

KEYBOARD SHORTCUT

1. Introduction (Giới thiệu)

Là một thiết bị nhập liệu rút gọn phục vụ cho việc thực hiện các phím tắt và thao tác nhanh trên máy tính, thông qua bàn phím ma trận 4x4 kết hợp với hai bộ mã hóa quay (Rotary Encoder). Thiết bị cho phép người dùng kích hoạt các lệnh như sao chép, dán, mở phần mềm, điều chỉnh âm lượng hoặc phóng to-thu nhỏ chỉ với một thao tác bấm phím hoặc xoay núm.

2. Functional Requirements

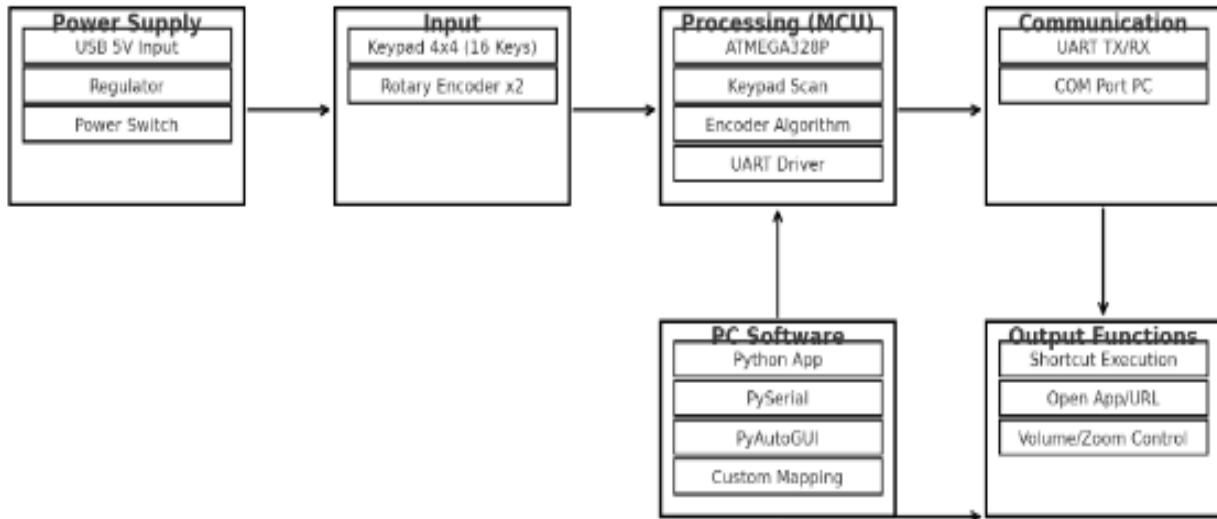
Number	Description	Note
FR1	Hệ thống phải cho phép thực hiện thao tác phím tắt nhanh trên máy tính thông qua bàn phím ma trận 4x4	
FR1.1	Mỗi phím trên bàn phím ma trận 4x4 có thể được ánh xạ (mapping) thành tổ hợp phím tùy chỉnh	
FR1.2	MCU phải thực hiện thuật toán quét bàn phím để phát hiện phím nhấn chính xác theo thời gian thực	
FR1.3	Khi người dùng nhấn phím, dữ liệu phải được gửi đến PC qua UART ngay lập tức.	
FR1.4	Python phải nhận và thực thi đúng hành động được cấu hình tương ứng với mã phím.	

FR2	Hệ thống hỗ trợ điều khiển bằng Rotary Encoder.	
FR2.1	Encoder phải nhận biết chính xác hướng xoay (clockwise/counter-clockwise)	
FR2.2	Khi xoay encoder, hệ thống phải gửi mã điều khiển tương ứng lên PC (ví dụ tăng/giảm volume, zoom in/out).	
FR2.3	Nút nhấn trên encoder phải hoạt động như phím chức năng riêng (ví dụ reset zoom hoặc mute)	
FR3	Hệ thống phải truyền dữ liệu giữa MCU và PC qua UART	
FR3.1	Tốc độ truyền dữ liệu UART phải được thiết lập ở mức 9600 baud.	
FR3.2	Dữ liệu truyền phải ở dạng mã ký tự hoặc chuỗi đơn giản để Python dễ phân tích.	
FR4	Phần mềm trên PC phải thực hiện các hành động hệ thống tương ứng.	
FR4.1	Cho phép thực hiện tổ hợp phím như: Ctrl + C, Ctrl + V, Ctrl + A, Alt + F4,...	
FR4.2	Cho phép mở ứng dụng hoặc website qua lệnh Python (subprocess hoặc webbrowser)	
FR4.3	Hỗ trợ điều khiển âm lượng hệ thống qua pyautogui (volumeup, volumedown, mute).	
FR5	Hệ thống phải cho phép tùy chỉnh chức năng các phím.	
FR5.1	Người dùng có thể chỉnh sửa trực tiếp mã Python để thay đổi hành động của từng phím	
FR5.2	Hệ thống phải dễ dàng mở rộng để thêm phím hoặc chức năng mới sau này	

3. Non – Functional Requirements

Number	Description	Note
N-FR1	Hệ thống phải có thời gian phản hồi ≤ 500 ms từ lúc người dùng thao tác đến khi lệnh được thực thi trên máy tính.	
N-FR2	Dữ liệu truyền qua UART phải ổn định, không bị nhiễu, không mất gói trong điều kiện hoạt động bình thường	
N-FR3	Chương trình Python trên PC phải hoạt động liên tục ≥ 300 giờ mà không cần khởi động lại	
N-FR4	Hệ thống phải tương thích với Windows hoặc Linux, không yêu cầu cài đặt thêm driver đặc biệt.	
N-FR5	Thiết bị phải tiêu thụ dòng điện ≤ 100 mA ở 5V để đảm bảo an toàn khi cấp nguồn qua cổng USB	
N-FR6	Kích thước mạch phải gọn, có thể đặt trên bàn làm việc mà không chiếm nhiều diện tích	
N-FR7	Các phím trên bàn phím ma trận phải có độ bền tối thiểu 50.000 lần nhấn	
N-FR8	Encoder phải vận hành mượt, không bị nhảy bước hoặc rung nhiễu khi xoay nhanh	
N-FR9	Thiết bị phải hoạt động ổn định trong dải nhiệt độ $0^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$	

4. System architecture



5. Use case modelling

Use case name	Thực hiện phím tắt bằng Keypad
Use case ID	UC01
Scope	Keyboard Shortcut System
Primary Actor	User
Stakeholder & Interest	User: muốn thao tác nhanh hơn so với dùng bàn phím hoặc chuột. Hệ thống: phải nhận và truyền tín hiệu chính xác, không châm trễ.
Preconditions	Thiết bị đã được kết nối với máy tính qua UART. Python Script đang chạy
Postconditions	Lệnh phím tắt được thực thi trên máy tính

Main Flow of Events	<ol style="list-style-type: none"> 1. User nhấn một phím trên keypad. 2. MCU quét phím và mã hóa giá trị phím. 3. MCU gửi mã phím qua UART đến PC. 4. Chương trình Python nhận mã và thực hiện tổ hợp phím tương ứng (VD: Ctrl+C, Alt+F4)
Alternative Flow	User nhấn giữ phím → hệ thống có thể thực thi hành động lặp theo thiết kế (nếu cấu hình)
Exception Flows	Nếu Python không nhận được dữ liệu UART → không có hành động nào xảy ra
Special Requirements	Thời gian phản hồi ≤ 500 ms

Use case name	Điều chỉnh thông số bằng Encoder
Use case ID	UC02
Scope	Keyboard Shortcut System
Primary Actor	User
Stakeholder & Interest	User: muốn chỉnh nhanh các giá trị như âm lượng, zoom, cuộn nội dung

Preconditions	Encoder phải được MCU đọc tín hiệu chính xác (A/B xung)
Postconditions	Thao tác điều chỉnh được thực hiện trên máy tính.
Main Flow of Events	<ol style="list-style-type: none"> 1. User xoay encoder. 2. MCU đọc hướng xoay và đếm bước xung. 3. MCU gửi ký tự điều khiển tương ứng qua UART (VD: 'X' = Volume Up). 4. Python nhận và thực thi lệnh (volumeup, zoom in/out...)
Alternative Flow	User nhấn nút trên encoder để thực hiện hành động phụ (VD: mute, reset zoom)
Exception Flows	Xung encoder nhiều → MCU sử dụng debounce logic để lọc.
Special Requirements	Tốc độ xử lý xoay nhanh không được bỏ xung.

Use case name	Tùy chỉnh chức năng phím (Custom Mapping)
Use case ID	UC03
Scope	Keyboard Shortcut System

Primary Actor	User
Stakeholder & Interest	User: muốn cá nhân hóa phím theo thói quen sử dụng.
Preconditions	User truy cập file Python để chỉnh sửa mapping.
Postconditions	Cấu hình mới được lưu và có hiệu lực ngay khi chạy lại script.
Main Flow of Events	<ol style="list-style-type: none"> 1. User mở file Python mapping. 2. User sửa mã phím → lệnh tương ứng mới. 3. Lưu file và khởi chạy lại chương trình Python. 4. Keypad hoạt động theo cấu hình mới.
Alternative Flow	Có thể lưu nhiều profile mapping để chuyển đổi.
Exception Flows	Nếu user nhập sai mã lệnh, Python có thể báo lỗi và không thực thi.
Special Requirements	File cấu hình phải đơn giản, dễ chỉnh sửa.

6. Hardware Requirements

Vì điều khiển (Atmega328P):

- MCU 8 bit,xung nhịp tối đa 20MHz,bộ nhớ flash 32KB,SRAM 2KB,EEPROM 1KB
- Số chân I/O là 23 chân,đáp ứng kết nối keypad và encoder
- Tích hợp UART để truyền dữ liệu sang PC

Keypad ma trận 4x4(16 phím)

- Sử dụng 8 chân GPIO để quét ma trận
- Điện áp tương thích MCU 3-5V
- Cấu trúc 4 hàng x 4 cột,tổng 16 phím

Rotary Encoder (2 bộ)

- Độ phân giải :khoảng 20pulses/rev
- Mỗi encoder gồm kênh A-B và nút nhấn
- Đảm bảo kết nối Encoder 1 -> PD0,PD2,PD4;Encoder 2->PD1,PD3,PD5
- Điều chỉnh nhanh các chức năng như:tăng/giảm volume;zoom in/zoom out

Button(tích hợp trong Encoder)

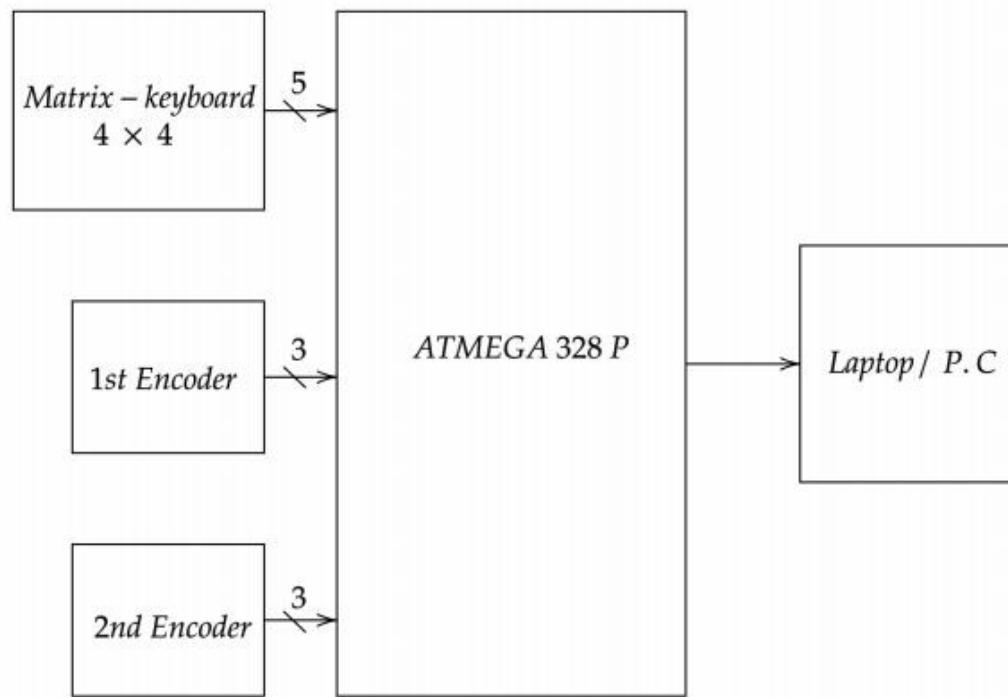
- Sử dụng cơ chế debounce để giảm nhiễu

7. Software Requirements

Firmware trên Atmega328P

- Khởi tạo cổng I/O, cấu hình các chân keypad và encoder
- Truyền dữ liệu qua UART đến PC với tốc độ 9600bps
- Thực hiện thuật toán quét bàn phím ma trận 4x4 để phát hiện phím nhấn theo thời gian thực

8. Block diagram:



Bàn phím ma trận (Matrix-keypad): Khi người dùng nhấn một phím trên bàn phím ma trận, nó sẽ gửi mã ASCII tương ứng đến vi điều khiển (MCU).

Encoder (Nút xoay Encoder): Khi xoay encoder theo chiều kim đồng hồ hoặc ngược chiều kim đồng hồ, nó sẽ gửi dữ liệu tương ứng về vi điều khiển (MCU).

Vi điều khiển (MCU) Sử dụng thư viện Encoder để xử lý dữ liệu nhận được từ encoder và xử lý dữ liệu từ cả encoder và MCU. Sau đó, truyền dữ liệu đã xử lý đến máy tính/ laptop thông qua giao tiếp UART.