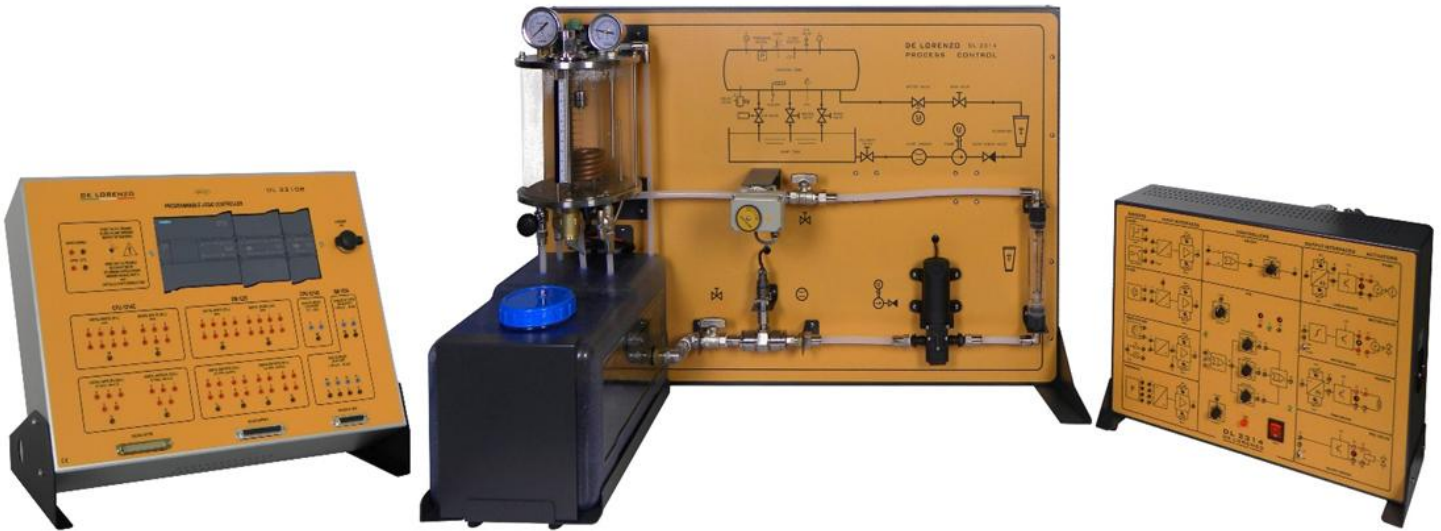




SISTEMA PER LO STUDIO DEL CONTROLLO AUTOMATICO DI PROCESSO DL 2314PLC



Descrizione del sistema

Sistema per lo studio del controllo di processo dal livello base a quello avanzato. Include valvole, pompe, serbatoi, sensori e azionatori. È costituito da un modulo sperimentale di processo, da un modulo di controllo con alimentatore integrato e da un controllore logico programmabile (PLC).

Con questo sistema, gli studenti vengono 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 con controllo ON-OFF,
- Proporzionale,
- Proporzionale-Integrale,
- Proporzionale Derivativo,
- Proporzionale-Integrale-Derivativo e come eseguire applicazioni con PLC per sistemi di controllo di livello,
- Temperatura,
- portata e pressione.

Punti principali

- Il sistema consente grande flessibilità didattica per tutti gli argomenti di automazione di processo ed è composto da tre diverse sezioni: **PLC, MODULO DI PROCESSO, MODULO DI CONTROLLO**.
- Con il dettagliato manuale didattico, gli studenti vengono guidati passo dopo passo nell'apprendere come programmare un PLC, come calibrare i sensori, come controllare un processo con controllo ON-OFF e controllo Proporzionale-Integrale-Derivativo.
- Ogni esperimento, descritto in dettaglio nel manuale didattico, è correlato ad applicazioni industriali reali.
- Il sistema modulare include tutti i moduli e i componenti necessari per l'istruzione di base e avanzata nel controllo e nell'automazione dei processi.



AUTOMAZIONE E CONTROLLO



Ideale per 4 studenti che lavorano contemporaneamente.

Per le scuole tecniche e professionali.

Per corsi in: **Automazione, PLC, Sensori e Attuatori, PID, Controllo di Processo.**

LISTA DEGLI ESPERIMENTI

- **CORSO BASE DI CONTROLLO DI PROCESSO:**
 - Impostazioni 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 elettrovalvola
 - Controllo ON - OFF del livello con interruttore a galleggiante
 - Controllo proporzionale ad anello chiuso del 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 portata
 - Controllo proporzionale ad anello chiuso della portata
 - Controllo Proporzionale-Integrale ad anello chiuso della portata
 - Controllo Proporzionale-Derivativo ad anello chiuso della portata
 - Controllo Proporzionale-Integrale-Derivativo ad anello chiuso della portata
 - Sensore di temperatura
 - Misura delle caratteristiche del riscaldamento
 - Controllo proporzionale ad anello chiuso della temperatura
 - Controllo Proporzionale-Integrale ad anello chiuso della temperatura
 - Controllo Proporzionale-Derivativo ad anello chiuso della temperatura
 - Controllo Proporzionale-Integrale-Derivativo ad anello chiuso della temperatura
 - Sensore di pressione
 - Sensore di pressione come sensore di livello
 - Controllo ON - OFF del livello con il sensore di pressione
- **ESPERIMENTI BASE SUL PLC**
 - Controllo ON – OFF
 - Controllo PWM
 - Controllo temporizzatore
 - Controllo contatori
 - Controllo a due funzioni
- **ESPERIMENTI AVANZATI DI CONTROLLO DI PROCESSO**
 - Sistema di controllo del livello. Stazione di pompaggio dell'acqua
 - Sistema di controllo del livello con risposta temporale. Sistema di distribuzione del solvente liquido
 - Sistema di controllo della temperatura. Stazione di riscaldamento dell'acqua
 - Sistema di controllo della portata. Sistema di distribuzione del liquido con pompa a portata costante
 - Sistema di controllo della pressione con tempi di risposta rapidi. Stazione di pulizia a pressione



- Sistema PID con tempi di risposta lenti. Controllo PID ad anello chiuso del livello
- Sistema PID con tempi di risposta rapidi. Controllo PID ad anello chiuso della pressione

SPECIFICHE TECNICHE

Il sistema didattico permette lo studio e l'esecuzione di esperimenti nel campo del controllo di processo. Il controllore programmabile offre prestazioni elevate e facilità di utilizzo per chi si avvicina per la prima volta al mondo dei PLC.

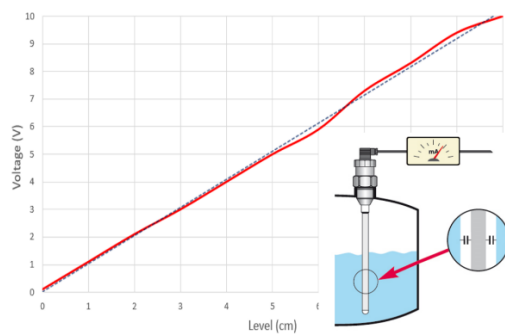
- **Alimentazione:** monofase di rete
- **Controllore Logico Programmabile**, che include:
 - Alimentazione CC: 24Vcc/2,7A
 - 1 selettore per l'utilizzo degli I/O via prese o via connettori
 - 1 CPU (modello Siemens 1214C della serie S7-1200) con 14 ingressi digitali integrati da 24Vcc, 10 uscite a relè integrate a 24Vcc o a relè, e 2 ingressi analogici integrati da 0 a 10V
 - 1 modulo digitale di espansione (modello Siemens SM 1223) con 16 ingressi digitali a 24Vcc e 16 uscite a relè a 24Vcc o a relè
 - 1 modulo analogico di espansione (modello Siemens SM 1234) con 4 ingressi analogici da -10 a +10V o da 0 a 20mA e 2 uscite analogiche da -10 a +10V o da 0 a 20mA
 - 1 porta LAN Ethernet per la programmazione
- **Modulo di Processo**, che include:
 - Serbatoio dell'acqua con capacità di circa 20 litri
 - Pompa motorizzata per ricircolazione dell'acqua: 6 litri/minuto
 - Valvola motorizzata: valvola elettro modulata utilizzata per il controllo della portata d'acqua
 - Pompa motorizzata con protezione termica e valvola per il controllo della portata
 - Sensore di portata: 8000 impulsi/litro
 - Tubazioni (per immissione dell'acqua di processo e per drenaggio dell'acqua dal serbatoio di processo)
 - Valvola di mandata (valvola principale di approvvigionamento idrico)
 - Flussometro a turbina (con turbina di misurazione volumetrica)
 - Flussometro visivo (indicatore di portata)
 - Valvola manuale (per la riduzione della portata d'acqua)
 - Serbatoio pressurizzato con capacità di circa 5 litri, che include:
 - Sensore capacitivo di livello e scala metrica per la misurazione del livello dell'acqua (cm o mm)
 - Interruttore a galleggiante (per rilevare il livello dell'acqua nel serbatoio pressurizzato)
 - Elemento riscaldante; sensore di temperatura (PT100) e termometro per misurare la temperatura nel serbatoio di processo (°C o °F)
 - Sensore di pressione e pressostato per misurare la pressione (bar o psi)
 - 4 tipi di valvole (3 manuali e 1 controllata)
 - Valvola di sicurezza
- **Modulo di Controllo**, che include:
 - Interfaccia degli ingressi (sensori)
 - Trasduttore di LIVELLO
 - Trasduttore di PORTATA
 - Trasduttore di TEMPERATURA
 - Trasduttore di PRESSIONE
 - **Interfaccia di controllo (controllori)**
 - ON – OFF
 - ON – OFF con isteresi
 - PID (P, PI, PD, PID)



- Interfaccia delle uscite (attuatori)
 - Azionatore lineare per la POMPA
 - Azionatore per la VALVOLA MOTORIZZATA
 - Azionatore PWM per l'ELEMENTO RISCALDANTE
 - Azionatore ON – OFF per l'ELETTROVALVOLA

DESCRIZIONE DEGLI ESPERIMENTI

CORSO BASE DI CONTROLLO DI PROCESSO:



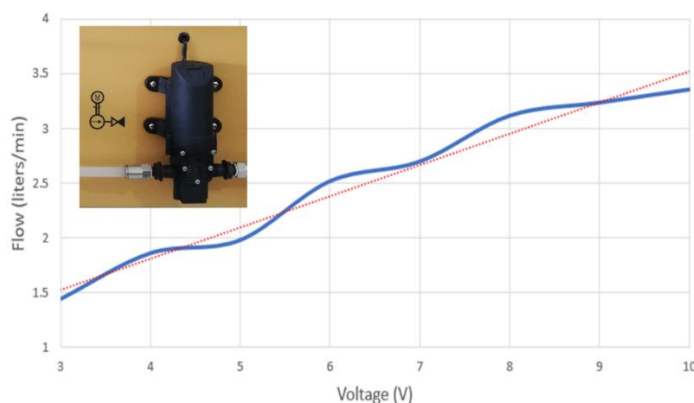
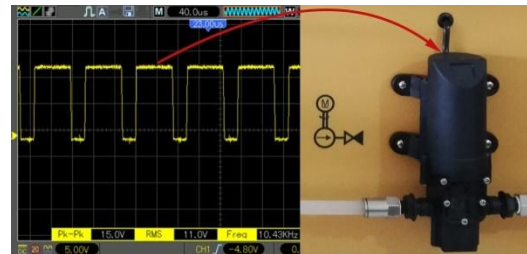
Impostazioni del sensore di livello

Dall'inizio degli esperimenti, gli studenti imparano a conoscere diversi tipi di sensori. Imparano come calibrare e utilizzare un sensore capacitivo di livello del fluido per misurare il livello dell'acqua e determinare le caratteristiche del sensore.

Il trasduttore di livello (L/U) viene utilizzato per calibrare il sensore di livello con un rapporto di 1 V per 1 cm.

Caratteristiche del motore della pompa

L'esperimento è molto pratico perché gli studenti imparano cos'è il controllo in PWM (Pulse Width Modulation) di un motore CC. Utilizzando un classico oscilloscopio, gli studenti analizzano i segnali di controllo del motore di una pompa. Il segnale di ingresso di riferimento del motore è un'onda triangolare 10Vpp, mentre il duty cycle del PWM è modulato dal pannello di controllo del sistema didattico.



Caratteristiche della pompa

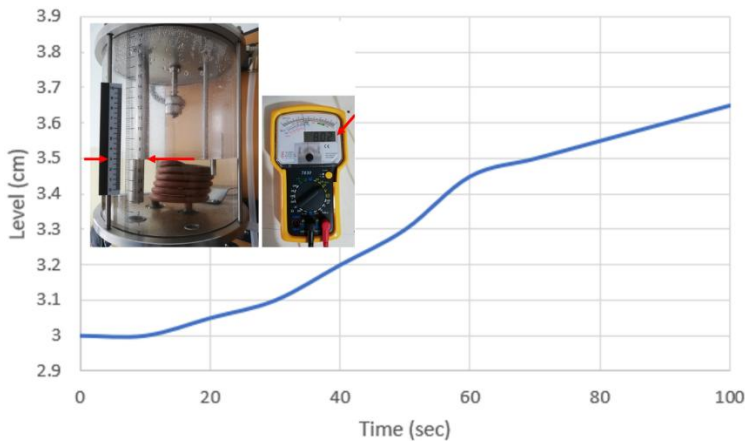
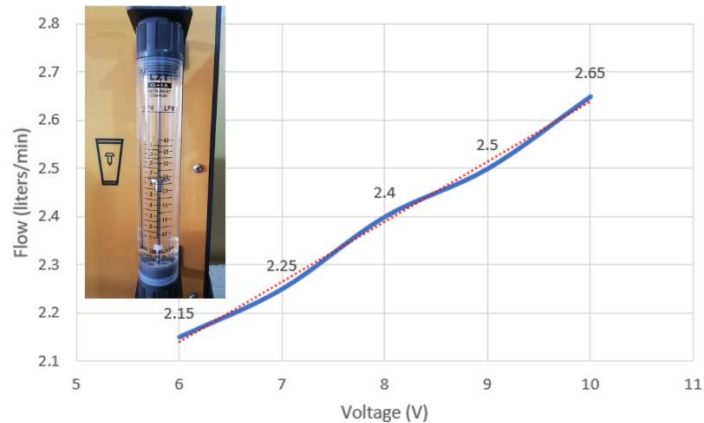
Dopo aver eseguito questo esperimento, gli studenti apprendono il principio di funzionamento di una pompa a membrana. Imparano a calcolare la portata e a misurarla utilizzando il flussometro per tracciare la curva caratteristica della portata della pompa.



Caratteristiche del processo statico

Le conoscenze della precedente prova sono utili per eseguire questo esperimento. L'obiettivo principale è capire come la portata influenza la velocità di salita del livello del fluido in un processo di controllo del livello.

Il trasduttore di flusso (f/U) viene utilizzato per calibrare il sensore di flusso con un rapporto di 1 V per 0,5 litri al minuto.



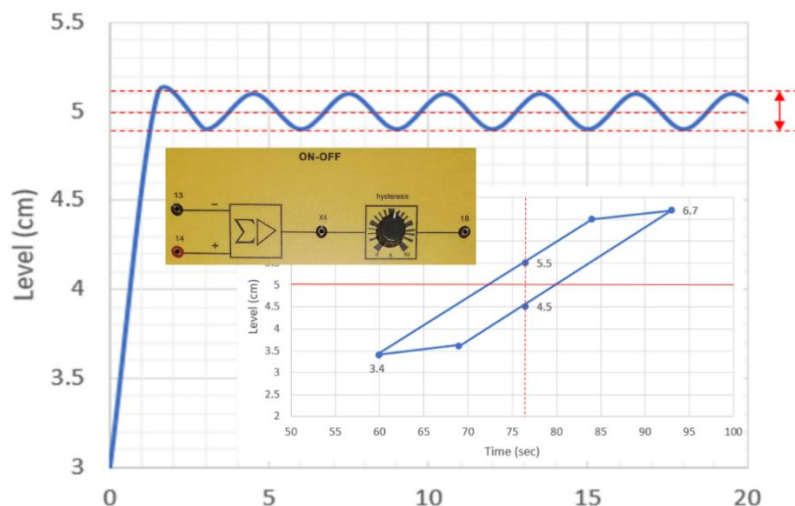
Costante di tempo del processo

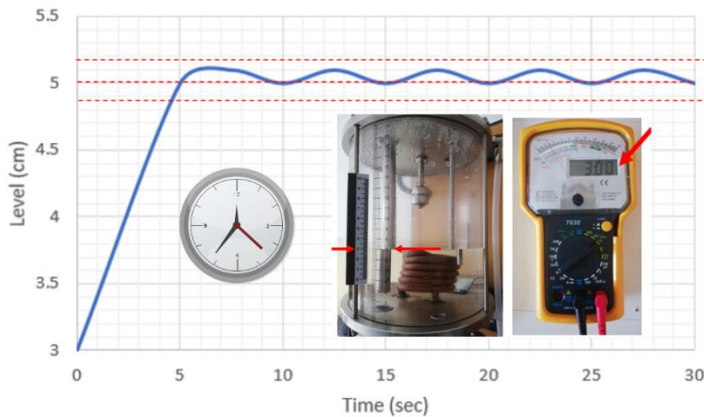
Cos'è la costante di tempo di un processo? Come la si calcola? Gli studenti possono rispondere a questa domanda eseguendo questo esperimento. La stima della costante di tempo è data dalla portata d'acqua nel serbatoio, come rapporto tra la portata in ingresso e la portata in scarico. Questo processo è un esempio di identificazione dei parametri.

Controllo ON - OFF del livello

Quali sono gli effetti dell'isteresi sul controllo di livello? Gli studenti lo scoprono imparando a misurare la risposta dinamica del processo. Utilizzano 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.





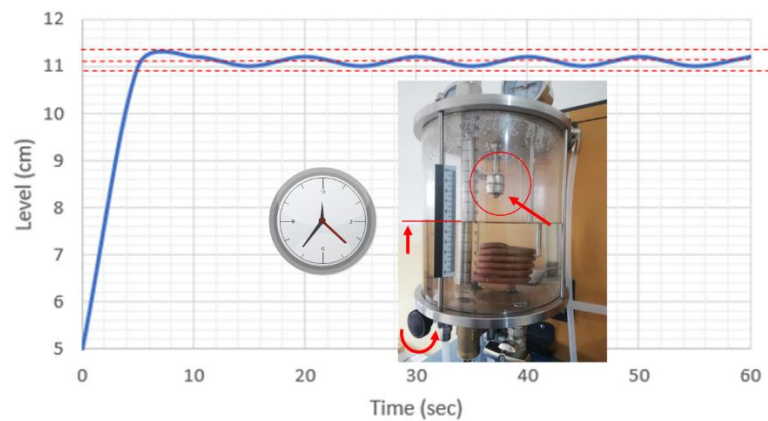
Controllo ON - OFF del livello con elettrovalvola

In questo esperimento, gli studenti utilizzano le conoscenze accumulate relative all'isteresi sul controllo di livello. Misurano il numero di movimenti del livello in salita e in discesa tra lo "Start e Stop" dell'elettrovalvola con un'isteresi di 0%, 15% e 30%.

Controllo ON - OFF del livello con interruttore a galleggiante

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

Imparano a misurare la variazione del livello dell'acqua nel tempo. Per determinare la curva di isteresi per il controllo "On - Off" del livello si utilizzano la scala graduata mobile o il sensore di livello e interruttore a galleggiante.



Controllo ad anello chiuso del LIVELLO

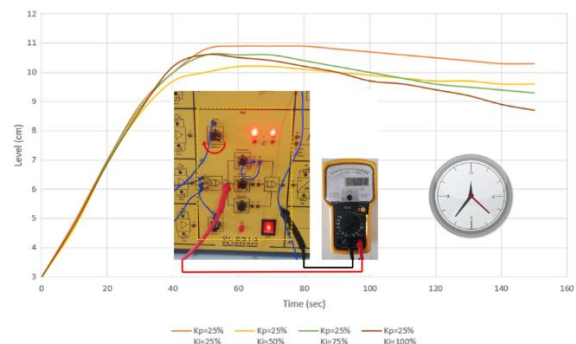
Controllo Proporzionale ad anello chiuso del livello

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

Per poter studiare il controllo ad anello chiuso, occorre prima verificare gli effetti dell'anello di guadagno sulla risposta dinamica del sistema. È molto interessante osservare la caratteristica di uscita del controllore PID per diversi valori costanti di K_p , K_d e K_i . Nella regolazione del controllore PID viene utilizzato il metodo Ziegler-Nichols. Gli studenti imparano a determinare i parametri PID per ottenere il controllo del livello.





Controllo ad anello chiuso della PORTATA

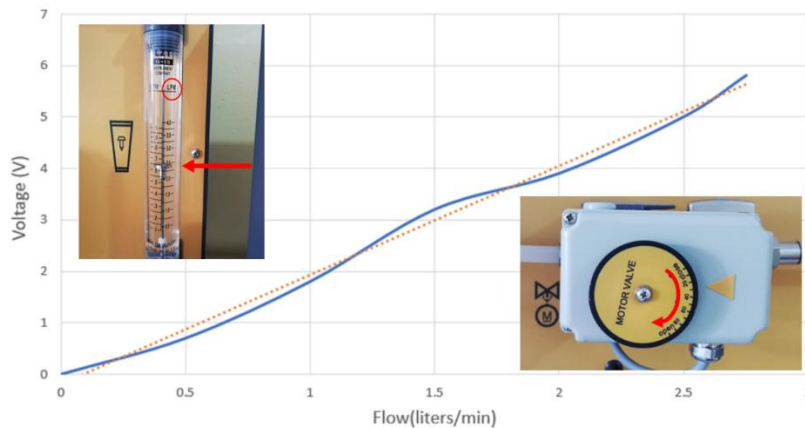
Sensore di portata

Controllo Proporzionale ad anello chiuso della portata

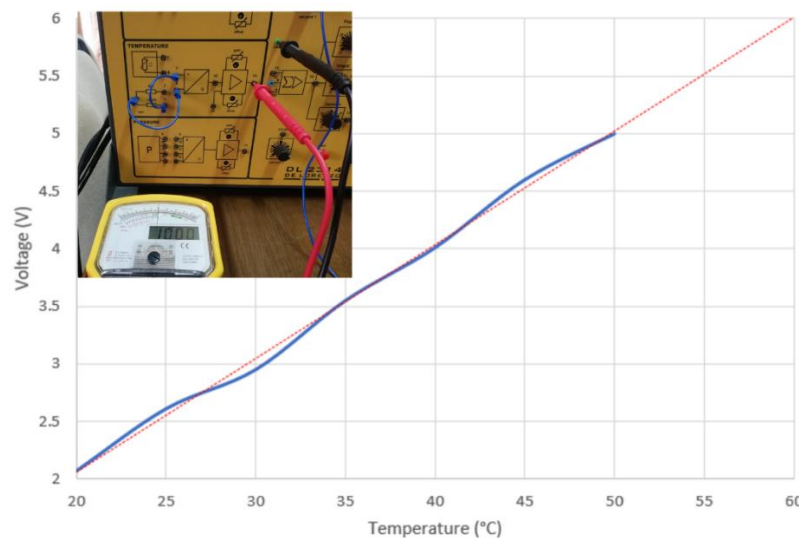
Controllo Proporzionale-Integrale ad anello chiuso della portata

Controllo Proporzionale-Derivativo ad anello chiuso della portata

Controllo Proporzionale-Integrale-Derivativo ad anello chiuso della portata



Durante questi esperimenti, gli studenti imparano a misurare la portata dell'acqua utilizzando la scala incisa del flussometro diretto o del flussometro a turbina. Dopo aver analizzato i risultati, sono in grado di implementare la regolazione del controllore PID del sistema ottimizzandone la stabilità.



Sensore di temperatura

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

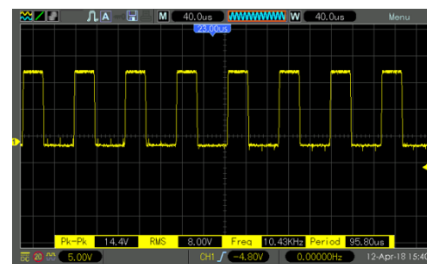
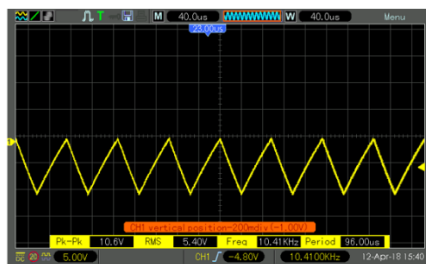
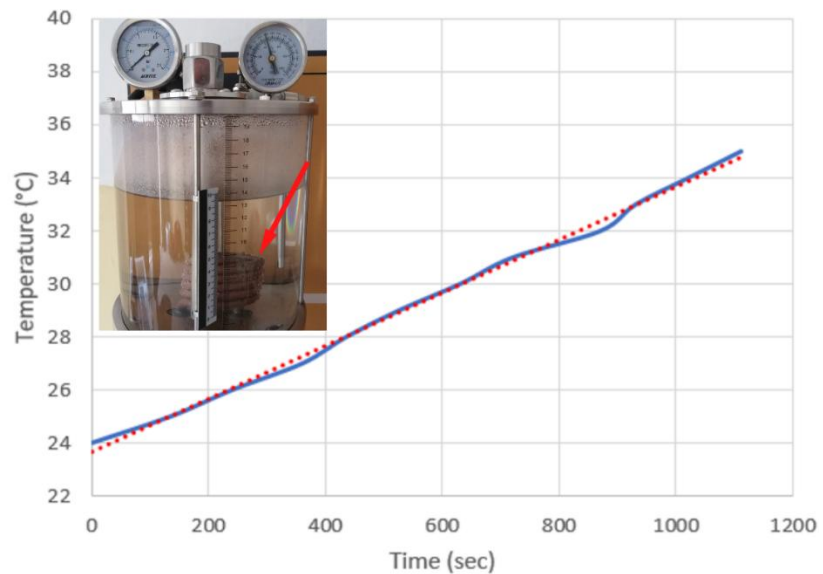
Il trasduttore di temperatura (u/U) viene utilizzato per calibrare il sensore di temperatura con un rapporto di 1 V per 10 gradi Celsius.



Misurazione delle caratteristiche dell'elemento riscaldante

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

Utilizzando un classico oscilloscopio, gli studenti possono analizzare la forma d'onda del PWM per l'elemento riscaldante.



Controllo ad anello chiuso della TEMPERATURA

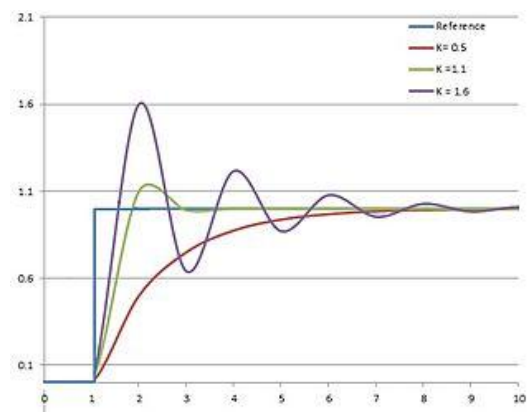
Controllo Proporzionale ad anello chiuso della temperatura

Controllo Proporzionale-Integrale ad anello chiuso della temperatura

Controllo Proporzionale-Derivativo ad anello chiuso della temperatura

Controllo Proporzionale-Integrale-Derivativo ad anello chiuso della temperatura

Gli studenti imparano che in un sistema di controllo della temperatura il controllore accetta un sensore di temperatura come input, come un RTD o una termocoppia, e confronta la temperatura effettiva con la temperatura di controllo richiesta o set point. L'uscita viene quindi fornita a un elemento di controllo. Dopo aver analizzato i risultati, gli studenti sono in grado di regolare il controllore PID del sistema.

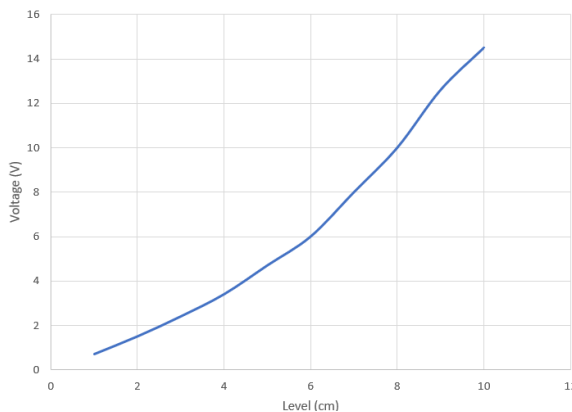
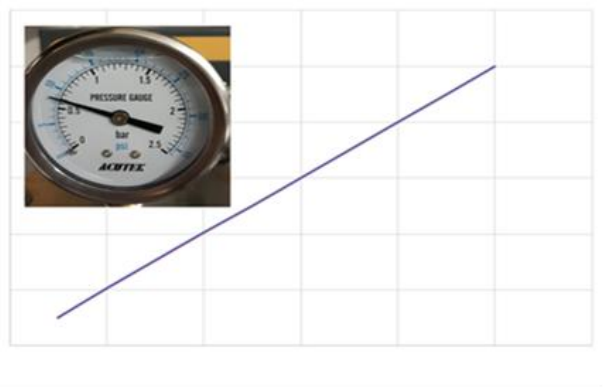




Sensore di pressione

Gli studenti imparano a misurare la pressione, utilizzando il sensore di pressione elettronico o la scala del manometro, per determinare e calcolare la curva caratteristica del sensore di pressione.

Il trasduttore di pressione (P/U) viene utilizzato per calibrare il sensore di pressione con un rapporto di 1 V per 0,15 bar. Vengono determinate le caratteristiche di un trasduttore di pressione.

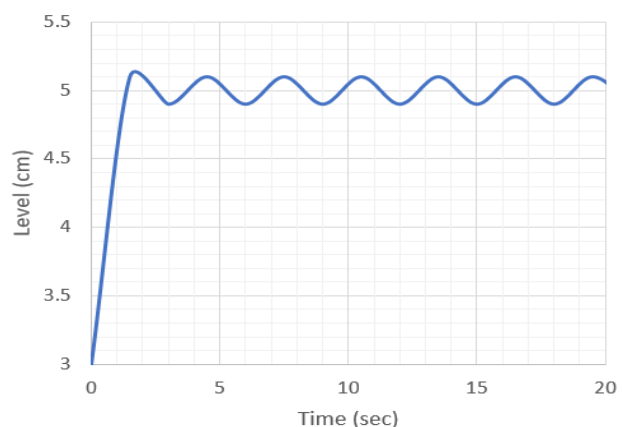


Sensore di pressione come sensore di livello

L'obiettivo principale di questo esperimento è misurare la pressione, utilizzando il sensore di pressione elettronico o la scala del manometro, per determinare la curva caratteristica della risposta del livello in funzione della pressione.

Controllo ON - OFF del livello con sensore di pressione

Gli studenti, che hanno già familiarità con la procedura di controllo "ON-OFF", eseguono il funzionamento di un sistema di controllo "ON-OFF" ad anello chiuso utilizzando il sensore di pressione come sensore di livello. La conoscenza relativa agli effetti dell'isteresi sul controllo sarà utilizzata nel controllo della pressione.

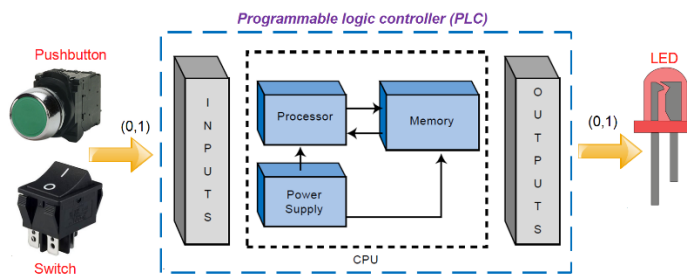




CORSO BASE SUL PLC:

Esperimenti base e introduttivi al PLC:

A partire da questi primi esperimenti, gli studenti si concentreranno sui fondamenti hardware del PLC e sulla programmazione logica con il Siemens S7-1200. Gli esperimenti sono un'introduzione passo dopo passo al PLC, per guidare gli studenti a creare i loro primi progetti. Ciò fornirà loro le conoscenze di base per risolvere problemi del mondo reale in progetti pratici sull'ingegneria dell'automazione e sul controllo di processo.



Applicazioni base del PLC: controllo ON - OFF

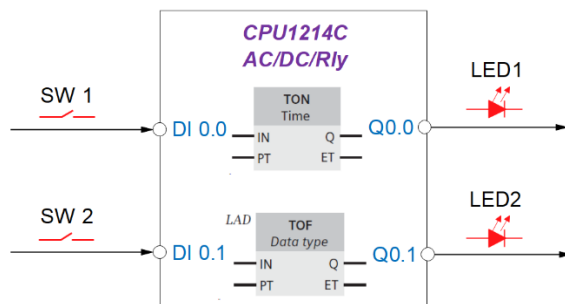
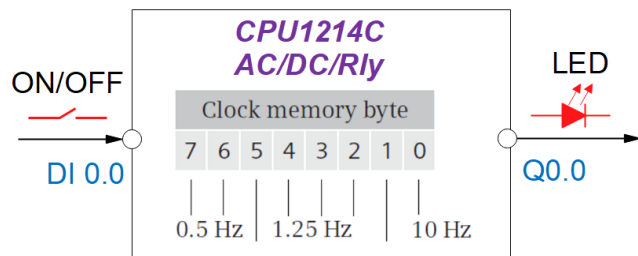
Gli studenti apprendono gli elementi di base delle funzioni del PLC scrivendo piccoli programmi e testandoli sul sistema.

Questa applicazione si concentra principalmente sulle operazioni introduttive nella programmazione e sull'utilizzo dell'architettura Step 7-1200. Simula comandi ON - OFF da pulsanti e/o interruttori.

Applicazioni base del PLC: controllo PWM

Questo esperimento è molto pratico perché gli studenti imparano cos'è un controllo in PWM (Pulse Width Modulation). L'ingresso digitale funge da interruttore a levetta. Quando l'interruttore è acceso il LED di uscita lampeggia con la memoria di clock programmata.

Dall'interfaccia del pannello del PLC è possibile utilizzare per questo esperimento uno qualsiasi dei 14 ingressi digitali della CPU 1214C.



Applicazioni base del PLC: controllo del temporizzatore

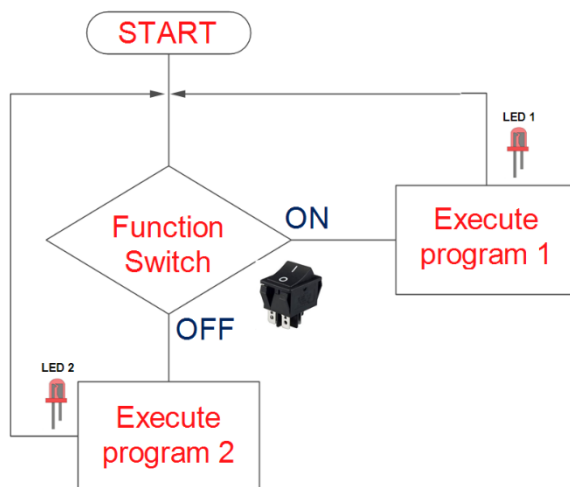
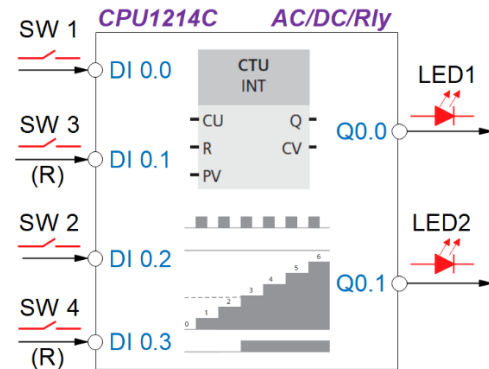
Dopo aver eseguito questo esperimento, gli studenti apprendono il principio di funzionamento delle istruzioni TON "Generate on-delay" e TOF "Generate off-delay". Queste istruzioni vengono utilizzate per attivare un'uscita per un certo tempo o per attendere un certo tempo prima di attivare un'uscita.



Applicazioni base del PLC: controllo del contatore

Questo esperimento fornisce la conoscenza sull'uso delle funzioni del contatore nell'esecuzione di esperimenti di controllo di processo. Più avanti nel manuale gli studenti useranno questa funzione per contare il numero di volte in cui viene raggiunta una certa pressione in un serbatoio d'acqua.

Gli studenti apprendono il principio di funzionamento delle istruzioni CTU "Up counter" e CTD "Down counter".



Applicazioni base del PLC: controllo a due funzioni

L'obiettivo principale di questa applicazione è presentare agli studenti come affrontare un'applicazione che ha più descrizioni funzionali. Ad esempio, se si dispone di un commutatore digitale come ingresso nel PLC, in base allo stato del commutatore il PLC deve eseguire una specifica subroutine.

Viene aggiunto un blocco di codice funzione (FC) per configurare 2 programmi funzionali.

Esperimenti avanzati di controllo di processo:

Le applicazioni avanzate includono l'uso del modulo di processo con il PLC. Utilizzando il software del portale TIA, gli studenti possono comprendere i seguenti concetti:

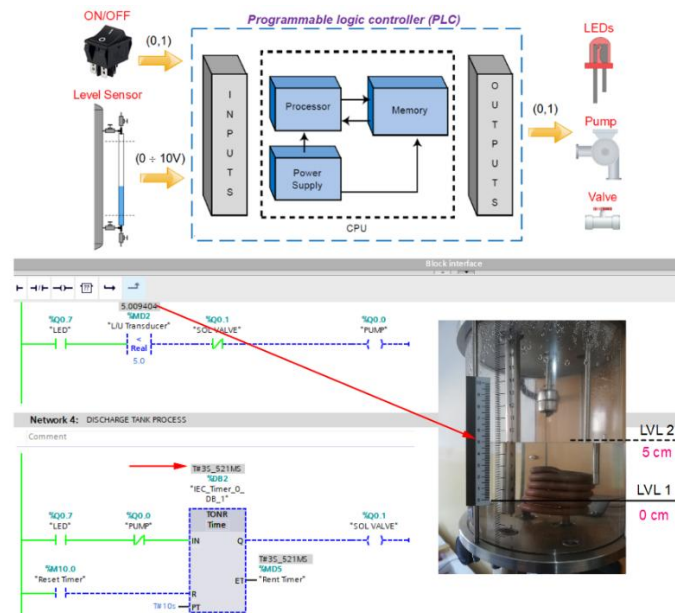
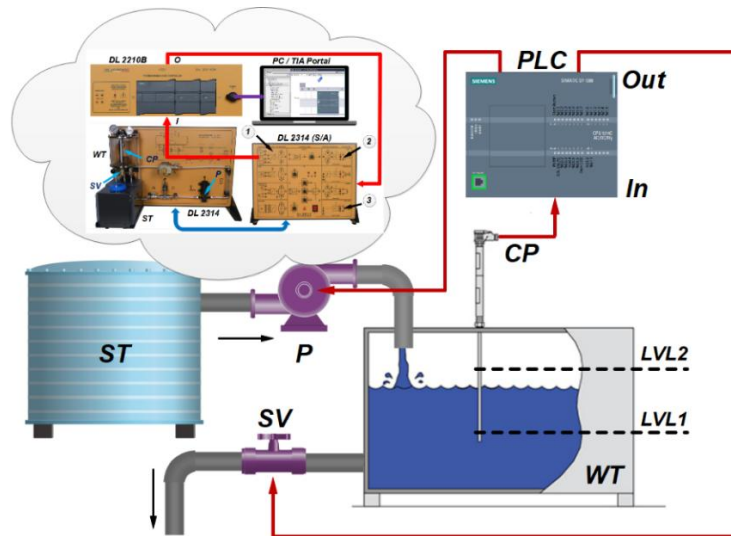
- Diagramma schematico del processo
- Diagramma delle segnalazioni del processo
- Diagramma di flusso del processo di automazione
- Schema elettrico del laboratorio



Sistema di controllo del livello. Stazione di pompaggio dell'acqua

Questo primo esperimento di controllo automatico del processo studia una stazione di pompaggio dell'acqua. Il PLC quindi controlla la portata d'acqua nel serbatoio.

Un metodo per regolare le soglie del controllo di livello consiste nell'utilizzare la sonda capacitiva inclusa nel sistema didattico di controllo del processo. La sonda monitora il livello, con punti di controllo regolati dal PLC.



Sistema di controllo del livello con risposta temporale. Sistema di distribuzione del solvente liquido

Questo esperimento introduce gli studenti a un sistema di controllo con risposta temporale. Un esempio di sistema automatizzato reale è un sistema di distribuzione di solventi liquidi in una fabbrica. Il suo scopo è quello di rilasciare il solvente nel sistema dopo che il prodotto, in un serbatoio di processo, è stato svuotato fino a un certo livello.

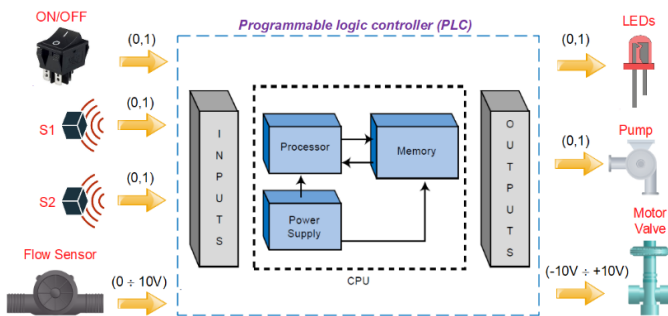
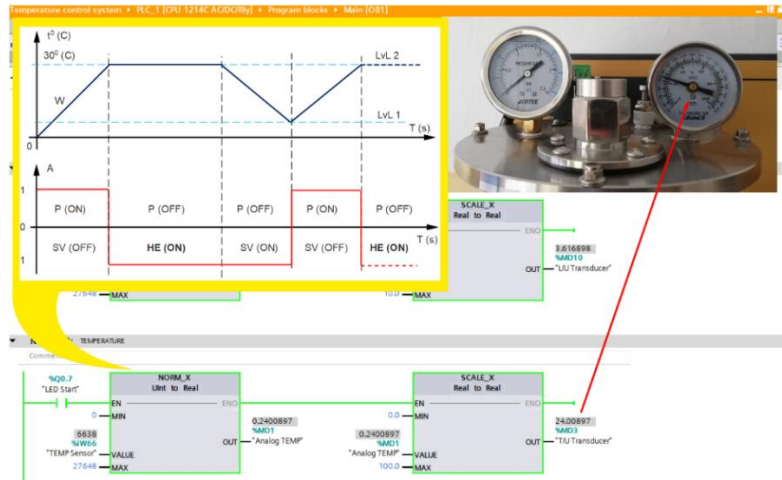
Gli studenti possono modificare il ritardo proposto utilizzando le conoscenze acquisite nei precedenti esperimenti.



Sistema di controllo della temperatura. Stazione di riscaldamento dell'acqua.

Rispetto agli esperimenti precedenti, viene aggiunto un secondo ingresso analogico al PLC. L'esperimento di controllo della temperatura spiega i principi del controllo a singolo anello mediante la calibrazione dei sensori e la regolazione del PLC per controllo ON-OFF.

L'elemento riscaldante riscalda l'acqua fino ad un valore di temperatura predefinito.



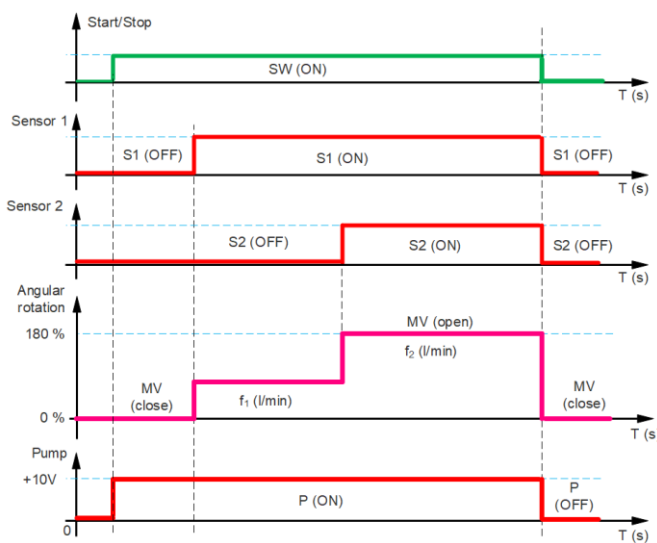
Sistema di controllo della portata. Sistema di distribuzione del liquido con pompa a portata costante

Un sistema di controllo della portata è un sistema di distribuzione del liquido con pompa a flusso costante per il riempimento di bottiglie d'acqua che hanno 2 volumi diversi.

Il PLC garantisce una bassa portata f_1 quando sul nastro trasportatore è presente una bottiglia d'acqua piccola e un'alta portata f_2 quando sul nastro trasportatore è presente una bottiglia d'acqua grande.

Lo scopo del PLC è quello di accendere e spegnere la pompa e controllare una valvola motorizzata per regolare la portata. Il flussometro che misura la portata si trova sul tubo dell'acqua.

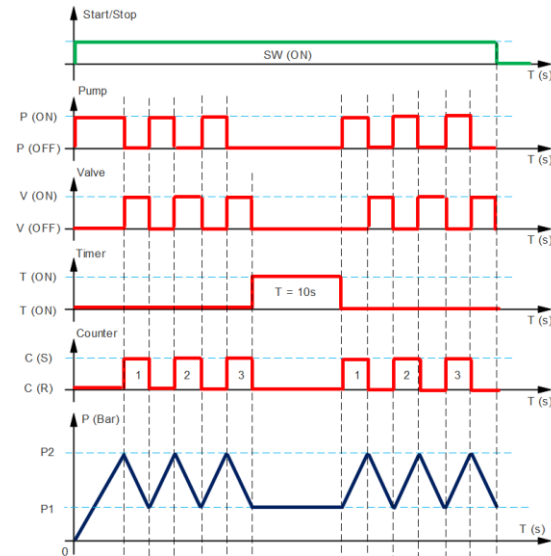
Il trasduttore di portata è collegato all'ingresso analogico (AI 0.0) del PLC. L'uscita del trasduttore di portata corrisponde a un'uscita di 1 V per 0,5 litri al minuto.





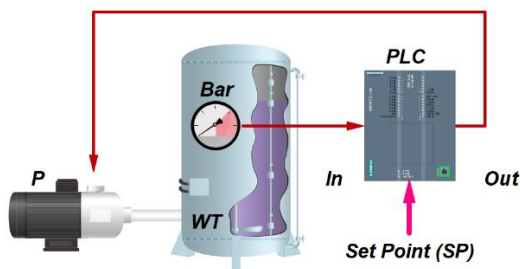
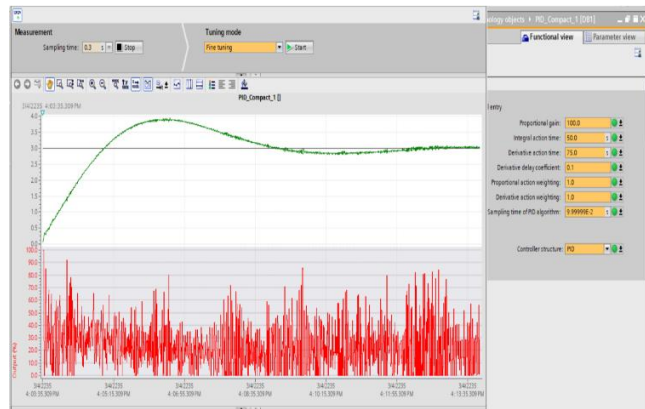
Sistema di controllo della pressione con tempi di risposta rapidi. Stazione di pulizia a pressione

In questa applicazione gli studenti sviluppano un controllore on/off di pressione (noto anche come controllore di isteresi). Questo è un controllore a retroazione che passa bruscamente tra due stati. Nell'esperimento viene descritta la funzionalità di una stazione di pulizia a pressione per pannelli solari. Il suo scopo è quello di rilasciare la soluzione detergente ai pannelli solari (SP) dopo che il prodotto in un serbatoio d'acqua (WT) è stato riempito fino a un certo livello di pressione. Scorrendo attraverso i tubi di collegamento, il solvente pulisce un set di 3 pannelli solari in preparazione per il set successivo.



Sistema PID con tempi di risposta lenti. Controllo PID ad anello chiuso del livello

Gli studenti imparano ad eseguire i collegamenti elettrici delle interfacce di ingresso, uscita e controllo PID del DL 2314 per controllare il livello dell'acqua nel serbatoio di processo. Possono regolare manualmente il PID utilizzando diversi valori P, I e D e possono facilmente testare come il controllo P, il controllo P-I e il controllo P-D reagiscono alla stessa configurazione del sistema didattico.



Sistema PID con tempi di risposta rapidi. Controllo PID ad anello chiuso della pressione

L'obiettivo principale di questo esperimento è misurare la pressione. Gli studenti imparano ad eseguire la pre-regolazione e la regolazione fine del controllore PID.

Con gli oggetti tecnologici per il controllo PID, creano circuiti di regolazione con risposta PID e ottimizzazione integrata in modalità manuale e automatica.