

**SIMBOLOGIA E IDENTIFICAÇÃO DA INSTRUMENTAÇÃO**  
**CARGA HORÁRIA - 24 HORAS**

**1. Normas da ISA**

- 1.1 Simbologia (S5), Segurança Ex-i (S12), Alarmes (S18), Folhas de Especificação (S20), Especificações de instrumentos (S37) Foundation Fieldbus (S50), Sala de controle (S60), Condições ambientais (S71), Válvulas de controle (S75), SIL/SIS (S84), Batelada (S88), Detecção de gases (S92), Integração de sistemas (S95) e Wireless (S100).

**2. Símbolos e Identificação de Instrumentação: ISA 5.1 (2009)**

- 2.1 Objetivo, escopo, conteúdo, estilo e aplicações a indústrias de processo da norma ISA S5-1 (2009). Evolução da norma de 1948 a 2009.
- 2.2 Definições e termos chave de instrumentação, controle, alarme e automação.
- 2.3 Identificação da variável de processo. Letras definidas pelo usuário e análise.
- 2.4 Identificação funcional do instrumento analógico dedicado, passivo e de leitura. Identificação e numeração de malhas: serial ou paralela.
- 2.5 Símbolos de locais de montagem. Símbolos de linhas de instrumentos. Símbolos de função. Símbolos de válvulas auto-operadas. Símbolos de elementos primários. Símbolos de elementos finais de controle e de válvulas de controle.
- 2.6 Tabelas de identificação, combinação de letras e tabelas chave.

**3. Elementos de outras normas ISA S5 incorporados à ISA 5.1**

- 3.1 ISA 5.2 (1992): Diagramas Lógicos Binários para Operações de Processo.
- 3.2 ISA 5.3 (1983): Símbolos gráficos para controle distribuído, instrumentação de leitura compartilhada, lógica e sistemas de computador.
- 3.3 ISA 5.5. (1985): Símbolos gráficos para mostradores de processo.

**4. Outras normas de símbolos de instrumentação**

- 4.1 Process Industry Practices P&ID: Critérios para documentação de diagramas de tubulação e instrumentação (PIP PIC001).
- 4.2 Normas Petrobras:
- 4.2.1 N-58: Símbolos Gráficos para Fluxogramas De Processo e de Engenharia.
- 4.2.2 N-1521 - Identificação de Equipamentos Industriais.
- 4.2.3 ET-3000.00-1200-941-PPC-002 - Symbols and Abbreviations.
- 4.3 Norma ISO/IEC 10 628 (1997): Flow diagrams for process plants - General rules.

**5. Estudo de caso de diagramas P&I**

- 5.1 Análise e interpretação de diagramas clássicos P&I da indústria química, petroquímica, de mineração, siderúrgica, farmacêutica, papel & celulose e de alimentos.

**MEDIÇÃO DE PRESSÃO E MEDIÇÃO DE TEMPERATURA**  
**CARGA HORÁRIA - 32 HORAS**

**MEDIÇÃO DE PRESSÃO**

1. Definição de pressão
2. Tipos de pressão
  - 2.1 Pressão atmosférica
  - 2.2 Pressão relativa positiva ou manométrica
  - 2.3 Pressão relativa negativa ou vácuo
  - 2.4 Pressão absoluta
  - 2.5 Pressão diferencial
  - 2.6 Pressão estática
3. Unidades de pressão
  - 3.1 Conversão de unidades de pressão
4. Dispositivos para a medição de pressão
  - 4.1 Tubo de Bourdon
  - 4.2 Membrana
  - 4.3 Fole
  - 4.4 Colunas líquidas
  - 4.5 Sensor indutivo
  - 4.6 Sensor piezoelétrico
  - 4.7 Sensor piezoresistivo ou strain gauge
  - 4.8 Sensor capacitivo
  - 4.9 Sensor silício ressonante
5. Atividade prática com o transmissor de pressão diferencial
  - 5.1 Configuração e calibração do transmissor de pressão
6. Calibração do Transmissor Eletrônico de Pressão Diferencial
  - 6.1 Para medição de Temperatura com o termopar
  - 6.2 Para medição de Temperatura com a termoresistência

**MEDIÇÃO DE TEMPERATURA**

1. Definição de Temperatura
2. Definição de Calor
  - 2.1 Modos de propagação de calor
    - 2.1.1 Condução
    - 2.1.2 Convecção
    - 2.1.3 Radiação
3. Escalas de temperatura
  - 3.1 Escalas absolutas
    - 3.1.1 Kelvin
    - 3.1.2 Rankine
  - 3.2 Escalas relativas
    - 3.2.1 Celsius
    - 3.2.2 Fahrenheit
4. Normas internacionais de temperatura
5. Termopar
  - 5.1 Efeitos termoelétricos
    - 5.1.1 Efeito de Seebeck
    - 5.1.2 Efeito Peltier



- 5.1.3 Efeito Thomsom
- 5.1.4 Efeito Volta
- 5.2 Leis termoelétrica
  - 5.2.1 Lei do Circuito Homogêneo
  - 5.2.2 Lei dos Metais Intermediários
  - 5.2.3 Lei das Temperaturas Intermediárias
- 5.3 Correlação da FEM em função da temperatura
- 5.4 Tipos e características dos termopares
  - 5.4.1 Termopares Básicos
  - 5.4.2 Termopares Nobres
  - 5.4.3 Termopares Especiais
- 5.5 Cálculo da FEM de um termopar
- 5.6 Compensação manual da junta de referência
- 5.7 Compensação automática da junta de referência
- 5.8 Fios de extensão e compensação
- 5.9 Erros de ligação
  - 5.9.1 Usando fios de cobre
  - 5.9.2 Inversão simples
  - 5.9.3 Inversão dupla
- 5.10 Termopar de isolamento mineral
- 6. Termoresistência
  - 6.1 Princípio de funcionamento
  - 6.2 Construção física do sensor
  - 6.3 Características da termoresistência de platina
  - 6.4 Vantagens e desvantagens da termoresistência
  - 6.5 Princípio de medição
    - 6.5.1 Ligação a 2 fios
    - 6.5.2 Ligação a 3 fios
    - 6.5.3 Ligação a 4 fios
- 7. Sensores de temperatura sem contato físico
  - 7.1 Radiação eletromagnética
    - 7.1.1 Hipóteses de Maxwell
    - 7.1.2 Ondas eletromagnéticas
    - 7.1.3 Espectro eletromagnético
  - 7.2 Teoria da medição de radiação
  - 7.3 Medidores de temperatura por radiação
- 8. Programação do Transmissor Eletrônico de Temperatura
  - 8.1 Para medição de Temperatura com o termopar
  - 8.2 Para medição de Temperatura com a termorresistencia



**INSTRUMENTAÇÃO ANALÍTICA**  
**24 HORAS**

**CURSO BÁSICO DE INSTRUMENTAÇÃO ANALÍTICA PARA TRATAMENTO DE ÁGUA E EFLUENTES LÍQUIDOS**

1. pH
  - 1.1 O que é o pH
  - 1.2 Substâncias conhecidas e o pH
  - 1.3 Variação do pH com a temperatura
  - 1.4 Princípio físico químico
  - 1.5 Técnicas de medida
  - 1.6 Analisadores de pH
  - 1.7 Controle de processos embutidos nos analisadores PV-PID
  - 1.8 Fatores de interferência
  - 1.9 Casos práticos
  
2. Cloro / Dióxido de Cloro
  - 2.1 Por que usar o Cloro?
  - 2.2 O que é o cloro residual?
  - 2.3 Química do cloro
  - 2.4 Sensores de cloro
  - 2.5 Analisadores de cloro
  - 2.6 Controle de cloração
  
3. Cor
  - 3.1 O que é colorimetria
  - 3.2 Conceito
  - 3.3 Laboratório x Analisador
  - 3.4 Unidade de cor em água
  - 3.5 Espectro de cor
  - 3.6 Absorbância
  - 3.7 Analisadores de cor
  - 3.8 Controle da cor em água
  
4. Analisador de Corrente de Fluxo
  - 4.1 Teoria da partícula na água
  - 4.2 Colóide
  - 4.3 Cargas estáticas
  - 4.4 Potencial zeta
  - 4.5 Jarteste
  - 4.6 Coagulantes químicos
  - 4.7 Técnicas de medição do potencial zeta
  
5. Condutividade
  - 5.1 O que é Condutividade
  - 5.2 Conceito
  - 5.3 Unidade de condutividade
  - 5.4 Padrão de KCL
  - 5.5 Utilização prática



- 5.6 Medidas de íons seletivos x medida de condutividade
- 5.7 Analisadores de condutividade
- 5.8 Sondas de contato
- 5.9 Sondas indutivas
  
- 6. Íons Seletivos
  - 6.1 Conceito de membrana
  - 6.2 Princípio de medição diferencial
  - 6.3 Padrões
  - 6.4 Laboratório x Analisador
  - 6.5 Medidas de íons seletivos x medida de condutividade
  - 6.6 Analisadores de Íons Seletivos
  - 6.7 Sondas
  
- 7. Turbidez
  - 7.1 O que é turbidez
  - 7.2 Princípio físico de medidas
  - 7.3 Técnicas de medida
  - 7.4 Analisadores de turbidez
  - 7.5 Controle de processos envolvendo turbidez
  - 7.6 Coagulantes
  - 7.7 Partículas em suspensão
  - 7.8 Potencial Zeta
  - 7.9 Medição de potencial Zeta
  - 7.10 Fatores de interferência
  - 7.11 Casos práticos
  
- 8. Sólidos em suspensão
  - 8.1 O que é
  - 8.2 Como é medido em laboratório
  - 8.3 Pra que serve
  - 8.4 Princípio da medição eletrônica (ótica)
  - 8.5 Técnicas de aferição
  
- 9. Manto de Lodo
  - 9.1 O que é
  - 9.2 Aplicação
  - 9.3 Equipamentos de medição óticos
  - 9.4 Sistema integrado com GPS
  
- 10. Oxigênio Dissolvido
  - 10.1 Princípio físico da solubilidade do oxigênio
  - 10.2 Temperatura
  - 10.3 Pressão
  - 10.4 Ponto de saturação
  - 10.5 Técnicas de medição
  - 10.6 Analisador amperométrico
  - 10.7 Analisador por fotoluminescência
  
- 11. Consumo de Oxigênio
  - 11.1 Princípio



- 11.2 Aplicações
- 11.3 Respirômetro
  
- 12. Carga Orgânica (BOD)
  - 12.1 O que é
  - 12.2 Medição em laboratório
  - 12.3 Aplicação
  - 12.4 Analisador eletrônico em linha
  
- 13. Toxicidade
  - 13.1 O que é
  - 13.2 Medição em laboratório
  - 13.3 Aplicação
  - 13.4 Analisador eletrônico em linha
  - 13.5 Técnicas biológicas de medição e alerta de Toxicidade
  
- 14. Carbono Total Orgânico - (TOC)
  - 14.1 O que é
  - 14.2 Medição em laboratório
  - 14.3 Aplicação
  - 14.4 Analisador eletrônico em linha
  
- 15. Demanda Química de Oxigênio - (TOC/DQO)
  
- 16. Medidas colorimétricas por espectrocromatografia
  - 16.1 Princípio da absorvância ótica
  - 16.2 Medição com reagente e sem reagentes
  - 16.3 Medição em uma faixa
  - 16.4 Medição em espectro completo
  
- 17. Análise de Odor (H<sub>2</sub>S)
  - 17.1 Onde se aplica
  - 17.2 Princípio do analisador de H<sub>2</sub>S purgável
  
- 18. Analisadores de Amônia
  - 18.1 Onde são usados
  - 18.2 Tipos de análise
  - 18.3 Tipos de analisadores
  
- 19. Analisadores de Nitrato
  - 19.1 Onde são usados
  - 19.2 Tipos de análise
  - 19.3 Tipos de analisadores
  
- 20. Sistemas de limpeza
  - 20.1 Wiper
  - 20.2 Jato de água
  - 20.3 Jato de ar
  - 20.4 Filtros com retro lavagem

**MEDIÇÃO DE NÍVEL E VAZÃO**  
**CARGA HORÁRIA - 32 HORAS**

**MEDIÇÃO DE NÍVEL**

1. Definição de nível
2. Métodos de medição de nível
  - 2.1 Medição direta
    - 2.1.1 Régua ou Gabarito
    - 2.1.2 Visor de nível
    - 2.1.3 Bóia ou flutuador
  - 2.2 Medição indireta
    - 2.2.1 Princípio de Stèvin
    - 2.2.2 Medição de nível por pressão hidrostática em tanques abertos
    - 2.2.3 Medição de nível por pressão diferencial em tanques fechados e pressurizados
    - 2.2.4 Medição de nível por borbulhador
    - 2.2.5 Medição de nível por empuxo
    - 2.2.6 Medição de nível por radiação
    - 2.2.7 Medição de nível capacitiva
    - 2.2.8 Medição de nível por ultra-som
    - 2.2.9 Medição de nível por radar
  - 2.3 Medição de nível descontínua
    - 2.3.1 Medição de nível por eletrodos
    - 2.3.2 Medição de nível por bóias
  - 2.4 Medição de nível de sólidos
    - 2.4.1 Medição de nível eletromecânica
    - 2.4.2 Medição de nível por células de carga
3. Programação do Transmissor Eletrônico de Pressão Diferencial
  - 3.1 Para medição de Nível em tanques abertos
  - 3.2 Para medição de Nível em tanques abertos com ajuste de supressão de zero
  - 3.3 Para medição de Nível em tanques fechados e pressurizados com ajuste de elevação de zero
4. Calibração do Transmissor Eletrônico de Pressão Diferencial
  - 4.1 Para medição de Nível em tanques abertos
  - 4.2 Para medição de Nível em tanques abertos com ajuste de supressão de zero
  - 4.3 Para medição de Nível em tanques fechados e pressurizados com ajuste de elevação de zero

**MEDIÇÃO DE VAZÃO**

1. Definição de vazão
2. Unidades de vazão
3. Conversão de unidades de vazão
4. Tipos de medidores de vazão
  - 4.1 Medidores de quantidade
    - 4.1.1 Medidores de quantidade por pesagem
    - 4.1.2 Medidores de quantidade por volume



- 4.2 Medidores volumétricos
  - 4.2.1 Medidores de vazão por pressão diferencial
    - 4.2.1.1 Placa de orifício
      - 4.2.1.1.1 Tipos de orifício
      - 4.2.1.1.2 Tipos de bordos
      - 4.2.1.1.3 Tipos de tomadas de impulso
    - 4.2.1.2 Orifício integral
    - 4.2.1.3 Tubo Venturi
    - 4.2.1.4 Bocal
    - 4.2.1.5 Tubo Pitot
    - 4.2.1.6 Annubar
    - 4.2.1.7 Malha para a medição de vazão
    - 4.2.1.8 Compensação da Pressão e da Temperatura
  - 4.2.2 Rotômetros
    - 4.2.2.1 Princípio de funcionamento
    - 4.2.2.2 Condições de equilíbrio
    - 4.2.2.3 Tipos de flutuadores
    - 4.2.2.4 Material do flutuador
    - 4.2.2.5 Instalação
- 4.3 Medidores de vazão em canais abertos
  - 4.3.1 Vertedor
  - 4.3.2 Calha Parshal
- 4.4 Medidores especiais de vazão
  - 4.4.1 Medidor de vazão eletromagnético
    - 4.4.1.1 Princípio de funcionamento
  - 4.4.2 Medidor de vazão tipo turbina
    - 4.4.2.1 Princípio de funcionamento
  - 4.4.3 Medidor de vazão tipo Vórtex
    - 4.4.3.1 Princípio de funcionamento
  - 4.4.4 Medidor de vazão ultra-sônico
    - 4.4.4.1 Por efeito Doppler
    - 4.4.4.2 Por tempo de trânsito
  - 4.4.5 Medidor de vazão por efeito Coriolis
    - 4.4.5.1 Princípio de funcionamento
- 5. Programação do Transmissor Eletrônico de Pressão Diferencial
- 6. Calibração do Transmissor Eletrônico de Pressão Diferencial

**VÁLVULAS E POSICIONADORES**  
**CARGA HORÁRIA - 24 HORAS**

1. Definição de Elementos Finais de Controle
2. Válvulas de Controle e suas aplicações
  - 2.1 Partes Principais de uma Válvula
    - 2.1.1 Atuador
      - 2.1.1.1 Tipos de Atuadores
        - 2.1.1.1.1 Atuador Pneumático Tipo Mola Diafragma
        - 2.1.1.1.2 Atuador Pneumático Tipo Pistão Simples Ação
        - 2.1.1.1.3 Atuador Pneumático Tipo Pistão Dupla Ação
      - 2.1.1.2 Tipos Atuadores Elétricos
    - 2.1.2 Corpo
      - 2.1.2.1 Válvulas de Deslocamento Linear
        - 2.1.2.1.1 Válvulas Globo
        - 2.1.2.1.2 Válvula Diafragma ou Saunders
        - 2.1.2.1.3 Válvula Três Vias
      - 2.1.2.2 Válvulas de Deslocamento Rotativo
        - 2.1.2.2.1 Válvula Borboleta
        - 2.1.2.2.2 Válvula Esfera
        - 2.1.2.2.3 Válvula Obturador Rotativo Excêntrico
      - 2.1.2.3 Internos da Válvula
        - 2.1.2.3.1 Tipos de Obturadores
        - 2.1.2.3.2 Anel Sede
    - 2.1.3 Castelo
      - 2.1.3.1 Castelo Normal
      - 2.1.3.2 Castelo Aletado
      - 2.1.3.3 Castelo Alongado
      - 2.1.3.4 Castelo com Fole
      - 2.1.3.5 Caixa de Gaxetas
        - 2.1.3.5.1 Tipos de Gaxetas
  - 2.2 Classe de Vedação
  - 2.3 Características de Vazão
    - 2.3.1 Características de Vazão Inerentes
    - 2.3.2 Características de Vazão Instaladas
  - 2.4 Coeficiente de Vazão (CV)
  - 2.5 Especificação e Folha de Dados
    - 2.5.1 Exemplo de Especificação Técnica de uma válvula para controle
3. Posicionadores Convencionais e Inteligentes
  - 3.1 Principais Aplicações do Posicionador
  - 3.2 Limitações do Uso do Posicionador
  - 3.3 Evolução dos Posicionadores
  - 3.4 Tipos de Posicionadores
    - 3.4.1 Pneumático
    - 3.4.2 Eletropneumático
    - 3.4.3 Inteligente
      - 3.4.3.1 Vantagens
      - 3.4.3.2 Demonstração Prática da Instalação
      - 3.4.3.3 Demonstração Prática da Configuração
      - 3.4.3.4 Demonstração Prática do Auto-Ajuste
      - 3.4.3.5 Demonstração do Funcionamento



**CONTROLADORES E SINTONIA DE MALHAS DE CONTROLE (PID)**  
**CARGA HORÁRIA - 24 HORAS**

1. Introdução ao controle de processos
2. Definições do controle automático de processos
  - 2.1 Variável controlada
  - 2.2 Variável manipulada
  - 2.3 Variáveis secundárias
3. Auto regulação
  - 3.1 Processos estáveis
  - 3.2 Processos instáveis
4. Características de um processo
  - 4.1 Ganho de um processo
  - 4.2 Resistência de um processo
  - 4.3 Capacitância de um processo
  - 4.4 Constante de tempo de um processo
  - 4.5 Tempo morto de um processo
5. Tipos de Distúrbios de um Processo
  - 5.1 Distúrbios de alimentação
  - 5.2 Distúrbios de demanda
  - 5.3 Distúrbios de set-point
6. Curvas de reação de um processo
  - 6.1 Curva de resposta ideal
  - 6.2 Curva de um processo monocapacitivo
  - 6.3 Curva de um processo multicapacitivo
  - 6.4 Efeito do tempo morto na curva de resposta de um processo
7. Controle manual em malha fechada
  - 7.1 Excesso de correção
  - 7.2 Elementos da malha de controle fechada
8. Controle automático descontínuo
  - 8.1 Controle automático descontínuo sem histerese
  - 8.2 Controle automático descontínuo com histerese
9. Controle automático contínuo em malha aberta
  - 9.1 Características do controlador contínuo
10. Controle Proporcional em malha aberta
  - 10.1 Definição da ação proporcional em malha aberta
  - 10.2 Ganho do controlador
  - 10.3 Banda proporcional
  - 10.4 Cálculo da saída de um controlador proporcional em malha aberta
11. Controle Proporcional + Integral em malha aberta
  - 11.1 Definição da ação integral em malha aberta
  - 11.2 Cálculo da ação proporcional + integral em malha aberta
12. Controle Proporcional + Derivativo em malha aberta
  - 12.1 Definição da ação derivativa em malha aberta
  - 12.2 Cálculo da ação proporcional + derivativa em malha aberta



13. Identificação da estrutura interna de um controlador
  - 13.1 Controlador P
  - 13.2 Controlador PI série
  - 13.3 Controlador PI paralelo
  - 13.4 Controlador PD série
  - 13.5 Controlador PD paralelo
  - 13.6 Controlador PID série - Derivativa no erro
  - 13.7 Controlador PI.D série - Derivativa na variável de processo
  - 13.8 Controlador PID paralelo - Derivativa no erro
  - 13.9 Controlador PI.D paralelo - Derivativa na variável de processo
  - 13.10 Controlador PID misto (ISA) - Derivativa no erro
  - 13.11 Controlador PID misto (ISA) - Derivativa na variável de processo
14. Controle automático contínuo em malha fechada
  - 14.1 Comportamento da ação proporcional em malha fechada
  - 14.2 Comportamento da ação proporcional + integral em malha fechada
  - 14.3 Comportamento da ação proporcional + derivativa em malha fechada
  - 14.4 Comportamento da ação proporcional + integral + derivativa em malha fechada
15. Critérios de qualidade de controle
  - 15.1 Critério da taxa de amortecimento ou área mínima
  - 15.2 Critério do distúrbio mínimo
  - 15.3 Critério da amplitude mínima
16. Métodos de sintonia de um controlador
  - 16.1 Método da aproximação sucessiva para processos estáveis
  - 16.2 Método da aproximação sucessiva para processos instáveis
  - 16.3 Método de Ziegler Nichols (Sensibilidade Limite)
17. Auto Sintonia e Selftuning
18. Simulação de malhas de controle em microcomputadores, para que seja feito o ajuste do ações de controle (PID).



**REDES INDUSTRIAIS**  
**CARGA HORÁRIA - 40 HORAS**

1. Redes de computadores
  - 1.1 Topologia física e lógica
  - 1.2 Equipamentos de interligação
  - 1.3 Modelo de Referência OSI
  - 1.4 Camada Física e de Enlace de Dados
  - 1.5 Padrões IEEE 802
  - 1.6 Padrão ETHERNET
  - 1.6 Protocolo TCP/IP
2. Redes Industriais
  - 2.1 Diferenças entre redes industriais e de computadores
  - 2.2 Pirâmide de Automação
  - 2.3 Classificação das redes industriais
3. PROFIBUS-DP
  - 3.1 O Padrão PROFIBUS-DP
  - 3.2 Topologia / Camada Física / Camada de Enlace de Dados
  - 3.3 Dispositivos e equipamentos PROFIBUS
4. PROFINET
  - 4.1 O padrão PROFINET RT
  - 4.2 Topologia / Camada Física / Camada de Enlace de Dados
  - 4.3 Dispositivos e equipamentos PROFINET
5. Ferramenta de parametrização & Diagnósticos - Demonstração prática
  - 5.1 - Ferramenta: STEP7 PORTAL V11 SIEMENS
  - 5.2 - Configuração de dispositivos na rede PROFIBUS-DP (Servos Motores)
  - 5.3 - Configuração de dispositivos na rede PROFINET RT (Servos Motores)
  - 6 - PROFIBUS-PA
    - 6.1 - O Padrão PROFIBUS-PA
    - 6.2 - Topologia / Camada Física / Enlace de dados
    - 6.3 - Dispositivos e Equipamentos de Rede PA
    - 6.4 - Blocos funcionais do PA
  - 7 - Demonstração PROFIBUS-PA
    - 7.1 - Montagem de uma rede PROFIBUS-PA
    - 7.2 - Demonstração da Configuração do Transmissor de Pressão Diferencial Profibus PA
    - 7.3 - Demonstração do Posicionador Profibus PA
    - 7.4 - Demonstração de uma da Malha de Controle DP/PA