

Di seguito sono definite le caratteristiche fondamentali del progetto educational RooBoat sulla navigazione automatica di unità natanti attraverso HW e SW collaudato dalla sartup Green Tech Solution, integrati per le attività di Genova nell'ambito dell'Metrology for the SEA.

## Challenge RooBoat

I partecipanti dovranno integrare le componenti HW e calibrare i sensori per l'auto-pilotaggio affinché il natante raggiunga un punto noto e torni alla base nel minor tempo possibile.

A ciascun team verrà fornito un kit come descritto di seguito e le informazioni utili al completamento della missione.

### Campo di Gioco:

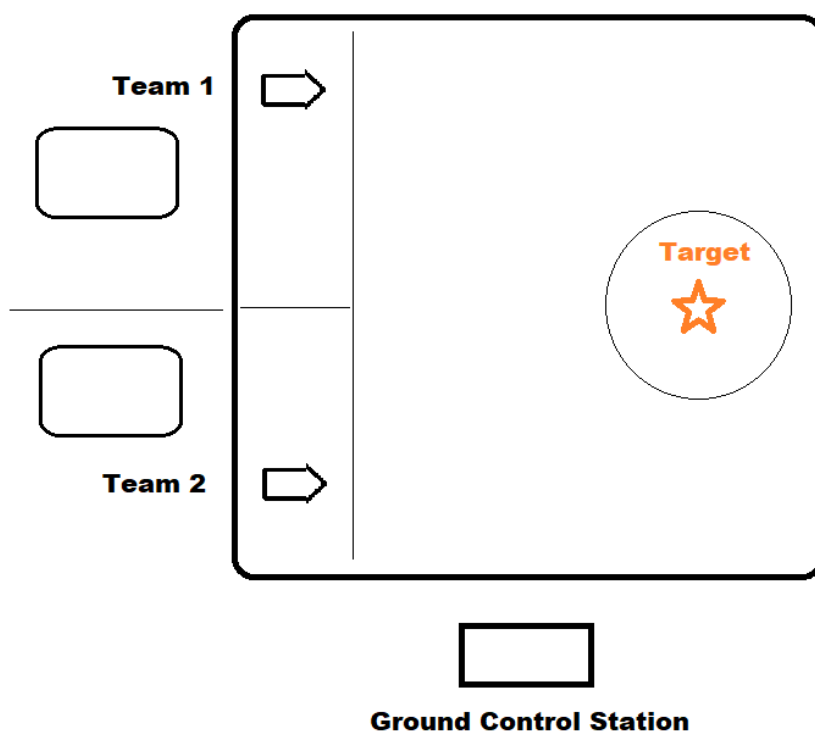


Figura 1 Schema del campo di gioco a disposizione dei Team

Il campo prevede uno specchio d'acqua di dimensioni pari a 20 x 25 metri. In prossimità di un lato della vasca sono predisposti i banchi in cui i vari team potranno realizzare la parte di calibrazione finale del sistema. È prevista per ogni team l'installazione di una Ground Control Station personale che dovrà essere equipaggiata con notebook su cui dovrà essere installato il software di pianificazione delle missioni MISSION PLANNER (Verrà Fornito il link a cui scaricare il software 10 giorni prima dell'Hackathon).

## Green Tech Solution – Hackathon Metrology for the SEA >> Genova 3-5 Ottobre 2019



Figura 2 Ground Control Station

L'area team sarà situata nella prestigiosa nave Magnani della Marina Militare Italiana ormeggiata per l'evento nel Porto antico di Genova.



Figura 3 Nave Magnagli della Marina Militare Italiana

Ogni area team dovrà essere provvista di allaccio elettrico per consentire l'utilizzo del notebook e del dispositivo di carica batterie. Sarà fornito un set di attrezzi per consentire l'integrazione della struttura ed un set di cavi per il completamento dei cablaggi tra i dispositivi.



Figura 4 Area Team adibita con attrezzature per Installazione GCS e Test al banco

In prossimità della prove a banco un'area in vasca sarà a uso esclusivo di ogni team che potranno testare i primi comandi di controllo e navigazione dell'imbarcazione. Tale area dovrà essere perimetrata con degli elementi galleggianti che escludono la possibilità di far oltrepassare l'imbarcazione durante i test di navigazione iniziale.



Figura 5 Barriere di separazione in vasca

Il target da raggiungere è costituito da una boa ancorata all'interno del campo di gioco per mantenere la posizione fissa, ed equipaggiata con la medesima tecnologia GPS delle imbarcazioni.



Figura 6 Boa Target equipaggiata con GPS

### Kit di Partenza:

- *Imbarcazione RC*
  - *Scafo in PVC*
  - *Motore Brushless*
  - *Servo Standard Stearing*
  - *ESC Dynamics (Electronic Speed Controller)*
  - *Radiocomando Spektrum*
  - *Ricevente 2CH (2,4 GHz)*
  
- *Kit autopilotaggio Green Tech Solution:*
  - *Flight Control Board*
  - *GPS & Magnetometro*
  - *TX\RX 433 MHz*
  - *Power Module XT60*
  - *Cavi e Connettori per cablaggi*



Figura 7 Kit autopilotaggio Green Tech Solution

- *Supporti ed elementi strutturali per customizzazione unità*
  - *Tavola di compensato*
  - *Spugna*
  - *Spessore Gommato*
  - *Forbici*
  - *Taglierino*
  - *Guanti*
  - *Fascette*
  - *Bio-Adesivo*
  - *Righello*
  - *Adesivo*
  - *Guarnizione Impermeabilizzante*
  
- *Software di pianificazione Mission Planner per automazione navigazione marina*

## IL PROGRAMMA:

### ***Introduzione dei Lavori (Aperto al Pubblico) --- 9:00 – 10:30***

Presentazione del progetto Litter Hunter EDU e ringraziamento all'organizzazione

I ragazzi saranno istruiti sulle varie fasi della giornata di lavoro, saranno mostrate le postazioni e descritte le attrezzature che dovranno utilizzare.

Sintesi della procedure Green Tech Solution Step-By-Step

Raggiungimento Nave Magnani

### ***Procedura Green Tech Solution Step-By-Step --- 10:30 -17:00***

#### **Preparazione: 10,30 – 11,00**

- Realizzazione della base di compensato per alloggiamento Autopilota.
- Realizzazione della spugna per alloggiamento GPS
- Taglio della Guarnizione

#### **1° step: 11,00 – 12,00**

Integrazione del sistema nelle parti meccaniche ed i cablaggi elettronici con i necessari test di attuazione dei comandi e caratteristiche del controllo. Tali test dovranno essere effettuati al banco.

- Posizionamento GPS
- Posizionamento Batteria con Fascette
- Installazione Power Module
- Riposizionamento Ricevente
- Posizionamento PPM Encoder
- Fissaggio Base di compensato attraverso spessore gommato
- Posizionamento Autopilota e Connessioni GPS, Telemetria, Power Module, Safety Switch, Buzzer, ecc...

#### **2° step: 12,00 – 12,30**

Test dispositivo di ricezione 433 MHz e valutazione sul Boude rate di data transfer.

- Identificazione della percentuale di segnale ricevuto
- Identificazione di eventuali interferenze di comunicazione
- Test di copertura spaziale con contemporaneità segnali 433MHz e 2,4 GHz

#### **3° step: 12,30 – 13,00**

Integrazione del *GPS* e calibrazioni sui tre assi con valutazioni al banco della corretta lettura dei dati.

- Calibrazione GPS Autopilota con Procedura 3 Assi
- Geo-localizzazione sistema per valutazione del corretto posizionamento latitudine e longitudine
- Test direzione (Yaw) al banco per valutazioni sulla corretta informazione di prua del natante.
- Test di ripetibilità posizione e direzione per valutazioni su interferenze nell'area delle operazioni

**4° step: 13,00 – 13,30**

Realizzazione del controllo di switch AUTO-MANUAL MODE per abilitarsi ai test in acqua.

- Definizione della procedura di sicurezza per il controllo manuale del sistema automatico
- Definizione del responsabile al controllo da terra
- Test della procedura di sicurezza

**Lunch Break: 13,30 – 14,30**

**Raggiungimento Area Test in acqua ed installazione Ground Control Station 14,30 – 15,00**

**5° step: 15,00 – 15,30**

Test di controllo in MANUAL MODE dell'imbarcazione in vasca nell'area adibita alle prove con uso esclusivo per ciascun team

- Posizionamento Natante in acqua e navigazione manuale con massima curvatura della traiettoria
- Valutazioni sulla impossibilità di capovolgimento dello scafo

**6° step: 15,30 – 16,30**

Test di AUTO MODE con valutazioni sulle prestazioni di Navigazione Automatica in funzione dei parametri del controllo (PID) Proporzionale Derivativo Integrale.

- Test in acqua con 1 punto WayPoint
- Valutazione sulla risonanza di curvatura in funzione del PID
- Valutazioni sulla velocità in funzione del PID (definita massima velocità di crociera)

**8° step: 16,30 – 17,30**

Implementazione missione di autopilotaggio per il raggiungimento di un punto ed il RTL (Return To Launch).

- Utilizzo del Software di Mission Planning e programmazione della missione di RTL

**La Premiazione: 17,30 – 18,30**

- Rilascio attestati Green Tech Solution di partecipazione e completamento dell'Hackathon
- Comunicazione di Vincitori
- Distribuzione Gadget Green Tech Solution

## Tempistiche dell’Hackathon in Breve

### Fase 1: 9,00 – 10, 30

Ai partecipanti saranno fornite tutte le attrezzature necessarie alle attività della giornata. Sarano istruiti sul corretto utilizzo delle attrezzature ed avviati alla lettura del manuale di integrazione e testing. Sarà mostrato loro l’area Team e le facilities per la realizzazione della Ground Control Station personale e per le prove al banco

### Fase 2: 10,30 – 15,00

Realizzazione della procedure Step-By Step collaudata da Green Tech Solution per la realizzazione delle unità automatiche USV (Unmanned Surface Vehicle). In questa fase i team avranno a disposizione le competenze della startup per superare eventuali problematiche di integrazione e collaudo dell’elettronica.

### Fase 3: 15,00 – 17,30

Realizzazione della missione di raggiungimento di un WP e RTL modificando i parametri del controllo PID per ottimizzare la traiettoria di navigazione. In questa fase i team avranno a disposizione le competenze della startup per superare eventuali problematiche di navigazione automatica.

### Fase 4: 17,30 – 18,30

Realizzazione delle procedure di estrazione dei dati LOG di telemetria e valutazione delle prestazioni di navigazione per ogni team. Premiazione del Team che compirà la missione automatica nel minor tempo e con la traiettoria più breve.

## Valutazione dei Team:

Il parametro considerato per la valutazione della capacità implementativa delle unità a navigazione automatica marina sono il tempo impiegato per il completamento della missione e la distanza totale percorsa per il raggiungimento dei WP.

## Appendice:

### Caratteristiche Del Controllo Per Gli Unmanned Systems

Questo approfondimento per dire in che modo controllando i PID possiamo modificare le Handling Qualities.

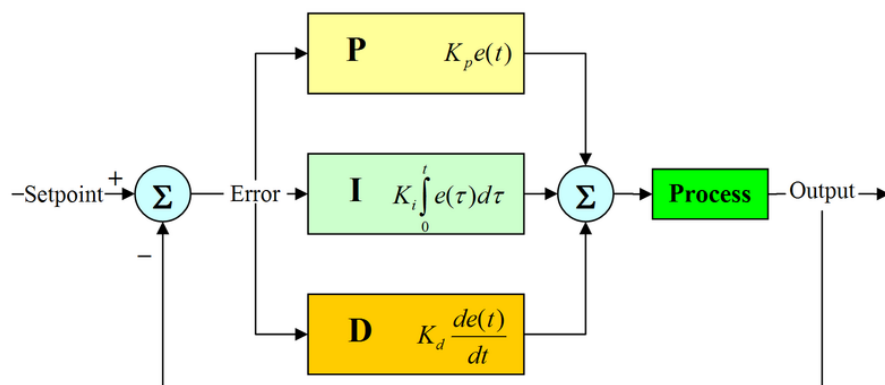


Figure 1 Schema del controllo Proporzionale Derivato Integrale (PID)

### Il Controllo Pid

Il controllo Proporzionale-Integrale-Derivativo, comunemente abbreviato come PID, è un sistema in retroazione negativa ampiamente impiegato nei sistemi di controllo. È il sistema di controllo in retroazione di gran lunga più comune nell'industria, in particolare nella versione PI (senza azione derivativa). Grazie a un input che determina il valore attuale, è in grado di reagire a un eventuale errore positivo o negativo tendendo verso il valore 0. La reazione all'errore può essere regolata e ciò rende questo sistema molto versatile.

In quest'ottica ha senso approfondire tale aspetto perché strettamente legato alle reazioni del mezzo relativamente al recupero di stabilità nel caso della presenza di un errore (che può essere concettualmente equiparato ad un'azione esterna instabilizzante).

#### AZIONE PROPORZIONALE (P)

L'azione proporzionale è ottenuta moltiplicando il segnale d'errore "e" con un'opportuna costante:

È possibile regolare un processo con un controllore proporzionale, che, in alcuni casi semplici, risulta anche in grado di stabilizzare processi instabili. Tuttavia, non è tuttavia possibile garantire che il segnale d'errore "e" converga sempre a zero perché un'azione di controllo è possibile solo se "e" è diverso da zero.

#### AZIONE INTEGRALE (I)

L'azione integrale è proporzionale all'integrale nel tempo del segnale di errore "e", moltiplicato per la costante  $K_I$ :

Questa definizione dell'azione integrale fa sì che il controllore abbia memoria dei valori passati del segnale d'errore. In particolare, il valore dell'azione integrale non è necessariamente nullo se è nullo il segnale d'errore. Questa proprietà dà al PID la capacità di portare il processo esattamente al punto di riferimento richiesto, dove la sola azione proporzionale risulterebbe nulla. L'azione integrale è anche l'elemento metastabile di un PID, perché un ingresso costante non convergerà a un determinato valore.

#### AZIONE DERIVATIVA (D)

Per migliorare le prestazioni del controllore si può aggiungere l'azione derivativa:

Questo permette di compensare rapidamente le variazioni del segnale di errore: se vediamo che "e" sta aumentando, l'azione derivativa cerca di compensare questa deviazione in ragione della sua velocità di



cambiamento, senza aspettare che l'errore diventi significativo (azione proporzionale) o che persista per un certo tempo (azione integrale). L'azione derivativa è spesso tralasciata nelle implementazioni dei PID perché li rende troppo sensibili: un PID con azione derivativa, per esempio, subirebbe una brusca variazione nel momento in cui il riferimento venisse cambiato quasi istantaneamente da un valore a un altro, risultando in una derivata di "e" tendente a infinito, o comunque molto elevata. Ciò sconsiglia l'applicazione dell'azione derivativa in tutti i casi in cui l'attuatore fisico non deve essere sottoposto a sforzi eccessivi.

Se ben tarata e se il processo è abbastanza "tollerante", comunque, l'azione derivativa può dare un contributo determinante alle prestazioni del controllore.