



# FleXiLift – Sistema di Monitoraggio IoT per Sollevatori Industriali

## Introduzione

**FleXiLift** è un progetto formativo nato con l'obiettivo di esplorare e rendere accessibile la tecnologia **IoT** per applicazioni industriali.

Realizzato con componenti hardware essenziali e codice sviluppato in autonomia nel tempo libero, il sistema simula il comportamento di un sollevatore industriale, offrendo un **monitoraggio in tempo reale** sia su **display locale** che via **web**.

Un prototipo completamente funzionante, sviluppato in ambiente “garage”, che dimostra come sia possibile progettare soluzioni intelligenti con **costi contenuti** e un approccio **open source**.

---

## Componenti Hardware Utilizzati

- **ESP32 (LILYGO T-Display S3)**

Microcontrollore WiFi + Bluetooth con display TFT integrato da 1,9”.

- **Display TFT LCD**

Visualizzazione diretta dello stato operativo, altezza simulata e conferma invio dati.

- **Connessione WiFi 2.4GHz**

Per l'invio dei dati in tempo reale alla piattaforma cloud.

- **Cavi jumper e breadboard**

Collegamento semplice e modulare dei componenti.

- **(Opzionale) Batteria ricaricabile**








Alimentazione in mobilità tramite batteria Li-Po (non inclusa in questa fase).

- **(Predisposto) Sensore VL53L1X/VL53L0X**




Sensore Time-of-Flight per misurazione laser precisa dell'altezza (attualmente simulata).



---

## **Funzionalità Attualmente Operative**

-  Rilevazione in tempo reale dello stato operativo del sollevatore (Occupato/Libero)
  -  Simulazione ciclica dell'altezza da terra (0–200 cm)
  -  Visualizzazione dei dati sul display integrato
  -  Dashboard web con storico aggiornato e visualizzazione dell'altezza
  -  Timestamp sincronizzati tramite NTP
  -  Invio dati in tempo reale su Firebase Realtime Database
  -  Accesso tramite PWA, con layout minimale, fluido e responsive
- 

## **Obiettivi Futuri**

-  Collegamento del sensore VL53L1X per misurazioni fisiche reali (già predisposto)
-  Integrazione con moduli di machine learning per analisi predittiva
-  Notifiche in tempo reale per anomalie operative

-  Aggiunta di batteria ricaricabile per una portabilità completa
  -  Integrazione con sistemi gestionali avanzati (ERP/MES) per applicazioni industriali
- 

## Modalità di Accesso

Il sistema è attualmente in **modalità test**: i dati sono disponibili solo durante le sessioni attivate manualmente dallo sviluppatore.

La **Progressive Web App (PWA)** pubblicata su GitHub Pages consente di visualizzare:

- Lo stato del sollevatore in tempo reale
  - L'altezza simulata
  - Uno storico aggiornato dinamicamente dal cloud
- 

## Architettura Software

- Programmazione in **C++** su **Arduino Framework**
- **Firebase ESP Client** per comunicazione con il database
- **Libreria NTP** per sincronizzazione oraria
- **Firebase Realtime Database** (cloud)
- **HTML, CSS e JavaScript** per la Progressive Web App
- **GitHub Pages** per la distribuzione web della PWA

---

## Prospettive di Sviluppo

- Attivazione del sensore VL53L1X per misurazioni reali (già predisposto)
- Espansione del sistema a più sollevatori con dashboard centralizzata
- Aggiunta di analisi predittiva e notifiche smart per manutenzione preventiva
- Integrazione con piattaforme secondo lo standard Industria 5.0



## Nota Tecnica

La simulazione attuale è progettata per emulare il comportamento del sensore fisico, riducendo tempi e costi di test.

Nei progetti complessi, l'uso di simulatori rappresenta un asset strategico per evitare errori progettuali e ottimizzare il ciclo di sviluppo.

---

## Licenza

### MIT License

© Alessandro Pezzali 2025

**Piattaforma ufficiale:** [pezzaliapp.com](https://pezzaliapp.com)

Il progetto è distribuito con licenza **MIT** per favorire la collaborazione, il riutilizzo aperto e lo sviluppo continuo da parte della community e di aziende interessate.



Tutti i file (sketch, PWA, risorse grafiche) sono pubblicati su **GitHub** e possono essere utilizzati liberamente per scopi educativi o applicazioni industriali.

Sviluppato “in the garage”, in puro stile DIY, ogni sera e nel fine settimana, con passione e competenze multidisciplinari.

---