



INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR
Escola Superior de Tecnologia de Tomar
Departamento de Engenharia Química Industrial
Curso de Engenharia Química Industrial

PROGRAMA DA DISCIPLINA INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLO

3º Ano

Ano Lectivo: 2002/2003

Docente: Paula Alexandra Geraldes Portugal (Prof. Adjunta)

Opção: Tronco Comum

Regime: Semestral (1º)

Carga Horária: 4 T/P

OBJECTIVOS:

Aquisição de conhecimentos sobre a classificação e caracterização de instrumentos de medida Industrial, conhecimentos sobre diagramas de Processo e Layout de instalações fabris. Domínio da decisão de selecção de instrumentação a partir das alternativas de equipamento disponível para a medição de temperatura, pressão nível e caudal. Aquisição de conhecimentos sobre elementos finais de controlo e transmissores de sinal.

PROGRAMA :

1. CLASSIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE INSTRUMENTOS DE MEDIDA

- 1.1 – Definição de instrumento**
- 1.2 – Classificação dos instrumentos**
- 1.3 – Anel de controlo**
- 1.4 – Variáveis medidas em unidades processuais**
- 1.5 – Sala de controlo**
 - 1.5.1 – Painel de controlo
 - 1.5.2 – Instrumentação numa sala de controlo
 - 1.5.3 – Monitorização do processo
- 1.6 – Caracterização de medidores**
 - 1.6.1 – Introdução à medição
 - 1.6.2 – características gerais que definem os sensores
 - 1.6.3 – Cálculo de estimativas de preços
 - 1.6.4 – Metodologia para a selecção de medidores

2. DIAGRAMAS DE PROCESSO E LAYOUT DE UMA INSTALAÇÃO FABRIL

- 2.1 – Diagrama de blocos**
- 2.2 – Diagrama de Fluxo (Flowsheet)**
- 2.3 – Diagrama de serviços auxiliares**



INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR
Escola Superior de Tecnologia de Tomar
Departamento de Engenharia Química Industrial
Curso de Engenharia Química Industrial

2.4 – Diagrama de tubagens e instrumentação (DTI)

- 2.4.1 – Códigos para a designação do equipamento
- 2.4.2 – Códigos para os tipos de linhas (matéria e sinal)
- 2.4.3 – Códigos para ciclos de controlo
- 2.4.4 – Códigos para elementos finais de controlo (válvulas)
- 2.4.5 – Códigos para outros equipamentos e instrumentos

2.5 – Diagramas de balanços mássicos e energéticos

2.6 – Diagramas de processo – Síntese e comparação

2.7 – Layout de uma instalação fabril

- 2.7.1 – Localização da unidade fabril
- 2.7.2 – traçado da planta da fábrica

2.8 – Layout de tubagens

3. MEDIÇÃO DE TEMPERATURA

3.1 – Definições

3.2 – Classificação dos instrumentos de medida de temperatura

3.3 – Termómetros bimetalicos

3.4 – Termómetros de líquido em vidro

3.5 – Termómetros de bolbo e capilar

3.6 – Termómetros de dilatação de líquido

3.7 – Termómetros de dilatação de mercúrio

3.8 – Termómetros de vapor

3.9 – Termómetros de gás

3.10– Termopares

3.10.1 – Princípio de funcionamento. Constituição. Efeitos de Peltier e de Thomson

3.10.2 – Leis da termometria

3.10.3 – Ligação dos termopares

3.10.4 – Ligações do termopar ao instrumento de medida

3.10.5 – Medição da temperatura com milivoltímetro

3.10.6 – Medição da temperatura com circuitos potenciométricos de termopares

3.10.7 – Condições exigidas para os metais do termopar

3.10.8 – Bainhas pirométricas

3.10.9 – Termopares múltiplos

3.10.10 – Termopares industriais

3.10.11– Instalação dos termopares

3.11- Termómetros de resistência eléctrica. Termoresistências

3.11.1 – Princípio de funcionamento e constituição

3.11.2 – Circuitos de medida com termoresistências

3.11.3 – Termómetro de resistência com ponte não equilibrada

3.11.4 – Sistema de bobinas cruzadas



INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR
Escola Superior de Tecnologia de Tomar
Departamento de Engenharia Química Industrial
Curso de Engenharia Química Industrial

- 3.11.5 – Características dos materiais das termoresistências
- 3.11.6 – Vantagens e desvantagens das termoresistências

3.12 – Termistores

3.13– Pirómetros de radiação

- 3.13.1 – Princípio de funcionamento e aplicações
- 3.13.2 – Emissividade e radiação do corpo negro
- 3.13.3 – Vantagens e limitações
- 3.13.4 – Intensidade e distribuição da energia radiante
- 3.13.5 – Medição da temperatura
- 3.13.6 – Pirómetros de radiação total
- 3.13.7 – Pirómetros fotoeléctricos
- 3.13.8 – Pirómetros ópticos

4. MEDIÇÃO DE PRESSÃO

4.1 - Definições

4.2 – Classificação dos instrumentos de medida de pressão

4.3 – Manómetros de equilíbrio de uma coluna de líquido de densidade conhecida

- 4.3.1 - Manómetros de tubo em U
- 4.3.2 - Manómetros de ramo inclinado
- 4.3.3 - Manómetros de tipo reservatório
- 4.3.4 - Manómetro diferencial
- 4.3.5 - Manómetros com flutuador
- 4.3.6 - Líquidos manométricos

4.4 – Manómetros de equilíbrio da força produzida sobre uma área conhecida, com uma força mensurável

- 4.4.1- Manómetros de anel basculante
- 4.4.2- Manómetros de campânula

4.5– Manómetros de equilíbrio da força produzida sobre uma área conhecida, com a tensão actuante num meio elástico

- 4.5.1- Manómetros tipo Bourdon
- 4.5.2- Manómetros de cápsula
- 4.5.3- Manómetros de fole
- 4.5.4- Manómetros de diafragma
- 4.5.5- Manómetros de êmbolo

4.6 – Calibração dos manómetros

4.7– Sistemas de vedação e de purgas

- 4.7.1– Sistemas de vedação sólida



INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR
Escola Superior de Tecnologia de Tomar
Departamento de Engenharia Química Industrial
Curso de Engenharia Química Industrial

- 4.7.2– Sistemas de vedação líquida
- 4.7.3– Protecção por purgas contínuas

4.8 – Amortecimento das Pulsações

4.9 – Instalação de manómetros

5. MEDIÇÃO DE NÍVEL

5.1 – Métodos directos

- 5.1.1 – Tubo “overflow”
- 5.1.2 – Indicador do tipo gancho
- 5.1.3 – Visor de vidro
- 5.1.4 – Níveis de flutuador

5.2 – Métodos indirectos

- 5.2.1 – Medidores de nível por medição de pressão
 - 5.2.1.1 – Manómetros de tubo em U
 - 5.2.1.2 – Níveis de borbulhador
 - 5.2.1.3 – Níveis de diafragma
 - 5.2.1.4 – D/P cell
- 5.2.2 – Medidores de nível por medição de impulsão: Níveis de deslocador
- 5.2.3 – Níveis capacitivos
- 5.2.4 – Detector de nível condutivo
- 5.2.5 – Níveis radioactivos
- 5.2.6 – Níveis ultra-sónicos
- 5.2.7 – Níveis de apalpador automático
- 5.2.8 – Detector de nível de lâminas vibrantes

6. MEDIÇÃO DE CAUDAL

6.1 – Métodos de medição de caudal

6.2 – Medidores de velocidade

- 6.2.1 – Medidores de pressão diferencial
 - 6.2.1.1 – Medidor de orifício
 - 6.2.1.2 – Tubo de venturi
 - 6.2.1.3 – Tubuladura de venturi
 - 6.2.1.4 – Tubo de Pitot
- 6.2.2 – Medidor de área variável. Rotâmetro
- 6.2.3 – Medidores inferenciais
 - 6.2.3.1 – Rotor de pás múltiplas
 - 6.2.3.2 – Medidores de hélice
 - 6.2.3.3 – Medidores de turbina



INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR
Escola Superior de Tecnologia de Tomar
Departamento de Engenharia Química Industrial
Curso de Engenharia Química Industrial

6.3 – Medidores volumétricos

6.3.1 – Medição de caudais de líquidos

6.3.1.1 – Medidor de êmbolo oscilante

6.3.1.2 – Medidor de mutação

6.3.1.3 – Contador de palhetas radiais

6.3.1.4 – Medidor de carretos

6.3.2 – Medição de caudais de gases

6.3.2.1 – Medidor rotativo com vedação hidráulica

6.3.2.2 – Medidor de rodas em oito

6.3.2.3 – Medidor de mutação

6.3.2.4 – Contador de palhetas radiais

6.4 – Medidores electromagnéticos

6.5 – Medidores ultra-sónicos

7. ELEMENTOS FINAIS DE CONTROLO

7.1 – Válvulas de controlo automático

7.2 – Actuadores

7.2.1 – Actuadores pneumáticos

7.2.1.1 – Actuador de diafragma

7.2.1.2 – Actuador de êmbolo

7.2.1.3 – Actuador de motor

7.2.2 – Actuadores eléctricos

7.2.3 – Actuadores hidráulicos

8. TRANSMISSORES DE SINAL

8.1 – Transmissão pneumática

8.2 – Transmissão eléctrica

8.3 – Transmissão hidráulica

8.4 – Transmissão por ondas electromagnéticas

8.5 – Transmissão por ondas luminosas

8.6 – transmissão por ultra-sons

Avaliação:

Avaliação através da realização de frequência e exames.



INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR
Escola Superior de Tecnologia de Tomar
Departamento de Engenharia Química Industrial
Curso de Engenharia Química Industrial

Bibliografia:

- Jones, E.; *"Instrument Technology- vol I – Measurement of Pressure, Level, Flow and Temperature"*, 3rd ed.; Butterworths, London (1974)
- Sighieri, L.; Nishinari, ^a; *"Controle Automático de Processos Industriais – Instrumentação"*, 2nd ed., Edgard Blücher; São Paulo (1973)
- Ferreira, R. M.; *"Instrumentação e Medidas Industriais – Apontamentos"*, Dept^o de Eng. Química da FCTUC (1990)
- Perry, R.; Green, D.; *"Perry's Chemical Engineers' Handbook"*; 6th ed.; Mc Graw-Hill; Singapore (1984)

Tomar, 1 de Outubro de 2002

A Docente,

Paulo A. G. Portugal