No object detected” hoặc “Out of Range”. * 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 |