



## TRAINER PER LO STUDIO DEL CONTROLLO DI PROCESSO DL 2314



### Panoramica prodotto

Banco per lo studio del campo del controllo di processo. Include valvole, pompe, serbatoi, sensori e azionamenti. È costituito da un modulo sperimentale (pannello di processo), un modulo di controllo con alimentatore integrato (pannello di controllo).

Con questo trainer, gli studenti saranno guidati passo dopo passo nei seguenti esperimenti;

- Come calibrare un sensore,
- Come ottenere la caratteristica di un processo statico e la costante di tempo,
- Come controllare un processo tramite ON-OFF,
- Proporzionale,
- Proporzionale-Integrale,
- Proporzionale Derivato,
- Proporzionale-Integrale-Derivato.

**Ideale per 4 studenti che lavorano contemporaneamente.**

Scuole professionali e tecniche.

### Punti salienti

- Il trainer consente una flessibilità di formazione per tutti gli argomenti di automazione di processo ed è composto da tre diverse sezioni: **PANNELLO DI PROCESSO, PANNELLO DI CONTROLLO**
- Con il dettagliato manuale didattico, gli studenti saranno guidati passo dopo passo nell'apprendimento: come calibrare i sensori, come controllare un processo con sistema ON-OFF e sistema Proporzionale-Integrale-Derivato.
- Ogni esperimento, descritto in dettaglio nel manuale didattico, è correlato ad applicazioni industriali reali.
- Il trainer modulare offre tutti i moduli e i componenti necessari per l'istruzione di base e avanzata nel controllo e nell'automazione dei processi.
- è possibile collegare al trainer un personal computer con apposito modulo di interfaccia e software (PC con **DL 1893** e **DL 2314SW**)



# AUTOMAZIONE E CONTROLLO



Applicabile ai corsi in: **Automazione, Sensori e Attuatori, PID, Controllo di Processo.**

## LISTA DELLE ESPERIENZE

- Regolazione del sensore di livello
- Caratteristiche del motore della pompa
- Caratteristiche della pompa
- Caratteristiche del processo statico
- Costante di tempo del processo
- Controllo ON - OFF del livello
- Controllo ON - OFF del livello con "valvola a solenoide"
- Controllo ON - OFF del livello con "Interruttore galleggiante"
- Controllo ad anello chiuso proporzionale di livello
- Controllo Proporzionale-Integrale ad anello chiuso del livello
- Controllo proporzionale-derivativo ad anello chiuso del livello
- Controllo Proporzionale-Integrale-Derivativo ad anello chiuso del livello
- Sensore di flusso
- Controllo ad anello chiuso proporzionale della portata
- Controllo ad anello chiuso proporzionale-integrale della portata
- Controllo ad anello chiuso proporzionale-derivativo della portata
- Controllo di flusso ad anello chiuso Proporzionale-Integrale-Derivativo
- Sensore di temperatura
- Misura delle caratteristiche del riscaldamento
- Controllo ad anello chiuso proporzionale della temperatura
- Controllo ad anello chiuso proporzionale-integrale della temperatura
- Controllo ad anello chiuso Proporzionale-Derivativo della temperatura
- Controllo ad anello chiuso Proporzionale-Integrale-Derivativo della temperatura
- Sensore di pressione
- Sensore di pressione come sensore di livello
- Controllo ON - OFF del livello tramite il sensore di pressione



## SPECIFICHE TECNICHE

Il trainer per lo studio del controllo di processo consente lo studio e lo svolgimento di prove pratiche nel campo del controllo del processo.

Alimentazione: monofase da rete

➤ **Il pannello di processo** include:

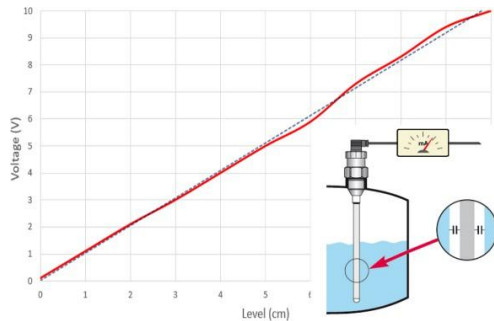
- Capacità serbatoio acqua: 20 litri ca.
- Motopompa di ricircolo: 6 litri/minuto
- Valvola motorizzata: valvola elettro modulata utilizzata per il controllo del flusso d'acqua
- Motopompa con protezione termica e valvola di non ritorno
- Sensore di flusso: 8000 impulsi/litro
- Tubazioni (per l'alimentazione dell'acqua di processo e per lo scarico dell'acqua dal serbatoio di processo)
- Valvola di mandata (la valvola principale di alimentazione dell'acqua)
- Misuratore di portata a turbina (sensore di flusso con turbina di misurazione volumetrica)
- Flussometro visivo (indicatore di portata)
- Valvola manuale (per ridurre il flusso d'acqua)
- Capacità recipiente pressurizzato: 5 litri circa, comprensivo di:
  - Sensore di livello capacitivo e scala metrica per misurare il livello dell'acqua (cm o mm)
  - Interruttore a galleggiante (per rilevare il livello dell'acqua all'interno del serbatoio pressurizzato)
  - Elemento riscaldante; Sensore di temperatura (PT100) e un termometro per misurare la temperatura all'interno del serbatoio di processo (°C o °F)
  - Sensore di pressione e manometro per misurare la pressione (bar o psi)
  - 4 tipi di valvole (3 manuali e 1 controllata)
  - Valvola di sicurezza

➤ **Pannello di controllo**, include:

- Interfaccia di ingresso (Sensori)
  - Trasduttore di LIVELLO
  - Trasduttore FLUSSO
  - Trasduttore di TEMPERATURA
  - Trasduttore di PRESSIONE
- Interfaccia di controllo (Controlli)
  - ON – OFF
  - ON – OFF con isteresi
  - PID (P, PI, PD, PID)
- Interfaccia di uscita (Attuatori)
  - Linear driver per POMPA
  - Azionamento per VALVOLA MOTORE
  - PWM driver per ELEMENTO RISCALDANTE
  - ON – OFF driver per VALVOLA SOLENOIDE



## DESCRIZIONE DELL'ESPERIMENTO



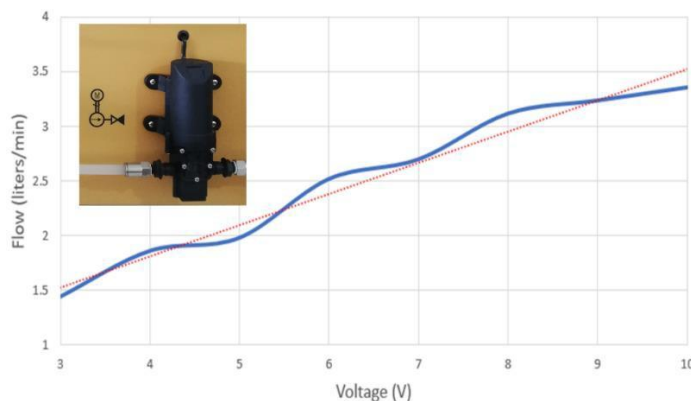
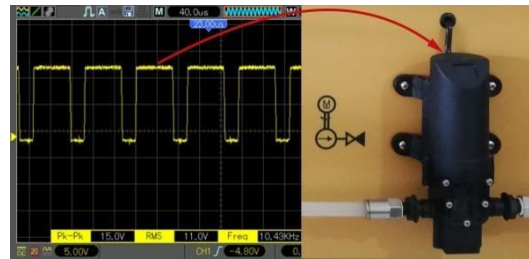
### **Impostazioni del sensore di livello**

Fin dall'inizio degli esperimenti, gli studenti apprenderanno i diversi tipi di sensori. Imparano come calibrare e utilizzare un sensore capacitivo di livello dei fluidi per misurare il livello dell'acqua e determinarne le caratteristiche.

Il trasduttore di livello (L/U) viene utilizzato per calibrare il sensore di livello, stabilendo una corrispondenza di 1 V per 1 cm.

### **Caratteristiche del motore Della pompa**

L'esperimento è molto pratico perché gli studenti apprenderanno in cosa consiste il controllo in PWM (modulazione della larghezza di impulso) di un motore in corrente continua (DC). Utilizzando un oscilloscopio classico, gli studenti analizzeranno i segnali di controllo del motore della pompa. Il segnale di ingresso di riferimento del motore è un'onda triangolare da 10 Vpp, mentre il duty cycle del PWM viene modulato dal pannello di controllo del trainer.



### **Caratteristiche Della pompa**

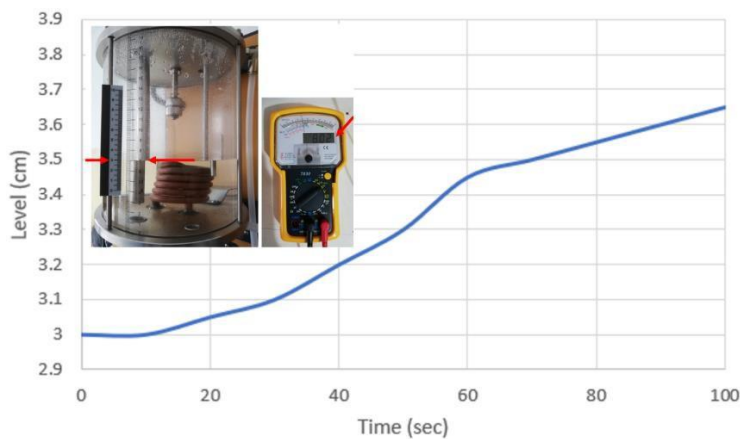
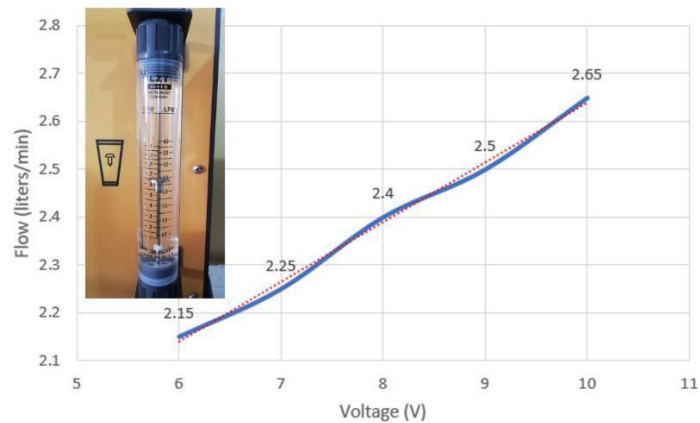
Dopo aver eseguito questo esperimento, gli studenti comprenderanno il principio di funzionamento di una pompa a diaframma. Impareranno come calcolare la portata e come misurarla utilizzando il flussimetro, al fine di tracciare la curva caratteristica della portata della pompa.



## Caratteristiche del processo statico

Utilizzando le conoscenze acquisite nel test precedente, sarà possibile eseguire questa prova. L'obiettivo principale è comprendere come la portata influenzi il tempo di salita del livello del fluido in un processo di controllo del livello.

Il trasduttore di portata (f/U) viene utilizzato per calibrare il sensore di portata, stabilendo una corrispondenza in cui 1 V in uscita equivale a 0,5 litri al minuto.



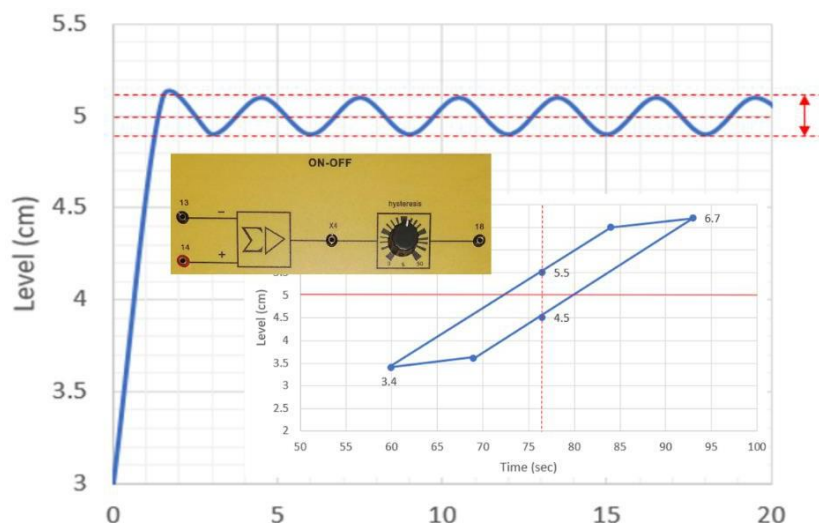
## Costante di tempo del processo

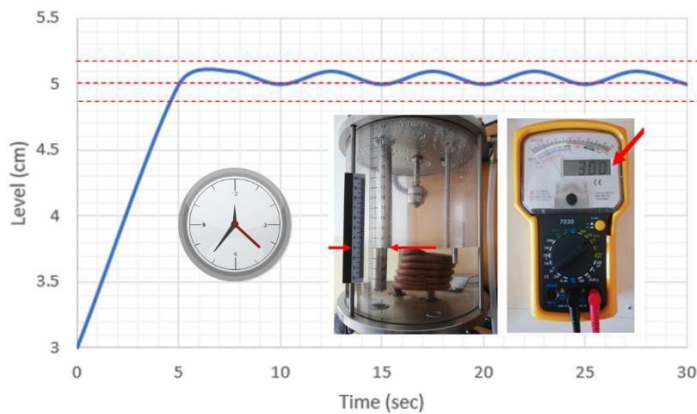
Che cos'è la costante di tempo di un processo? Come si calcola? Gli studenti potranno rispondere a queste domande eseguendo questo esperimento. La stima della costante di tempo viene effettuata sulla base del flusso d'acqua nel serbatoio, come rapporto tra la portata in ingresso e la portata di scarico. Questo processo è un esempio di identificazione dei parametri.

## Controllo ON-OFF del livello

Quali sono gli effetti dell'isteresi nel controllo del livello? Gli studenti lo scopriranno imparando come misurare la risposta dinamica del processo. Utilizzeranno il sensore capacitivo di livello per misurare il livello dell'acqua nel serbatoio di processo.

Questa conoscenza è molto importante perché, nelle situazioni pratiche, uno dei tipi di controllo più utilizzati è il controllo ON/OFF.





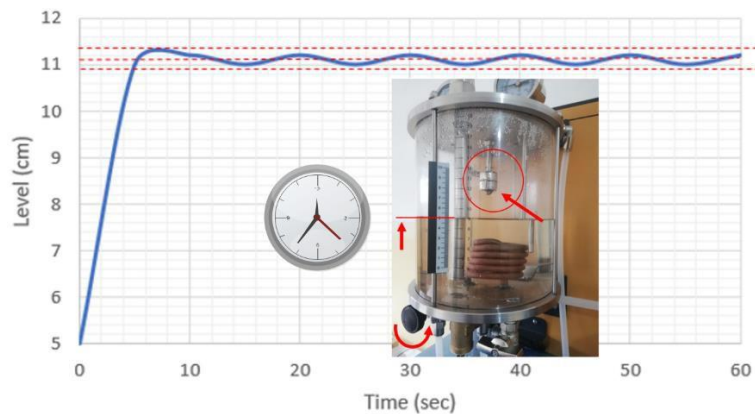
## Controllo ON-OFF del livello con "elettrovalvola"

In questo esperimento, gli studenti utilizzeranno le conoscenze acquisite riguardo all'isteresi nel controllo del livello. Verrà misurato il numero di movimenti di salita e discesa del livello tra l'"avvio" e l'"arresto" dell'elettrovalvola, con un'isteresi dello 0%, 15% e 30%.

## Controllo ON-OFF del livello con "interruttore a galleggiante"

Gli studenti svolgeranno uno studio pratico per mantenere costante il livello nel serbatoio utilizzando un sensore di livello "ON-OFF" e l'elettrovalvola.

Impareranno come misurare la variazione del livello dell'acqua nel tempo. Per determinare la curva di isteresi per il controllo "On-Off" del livello, utilizzeranno la scala mobile incisa oppure il sensore di livello e l'interruttore a galleggiante.



## Controllo in anello chiuso del LIVELLO

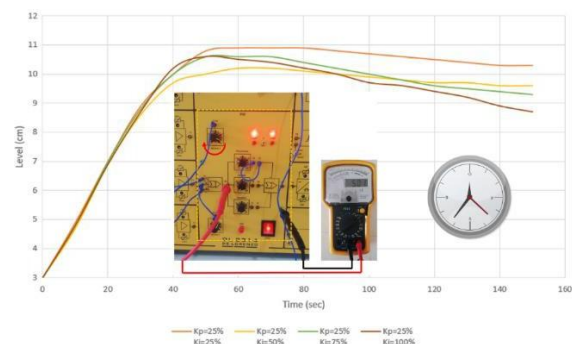
**Controllo proporzionale in anello chiuso del livello**

**Controllo proporzionale-integrale in anello chiuso del livello**

**Controllo proporzionale-derivativo in anello chiuso del livello**

**Controllo proporzionale-integrale-derivativo in anello chiuso del livello**

Per poter studiare il controllo in anello chiuso, è necessario prima verificare gli effetti del guadagno dell'anello sulla risposta dinamica del sistema. È molto interessante osservare la caratteristica di uscita del controllore PID per diversi valori delle costanti  $K_p$ ,  $K_i$  e  $K_d$ . Il metodo di Ziegler-Nichols viene utilizzato per la taratura del controllore PID. Gli studenti imparano come determinare i parametri PID per ottenere il livello controllato.





## Controllo in anello chiuso della PORTATA

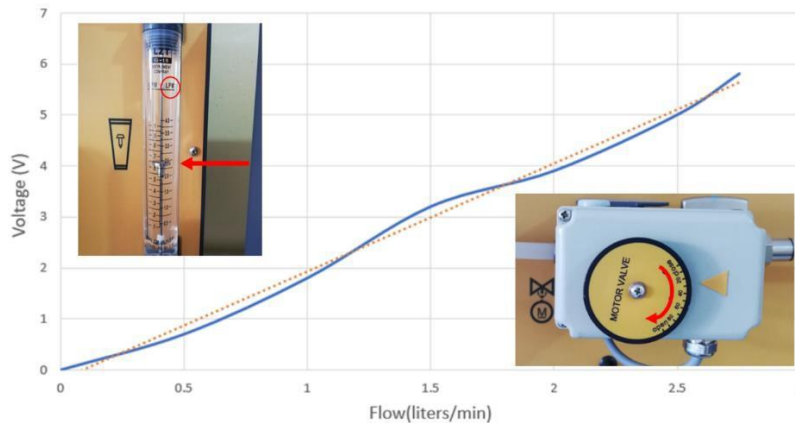
### *Sensore di portata*

#### *Controllo proporzionale in anello chiuso della portata*

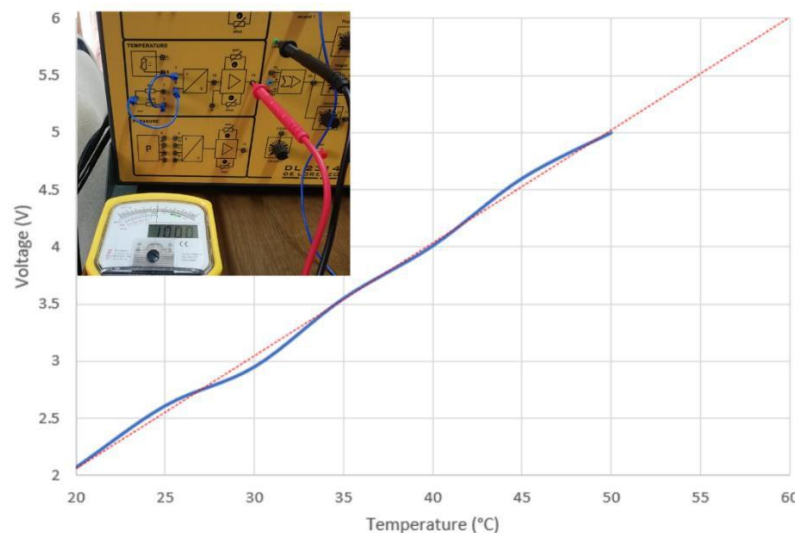
#### *Controllo proporzionale-integrale in anello chiuso della portata*

#### *Controllo proporzionale-derivativo in anello chiuso della portata*

#### *Controllo proporzionale-integrale-derivativo in anello chiuso della portata*



Durante questi esperimenti, gli studenti imparano a misurare la portata dell'acqua utilizzando la scala incisa del flussimetro diretto oppure il sensore di portata a turbina. Dopo aver analizzato i risultati, devono essere in grado di implementare la taratura del controllo PID del sistema con stabilità ottimale.



### *Sensore di temperatura*

Gli studenti imparano a misurare la variazione della temperatura nel tempo, utilizzando la scala incisa del termometro oppure il sensore di temperatura, al fine di determinare e calcolare la curva caratteristica del sensore PT100 (RTD).

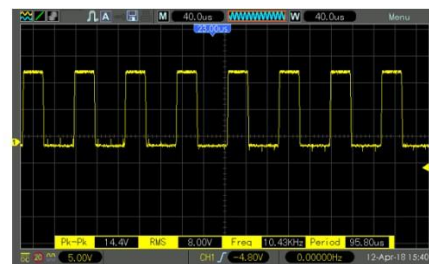
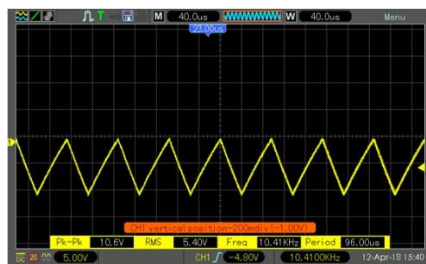
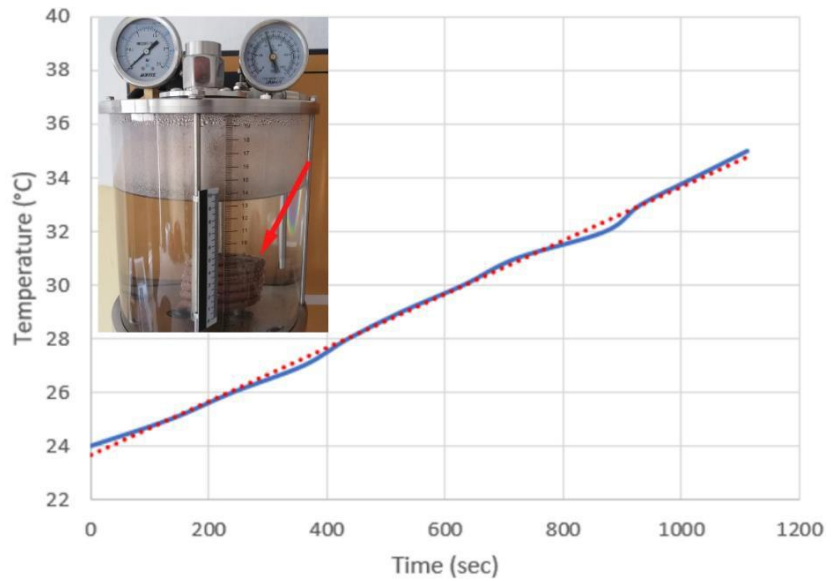
Il trasduttore di temperatura (u/U) viene utilizzato per calibrare il sensore di temperatura, stabilendo una corrispondenza di 1 V ogni 10 gradi Celsius.



## Misura delle caratteristiche del riscaldamento

Questo esperimento è simile al precedente, ma questa volta gli studenti comprenderanno il principio di funzionamento di un sensore di temperatura resistivo per misurare la temperatura nel serbatoio del processo industriale.

Utilizzando un oscilloscopio classico, gli studenti potranno analizzare la forma d'onda PWM dell'elemento riscaldante.



## Controllo in anello chiuso della TEMPERATURA

**Controllo proporzionale in anello chiuso della temperatura**

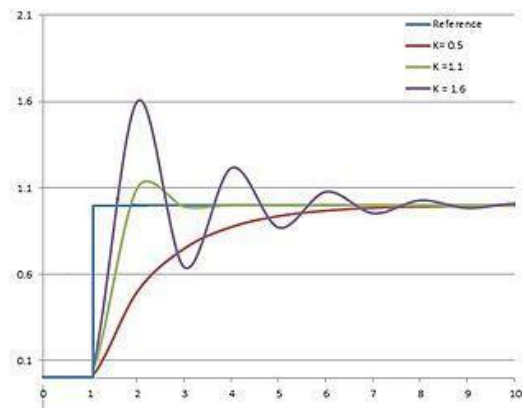
**Controllo proporzionale-integrale in anello chiuso della temperatura**

**Controllo proporzionale-derivativo in anello chiuso della temperatura**

**Controllo proporzionale-integrale-derivativo in anello chiuso della temperatura**

Gli studenti impareranno che in un sistema di controllo della temperatura il controllore accetta come ingresso un sensore di temperatura, come un RTD o una termocoppia, e confronta la temperatura reale con la temperatura di riferimento (setpoint). L'uscita viene quindi inviata a un elemento di controllo.

Dopo aver analizzato i risultati, saranno in grado di ottimizzare la taratura del controllo PID del sistema.

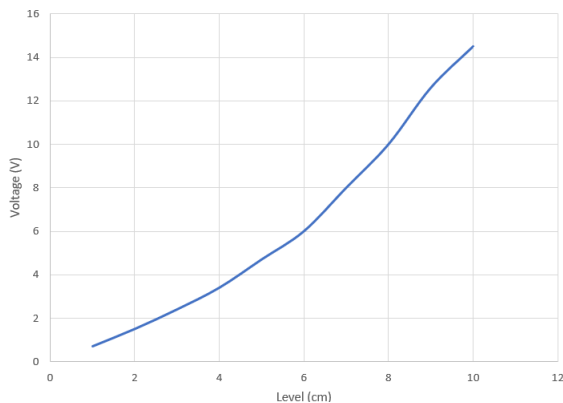
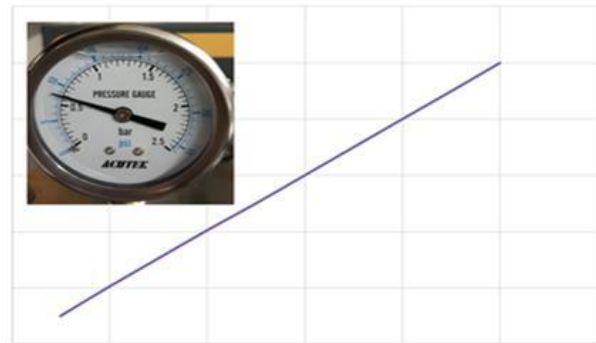




## **Sensore di pressione**

Gli studenti impareranno a misurare la pressione utilizzando il sensore di pressione elettronico oppure la scala del manometro, al fine di determinare e calcolare la curva caratteristica del sensore di pressione.

Il trasduttore di pressione (P/U) viene utilizzato per calibrare il sensore di pressione, stabilendo una corrispondenza di 1 V pari a 0,15 bar. Verranno inoltre determinate le caratteristiche di un trasduttore di pressione.



## **Sensore di pressione come sensore di livello**

L'obiettivo principale di questo esperimento è la misura della pressione, utilizzando il sensore di pressione elettronico oppure la scala del manometro, al fine di determinare la curva caratteristica della risposta livello–pressione.

## **Controllo ON-OFF del livello tramite il sensore di pressione**

Gli studenti, già familiari con la procedura di controllo “ON-OFF”, eseguiranno un sistema di controllo ON-OFF in anello chiuso utilizzando il sensore di pressione come sensore di livello. Non verranno utilizzate le conoscenze relative agli effetti dell'isteresi nel controllo della pressione.

