

Documentação Técnica — Integração do Sistema de Esteira com Wi-Fi, LDR e FSM

1. Alterações Gerais

Item	Descrição
Inclusão de bibliotecas Wi-Fi/Web	Adicionadas WiFi.h e WebServer.h para criação do ponto de acesso e servidor HTTP.
Novos pinos físicos	Adicionados BUZZER_PIN (2), RELAY_PIN (15) e LDR_PIN (34) para controle físico.
Mudança de pinos	Os pinos 23 e 33 estavam em conflito com o teclado, sendo substituídos pelos novos pinos citados acima.
Novas variáveis globais	Criadas variáveis como esteiraLigada, metaAtingida, buzzerLigado, e variáveis de calibração do LDR.
Função verificarLDR()	Adicionada para ler o sensor LDR e incrementar a contagem automaticamente, substituindo o uso da tecla '0'.

Integração com FSM	A máquina de estados agora liga/desliga o relé e o buzzer conforme o estado da contagem.
Página Web	Implementada função paginaHTML() com HTML dinâmico e atualização via AJAX (rota /status).
Calibração dinâmica do LDR	Adicionada função calibrarLdrBase() que ajusta automaticamente o threshold de leitura.
Servidor Web	Criadas rotas: /, /status, /toggleEsteira, /buzzerToggle, /setMeta e /reset.
Loop principal unificado	Agora contém a FSM, o atendimento ao servidor e a leitura física do sensor em paralelo.

2. Integração da Máquina de Estados (FSM)

A FSM original foi mantida integralmente, com acréscimo de comandos físicos:

- Nos estados EST_CONTANDO e EST_INDEFINIDA, o relé (esteira) é ligado automaticamente.
- Ao atingir a meta (contagem \geq alvo), o relé é desligado e o buzzer é acionado.
- O LDR substitui o incremento manual por leitura analógica (analogRead(LDR_PIN)).
- Abortar contagem desliga a esteira fisicamente.

3. Interface Web e Comunicação

A interface HTML fornece controle remoto completo via navegador, com as seguintes

funcionalidades:

- Exibir contagem atual e meta configurada;
- Controlar o relé (ligar/desligar esteira);
- Ativar/desativar o buzzer;
- Definir nova meta de contagem ou resetar o sistema;
- Atualização automática de status a cada 1 segundo via rota /status (JSON).

4. Pinagem e Hardware

Componente	GPIO	Função
LCD 16x2	21, 22, 26, 27, 14, 13	Controle de exibição (modo 4 bits)
Teclado 3x4	R: 19,18,5,4 C: 25,23,33	Entrada de comandos
Buzzer	2	Sinal sonoro (ativo em HIGH)
Relé (motor da esteira)	15	Liga/desliga a esteira
LDR (sensor de luz)	34 (ADC1)	Sensor analógico para contagem

5. Funções Principais Adicionadas

verificarLDR():

Responsável por detectar passagem de camisetas usando o sensor LDR. Detecta transições de claro → escuro (HIGH → LOW) com debounce de 300 ms. Incrementa contagem e atualiza o LCD em tempo real. Quando a meta é atingida, desliga o relé e liga o buzzer.

calibrarLdrBase():

Mede o valor médio do LDR com a esteira ligada (10 leituras). Define automaticamente o limiar de detecção (ldrThreshold) com base em um fator (ldrFactor = 0.7). Evita leituras falsas devido a variações de

luminosidade ambiente.

Handlers Web:

/ → `handleRoot()` - Retorna a página HTML principal

/status → `handleStatus()` - Retorna dados em JSON com contagem, meta e status

/toggleEsteira → `handleToggleEsteira()` - Liga/desliga a esteira e calibra o LDR

/buzzerToggle → `handleBuzzerToggle()` - Liga/desliga o buzzer

/setMeta → `handleSetMeta()` - Define meta de contagem via formulário web

/reset → `handleReset()` - Zera contagem e retorna ao estado inicial

6. Loop Principal Integrado

O `loop()` agora executa três tarefas simultaneamente:

1. Atende as requisições web (`server.handleClient()`);

2. Processa entradas do teclado e atualiza a FSM;

3. Lê o LDR e atualiza a contagem em tempo real.

Além disso, mantém o buzzer sincronizado com a variável `buzzerLigado`.