

**Universidade de São Paulo**  
**Escola de Engenharia de São Carlos**  
**Departamento de Engenharia Elétrica**  
**SEL 0431 - Lab. Controle Proc. Industrial**  
Prof. Dennis Brandão

## **Controle da malha de nível**

---

Duração da prática: 3 semanas

### **Atividade proposta:**

1. Programar no CLP S7-1200 uma lógica de controle do tipo PID:
  - O endereço IP e a máscara de sub rede do CLP são **10.235.10.21** e **255.255.254.0**, respectivamente.
  - A variável manipulada (MV) deve ser o comando para o inversor de frequências do acionamento da bomba 2 (atuador).
  - A variável primária ou de processo (PV) deve ser o nível no reservatório 1 ou o nível no reservatório 2. Escolha um deles.
  - A referência ou set point (SP) deve ser definido entre 12 e 18 cm de altura da coluna d'água, caso o reservatório utilizado seja o reservatório 1; ou definido entre 12 e 18 cm, caso o reservatório utilizado seja o reservatório 2.
  - O controlador também deverá atuar nas válvulas solenoides que estão posicionadas nas tubulações de entrada dos reservatórios e da caixa d'água 2, com a finalidade de manter o nível nos reservatórios.

Introduzir comandos para o acionamento manual do atuador:

- Quando a chave seletora “manual/automático” da malha de nível estiver na posição manual, deve-se desabilitar o modo automático do controlador PID.
  - Nesta condição (manual), acionando-se a chave de comando nomeada “bomba 2”, a bomba 2 atua na frequência do inversor que a aciona.
  - Os respectivos sinaleiros do painel deverão ser acionados adequadamente: quando a bomba 2 estiver ligada, o sinal luminoso referente a ela (%Q0.2) deve estar ligado; quando o modo manual estiver acionado pelo botão, o sinal %Q0.5 deve acender.
2. Elaborar um relatório com os seguintes itens:
    - Lógica Ladder comentada.
    - Lista de variáveis.
    - Tabela de ganhos do controlador.
    - Configuração da rede de comunicação utilizada, se for o caso.
    - Tabela de parâmetros da rede de comunicação utilizada, se for o caso.

### **Tutorial para este experimento**

---

O tutorial “Programação do CLP Siemens S7-1200 com Profibus” tem o objetivo de indicar os passos necessários para se realizar um primeiro projeto de automação com rede Profibus, utilizando-se o software da Siemens TIA Portal V11.

Há um vídeo auxiliando a implementação do bloco PID no CLP S7-1200.

**Lista de instrumentos da malha de nível:**

- CLP S7-1200
- Disjuntor tripolar (para o inversor)
- Coupler Profibus DP/PA
- Caixa d'água
- Fonte de alimentação 24Vdc
- Dois reservatórios
- Transmissor ultrassônico de nível
- Transmissor de pressão diferencial
- Quatro registros esféricos
- Três válvulas solenoides
- Dois sinaleiros
- Duas chaves seletoras
- Botão de emergência (localizado no painel elétrico).

**Algumas restrições e avisos devem ser observados:**

- Utilizar a entrada normalmente aberta "status bit da rede 4" na lógica do programa desabilitando qualquer saída do CLP caso esta entrada não estiver acionada.
- Ler o tutorial "Ajuste matemático na malha de nível", ele corrige uma incompatibilidade de hardware entre o cartão de saída analógica do CLP e a entrada do inversor.
- Antes de começar a programar, reconheça o circuito hidráulico na malha bem como todos os seus componentes.
- Antes de executar a lógica atente para se os registros esféricos estão abertos nas tubulações da malha de controle.
- Ao ligar a bomba 2, pelo menos uma das válvulas solenoides (%Q0.3 ou %Q0.4) que direciona água para os reservatórios deverá estar aberta.
- Atente à torre sinalizadora, ela indica se a planta está pronta para operar (sinal verde ou amarelo) ou se há problema em algum equipamento.

**Seguem as tabelas de conversão de nível para cada instrumento:**

**Medidor: Ultrassônico Endress+Hauser Prosonic T (reservatório 2)**

Nível (cm)	Valor aferido (Real)
1,5	-340,36
5	-326,42
11	-306,8
30	-275

### Medidor: Diferencial de Pressão Rosemount (reservatório 1)

Range (%)	Nível (cm)	Tensão (V)	Hexadecimal
100	30	9,54	66DF
95	28,5	9,19	6314
90	27	8,78	5EA2
85	25,5	8,44	5AF3
80	24	8,08	570C
75	22,5	7,64	5248
70	21	7,3	4E99
65	19,5	6,93	4A96
60	18	6,56	4694
55	16,5	6,2	42AD
50	15	5,8	3E58
45	13,5	5,43	3A55
40	12	5,07	366F
35	10,5	4,66	31FD
30	9	4,33	2E6A
25	7,5	3,94	2A30
20	6	3,6	2681
15	4,5	3,2	222B
10	3	2,81	1DF1
6	1,7	2,46	1A27
0	0	1,93	1468

**\*A altura da coluna d'água e os valores medidos crescem linearmente.**

### Mapa de entradas e saídas da CPU 1214C DC/DC/DC da Siemens

---

#### Entradas-

- %I0.1 – Chave liga/desliga Bomba 2
- %I0.2 – Chave manual/automático nível
- %I0.5 – Botão de parada de emergência
- %I0.6 – Status bit rede 4
- %IW64 – Medidor de nível (Diferencial de pressão)
- %ID266 – Medidor de nível (Medidor ultrassônico de nível)

#### Saídas-

- %Q0.0 – Válvula solenoide da caixa d'água 2
- %Q0.1 – Aciona/para bomba 2
- %Q0.2 – Sinal luminoso liga/desliga Bomba 2
- %Q0.3 – Válvula solenoide da entrada do reservatório 1
- %Q0.4 – Válvula solenoide da entrada do reservatório 2
- %Q0.5 - Sinal luminoso manual/automático e de nível
- %QW80 – Comando controle da bomba 2