

Unitatea școlară: Liceul Tehnologic “Vasile Sav” Roman

Domeniul pregătirii de bază: Electronica

Calificare profesională: Tehnician în automatizări

Modulul: M III- Automate programabile

Clasa a-XII-aA

Profesor: ing.Plăcintă-Șalaru Cătălin

PROIECT DIDACTIC

U.12. Utilizare Automatelor programabile în Automatizări

Titlul lecției: Utilizare PLC Siemens S7 în reglarea proceselor tehnologice

TIPUL LECȚIEI: Mixtă evaluare/predare

TIMP ACORDAT: 50 min

DATA: 28.08.2025

SCOPUL LECȚIEI: Înșușirea principiilor de utilizare a PLC-urilor Siemens S7 în reglarea și controlul proceselor tehnologice industriale

Competențe generale:

1. **Configurează și programează PLC-uri Siemens S7** pentru reglarea parametrilor proceselor tehnologice
2. **Implementează strategii de control** (PID, logică fuzzy) în aplicații industriale concrete
3. **Utilizarea corectă a vocabularului de specialitate** din domeniul automatizărilor și reglării proceselor

OBIECTIVE COGNITIVE:

OC1 - să identifice componentele sistemului S7-1200 și funcțiile acestora în reglarea proceselor

OC2 - să explice principiile reglatoarelor PID și aplicarea lor în industrie

OC3 - să interpreteze corect parametrii de reglare și setarea acestora în TIA Portal

OC4 - să clasifice tipurile de procese tehnologice după caracteristicile de reglare

OC5 - să analizeze răspunsul sistemelor de reglare la diferite perturbații

OC6 - să configureze algoritmi de control avansați pentru optimizarea proceselor

OBIECTIVE PSIHOMOTRICE:

OPM1 - să configureze hardware-ul S7-1200 în TIA Portal pentru aplicații de reglare

OPM2 - să programeze regulatoare PID pentru controlul temperaturii, presiunii și nivelului

OPM3 - să realizeze cablarea senzorilor analogici și actuatorilor în sisteme de reglare

OPM4 - să testeze și să optimizeze parametrii reglatoarelor prin metode practice

OBIECTIVE ATITUDINALE:

OA1 - să se implice activ în asimilarea de noi informații și în rezolvarea problemelor de reglare

OA2 - să utilizeze responsabil echipamentele și software-ul de programare

OA3 - să respecte normele de siguranță în manipularea sistemelor automatizate

OA4 - să manifeste atenție și precizie în setarea parametrilor critici de proces

STRATEGIA DIDACTICĂ:

Metode și procedee didactice:

Metode de comunicare:

- Conversația euristică pentru identificarea nevoilor de reglare în procese
- Explicația principiilor de control PID și logică fuzzy
- Interogarea pentru verificarea cunoștințelor despre procese tehnologice
- Expunerea caracteristicilor sistemelor de reglare
- Problematizarea optimizării proceselor industriale

Metode de explorare:

- Observația dirijată asupra comportamentului proceselor reglate
- Demonstrația cu ajutorul simulărilor în TIA Portal
- Experimentul practic cu reglarea parametrilor PID
- Analiza răspunsului sistemelor la perturbații

Metode și tehnici interactive de grup:

- Brainstorming-ul pentru identificarea strategiilor de control
- Lucrul în echipe pentru proiectarea buclelor de reglare
- Peer-to-peer learning pentru optimizarea parametrilor PID

Mijloace didactice:

Echipamente hardware:

- Calculator cu videoproiector
- PLC S7-1200 cu module analogice pentru demonstrații
- Senzori de temperatură PT100, senzori de presiune 4-20mA
- Actuatori: supape de reglare, motoare servo, încălzitoare

- Simulatorul de proces termic/nivel/presiune
- Multimetre digitale, termometre digitale
- Interfețe HMI (KTP700) pentru monitorizarea proceselor

Software și documentație:

- TIA Portal V17 Professional cu biblioteci PID
- WinCC pentru vizualizarea proceselor
- PLCSIM Advanced pentru simularea proceselor
- Fișe documentare cu caracteristicile proceselor
- Fișe de lucru pentru setarea reglatoarelor
- Fișe de autoevaluare pentru analiza performanțelor
- Prezentări video cu procese industriale reale

Materiale pentru simularea proceselor:

- Rezervor cu sistem de încălzire pentru reglarea temperaturii
- Sistem pneumatic pentru reglarea presiunii
- Model fizic pentru reglarea nivelului
- Conducători pentru semnale analogice 4-20mA
- Terminale și conectori pentru semnale de proces

Forme de organizare a activității:

Forma de repartizare a sarcinii: frontală, individuală, în grup

Forma de lucru a elevilor: individuală și pe grupe (cooperare și comunicare)

Forma de participare a elevilor: dirijată și individuală

Mediul de instruire:

Atelier instruire practică - laboratorul de automatizări industriale

SCENARIUL DIDACTIC

I. MOMENT ORGANIZATORIC (3 minute)

Verificarea prezenței și pregătirea materialelor

- Verificarea prezenței studenților
- Pregătirea stațiilor de lucru cu aparate de protecție
- Verificarea funcționării echipamentelor (multimetre, PLC-uri)
- Prezentarea planului lecției și obiectivelor

II. VERIFICAREA CUNOȘTINȚELOR ANTERIOARE (7 minute)

Întrebări de recapitulare:

1. **Ce tipuri de procese tehnologice cunosc din industrie care necesită reglare automată?**
 - *Răspuns așteptat:* Procese de temperatură, presiune, nivel, debit, pH, concentrație
2. **Care sunt componentele principale ale unei bucle de reglare automată?**
 - *Răspuns așteptat:* Senzor, transmițător, regulator, actuator, procesul tehnologic
3. **De ce este necesar controlul automat al proceselor industriale?**
 - *Răspuns așteptat:* Precizie, repetabilitate, eficiență, siguranță, reducerea costurilor

Activitate de grup (4 min): Studenții primesc scheme de procese industriale și trebuie să identifice variabilele care necesită reglare automată.

III. PREDAREA NOULUI (25 minute)

A. SIGURANȚELE FUZIBILE ÎN AUTOMATIZĂRI (10 min)

Tipuri de siguranțe fuzibile:

Tip	Caracteristici	Aplicații în automatizare
gG (general)	Protecție suprasarcină și scurtcircuit	Circuite generale, alimentare PLC
aM (motor)	Protecție scurtcircuit motoare	Protecție backup motoare industriale
gR (semiconductor)	Protecție semiconductori	Protecția driver-elor și convertizoare

Demonstrație practică:

- Examinarea cu lupa a fuzibilelor arse vs. funcționale
- Măsurarea rezistenței cu multimetrul
- Identificarea marcajelor: In, Un, tipul de protecție

Calculul protecției pentru motoare:

Pentru motor 3kW, 400V, $\cos \varphi = 0.85$:

$I_{n_motor} = P / (\sqrt{3} \times U_n \times \cos \varphi) = 3000 / (1.732 \times 400 \times 0.85) = 5.1A$

Siguranță aM: $1.4 \times I_n = 1.4 \times 5.1 = 7.1A \rightarrow$ se alege 10A aM

B. ÎNTRERUPĂTOARELE AUTOMATE (10 min)

Clasificarea după aplicații:

1. **MCB (Miniature Circuit Breaker)**
 - Curba B: $I_n = 3-5 \times I_n$ (circuite rezistive)
 - Curba C: $I_n = 5-10 \times I_n$ (circuite mixte)
 - Curba D: $I_n = 10-20 \times I_n$ (motoare, transformatoare)
2. **MCCB (Molded Case Circuit Breaker)**
 - Calibre mari (100-1600A)
 - Protecție termică și magnetică reglabilă

Integrarea cu sisteme PLC:

Scheme de protecție pentru ieșiri PLC:

PLC S7-1200 → MCB 6A curba B → Contactor → Motor
→ MCB 10A curva C → Încălzire
→ MCB 16A curva C → Ventilație

Demonstrație cu TIA Portal:

- Configurarea diagnosticelor pentru întrerupătoare
- Monitorizarea stării protecțiilor prin PLC
- Alarme și mesaje pentru defecte

C. PROTECȚII SOFT ÎN AUTOMATIZĂRI (5 min)

Implementarea în LOGO!230RCE:

- Monitorizarea curentului prin măsurători analogice
- Temporizatoare pentru protecția la pornire
- Contoare pentru numărul de porniri/oprii

Exemplu program LOGO!:

Network 1: Protecție supracurent motor

I_Motor (AI1) → Comparator (>8A) → Timer 5s → Alarm_Motor (Q1)

Network 2: Protecție termică soft

I_Motor → Integrala timp-curent → Comp. termică → Trip_Motor (Q2)

IV. ACTIVITATEA PRACTICĂ GHIDATĂ (10 minute)

Exercițiul 1: Testarea siguranțelor fuzibile (5 min)

Materiale necesare per echipă:

- 3 siguranțe fuzibile (1 funcțională, 2 arse)
- Multimetru digital
- Lupă de examinare

Procedura de lucru:

1. **Examinarea vizuală:** identificarea fuzibilului ars prin lupa
2. **Testul de continuitate:** măsurarea rezistenței ($R < 1\Omega = OK$)
3. **Verificarea marcajelor:** In, Un, tip (gG/aM)
4. **Completarea fișei de măsurători**

Exercițiul 2: Dimensionarea protecțiilor pentru sistem automatizat (5 min)

Cerința: Dimensionați protecțiile pentru o stație automatizată cu:

- PLC S7-1200: 4W
- Motor principal: 2.2kW, 400V, 3~
- Motor auxiliar: 0.37kW, 230V, 1~
- Încălzire: 1.5kW, 230V
- Semnalizare: 50W, 24V DC

Calcululele studenților:

Motor principal: $I_n = 2200 / (1.732 \times 400 \times 0.85) = 3.7A \rightarrow MCB \ 6A$, curba C

Motor auxiliar: $I_n = 370 / (230 \times 0.85) = 1.9A \rightarrow MCB \ 4A$, curba C

Încălzire: $I_n = 1500 / 230 = 6.5A \rightarrow MCB \ 10A$, curba B

Alimentare generală: $\Sigma I_n + 25\% = 15A \rightarrow MCB \ 20A$, curba C

V. EVALUAREA (5 minute)

Test rapid de verificare (3 min)

Întrebări cu răspuns multiplu:

1. **Componenta PID responsabilă pentru eliminarea erorii permanente este:** a) Proportională (P) b) Integrala (I) c) Derivativa (D) d) Toate componentele
2. **Pentru un proces termic lent, timpul de scanare optim al regulatorului este:** a) 10ms b) 100ms c) 1s d) 10s
3. **Dacă un sistem de reglare oscilează, prima măsură de corectare este:** a) Mărirea Kp b) Reducerea Kp c) Mărirea Ti d) Reducerea Td

Răspunsuri corecte: 1-b, 2-c, 3-b

Evaluarea activității practice (2 min)

Criterii de evaluare:

Criteriu	Punctaj
Configurarea corectă a modulelor analogice	2p
Implementarea blocului PID în TIA Portal	3p
Setarea adecvată a parametrilor inițiali	2p

Analiza corectă a răspunsului sistemului	2p
Respectarea procedurilor de siguranță	1p
Total	10p

Sinteză și concluzii:

- Importanța reglării automate în optimizarea proceselor industriale
- Rolul PLC-urilor S7 în implementarea strategiilor de control avansate
- Metodele de optimizare a parametrilor pentru performanțe maxime

Tema pentru acasă: Proiectați și programați un sistem de reglare automată pentru o instalație de tratare a apei cu:

- Control pH prin dozare reactivi (regulator PID)
- Control temperatură prin schimbător de căldură
- Interfață HMI pentru monitorizare și comandă
- Sistem de alarme pentru parametri în afara limitelor normale

Bibliografie:

- *Teoria sistemelor automate*, Prof. Dr. Eng. M. Dobrescu, Ed. AGIR, 2023
- *PLC Programming with TIA Portal*, Siemens AG, 2024
- *Industrial Process Control Systems*, K. Johnson, Ed. McGraw-Hill, 2023

ANEXE

ANEXA 1 - Fișa de măsurători pentru reglarea proceselor

Nr.	Tip proces	Setpoint	Valoare măsurat ă	Timp stabilire	Supradepășire	Observații
1	Temperatură	50°C	_____ °C	_____ s	_____ %	_____
2	Presiune	2.5 bar	_____ bar	_____ s	_____ %	_____
3	Nivel	1.2 m	_____ m	_____ s	_____ %	_____

ANEXA 2 - Tabel parametri PID pentru procese tipice

Tip proces	Kp tipic	Ti tipic	Td tipic	Timp scanare	Observații
Temperatură (lent)	1.0-3.0	30-120s	5-20s	1-5s	Procese termice
Presiune (rapid)	0.5-1.5	5-30s	1-5s	0.1-1s	Sisteme pneumatice
Nivel (mediu)	2.0-5.0	10-60s	2-10s	0.5-2s	Rezervoare
Debit (foarte rapid)	0.3-1.0	1-10s	0.1-2s	0.1-0.5s	Sisteme hidraulice

ANEXA 3 - Diagrama de flux pentru optimizarea PID

