



Architettura e Diagrammi VendingMonitor v8.14

Questa documentazione illustra graficamente il funzionamento del sistema VendingMonitor attraverso diagrammi esplicativi.

Versione Firmware: v8.14 (LCD Refill Feedback + Sonar Stable)

Versione App Android: v2.0 (Font migliorato + Documentazione IT)

Diagramma FSM (Finite State Machine)

La macchina a stati finiti è il cuore del sistema. Gestisce tutti i flussi operativi del distributore.

```
stateDiagram-v2
[*] --> RIPOSO: Boot Sistema

RIPOSO --> ATTESA_MONETA: Utente si avvicina\n(distanza < 40cm)
ATTESA_MONETA --> RIPOSO: Utente si allontana\n(distanza > 60cm, credito = 0)

ATTESA_MONETA --> ATTESA_MONETA: Inserimento monete\n(LDR rileva moneta)

ATTESA_MONETA --> RESTO: Timeout 30s\n(credito > 0, no conferma)
ATTESA_MONETA --> RESTO: Annulla manuale\n(pulsante o BLE cmd 9)

ATTESA_MONETA --> EROGAZIONE: Conferma acquisto\n(credito ≥ prezzo, BLE cmd 10)

EROGAZIONE --> ATTESA_MONETA: Prodotto erogato\n(credito residuo > 0)
EROGAZIONE --> RIPOSO: Prodotto erogato\n(credito = 0)

RESTO --> RIPOSO: Resto completato\n(credito = 0)

RIPOSO --> ERRORE: Temperatura alta\n(temp ≥ 28°C)
ATTESA_MONETA --> ERRORE: Temperatura alta\n(temp ≥ 28°C)

ERRORE --> RIPOSO: Temperatura OK\n(temp < 28°C)

note right of RIPOSO
    LED: Verde
    LCD: "VENDING IoT"
    Sonar: campiona ogni 500ms
end note

note right of ATTESA_MONETA
    LED: Colore prodotto
    - Ciano: Acqua
    - Magenta: Snack
    - Giallo: Caffè
    - Verde: The
    Sonar: campiona ogni 5s
```

```

end note

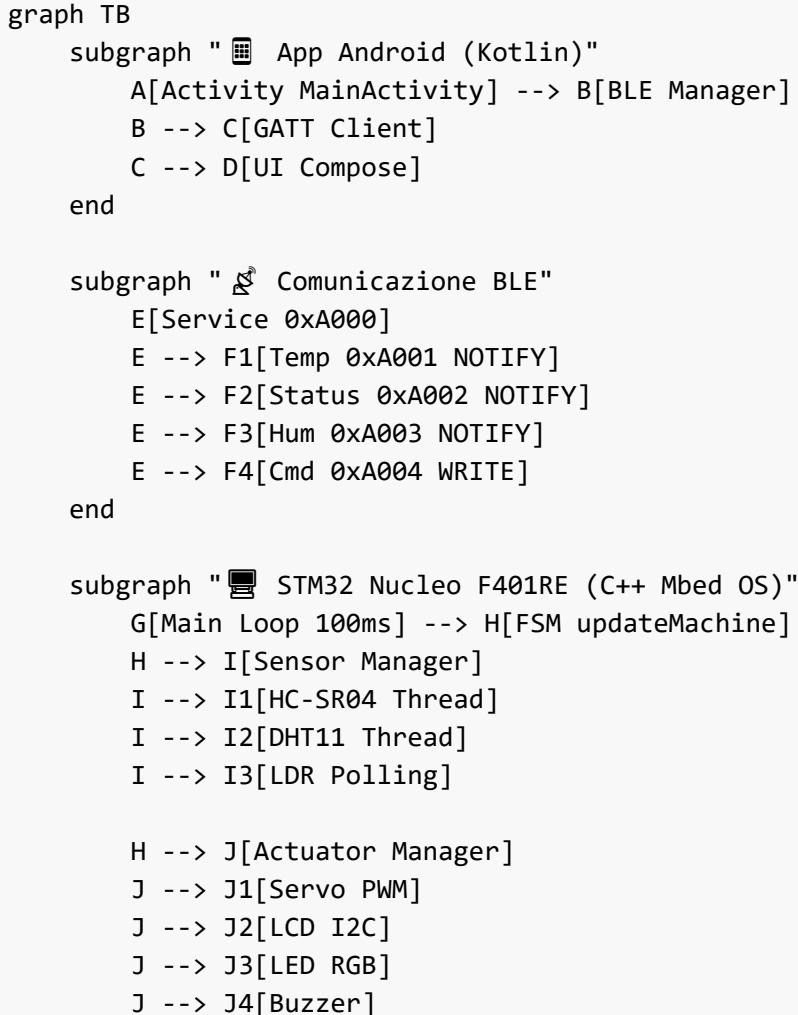
note right of EROGAZIONE
    Servo: Attivo (90°→0°→90°)
    Buzzer: Suona
    Scorte: Decrementa
    Credito: Scala prezzo
end note

note right of RESTO
    Buzzer: Suona 2 volte
    Credito: Reset a 0
    LCD: "Resto: X EUR"
end note

note right of ERRORE
    LED: Rosso
    LCD: "ERRORE TEMP!"
    Sistema: Bloccato
end note

```

Architettura Sistema



```
H --> K[BLE Service]
K --> L[GATT Server]
end
```

```
C -.BLE.-> L
L -.NOTIFY.-> C
```

```
style A fill:#4CAF50
style G fill:#2196F3
style E fill:#FF9800
```

Flusso Operativo Utente

```
sequenceDiagram
```

```
actor U as  Utente
participant S as  HC-SR04
participant F as  FSM
participant L as  LCD
participant LDR as  LDR
participant BLE as  BLE
participant APP as  App
participant SERVO as  Servo
```

Note over F: STATO: RIPOSO

U->>S: Si avvicina (< 40cm)

S->>F: distanza = 25cm

F->>F: RIPOSO → ATTESA_MONETA

F->>L: "Ins.Mon x ACQUA"

Note over F: LED: Ciano

U->>APP: Seleziona "SNACK"

APP->>BLE: Cmd 0x02

BLE->>F: idProdotto = 2

F->>L: "Ins.Mon x SNACK"

Note over F: LED: Magenta

U->>LDR: Inserisce moneta 1

LDR->>F: LDR > 25% (3 campioni)

F->>F: credito = 1 EUR

F->>BLE: STATUS [1, 1, 5, 5, 5, 5]

BLE->>APP: Aggiorna credito

U->>LDR: Inserisce moneta 2

LDR->>F: LDR > 25%

F->>F: credito = 2 EUR

F->>L: "Premi CONFERMA!"

F->>BLE: STATUS [2, 1, 5, 5, 5, 5]

BLE->>APP: Aggiorna credito

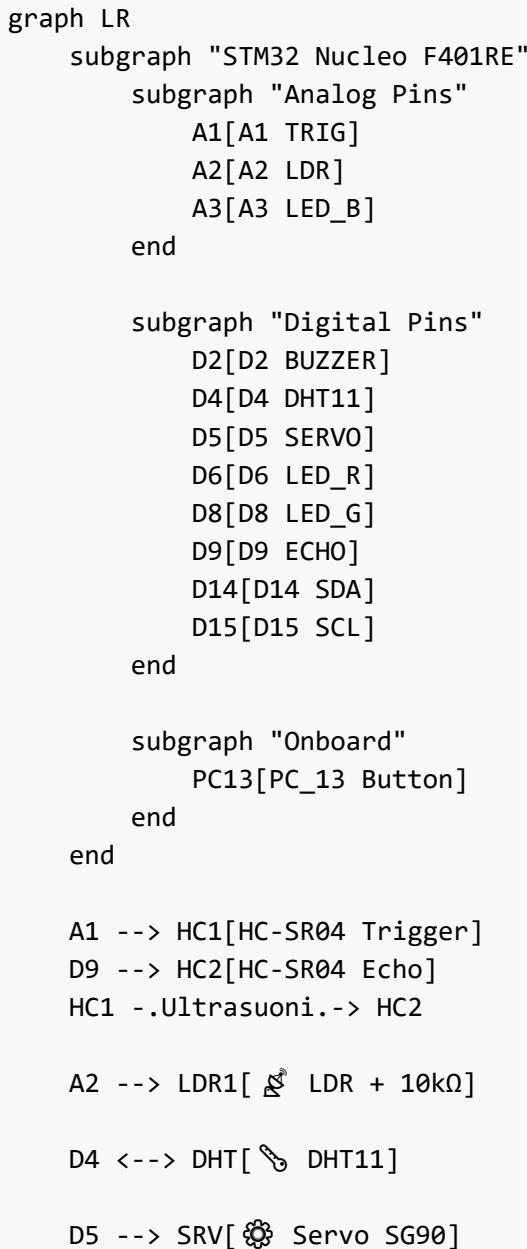
```

U->>APP: Preme "CONFERMA"
APP->>BLE: Cmd 0x0A
BLE->>F: Conferma acquisto
F->>F: ATTESA_MONETA → EROGAZIONE
F->>SERVO: Attiva (90° → 0° → 90°)
Note over SERVO: Buzzer suona
F->>F: scorte[2]--
F->>F: credito = 0
F->>L: "SNACK erogato!"

F->>F: EROGAZIONE → RIPOSO
F->>L: "VENDING IoT"
Note over F: LED: Verde

```

💡 Architettura Hardware Pins



D2 --> BUZ[Buzzer]

D6 --> LEDR[LED R]

D8 --> LEDG[LED G]

A3 --> LEDB[LED B]

D14 --> LCD1[LCD I2C SDA]

D15 --> LCD2[LCD I2C SCL]

PC13 --> BTN[Annulla]

style HC1 fill:#FF5722

style DHT fill:#4CAF50

style SRV fill:#2196F3

style LDR1 fill:#FFC107

⚡ Timing e Performance

```
gantt
    title Ciclo Operativo Sistema (1 secondo)
    dateFormat X
    axisFormat %L ms

    section Main Loop
        Kick Watchdog      :0, 1
        Leggi LDR          :1, 5

    section Sonar (RIPOSO)
        Campiona Distanza :10, 80
        Filtro Anti-Spike :90, 10

    section Sonar (ATTESA_MONETA)
        Idle (ogni 5s)     :0, 100

    section DHT11 Thread
        Lettura Temp/Hum   :500, 200

    section Display
        Update LCD         :100, 20
        Log Seriale (ogni 2s) :200, 5

    section FSM
        updateMachine (100ms) :0, 5
        updateMachine (100ms) :100, 5
        updateMachine (100ms) :200, 5
        updateMachine (100ms) :300, 5
        updateMachine (100ms) :400, 5
        updateMachine (100ms) :500, 5
        updateMachine (100ms) :600, 5
        updateMachine (100ms) :700, 5
```

```
updateMachine (100ms) :800, 5  
updateMachine (100ms) :900, 5
```

█ Algoritmo Filtro Anti-Spike Asimmetrico

```
flowchart TD  
    A[Inizio leggiDistanza] --> B[Campiona 5 volte]  
    B --> C{Campioni validi > 0?}  
  
    C -->|NO| D[Return ultimaDistanzaValida]  
    C -->|SI| E[Calcola media campioni]  
  
    E --> F{media < ultimaDist - 150cm?}  
  
    F -->|SI| G[ SPIKE NEGATIVO  
    Return ultimaDistanzaValida]  
    F -->|NO| H[ VALIDO  
    Aggiorna ultimaDistanzaValida]  
  
    H --> I[Return media]  
  
    G --> J[Fine]  
    D --> J  
    I --> J  
  
    style G fill:#f44336,color:#fff  
    style H fill:#4CAF50,color:#fff  
    style D fill:#FF9800,color:#fff  
  
    note1[Esempio ACCETTATO:  
    17cm → 150cm  
    media=150 > 17-150=-133]  
    note2[Esempio BLOCCATO:  
    200cm → 10cm  
    media=10 < 200-150=50]  
  
    F -.-> note1  
    F -.-> note2
```

█ Gestione Scorte

```
stateDiagram-v2  
    [*] --> ScortePiene: Boot/Rifornimento  
  
    ScortePiene --> ScorteDisponibili: Erogazione prodotto  
    ScorteDisponibili --> ScortePiene: Comando BLE 11  
    ScorteDisponibili --> ScorteDisponibili: Erogazione prodotto
```

```

ScorteDisponibili --> ScorteEsaurite: scorte[i] = 0

ScorteEsaurite --> ScorteDisponibili: Comando BLE 11

    note right of ScortePiene
        Array: [0, 5, 5, 5]
        Tutti prodotti disponibili
        Selezione abilitata
    end note

    note right of ScorteDisponibili
        Array: [0, 3, 2, 5, 4]
        Alcuni prodotti disponibili
        Selezione abilitata
    end note

    note right of ScorteEsaurite
        Array: [0, 0, 2, 5, 4]
        Prodotto esaurito
        Selezione BLOCCATA
        LCD: "PRODOTTO ESAURITO!"
    end note

```

Sicurezza e Validazioni

```

flowchart TD
    A[Comando BLE ricevuto] --> B{Comando valido?}
    1-4, 9, 10, 11}

    B -->|NO| C[ IGNORA
    Log: SECURITY]
    B -->|SI| D{Tipo comando?}

    D -->|1-4|
    Selezione| E{Scorte disponibili?}
    D -->|9|
    Annulla| F{credito > 0?}
    D -->|10|
    Conferma| G{Validazione tripla}
    D -->|11|
    Rifornimento| H[ Reset scorte MAX]

    E -->|NO| I[ BLOCCA
    Log: STOCK esaurito]
    E -->|SI| J[ Seleziona prodotto
    Cambia LED]

    F -->|NO| K[ IGNORA]
    F -->|SI| L[ Vai a RESTO]

```

```

G --> G1{stato = ATTESA_MONETA?}
G1 -->|NO| M[] RIFIUTA
stato invalido]
G1 -->|SI| G2{credito ≥ prezzo?}
G2 -->|NO| N[] RIFIUTA
credito insufficiente]
G2 -->|SI| G3{"scorte > 0?"}
G3 -->|NO| O[] BLOCCA
scorte esaurite]
G3 -->|SI| P[] Vai a EROGAZIONE]

style C fill:#f44336,color:#fff
style I fill:#f44336,color:#fff
style K fill:#f44336,color:#fff
style M fill:#f44336,color:#fff
style N fill:#f44336,color:#fff
style O fill:#f44336,color:#fff

style J fill:#4CAF50,color:#fff
style L fill:#4CAF50,color:#fff
style P fill:#4CAF50,color:#fff
style H fill:#4CAF50,color:#fff

```

Ottimizzazioni v8.14 (Versione Finale)

LDR Spike Detection Adattivo (v8.9)

Parametro	Prima (v8.8)	Dopo (v8.9)	Beneficio
Baseline	Fisso	EMA dinamico	<input checked="" type="checkbox"/> Adatta a luce ambiente
Soglia	Assoluta 25%	Relativa +20%	<input checked="" type="checkbox"/> Funziona con qualsiasi luce
Reset	15% fisso	+5% baseline	<input checked="" type="checkbox"/> Anti-flickering

Algoritmo EMA (Exponential Moving Average):

```

ldrBaseline = ((100 - α) * ldrBaseline + α * ldr_val) / 100
// α = 10 (aggressività aggiornamento)

```

Sonar HC-SR04 Stabilizzato (v8.13-v8.14)

Fix	Problema	Soluzione	Impatto
echoDuration reset	Valori obsoleti	<code>echoDuration = 0</code> prima di ogni misura	<input checked="" type="checkbox"/> Letture affidabili
Timing ottimale	Timeout ISR	Trig 10µs, timeout 15ms, no pause	<input checked="" type="checkbox"/> Nessun timeout
Posizionamento	"6cm fissi"	Sensore lontano da tavolo	<input checked="" type="checkbox"/> Range 15-150cm

LCD Feedback Completo (v8.10-v8.14)

Evento	Messaggio LCD	Durata	Versione
BLE Connect	"BLE CONNESSO! / App collegata"	1.5s	v8.10
BLE Disconnect	"BLE DISCONNESSO / App scollegata"	1.5s	v8.10
Prodotto Confirm	"Conf. x ACQUA!" (nome prodotto)	-	v8.10
Rifornimento	"RIFORNIMENTO... → OK! / Scorte: 5/5/5/5"	2.8s	v8.14

Log Seriale Compatto (v8.7)

Prima (v8.5):

```
[STATUS] VendingMonitor v8.5 - Monitor Variabili Principali
STATO FSM: ATTESA_MONETA
CREDITO: 2 EUR
...
```

12 righe verticali

Dopo (v8.14):

```
[STATUS] BLE:ON | ATTESA_MONETA | €2 | P1@1EUR | LDR:47%(B:45 Δ:+2) | DIST:35cm |
T:22°C H:48% | A5 S4 C5 T5
```

1 riga orizzontale con info baseline LDR (riduzione 92% spazio)

👉 Conclusioni

Questo sistema dimostra:

- **FSM robusto** con gestione completa stati ed eventi
- **Comunicazione BLE** bidirezionale (comandi + notifiche)
- **Algoritmi adattivi** (LDR spike detection EMA, sonar stabile)
- **UX eccellente** (LCD feedback completo, auto-refund, indicatori scorte)
- **Validazioni di sicurezza** su scorte, credito, stati
- **Performance ottimali** (loop 100ms, watchdog 10s, log compatto)

Versione Firmware: v8.14 (LCD Refill Feedback + Sonar Stable)

Versione App: v2.0 (Font migliorato + Documentazione IT)

Autore: Marco Santoro

Data: 2026-01-06

