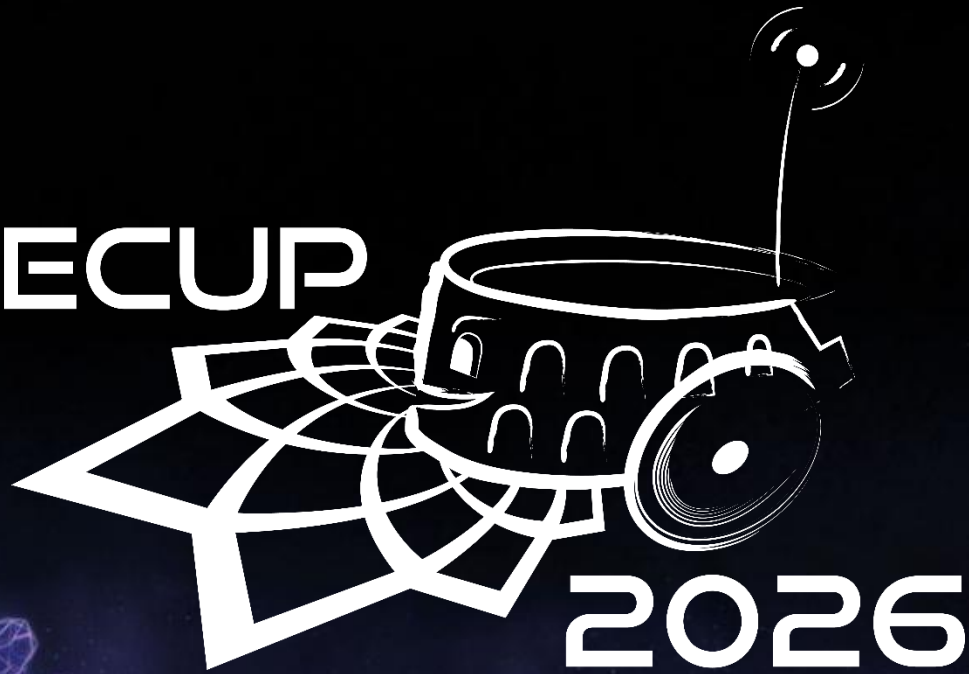


ROME CUP



Marconi ROV Explorer

MareBot

I.I.S. «G. Marconi» Nocera Inferiore (SA)

Università di Firenze

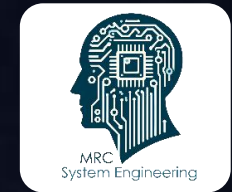


TEAM MRC System Engineering

I.I.S. «Guglielmo Marconi» Nocera Inferiore (SA)

CLASSI V

- Carmine Miranda
- Cristian Calianno
- Vincenzo Iaquinandi
- Christian Cimino



Sistema MRC - Introduzione

Il problema

Monitoraggio della Posidonia Oceanica come indicatore della salute del MARE

La soluzione

Marconi Rov Explorer

Il sistema ideato è un rover sottomarino semi-automatico che, ricorrendo alle tecnologie ***IoT*** e ***AI***, consente l'esplorazione del piano infralitorale (profondità 10–12 m), il monitoraggio dello stato di “***salute***” della ***Posidonia Oceanica*** e il riconoscimento di ***microplastiche*** e ***macro plastiche*** disperse nell'ambiente marino.



Sistema MRC - Introduzione

La Posidonia oceanica, oggi quasi scomparsa nelle zone influenzate dalla presenza di attività antropica, è abbondantemente presente all'interno dell'**Area Marina del Cilento (SA)** e in una piccola baia alle spalle del porto di **Cetara (SA)**, occupando estese superfici e offrendo riparo ad una quantità notevole di specie animali e vegetali. Queste aree presentano condizioni ottime per l'insediamento rappresentando l'habitat ideale per la crescita di questa importantissima pianta del **Mar Mediterraneo**

Le *praterie di Posidonia* sono considerate dalla **Comunità Europea** un ecosistema prioritario (*direttiva n° 43/92 CEE "conservazione degli habitat naturali e semi-naturali e della flora e della fauna selvatiche"*) ed un ottimo bioindicatore:

inquinamento, mancanza di ossigeno, azioni umane (ancoraggio, pesca), e specie aliene possono causarne la regressione: quando questo avviene, significa che il nostro MARE ha bisogno di aiuto.



Sistema MRC - Introduzione

*Come le piante terrestri anche la **Posidonia Oceanica** perde le foglie in autunno e queste vengono trasportate dalle onde sulla spiaggia, dove si formano le cosiddette **banquettes di Posidonia**, percepite come un elemento detrattore, che incide negativamente sulla fruizione della battigia da parte dei bagnanti.*

Negli anni la questione è stata affrontata con misure tampone spesso interrando le foglie sugli stessi arenili.



Sistema MRC - Introduzione

Grazie all'impegno del **Comune** di Pollica, nel **Parco Nazionale del Cilento**, si è trovata una soluzione sostenibile del problema:

*un impianto di energia rinnovabile alimentato dalla **pianta marina endemica del Mediterraneo**, il primo in **Europa**.*

Si tratta di un impianto in grado di garantire la produzione di circa 1,3 milioni di Kwh/anno alimentato dalla **Posidonia** prelevata dalle spiagge all'inizio della stagione estiva, dopo che avrà completato la sua funzione antierosione



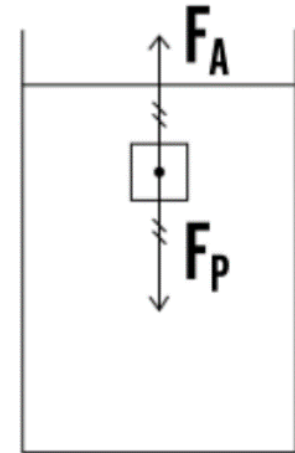
Sistema MRC - Introduzione

MRE è un sistema automatico a basso consumo energetico, basato su tecnologie **IoT** e **AI**, che, grazie a un insieme di sensori e a un **CONTROLLORE**, consente il monitoraggio della **Posidonia Oceanica**, bioindicatore dell'ambiente marino, e delle **micro** e **macro plastiche**; è costituito da uno scafo progettato da noi utilizzando componenti leggeri caratterizzato da due pannelli in **FOREX** da 10 mm, opportunamente forati, e da distanziatori in profilo di alluminio estruso a V 20x20 mm.

Il **ROV (Remotely Operated Vehicles)** è stato progettato in modo da garantire una galleggiabilità positiva che gli consenta di muoversi liberamente nell'acqua e tornare in superficie in caso di guasto del blocco di alimentazione o dei propulsori anche senza ricorrere al sistema di recupero di emergenza costituito dal cordone ombelicale.

*La galleggiabilità di un corpo in acqua marina è determinata sostanzialmente dal **Principio di Archimede**. Questo principio afferma che un oggetto immerso in un fluido riceve una spinta verso l'alto pari al peso del fluido spostato dall'oggetto.*

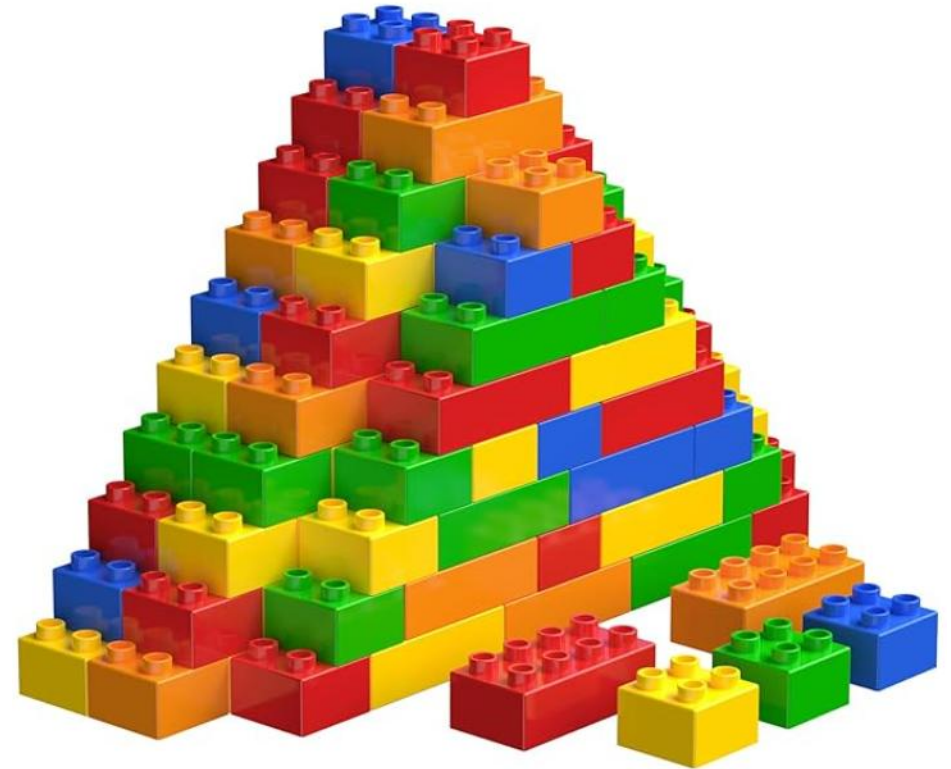
$$F_A = F_p$$



Sistema MRC - Introduzione

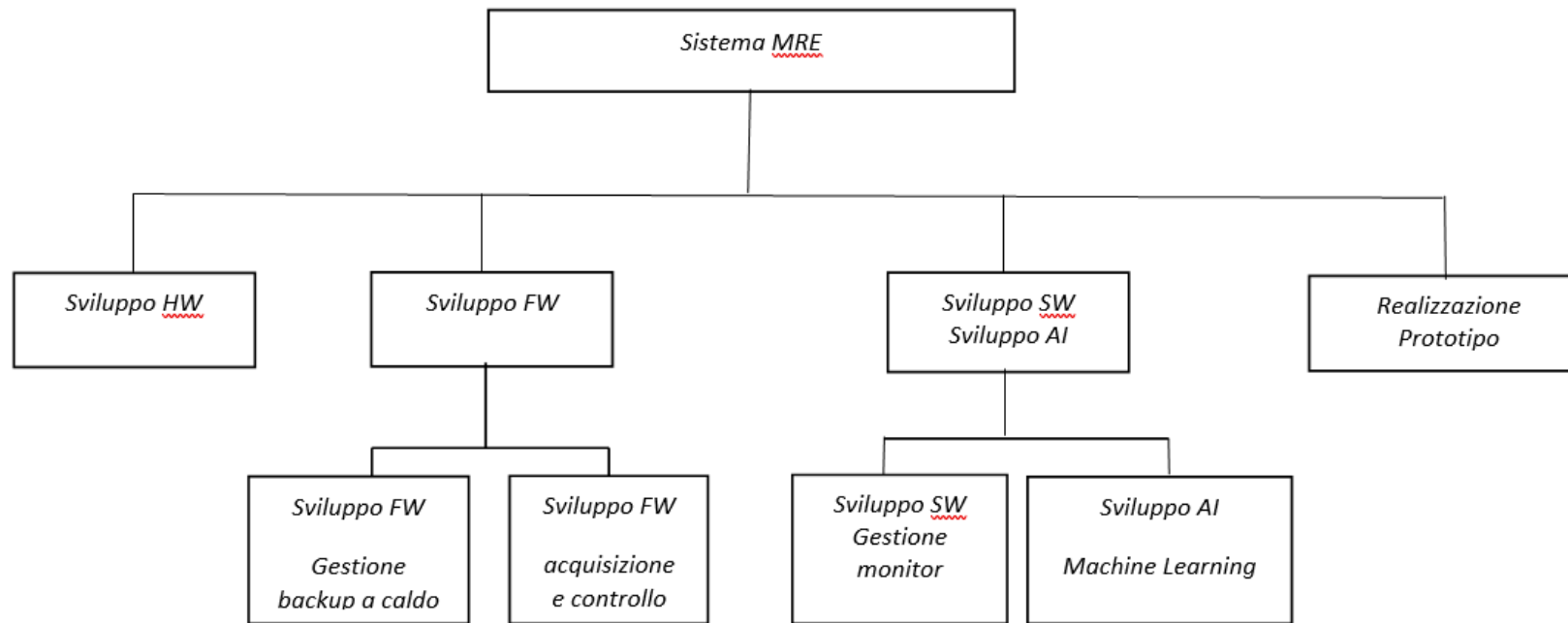
Il sistema è composto dai seguenti elementi funzionali:

- ROV
 - *Sistema di comunicazione ROV con CONSOLE*
 - *Sistema di controllo – NUCLEO F401 RE*
 - *Telecamera AI*
 - *Sistema di sensori*
 - *Contenitore stagno*
- CONSOLE
 - *Sistema di controllo – NUCLEO F401 RE*
 - *Gestione monitor - RASPBERRY*
 - *Sistema di comunicazione CONSOLE <> ROV*
 - *Gestione joystick per la navigazione del ROV*
 - *Protocollo di comunicazione*



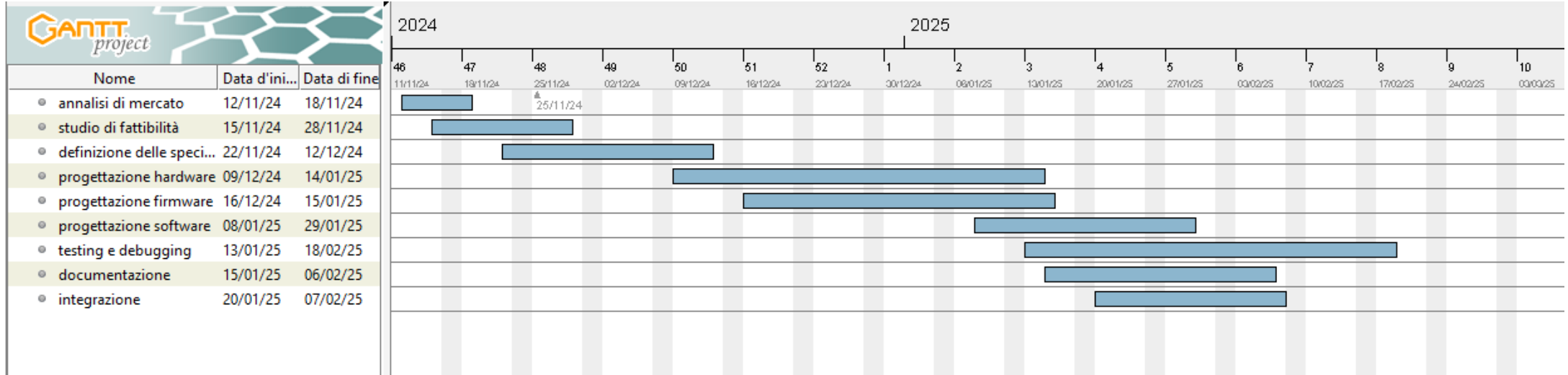
L'organizzazione

WORK BREAKDOWN STRUCTURE (WBS)



L'organizzazione

DIAGRAMMA DI GANTT

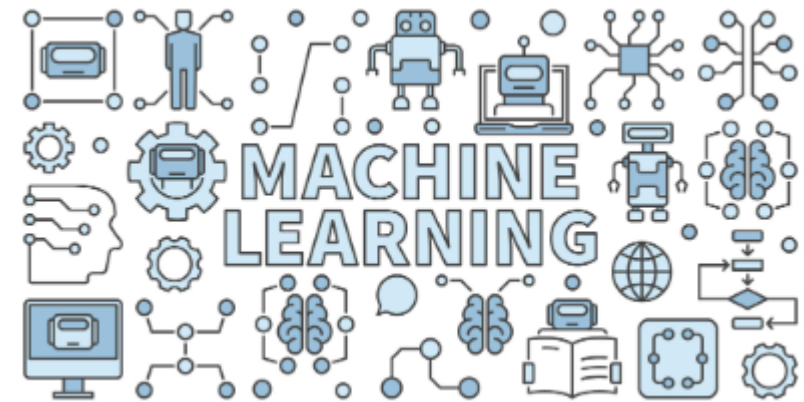


Il Sistema

Il sistema prevede un blocco di sensori disposti all'interno e all'esterno del contenitore stagno che consentono il monitoraggio della *Poseidonia Oceanica*, della presenza di *plastiche e microplastiche* nell'ambiente marino (telecamera con applicazione di *Machine Learning*) e la concentrazione di indicatori della qualità dell'acqua quali:

I sensori utilizzati sono:

- *temperatura;*
- *acidità;*
- *salinità;*
- *turbidità;*
- *Pressione.*



Il Sistema

Per garantirne una manovrabilità e un controllo preciso del **ROV** in ambiente subacqueo sono stati utilizzati sei propulsori brushless stagni con **ESC bidirezionale** alimentati con batterie LIP0. *acqua circostante è un efficiente sistema di raffreddamento per il motore brushless, ai a dissipare il calore generato durante il funzionamento. Questo è particolarmente vantaggioso in applicazioni ad alta potenza sott'acqua.*

I due propulsori verticali, posizionati sul telaio simmetricamente rispetto al centro di massa dello scafo, consentono un controllo preciso delle fasi di **immersione, emersione e stazionamento**.

*I quattro propulsori per il movimento orizzontale sono stati disposti a **45°** tra loro, nella parte bassa dello scafo e in una configurazione a **X** vista dall'alto, per ottenere una buon manovrabilità omnidirezionale ed efficiente nel piano orizzontale.*



Il Sistema

In particolare ricorrendo ad azionamenti opportunamente combinati dei quattro motori si riescono a garantire i seguenti controlli:

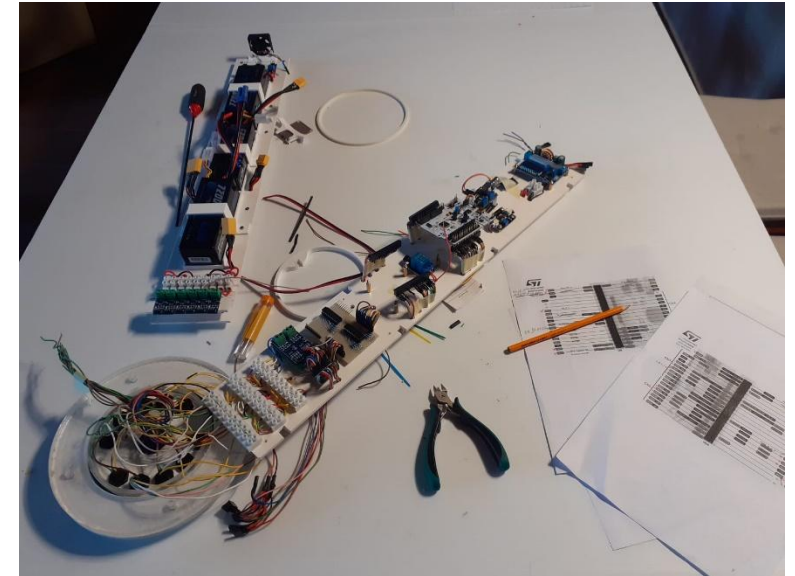
- **Movimento avanti/indietro e laterale:** azionando i motori in modo coordinato, il **ROV** può muoversi in qualsiasi direzione orizzontale;
- **Controllo dell'Imbardata:** azionando i motori opposti nella "X" con forze differenziali, si crea una coppia che fa ruotare il ROV attorno al suo asse verticale (yaw);
- **Efficienza di Spinta:** Sebbene una parte della spinta di ogni motore sia "sprecata" nella componente laterale quando si desidera solo avanzare o indietreggiare, questa perdita è compensata dalla maggiore manovrabilità;
- **Stazionamento Preciso:** La capacità di generare spinta in tutte le direzioni orizzontali è cruciale per mantenere la posizione del ROV in presenza di correnti, una caratteristica importante per l'ispezione e la raccolta dati stabili.



Il Sistema

Sullo scafo è stato ancorato un involucro stagno, da noi progettato e realizzato, costituito da un tubo di **PLEXIGLASS** trasparente chiuso alle due estremità con due boccaporti stagni (in **PLEXIGLASS** da noi progettati) in cui è stata alloggiata l'intera circuiteria di monitoraggio e controllo del ROV, ancorata su due piastre di **FOREX** da 5 mm poste a sandwich al cui interno sono stati passati i cavi del cablaggio.

Si è scelto un contenitore cilindrico perché è una forma che offre un buon compromesso tra capacità, resistenza alla pressione ed economicità di costruzione.



Il Sistema

Il problema più delicato da risolvere è stato quello di rendere stagno e ispezionabile il contenitore sottoposto a pressione esterna; tra le varie soluzioni possibili abbiamo scelto la tenuta tramite '**o-ring**', anelli di gomma cosiddetti per la loro sezione circolare, posti tra le parti terminali del tubo di **PLEXIGLASS** e i due boccaporti da sigillare.

L'accoppiamento tra **boccaporti** e **cilindro** è stato effettuato con flangia con innesto concentrico con guarnizione **o-ring**.

Gli **o-ring** sono contenuti in gole ricavate sul boccaporto; quando i boccaporti sono inseriti, gli anelli devono riempire le gole e premere sulla superficie interna del tubo.

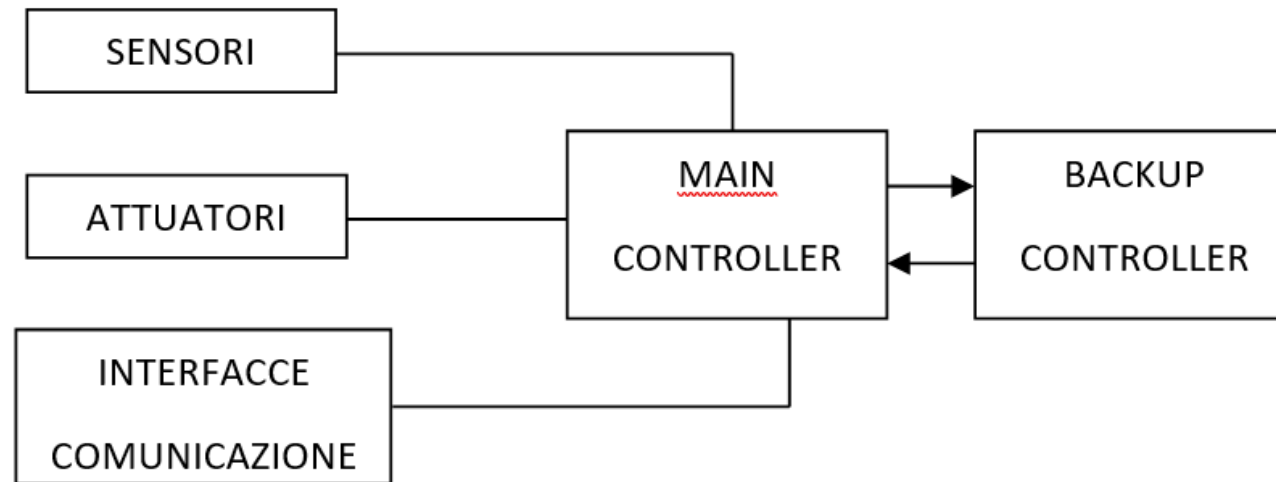
La pressione è garantita da quattro tiranti costituiti da profili in alluminio estruso a V 20 x 20 mm.

Per la prossima versione prevediamo l'inserimento di una cupola stagna entro cui alloggiare la telecamera con sistema di pan e tilt.



Il Sistema

Il sistema è dotato di una scheda di **Backup a caldo** che lavora in parallelo alla scheda principale e verifica in continuazione, con uno specifico **thread**, l'esistenza in vita della scheda di controllo principale. Nel caso di un **failure** della scheda principale, il sistema è progettato per consentire alla scheda di backup di prendere automaticamente il controllo delle operazioni.



Il Sistema

Il controllo della navigazione viene effettuato, in modo semi-automatico, da un **Pilota** che, in superficie, utilizza una **Console**, da noi progettata e realizzata, equipaggiata con un **monitor da 7 pollici** (per le riprese della telecamera e per la visualizzazione dei parametri misurati dal **ROV**), **due joystick** (uno per controllo dell'immersione ed uno per la navigazione orizzontale), una scheda **Nucleo F401 RE** con funzioni di controller e gestione comunicazioni con il **ROV**, un **RASPBERRY** per la gestione del monitor e della telecamera, una batteria **LIPO 7,4 V** e un **DC-DC Converter**.



Il Sistema

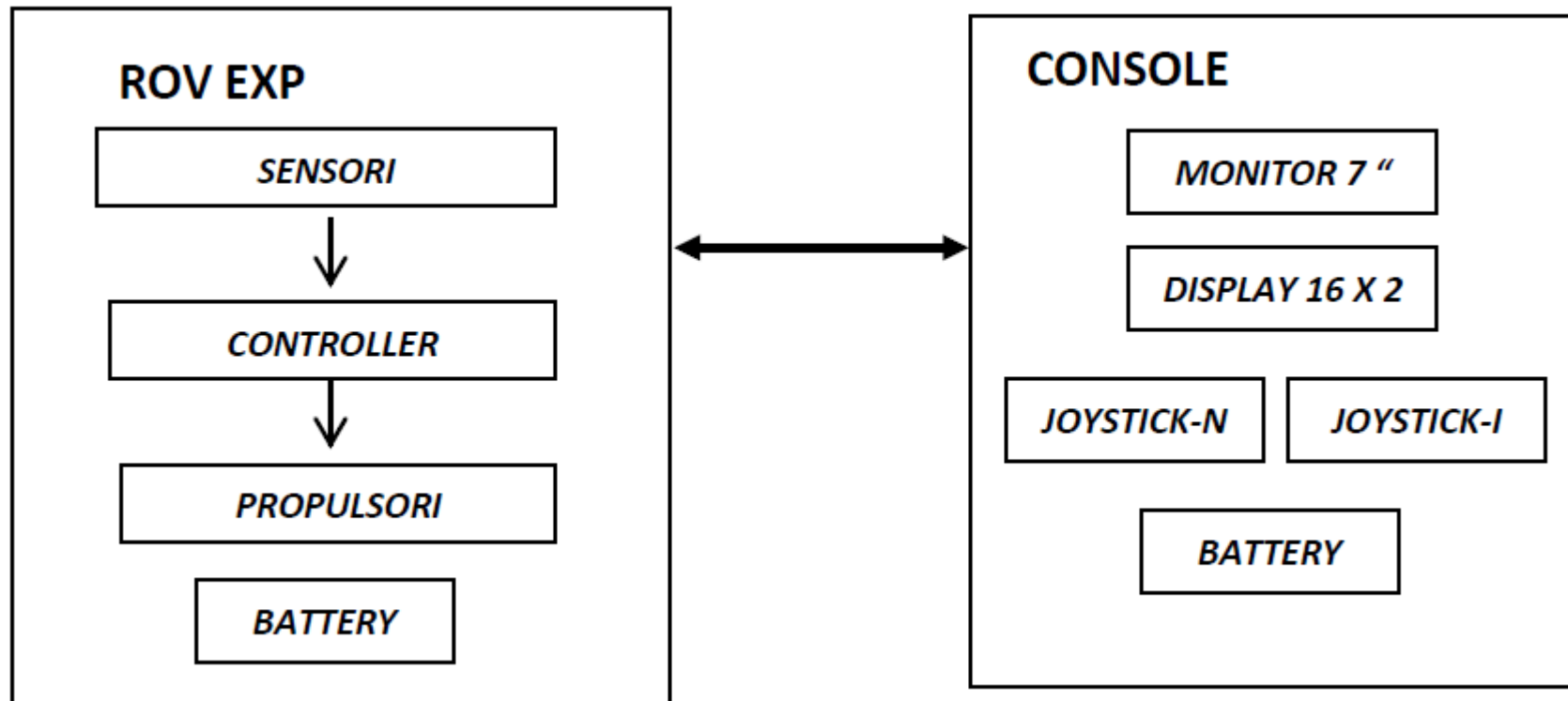
In occasione del 150° della nascita di **Guglielmo Marconi** (25 aprile 1874), in suo ricordo, è stato inserito un canale di comunicazione di emergenza con il **ROV** che usa il codice **MORSE** e un **display 16x2** per visualizzare i messaggi.

In questo modo l'operatore, tramite **Tasto Morse**, può inviare sul canale di emergenza dei comandi in codice **Morse** a cui il **ROV** risponde sempre con il medesimo codice.



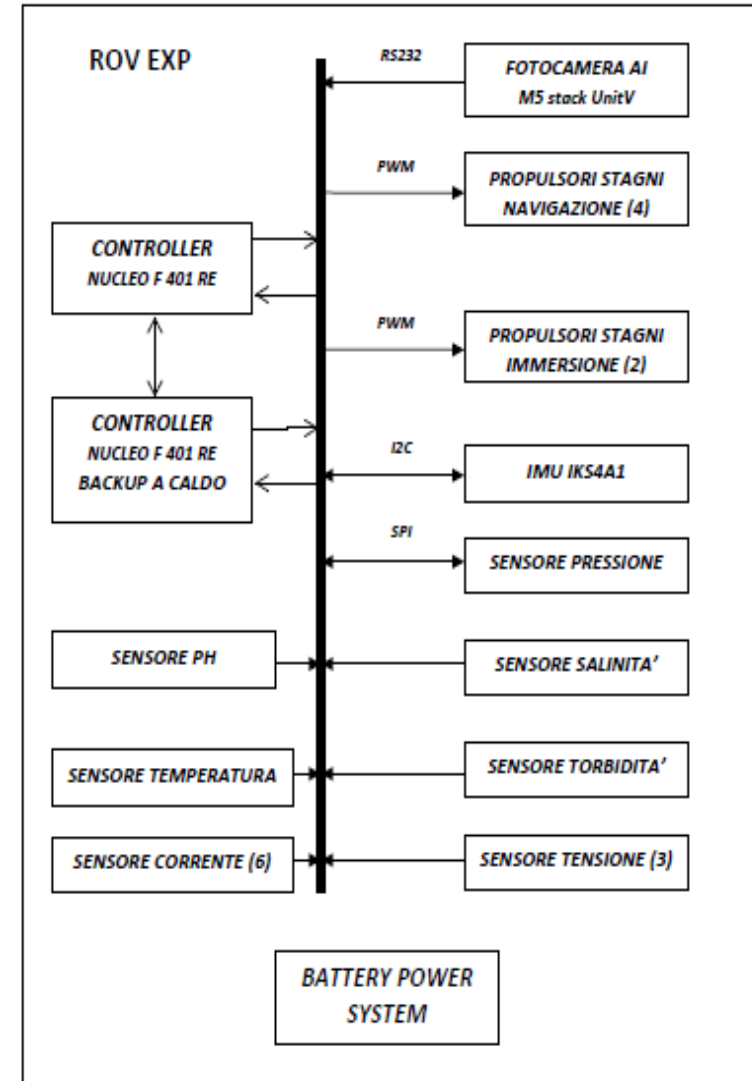
Il Sistema

Elementi funzionali del sistema *MRE*



Il Sistema

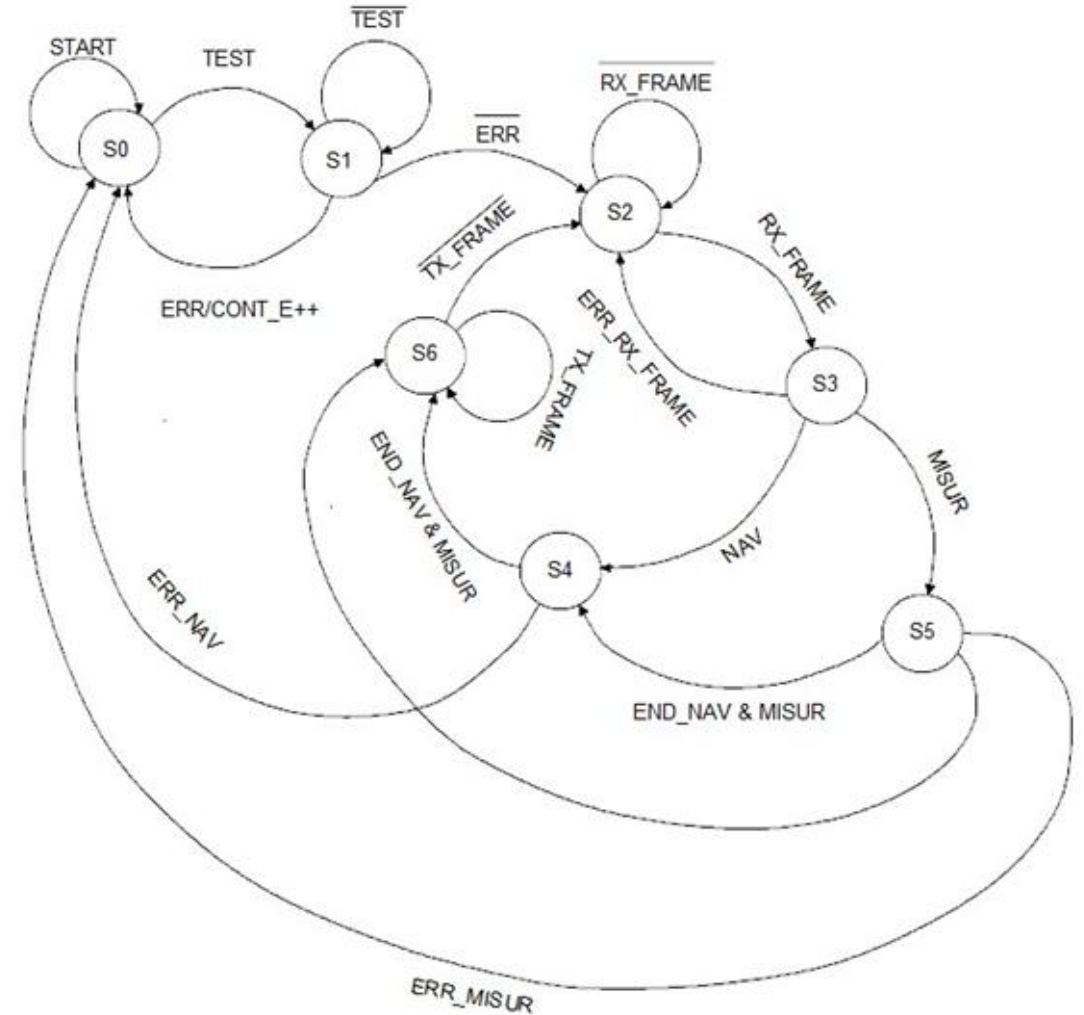
Blocchi funzionali del sistema *MRE*



Il Sistema

AUTOMA CONTROLLER

- S0 stato di inizializzazione
- S1 test
- S2 comunicazione con la console
- S3 analisi frame RX
- S4 gestione navigazione
- S5 preparazione frame misure
- S6 TX misure



Il Sistema

Per il rilevamento della *Posidonia oceanica*, e delle *nano* e *macroplastiche* è stata utilizzata come piattaforma per la parte di computer vision **Roboflow**.

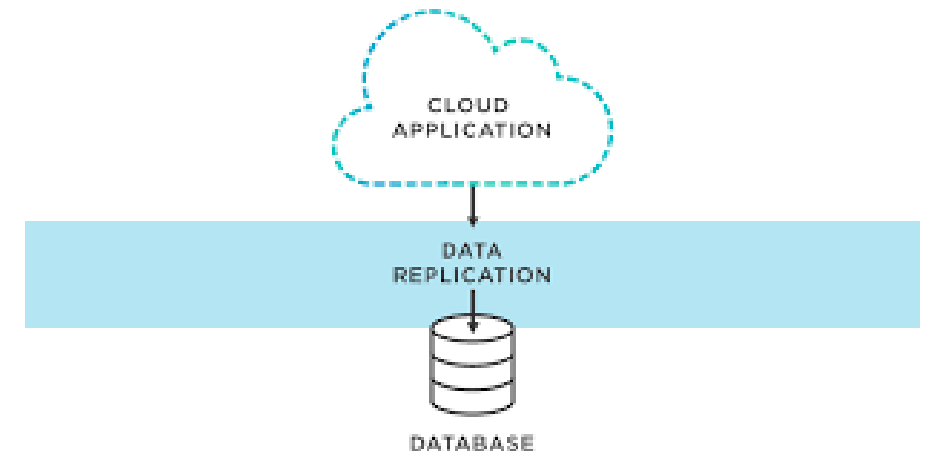
Roboflow fornisce una serie di strumenti avanzati utili per costruire il modello di **deep learning**, gestire e ottimizzare il **dataset**, e infine utilizzare il modello nel nostro sistema.

La piattaforma ha svolto un ruolo fondamentale in ogni fase del processo, dal **dataset management** alla **pipeline di preprocessing**, fino al **model deployment**.



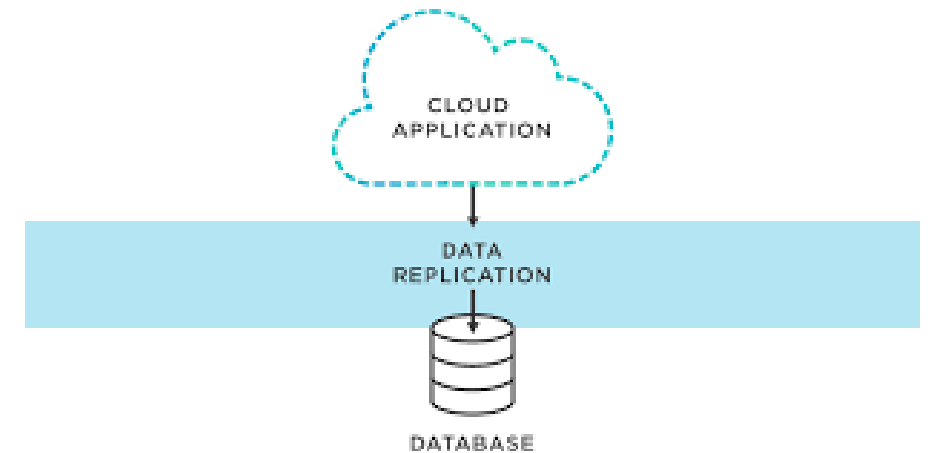
Il Sistema

E' previsto un **WEB Server** per la comunicazione con la **Console**, la gestione del **Data Base** contenente i parametri rilevati dai sensori con corrispondente data e località di rilevazione.



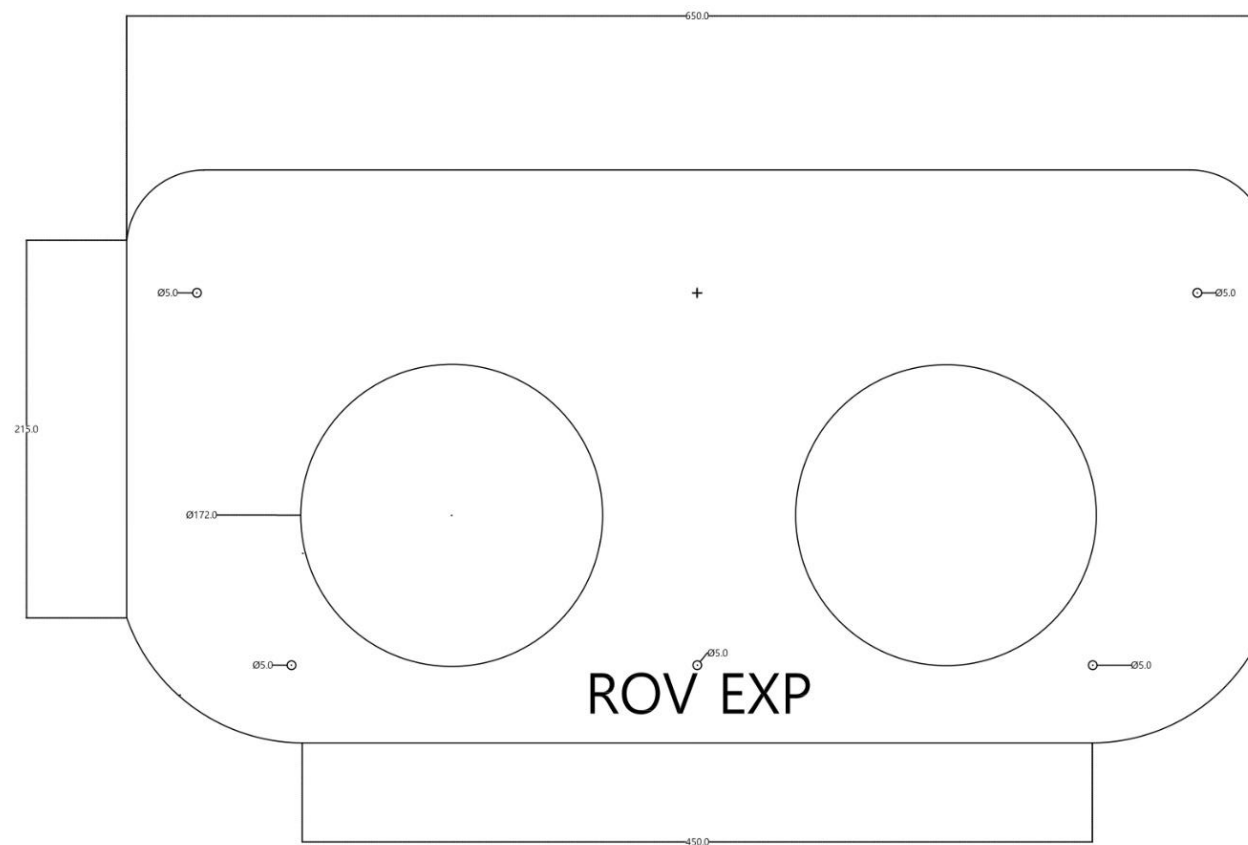
Il Sistema

E' previsto un **WEB Server** per la comunicazione con la **Console**, la gestione del **Data Base** contenente i parametri rilevati dai sensori con corrispondente data e località di rilevazione.



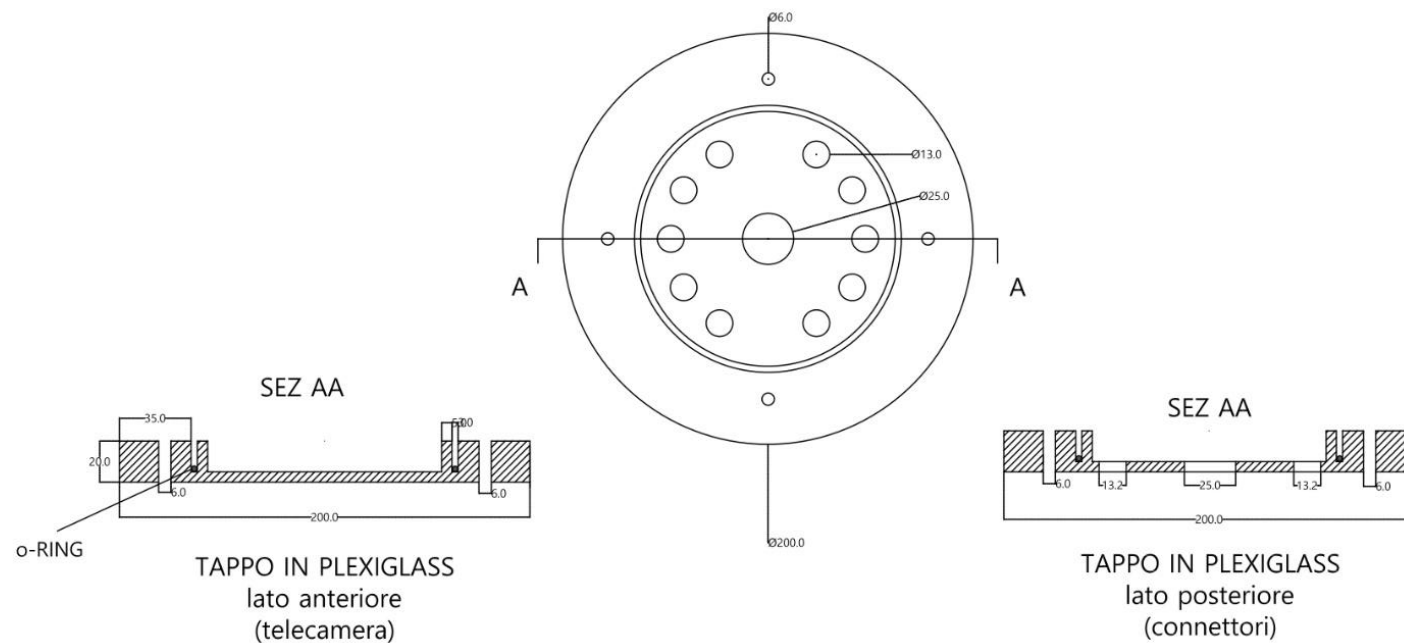
Il Sistema

PROGETTO ROV



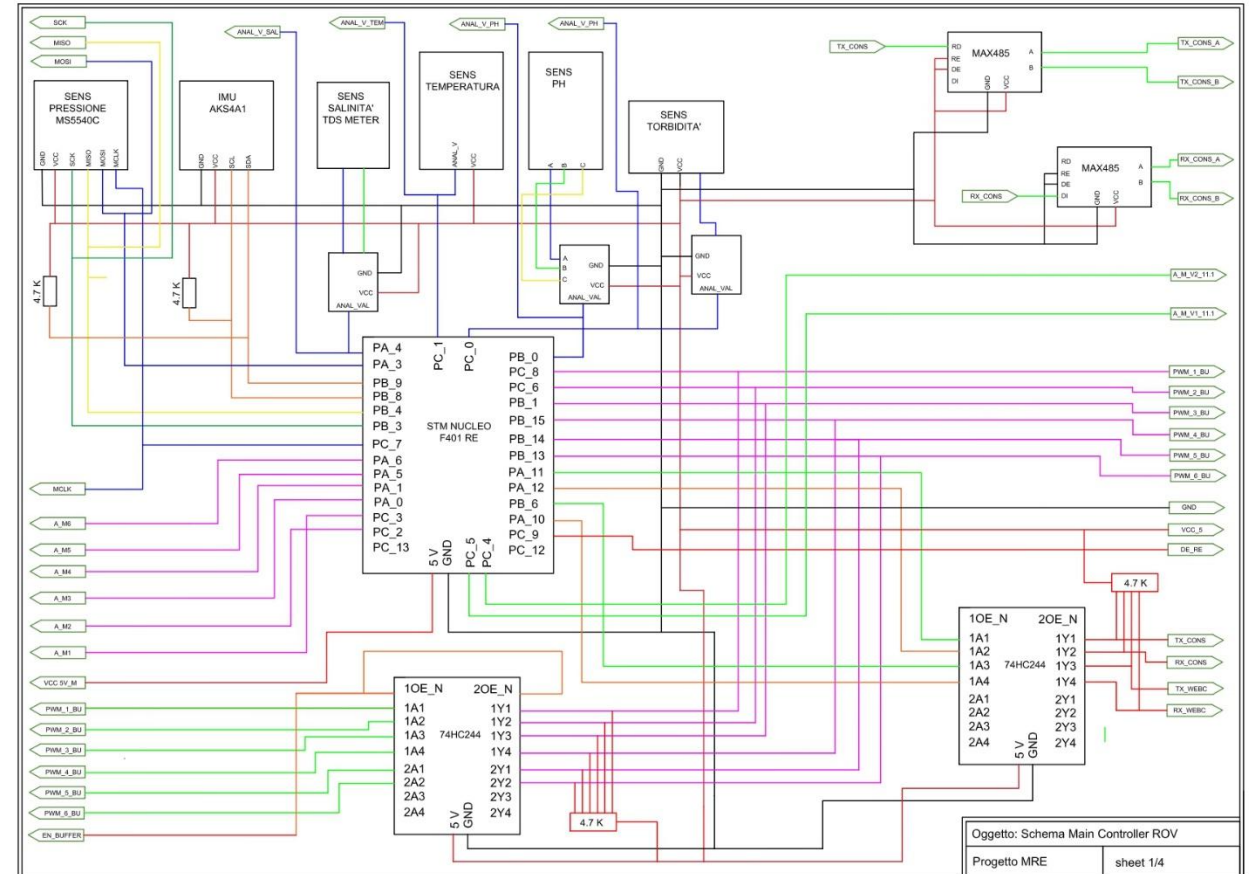
Il Sistema

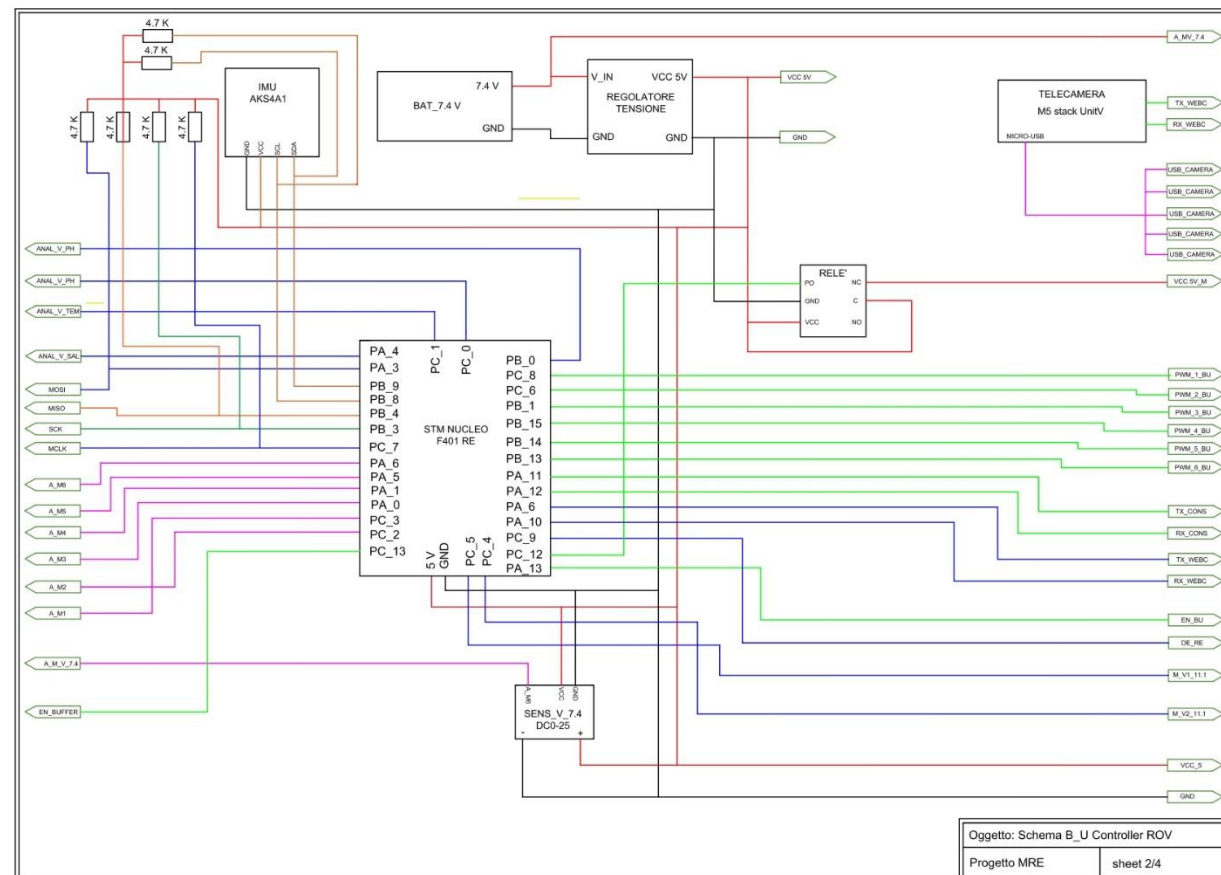
PROGETTO BOCCAPORTI



Il Sistema

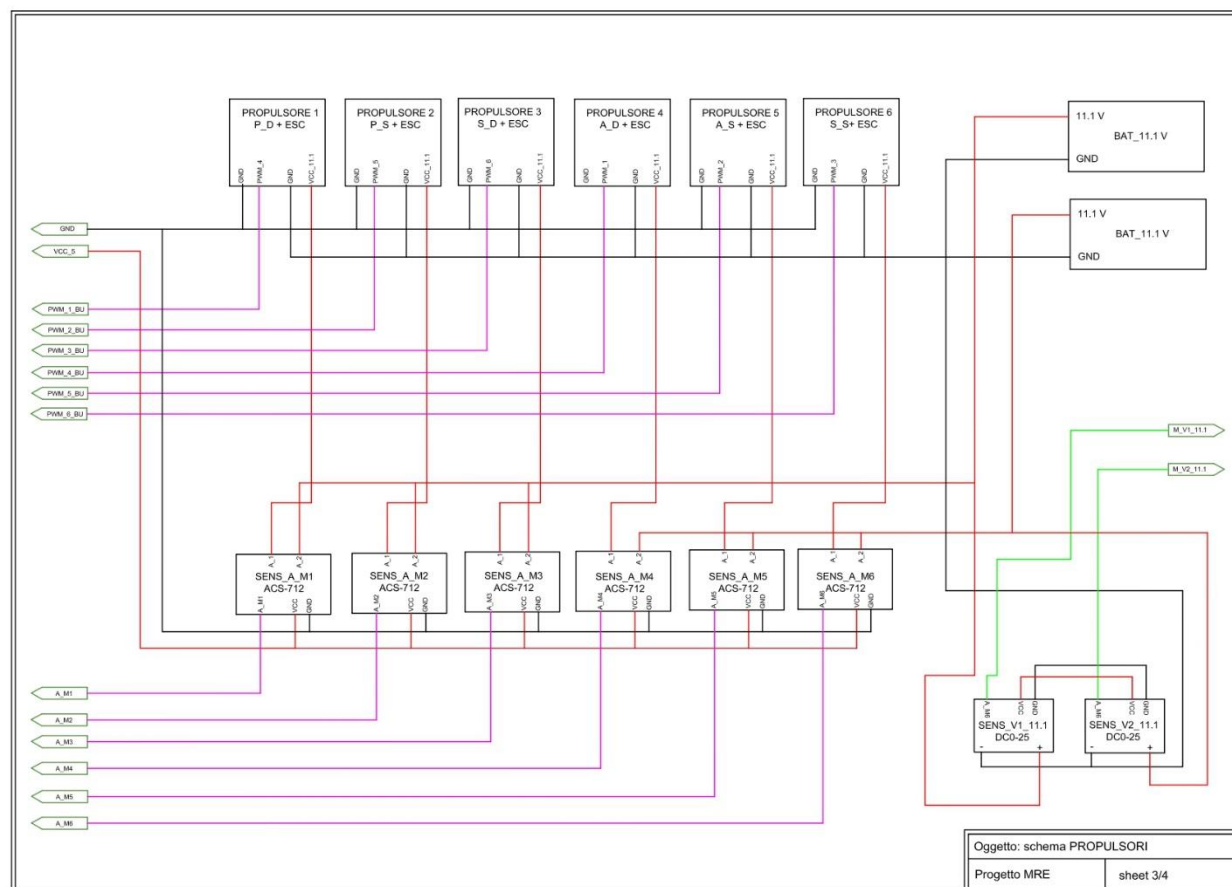
SCHEMI ELETTRICI CONTROLLER

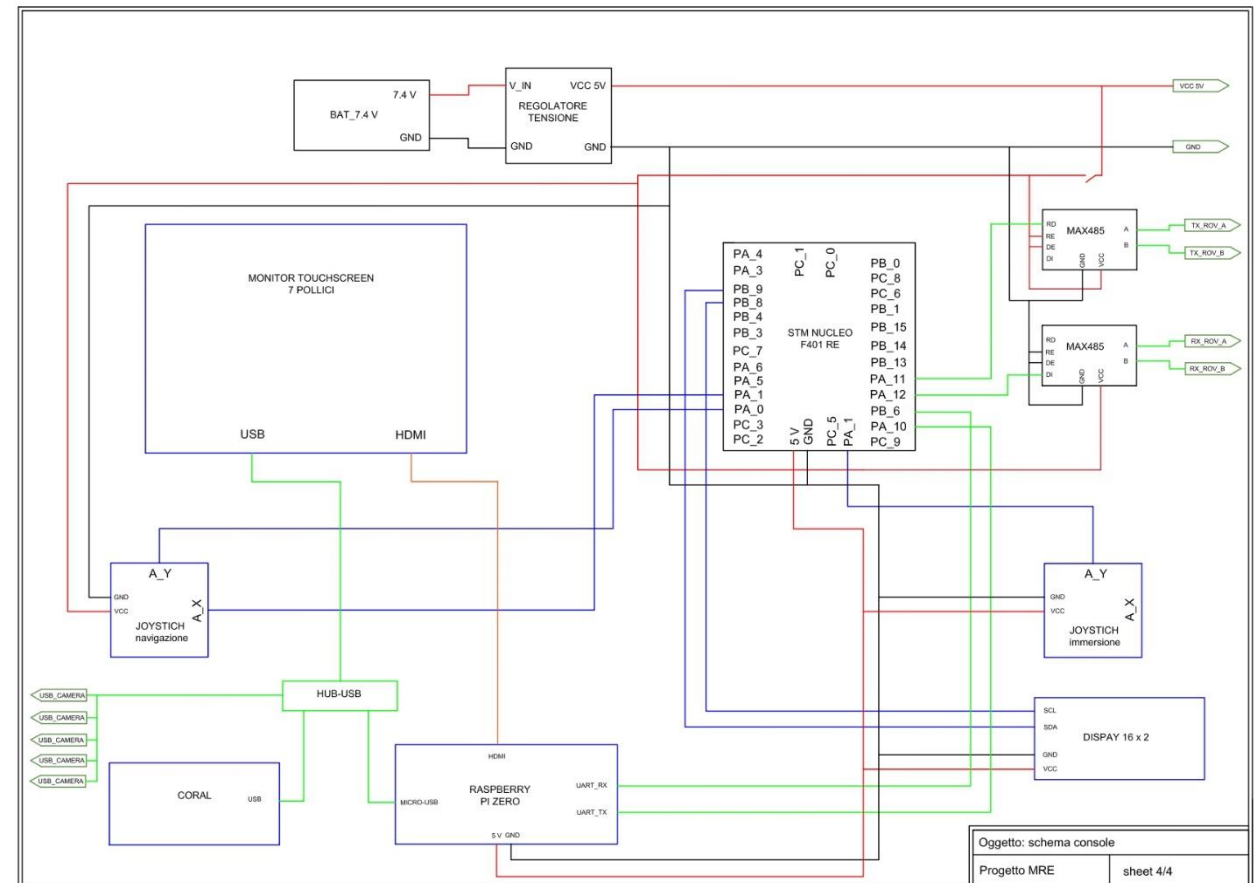




Il Sistema

SCHEMI ELETTRICI PROPULSORI

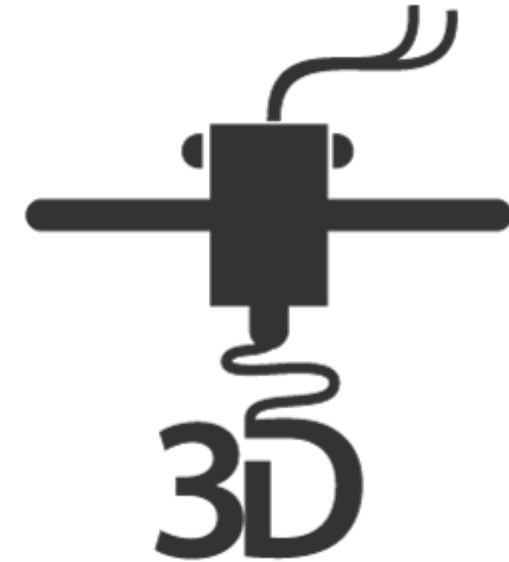




Il Sistema

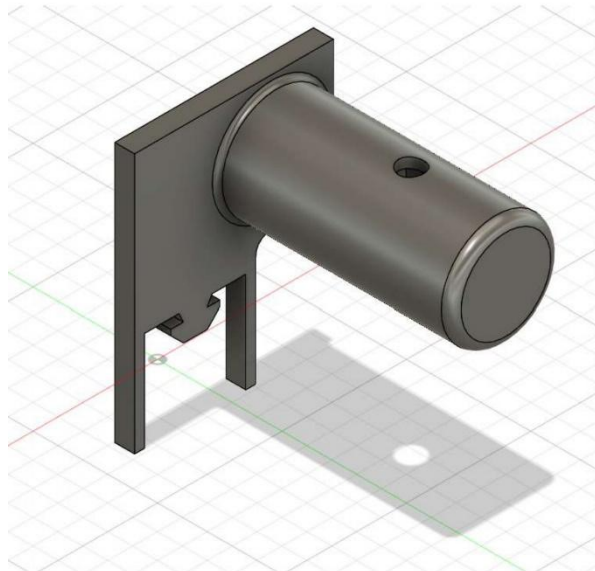
Sono stati progettati e realizzati, con stampante 3D:

- I Supporti per i Sensori
- I cerchi di supporto per l' Hardware Controller
- Il supporto per la Telecamera

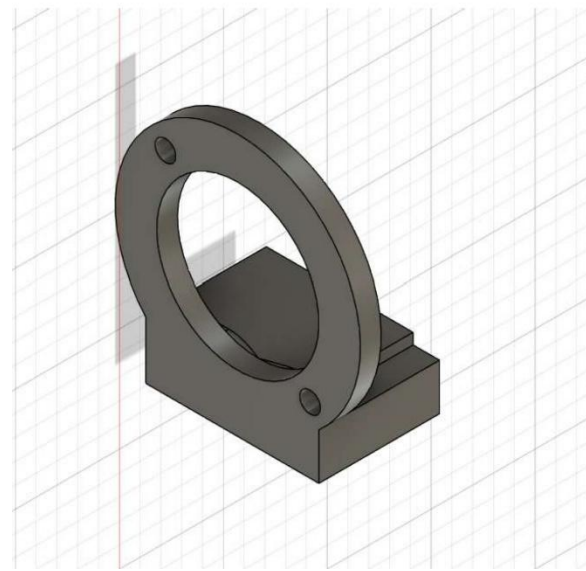


Il Sistema

ALCUNI SUPPORTI PROGETTATI E REALIZZATI IN 3D



Supporto sens.
salinit 

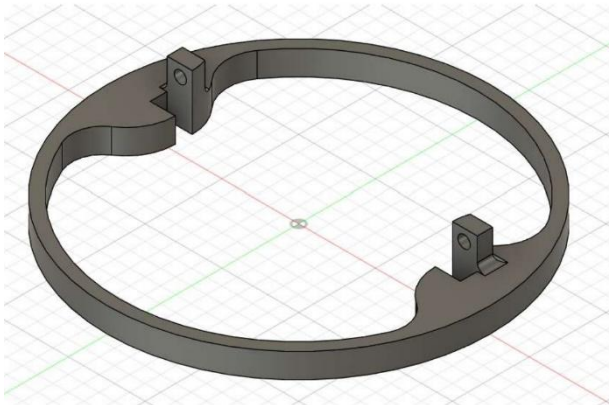


Supporto sens.
torbidit 

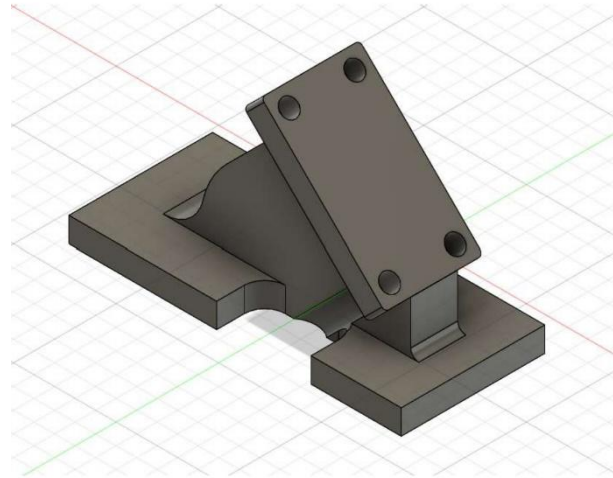


Il Sistema

ALCUNI SUPPORTI PROGETTATI E REALIZZATI IN 3D



Supporto piastra
Controller



Supporto propulsori



COSTI

Il processo di sviluppo di un nuovo prodotto prevede le seguenti fasi

1 prototipazione

2 preserie o produzione pilota

3 produzione

Nel nostro caso abbiamo terminato la prima fase realizzando un prototipo funzionante.

Nel caso si dovesse ipotizzare di avviare una startup si dovrebbe affrontare la seconda fase che riguarda la preserie e che richiederà un'analisi di mercato per individuare un'azienda in grado di ingegnerizzare il prodotto e progettare un processo di produzione di serie.

Il costo stimato per la realizzazione del prototipo è di circa € 1.800 comprensivo del materiale per il cablaggio.



<https://marconirovexp.altervista.org/>

<https://iismarconinocera.edu.it>

<https://www.facebook.com/profile.php?id=61576399697673>

https://www.instagram.com/marconi_rover_explorer/

<https://www.youtube.com/channel/UC1U5JI1ha1VPD3BtSuHIXzA>

Social media

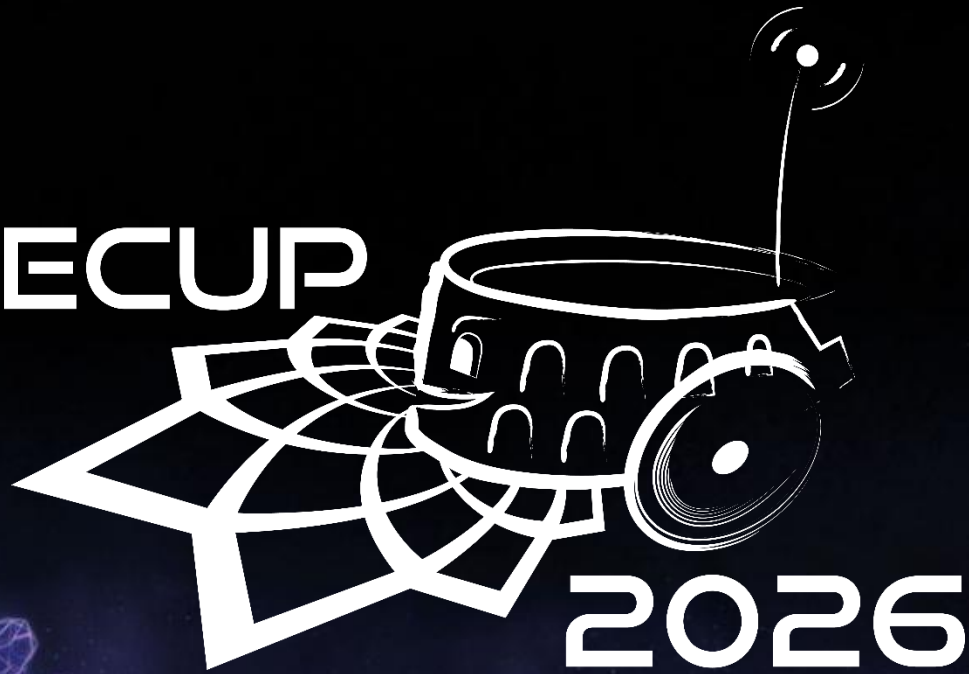


Sito web

www.mondodigitale.org



ROME CUP



Il Team MRC_SE
ringrazia per l'attenzione

