



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

Corso di Laurea:
Insegnamento:
Lezione:
Docente:

Ingegneria Informatica e dell'Automazione (Magistrale)
Manutenzione preventiva per la robotica e l'automazione intelligente
Progetti a.a. 2023-2024
Alessandro Freddi

Manutenzione preventiva per la robotica e l'automazione intelligente

PROGETTI a.a. 2023-2024



ESAME E PROGETTI

- ❑ L'esame consisterà in **due prove**, così strutturate:
 - prova pratica** | progetto assegnato al termine del corso;
 - prova orale** | due domande sugli argomenti trattati all'interno del corso.

 - ❑ I progetti sono illustrati durante il corso e assegnati tra Dicembre 2023 e Settembre 2024 su richiesta degli studenti; ogni progetto
 - ❑ è calibrato per un impegno di **circa 5 settimane**;
 - ❑ va svolto preferibilmente in gruppo (**2-3 persone**);
 - ❑ va corredato da una **relazione tecnica** da consegnare durante l'ultimo incontro di revisione, **prima** della data di esame;
 - ❑ prevede incontri di **revisione** da concordare con docente/tutor, tipicamente su finestre temporali settimanali, nei quali **presentare** l'attività svolta e i risultati ottenuti rispetto alla revisione precedente.

 - ❑ La **valutazione** del progetto prende in considerazione i seguenti aspetti:
 - ❑ competenze nella risoluzione del problema;
 - ❑ autonomia nello svolgimento del progetto;
 - ❑ chiarezza nella descrizione della soluzione.
-

A – STIMA RUL DI BATTERIE AL LITIO USANDO IL CALCE DATASET

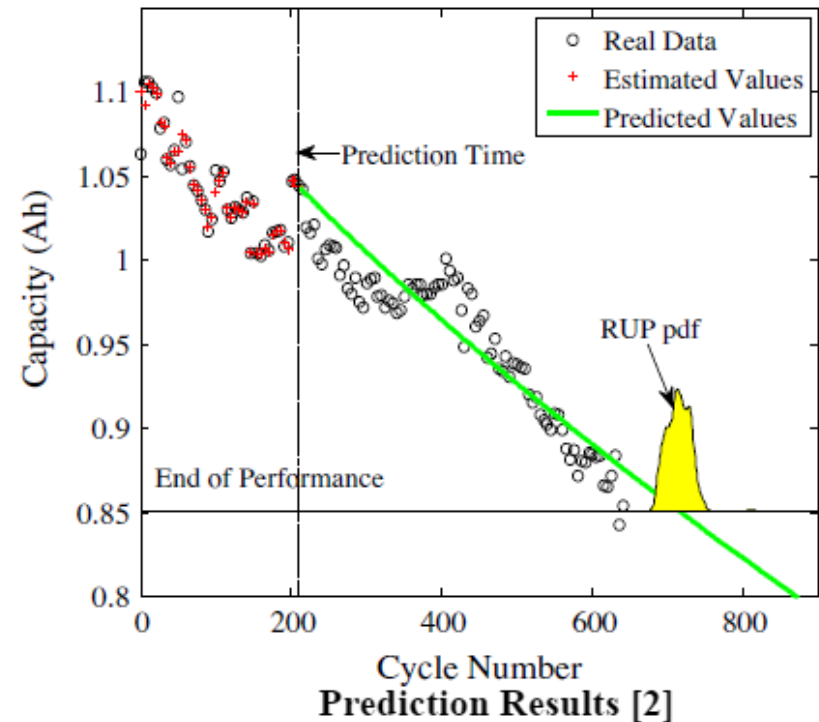
- ❑ Il Center for Advanced Lifecycle Engineering (CALCE) dell'Università del Maryland mette a disposizione diversi dataset per stimare la vita utile residua (RUL) in batterie al litio sottoposte a cicli ripetuti (e variabili) di carica e scarica.
- ❑ Nelle batterie la RUL è espressa come cicli di scarica rimanenti prima di raggiungere una capacità effettiva pari all'80% di quella nominale.
- ❑ Il dataset in oggetto prende in considerazione batterie a celle prismatiche di ridotta dimensione, e include le misure di tensione, corrente e capacità durante i cicli operativi della batteria.



Battery (Parameters)	Specifications (Value)
Capacity Rating	1100 mAh
Cell Chemistry	LiCoO2 cathode, EDS results also showed trace elements of Manganese
Weight (w/o safety circuit)	21.1 g
Dimensions	5.4 x 33.6 x 50.6 mm
Special Notes	Jellyroll configuration wrapped around the "length" axis, indicated by red arrows below

A – STIMA RUL DI BATTERIE AL LITIO USANDO IL CALCE DATASET

- ❑ Tutte le celle CS2 sono state sottoposte allo stesso profilo di carica, corrente costante (0.5 C) -> tensione costante (4.2 V).
- ❑ Tutte le batterie sono state sottoposte da un profilo di scarica, che terminava quando la tensione erogata scendeva sotto i 2.7 V.
- ❑ I file di dati per ciascuna cella contengono una raccolta di file Excel registrati generati dai relativi test.
- ❑ L'obiettivo del progetto è sviluppare un **modello basato sui dati per stimare la RUL** utilizzando i dati di corrente e tensione come input, gli unici disponibili in condizioni normali.





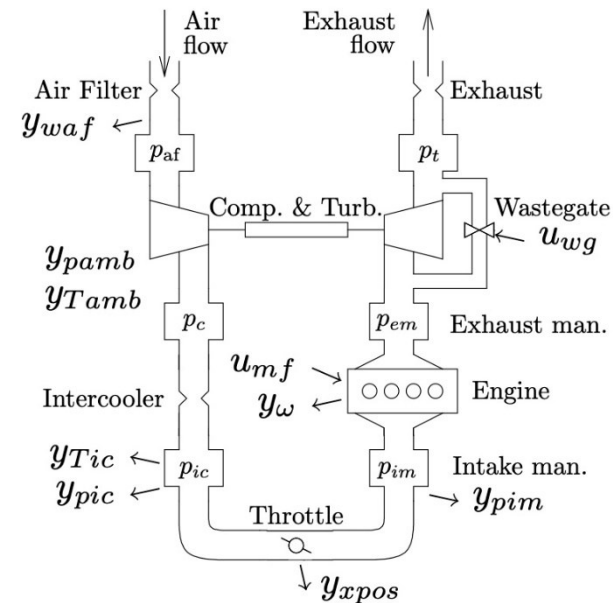
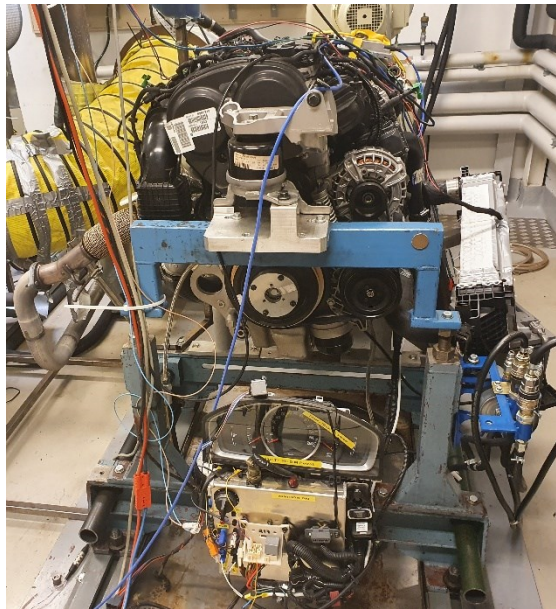
A – STIMA RUL DI BATTERIE AL LITIO USANDO IL CALCE DATASET [3 GRUPPI DA 2-3 PERSONE]

- Il progetto si svolgerà, indicativamente, secondo i **seguenti punti**:
 - leggere la documentazione disponibile nel sito di riferimento;
 - comprendere il dataset e convertirlo in formato importabile in MATLAB;
 - estrarre i dati utili per l'addestramento del modello di previsione;
 - calcolare le feature da utilizzare per l'addestramento del modello di previsione;
 - sviluppare il modulo di prognosi;
 - testare il modulo di prognosi misurandone le performance con metrica opportuna.

 - Il **materiale di riferimento iniziale** consiste in:
 - sito di riferimento <https://calce.umd.edu/battery-data#CS2>;
 - dataset;
 - documentazione aggiuntiva:
 - Kang Liu, Longyun Kang, Di Xie, "Online State of Health Estimation of Lithium-Ion Batteries Based on Charging Process and Long Short-Term Memory Recurrent Neural Network", MDPI Batteries, 2023.
 - Jiahui Zhao, Yong Zhu, Bin Zhang, Mingyi Liu, Jianxing Wang, Chenghao Liu, Yuanyuan Zhang, "Method of Predicting SOH and RUL of Lithium-Ion Battery Based on the Combination of LSTM and GPR", MDPI Sustainability, 2022.
-

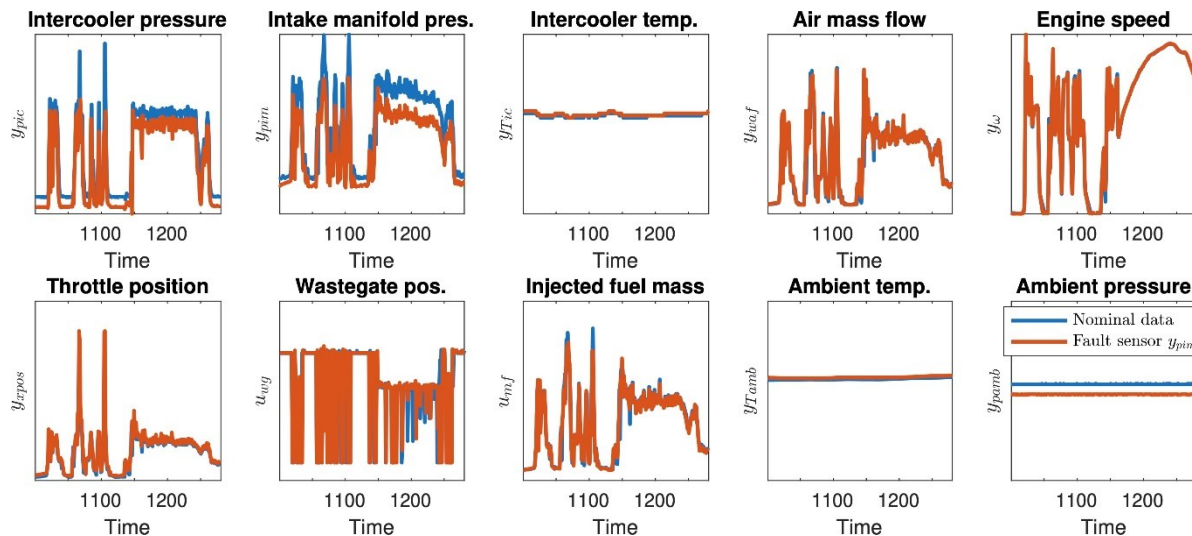
B – IFAC SAFEPROCESS 2024 COMPETITION

- ❑ L'obiettivo è progettare un **sistema di diagnosi per il percorso dell'aria di un motore a combustione interna**: è un sistema impegnativo a causa del suo comportamento dinamico non lineare e dell'ampio gamma di condizioni operative e del forte accoppiamento tra i componenti
- ❑ L'insieme dei segnali degli attuatori e dei sensori disponibili corrisponde ai segnali standard disponibili in un veicolo commerciale e i guasti considerati includono perdite e guasti ai sensori.



B – IFAC SAFEPROCESS 2024 COMPETITION

- Il dataset è composto da due segnali di attuazione e otto segnali sensoriali, corrispondenti ai segnali standard disponibili in un veicolo commerciale.
- I set di dati sono stati raccolti da un banco prova in condizioni operative realistiche:
 - lo scenario di guida realistico è rappresentato da diversi cicli di guida standard, ottenuti tramite un modello di veicolo e conducente per controllare il motore in modo da seguire diversi cicli di guida, incluso il funzionamento statico e transitorio;
 - i dati vengono campionati a 20 Hz e archiviati in formato CSV dove la prima colonna è il vettore temporale "time"





B – IFAC SAFEPROCESS 2024 COMPETITION [3 GRUPPI DA 2-3 PERSONE]

- Il progetto si svolgerà, indicativamente, secondo **i seguenti punti**:
 - leggere la documentazione disponibile nel sito di riferimento;
 - comprendere il dataset e convertirlo in formato importabile in MATLAB/Python;
 - estrarre i dati utili per l'addestramento del modello di diagnosi;
 - valutare la possibilità di integrare l'approccio data-driven con un approccio model-based;
 - calcolare le feature da utilizzare per l'addestramento del modello di diagnosi;
 - sviluppare il modulo di diagnosi in Fault Diagnosis Toolbox;
 - testare il modulo di prognosi misurandone le performance con metrica opportuna.

- Il **materiale di riferimento iniziale** consiste in:
 - sito di riferimento della competition, https://vehsys.gitlab-pages.liu.se/diagnostic_competition/
 - sito di riferimento del Fault Diagnosis Toolbox, <https://faultdiagnosis toolbox.github.io/>
 - dataset;
 - documentazione aggiuntiva:
 - D. Jung, "Automated design of grey-box recurrent neural networks for fault diagnosis using structural models and causal information", Learning for Dynamics and Control Conference, 2022;
 - E. Frisk, M. Krysander, and D. Jung, "A toolbox for analysis and design of model-based diagnosis systems for large scale models", 20th IFAC World Congress, Volume 50, Issue 1, July 2017, Pages 3287-3293.

C - RILEVAMENTO USURA PALA A PARTIRE DALL'ANALISI DEL LOG DI VOLO DI UN DRONE ESAROTORE

- ❑ Il progetto si basa su un dataset raccolto a partire dal volo di un drone esarotore presso il laboratorio LAIR dell'Università Politecnica delle Marche:
 - ❑ frame DJI F550;
 - ❑ microcontrollore Pixhawk con stack Ardupilot;
 - ❑ dotato di sensoristica aggiuntiva per l'acquisizione del segnale RPM di rotazione dei motori;
 - ❑ con firmware modificato per l'acquisizione selettiva (alta frequenza) dei dati.
- ❑ Il progetto farà uso del Diagnostic Feature Designer di MATLAB, e in particolare:
 - ❑ trattamento dati;
 - ❑ estrazione feature;
 - ❑ classificazione.



C - RILEVAMENTO USURA PALA A PARTIRE DALL'ANALISI DEL LOG DI VOLO DI UN DRONE ESAROTORE

- ❑ L'obiettivo del progetto consiste nell'**analizzare i dataset di volo di un drone esarotore in caso di pale nuove e pale usurate** (i.e. una pala appositamente danneggiata) al fine di discriminarne il funzionamento.
- ❑ Il dataset è composto da diversi voli, ognuno dei quali in differenti condizioni operative:
 - ❑ pala nuova;
 - ❑ pala usurata ("tagliata" nella misura del 5% della sua lunghezza);
 - ❑ pala molto usurata ("tagliata" nella misura del 10% della sua lunghezza).

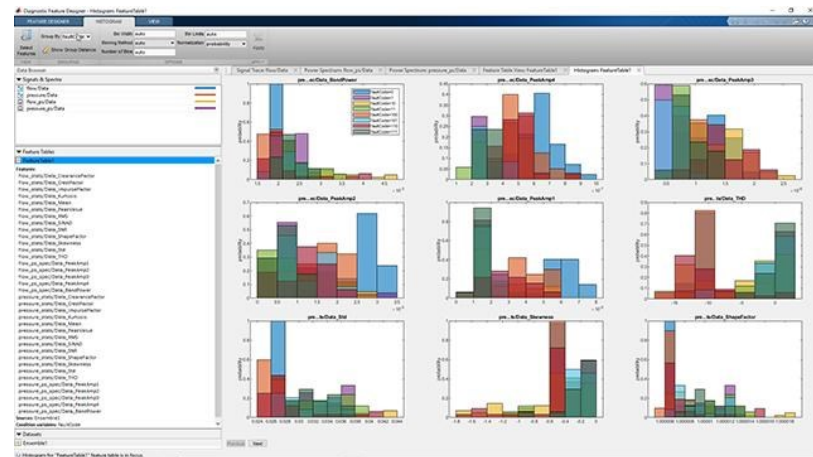
DIRTY



CHIPPED



CRACKED





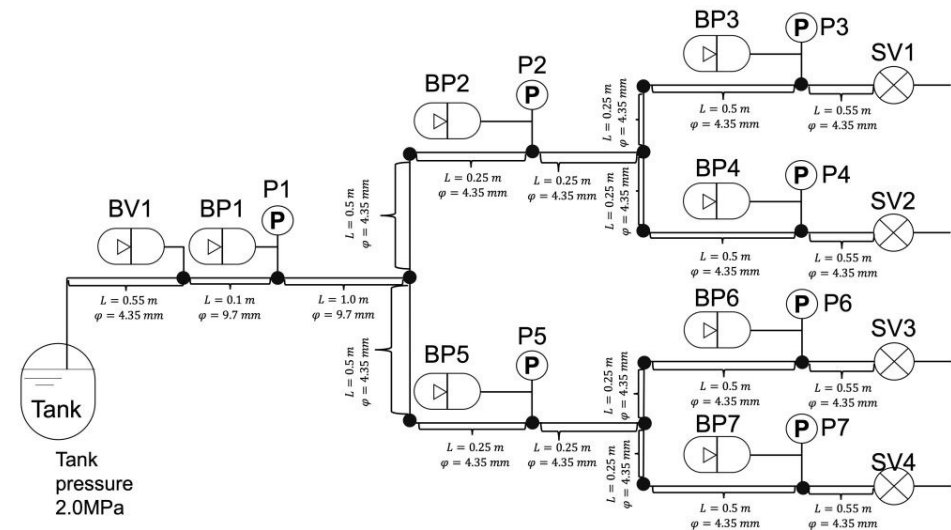
C - RILEVAMENTO USURA PALA A PARTIRE DALL'ANALISI DEL LOG DI VOLO DI UN DRONE ESAROTORE [2 GRUPPI DA 1 – 2 PERSONE]

- Il progetto si svolgerà, indicativamente, secondo i **seguenti punti**:
 - leggere la descrizione delle variabili del datalog;
 - importare il datalog in MATLAB;
 - uniformare il datalog da un punto di vista della frequenza di campionamento;
 - operare un trattamento dati preliminare;
 - individuare le feature di interesse;
 - valutare la distinzione tra il log ottenuto con pale nuove da quello ottenuto con pale usurate.

 - Il **materiale di riferimento iniziale** consiste in:
 - descrizione delle variabili del log, <https://ardupilot.org/copter/docs/common-downloading-and-analyzing-data-logs-in-mission-planner.html>
 - dataset di volo.
-

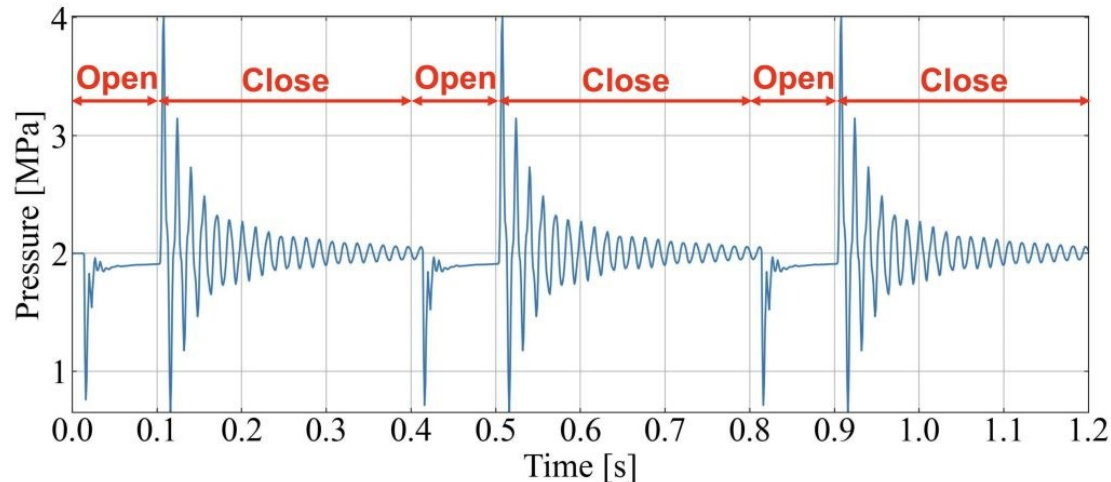
D – PHM ASIA PACIFIC 2023

- ❑ I dati di telemetria che possono essere acquisiti in orbita sono limitati a causa della limitazione delle installazioni di sensori e della capacità di downlink, pertanto la Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) ha sviluppato un simulatore numerico per prevedere la risposta dinamica di un sistema di propulsione di un veicolo spaziale con elevata precisione per generare un set di dati che copra le condizioni normali e tutti gli scenari di guasto previsti nelle apparecchiature reali.
- ❑ L'obiettivo del progetto è sviluppare un **modulo di diagnosi** in grado di classificare anomalie, bolle, guasti alle elettrovalvole e casi anomali sconosciuti partendo dai dati generati dal simulatore semplificato del sistema di propulsione sviluppato con la collaborazione di JAXA.



D – PHM ASIA PACIFIC 2023

- Il fluido di lavoro è acqua pressurizzata e scaricata attraverso quattro elettrovalvole (SV1 – SV4) che simulano i propulsori:
 - P1 – P8 mostra il sensore di pressione e i dati della serie temporale sono ottenuti a una frequenza di campionamento di 1 kHz da 0 a 1200 ms;
 - aprendo e chiudendo le elettrovalvole si osservano fluttuazioni di pressione dovute al flusso d'acqua e seguito da fenomeni acustici all'interno del sistema di propulsione.
- In questa competizione vengono considerate le anomalie dovute alla contaminazione di bolle e guasti dovuti all'apertura anomala dell'elettrovalvola; inoltre, nei dati del test è inclusa un'anomalia sconosciuta.





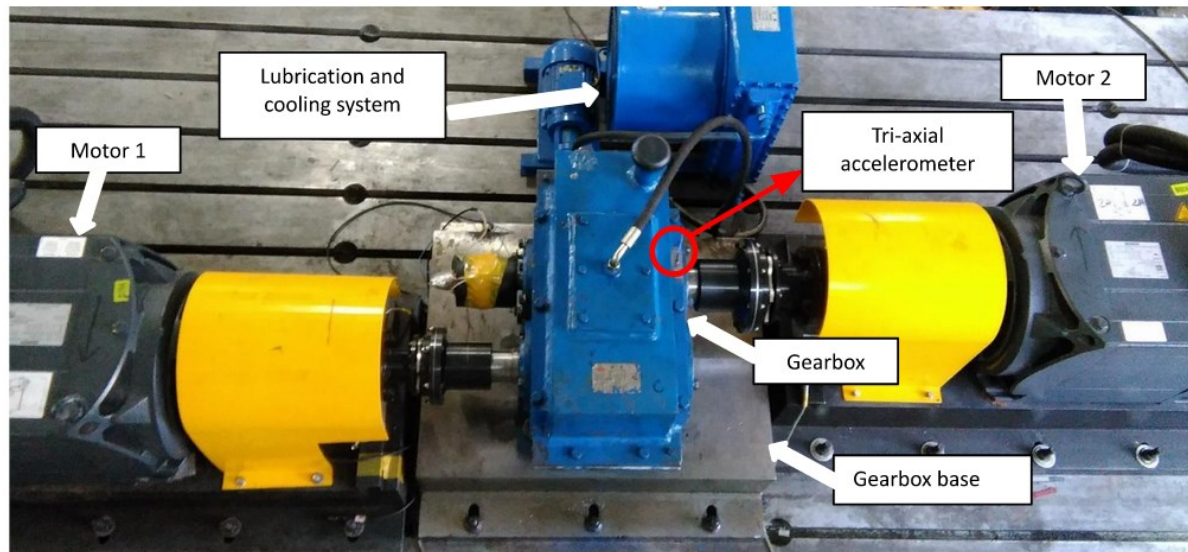
D – PHM ASIA PACIFIC 2023 [3 GRUPPI DA 2-3 PERSONE]

- ☐ Il progetto si svolgerà, indicativamente, secondo i **seguenti punti**:
 - ☐ leggere la documentazione disponibile nel sito di riferimento;
 - ☐ comprendere il dataset e importarlo in MATLAB;
 - ☐ estrarre le feature diagnostiche;
 - ☐ sviluppare il modulo di diagnosi addestrandolo con apposito dataset (“Training”);
 - ☐ testare il modulo di diagnosi con apposito dataset (“Testing”);
 - ☐ determinare le prestazioni usando una metrica opportuna.

 - ☐ Gli studenti avranno a disposizione il seguente materiale di riferimento:
 - ☐ sito di riferimento, <https://phmap.jp/program-data/>
 - ☐ dataset.
-

E – PHM AMERICA 2023

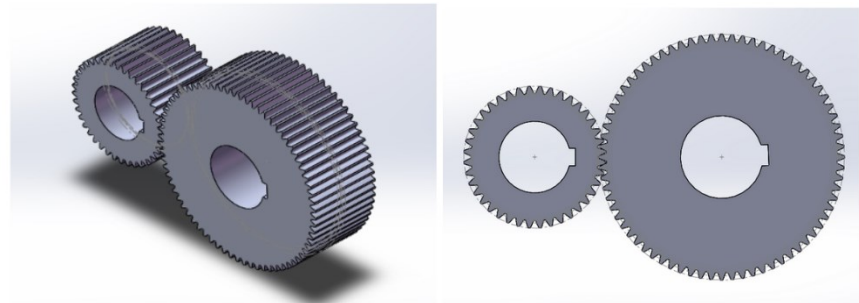
- ❑ Il dataset permette di affrontare il problema della stima del degrado del cambio in un motore, utilizzato in una varietà di condizioni operative, fornendo i parametri di affidabilità, robustezza e "spiegabilità".
- ❑ L'obiettivo è sviluppare un **modulo per l'identificazione della gravità di un fault** presente negli ingranaggi di un riduttore di un sistema test, nel quale un motore funge da attuazione e l'altro da carico, partendo da misure di vibrazione fornite da un accelerometro triassiale.



E – PHM AMERICA 2023

- Il banco di prova del cambio comprende due servomotori Siemens da 45 kW: uno dei motori può fungere da motore di guida mentre l'altro può essere configurato come motore di carico.
- Il cambio di prova è monostadio con ingranaggi cilindrici, ha un rapporto di riduzione della velocità di 1,8:1 (40 e 72 denti).

Speed (rpm) \ Torque (Nm)	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	3600
50	•	•	•	•	•	•	•	•
100	•	•	•	•	•	•	•	•
200	•	•	•	•	•	•	•	
300	•	•	•	•	•			
400	•	•	•					
500	•	•						



- Un accelerometro triassiale è fissato sulla scatola del cambio vicino alla sede del cuscinetto sull'estremità di uscita, in configurazione strapdown.
- Sono stati testati sia gli ingranaggi sani sia quelli gradualmente deteriorati in varie condizioni operative, e per ogni test sono stati raccolti i segnali di vibrazione.
- Uno o più denti dell'ingranaggio sono stati degradati manualmente utilizzando una punta da trapano attraverso il coperchio dell'olio lubrificante, senza alcuno smontaggio e montaggio del cambio o del banco di prova: da 0 a 10, ogni aumento di livello comporta un ulteriore degrado.



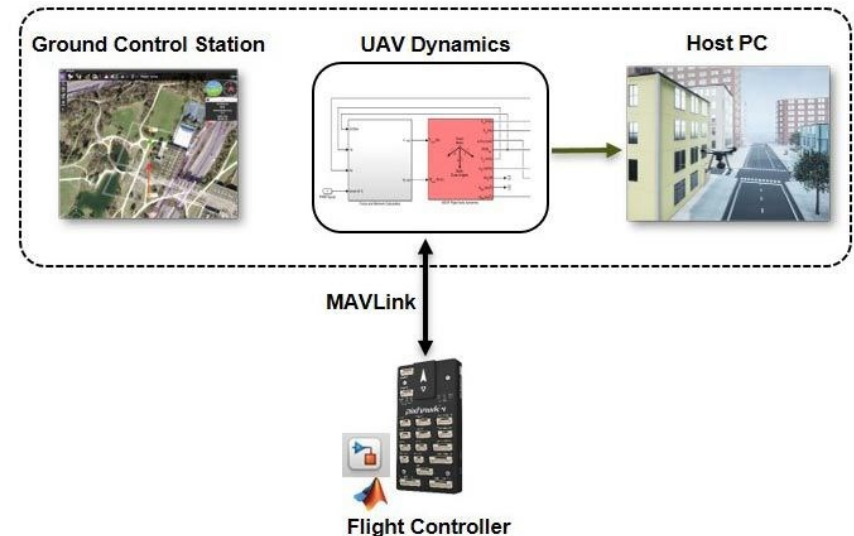
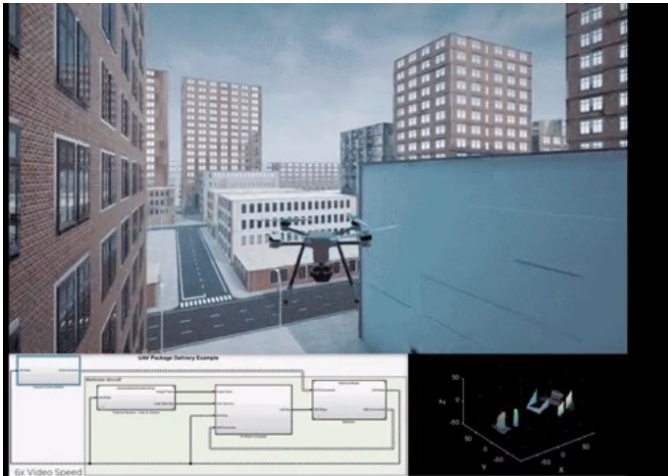
E – PHM AMERICA 2023 [2 GRUPPI DA 3-4 PERSONE]

- ❑ Il progetto si svolgerà, indicativamente, secondo i **seguenti punti**:
 - ❑ leggere la documentazione disponibile nel sito di riferimento;
 - ❑ comprendere il dataset e importarlo in MATLAB;
 - ❑ estrarre le feature diagnostiche;
 - ❑ decidere l'approccio da seguire per l'identificazione del fault (classificatore, stimatore o altro);
 - ❑ sviluppare il modulo di diagnosi addestrandolo con apposito dataset ("Training");
 - ❑ testare il modulo di diagnosi con apposito dataset ("Testing");
 - ❑ determinare le prestazioni usando una metrica opportuna.

 - ❑ Gli studenti avranno a disposizione il seguente materiale di riferimento:
 - ❑ sito di riferimento, <https://data.phmsociety.org/phm2023-conference-data-challenge/>
 - ❑ documentazione aggiuntiva;
 - ❑ dataset.
-

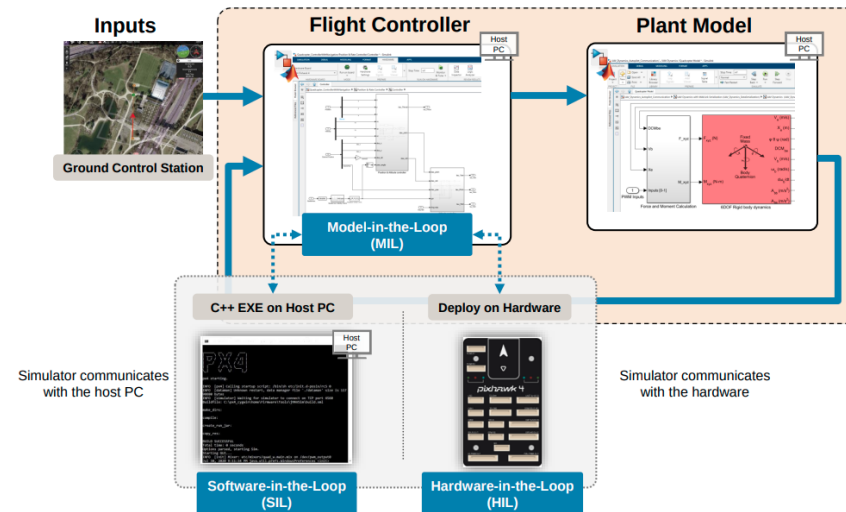
F – HARDWARE-IN-THE-LOOP PX4 – MATLAB UAV TOOLBOX

- ❑ Il toolbox UAV di MATLAB è pensato per fornire strumenti di progettazione, simulazione, test e sviluppo di veicoli a pilotaggio remoto e droni in genere.
- ❑ Tra le funzionalità più avanzate, c'è quella di poter connettere il simulatore fornito con hardware specifico (microcontrollore PixHawk per progettare, testare e implementare algoritmi di volo con i piloti automatici basati su stack PX 4).
- ❑ La connessione può avvenire sia in modalità Software-In-The-Loop sia in modalità Hardware-In-The-Loop.



F – HARDWARE-IN-THE-LOOP PX4 – MATLAB UAV TOOLBOX

- ❑ L'obiettivo del progetto è quello di realizzare una connessione HITL (SITL) tra PX4 e MATLAB UAV toolbox per poi sfruttare le librerie messe a disposizione per
 - ❑ il log dei segnali,
 - ❑ la simulazione di guasti alle componenti di attuazione e sensoristica.
- ❑ La conoscenza delle misure sensoriali, unita alla possibilità di simulare guasti, permette infatti lo sviluppo successivo di algoritmi di diagnosi oppure di controllo tollerante ai guasti





F – HARDWARE-IN-THE-LOOP PX4 – MATLAB UAV TOOLBOX [2 GRUPPI DA 2-3 PERSONE]

- ☐ Il progetto si svolgerà, indicativamente, secondo i **seguenti punti**:
 - ☐ installazione e messa in funzione del software di simulazione con il modello del drone;
 - ☐ lettura della guida del MATLAB UAV toolbox;
 - ☐ studio del simulatore al fine di individuare le librerie disponibili;
 - ☐ realizzazione di una connessione HITL;
 - ☐ simulazione di un guasto e acquisizioni sensoriali;
 - ☐ valutazione delle modalità con le quali è possibile modificare il controllore / sviluppare un algoritmo di rilevamento guasti tramite integrazione con il MATLAB UAV Toolbox.
 - ☐ Il **materiale di riferimento iniziale** consiste in:
 - ☐ sito di riferimento MATLAB UAV Toolbox, <https://www.mathworks.com/products/uav.html>
 - ☐ sito di riferimento PX4, <https://px4.io/>
 - ☐ E' obbligatorio aver conseguito la certificazione relativa alla **sicurezza** per l'accesso ai laboratori.
-



G – RILEVAMENTO E ISOLAMENTO GUASTI BASATO SUL MODELLO DINAMICO DI UN DRONE

- ❑ Nel model-based design è fondamentale disporre di un modello avanzato per la simulazione del comportamento di un sistema dinamico a fini di diagnosi e controllo.
- ❑ Il vantaggio nel disporre di un simulatore è quello di poter valutare gli effetti di un guasto, e le sue possibili compensazioni a livello di controllo, senza preoccuparsi delle pericolose conseguenze che avrebbe invece un guasto del sistema reale.
- ❑ In questo progetto l'oggetto di studio è un drone, il cui modello è fornito per l'implementazione MATLAB / Simulink.





G – RILEVAMENTO E ISOLAMENTO GUASTI BASATO SUL MODELLO DINAMICO DI UN DRONE

- L'**obiettivo** del progetto è quello di sviluppare un **modulo per il rilevamento e l'isolamento** di guasti additivi sugli attuatori di un **drone**.
- Il progetto prevede l'utilizzo del software MATLAB / Simulink per la creazione sia del modello sia del modulo diagnostico.
- Il risultante modulo FDI sarà poi testato in diverse condizioni di volo e con diverse tipologie di guasto.

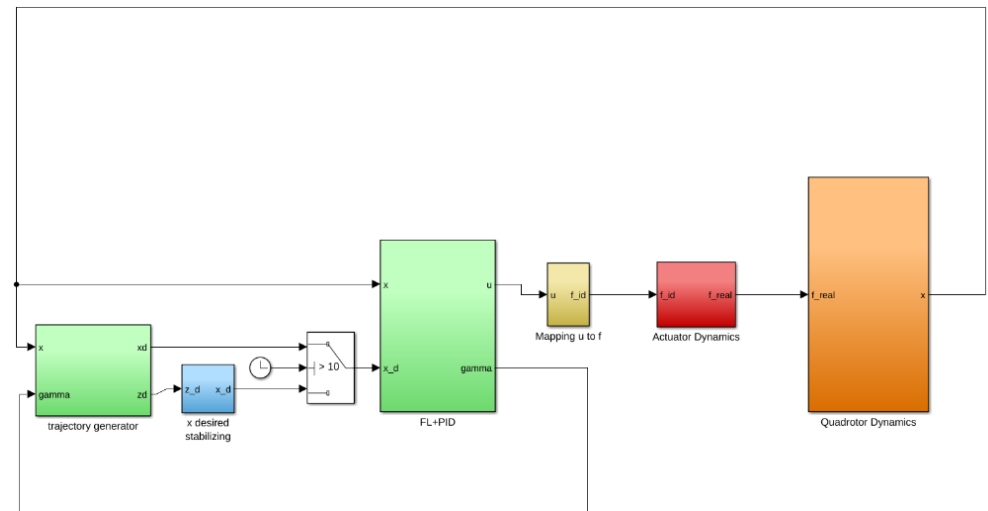
$$m\ddot{p}_F = -k_t \dot{p}_F - mge_3 + R_B^E(F_m^B + \Delta F_m^B) + F_e^E$$

$$J\dot{\omega} = -k_r \omega - \omega \times J\omega + M_m^B + \Delta M_m^B$$

$$\dot{\eta} = T(\eta)\omega,$$

$$R_B^E = \begin{bmatrix} c_\psi c_\theta & c_\psi s_\varphi s_\theta - c_\varphi s_\psi & s_\varphi s_\psi + c_\varphi c_\psi s_\theta \\ c_\theta s_\psi & c_\varphi c_\psi + s_\varphi s_\psi s_\theta & c_\varphi s_\psi s_\theta - c_\psi s_\varphi \\ -s_\theta & c_\theta s_\varphi & c_\varphi c_\theta \end{bmatrix}$$

$$T(\eta) = \begin{bmatrix} 1 & s_\varphi t_\theta & c_\varphi t_\theta \\ 0 & c_\varphi & -s_\varphi \\ 0 & s_\varphi/c_\theta & c_\varphi/c_\theta \end{bmatrix}.$$





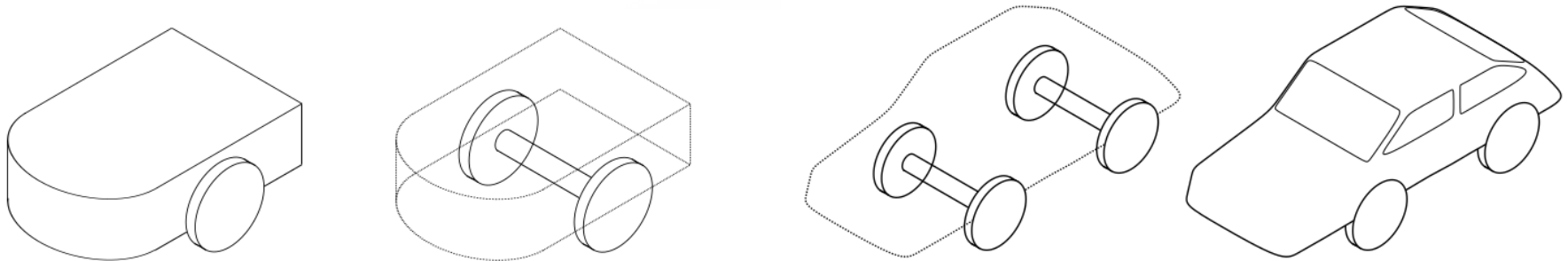
G – RILEVAMENTO E ISOLAMENTO GUASTI BASATO SUL MODELLO DINAMICO DI UN DRONE [2 GRUPPI DA 2 – 3 PERSONE]

- ☐ Il progetto si svolgerà, indicativamente, secondo i **seguenti punti**:
 - ☐ studio di un documento di riferimento per la modellazione e il controllo di un drone;
 - ☐ realizzazione in MATLAB / Simulink del modello a ciclo chiuso di un drone (fornito dal docente / tutor);
 - ☐ test del modello in simulazione;
 - ☐ iniezione dei guasti in simulazione;
 - ☐ progettazione del modulo FDI;
 - ☐ realizzazione in MATLAB / Simulink del modulo FDI;
 - ☐ test del modulo FDI al variare delle condizioni di volo e delle tipologie di guasto.

 - ☐ Il **materiale di riferimento iniziale** consiste in:
 - ☐ documento contenente il modello di simulazione, del controllore e la spiegazione del design del modulo FDI.
-

H – RILEVAMENTO E ISOLAMENTO GUASTI BASATO SUL MODELLO CINEMATICO DI UN VEICOLO

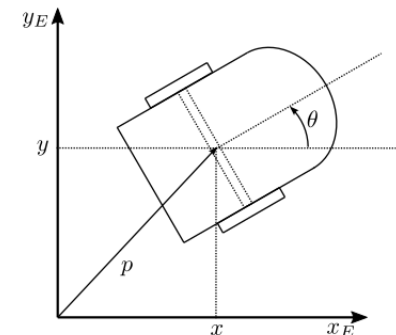
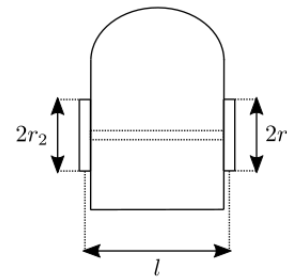
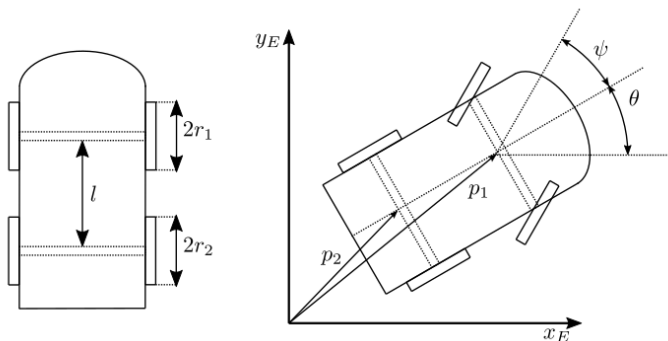
- ❑ Nel model-based design è fondamentale disporre di un modello avanzato per la simulazione del comportamento di un sistema dinamico a fini di diagnosi e controllo.
- ❑ Il vantaggio nel disporre di un simulatore è quello di poter valutare gli effetti di un guasto, e le sue possibili compensazioni a livello di controllo, senza preoccuparsi delle pericolose conseguenze che avrebbe invece un guasto del sistema reale.
- ❑ In questo progetto l'oggetto di studio è un veicolo terrestre, il cui modello è fornito per l'implementazione MATLAB / Simulink.



H - STIMA DEL GUASTO DI ATTUAZIONE SU UN DRONE QUADRIROTORE

- L'**obiettivo** del progetto è quello di sviluppare un **modulo per il rilevamento e l'isolamento** di guasti sugli attuatori e sui sensori di un **veicoli terrestri (e.g. unicycle a guida differenziale o auto a ruote sterzanti)**.
- Il progetto prevede l'utilizzo del software MATLAB / Simulink per la creazione sia del modello sia del modulo diagnostico.
- Il risultante modulo FDI sarà poi testato in diverse condizioni diverse e con diverse tipologie di guasto.

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta) \\ \sin(\theta) \\ 0 \end{bmatrix} v_1 + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} v_2$$



$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{y}_2 \\ \dot{\theta} \\ \dot{\psi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta + \psi) \\ \sin(\theta + \psi) \\ \frac{1}{l} \sin(\psi) \\ 0 \end{bmatrix} v_1 + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} v_2.$$



H - STIMA DEL GUASTO DI ATTUAZIONE SU UN DRONE QUADRIROTORE [2 GRUPPI DA 1 – 2 PERSONE]

- ❑ Il progetto si svolgerà, indicativamente, secondo i **seguenti punti**:
 - ❑ studio di un documento di riferimento per la modellazione cinematica di un veicolo terrestre;
 - ❑ realizzazione in MATLAB / Simulink del modello del veicolo terrestre (fornito dal docente / tutor);
 - ❑ test del modello in simulazione;
 - ❑ iniezione dei guasti in simulazione;
 - ❑ progettazione del modulo FDI;
 - ❑ realizzazione in MATLAB / Simulink del modulo FDI;
 - ❑ test del modulo FDI al variare delle condizioni funzionamento e delle tipologie di guasto.

 - ❑ Il **materiale di riferimento iniziale** consiste in:
 - ❑ documento contenente il modello cinematico del veicolo terrestre.
-

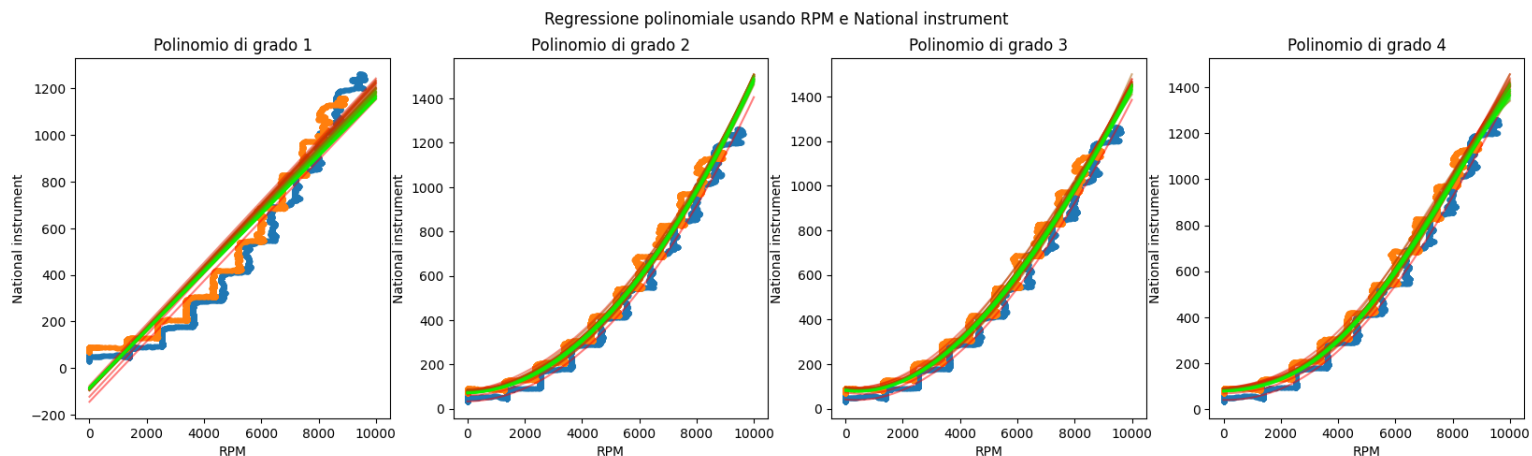
I - STIMA PARAMETRICA DEI COEFFICIENTI DI LIFT E DRAG DI PALE PER DRONI SOGGETTE AD USURA / ROTTURA

- ❑ I tipici algoritmi di controllo dei droni modellano la relazione tra tensione e spinta dei motori nel solo caso di batteria carica e in assenza di guasti, ma tale relazione cambia nel tempo al diminuire dello stato di carica della batteria e se la pala si usura.
- ❑ Integrare tali informazioni può portare a miglioramenti nelle capacità di volo del drone, e l'**obiettivo** del progetto è quello di **modellare i coefficienti di lift e drag** si un drone al variare dello stato di carica della batteria e in presenza di pale usurate.



I - STIMA PARAMETRICA DEI COEFFICIENTI DI LIFT E DRAG DI PALE PER DRONI SOGGETTE AD USURA / ROTTURA

- ❑ Per stimare i coefficienti di lift e drag è stato allestito un setup sperimentale costituito da:
 - ❑ drone esarotore;
 - ❑ cella di carico;
 - ❑ circuito di condizionamento Z-Sg;
 - ❑ convertitore analogico-digitale USB-6001;
 - ❑ alimentatore da banco.
- ❑ Il progetto prevede la calibrazione del setup sperimentale, l'integrazione di un componente per la misura di coppia, l'acquisizione di più misure e la loro elaborazione al fine di trovare un modello per $F = k\omega^2 = k(SOH, f)\omega^2$.





I - STIMA PARAMETRICA DEI COEFFICIENTI DI LIFT E DRAG DI PALE PER DRONI SOGGETTE AD USURA / ROTTURA [2 GRUPPI DA 2-3 PERSONE]

- ☐ Il progetto si svolgerà, indicativamente, secondo i **seguenti punti**:
 - ☐ studio di una precedente relazione per la comprensione del setup sperimentale;
 - ☐ campagna di acquisizione dei dati di corrente, tensione e velocità di rotazione in condizioni nominali;
 - ☐ replica dei risultati ottenuti dal precedente gruppo per la stima del coefficiente di lift;
 - ☐ integrazione di un componente per la misura del drag;
 - ☐ campagna di acquisizione dei dati di corrente, tensione e velocità di rotazione in condizioni nominale;
 - ☐ adattamento del modello per la stima del coefficiente di lift;
 - ☐ campagna di acquisizione, per la stima del lift e del drag, in presenza di scarica della batteria e di usura delle pale.

 - ☐ Il **materiale di riferimento iniziale** consiste in:
 - ☐ relazione di un gruppo che ha lavorato in precedenza sul setup sperimentale.

 - ☐ E' obbligatorio aver conseguito la certificazione relativa alla **sicurezza** per l'accesso ai laboratori.
-



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

Corso di Laurea:

Ingegneria Informatica e dell'Automazione (Magistrale)

Insegnamento:

Manutenzione preventiva per la robotica e l'automazione intelligente

Lezione:

Progetti a.a. 2023-2024

Docente:

Alessandro Freddi

J - TBD

- ☐ I dettagli del progetto saranno resi noti da Febbraio in poi.



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

Corso di Laurea:
Insegnamento:
Lezione:
Docente:

Ingegneria Informatica e dell'Automazione (Magistrale)
Manutenzione preventiva per la robotica e l'automazione intelligente
Progetti a.a. 2023-2024
Alessandro Freddi

K - TBD

- ☐ I dettagli del progetto saranno resi noti da Febbraio in poi.



L1 - RILEVAZIONE SPIKE NELLA MICROGRID LOCCIONI

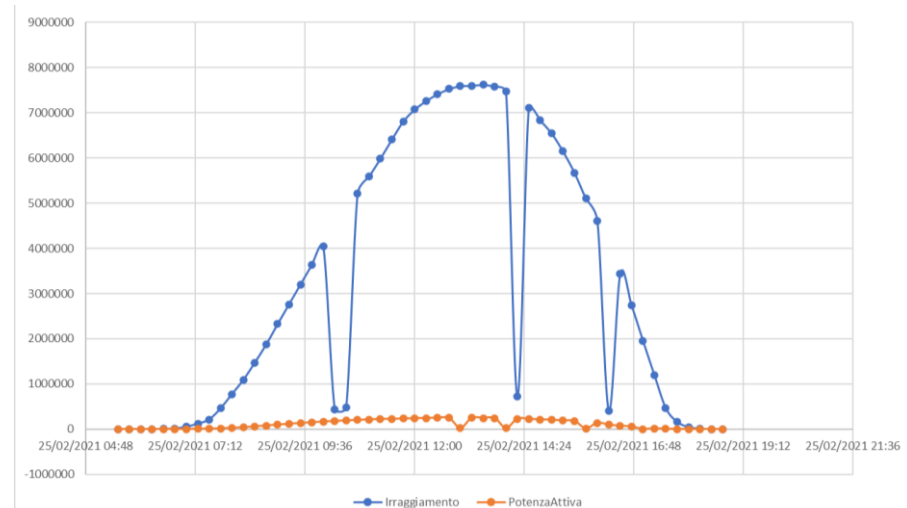
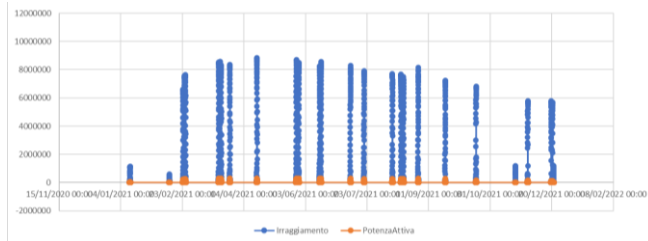
- ❑ Il dataset contiene i dati rilevati nella microgrid dei plant Loccioni.
- ❑ I pannelli fotovoltaici situati sopra i tetti e sopra i laboratori raccolgono segnali come irraggiamento, potenza attiva, potenza reattiva, temperatura, energia.





L1 - RILEVAZIONE SPIKE NELLA MICROGRID LOCCIONI

- ❑ L'**obiettivo** del progetto è quello di sviluppare uno **stimatore per eventuali spike** a partire dai segnali dei sensori disponibili.
- ❑ Il progetto prevede una prima fase di studio del significato e delle correlazioni tra i segnali.
- ❑ Il risultante modulo di stima sarà poi testato sui differenti dataset acquisiti da siti diversi e comparati sui diversi mesi e anni.



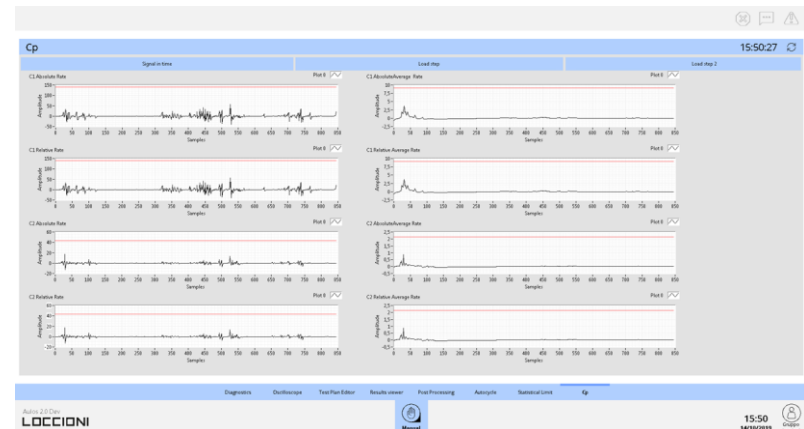
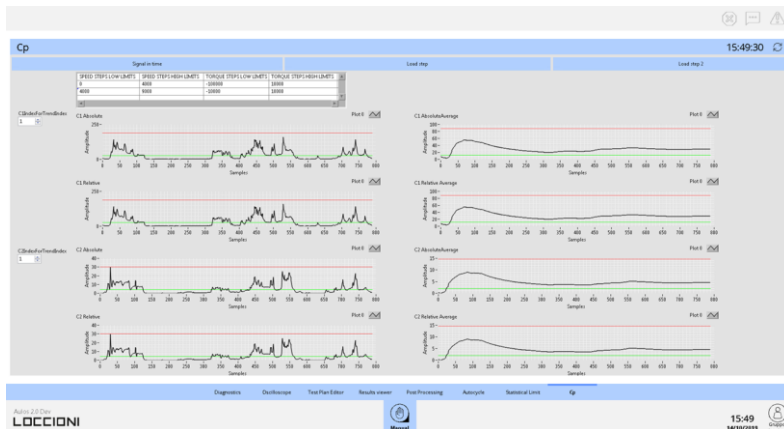


L1 - RILEVAZIONE SPIKE NELLA MICROGRID LOCCIONI

- ❑ Il progetto si svolgerà, indicativamente, seguendo i **seguenti punti**:
 - ❑ studio del set di dati rilevati dal campo;
 - ❑ studio correlazione dei dati e individuazione parametri critici;
 - ❑ realizzazione dello stimatore degli spike;
 - ❑ test del modulo di stima al variare di mesi e anni.
 - ❑ Il **materiale di riferimento iniziale** consiste in:
 - ❑ set di dati forniti da Loccioni
 - ❑ tesina sullo studio della predizione delle serie temporali basata sullo stesso set di dati.
-

L2 - CRASH PREVENTING SU STRUMENTO KAIROS (LOCCIONI NVH SYSTEM)

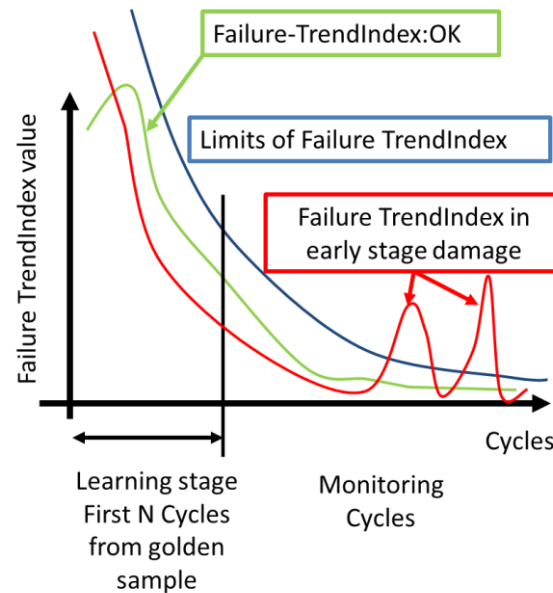
- ❑ Il Kairos è il sistema sviluppato da Loccioni per l'analisi NVH (noise, vibration and harshness).
- ❑ Il sistema acquisisce segnali da accelerometri e altri sensori con un controllore real-time e schede National Instruments.
- ❑ I dataset contengono dati di acquisizioni effettuati su diversi dispositivi, funzionanti e non.





L2 - CRASH PREVENTING SU STRUMENTO KAIROS (LOCCIONI NVH SYSTEM)

- ❑ L'**obiettivo** del progetto è quello di sviluppare un **algoritmo di crash preventing** per predire eventuali guasti e degradi di prestazioni.
- ❑ L'output verrà valutato sui differenti segnali in dotazione.



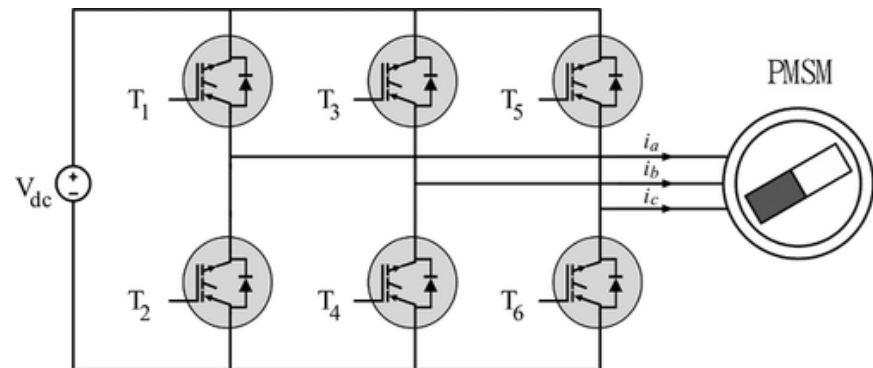


L2 - CRASH PREVENTING SU STRUMENTO KAIROS (LOCCIONI NVH SYSTEM)

- ❑ Il progetto si svolgerà, indicativamente, seguendo i **seguenti punti**:
 - ❑ studio del set di dati rilevati dallo strumento;
 - ❑ studio correlazione dei dati;
 - ❑ realizzazione dell'algoritmo di crash preventing;
 - ❑ test dell'output dell'algoritmo nei vari tipi di dataset.
 - ❑ Il **materiale di riferimento iniziale** consiste in:
 - ❑ set di dati forniti da Loccioni;
 - ❑ documentazione relativa allo strumento Kairos;
 - ❑ esempi di algoritmi implementati.
-

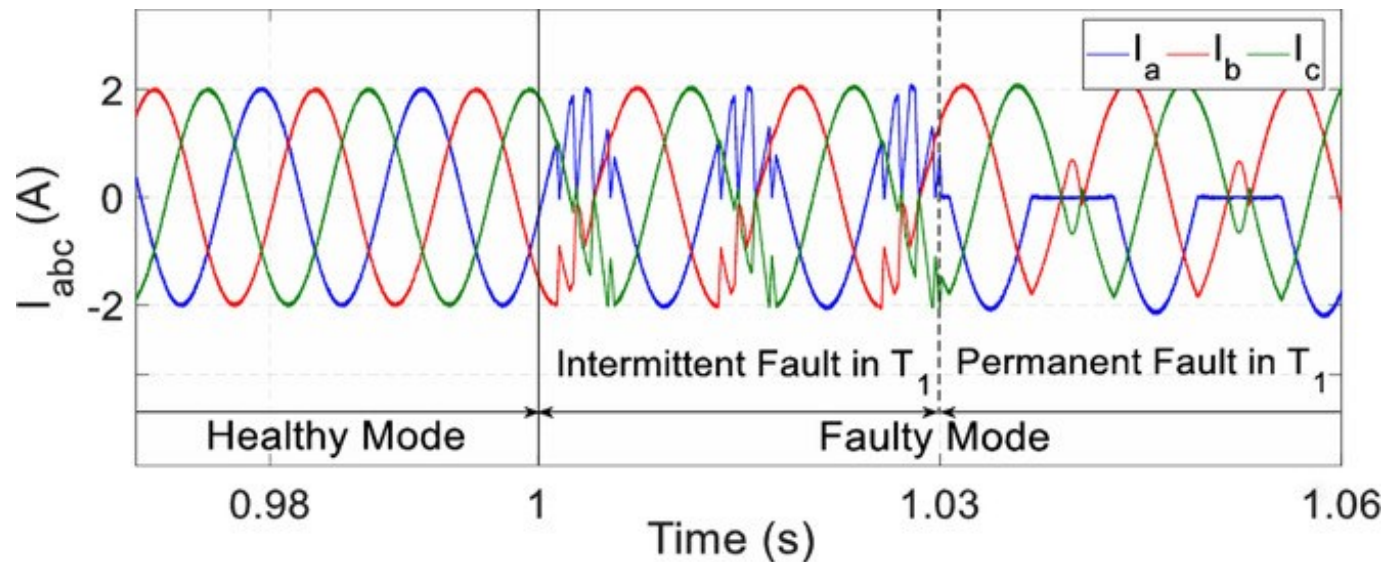
L3 - FAULT DETECTION AND DIAGNOSIS OF 3-PHASE INVERTER SYSTEM

- Un inverter tri-fase è il più comune convertitore DC-AC utilizzato per il controllo dei motori elettrici in ambito automotive (e non solo).
- La sua efficienza e sicurezza sono strettamente legati al corretto funzionamento degli interruttori di potenza (power switch) di cui è composto (IGBT, SiC mosfet, GaN mosfet)



L3 - FAULT DETECTION AND DIAGNOSIS OF 3-PHASE INVERTER SYSTEM

- L'**obiettivo** del progetto è quello di implementare una **tecnica di individuazione e diagnosi dei principali guasti dei power switch** utilizzando i segnali di corrente AC (output dell'inverter).
- Il progetto prevede l'utilizzo del software MATLAB / Simulink per la simulazione del guasto e la generazione dei segnali di corrente.





L3 - FAULT DETECTION AND DIAGNOSIS OF 3-PHASE INVERTER SYSTEM

- Il progetto si svolgerà, indicativamente, seguendo i **seguenti punti**:
 - esecuzione del modello inverter e studio del funzionamento di base;
 - simulazione dei principali guasti relativi ai power switch:
 - Short/Open circuit switch fault.
 - scelta di una tecnica di fault detection:
 - RMS and average;
 - Fuzzy-logic;
 - PCA (Principal Component Analysis)
 - implementazione e validazione in MATLAB/Simulink del metodo scelto.

 - Il **materiale di riferimento iniziale** consiste in:
 - articoli di riferimento;
 - modello di simulazione di un azionamento inverter trifase.
-