



**INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR**  
**Escola Superior de Tecnologia de Tomar**  
**Departamento de Engenharia Química e do Ambiente**  
**Curso de Engenharia Química e Bioquímica**

**INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLO**

**Ano Lectivo:** 2009/2010

**3º Ano**

**Regime:** Semestral (1º)

**ECTS:** 5

**Carga Horária:** 30 T + 30 T/P

**Docente:** Doutora Isabel Nogueira, Professora Coordenadora

**I. Objectivos da disciplina:**

1. Aquisição de conhecimentos sobre a classificação e caracterização de instrumentos de medida Industrial.
2. Domínio da decisão de selecção de instrumentação a partir das alternativas de equipamento disponível para a medição das variáveis do processo (temperatura, pressão, nível, caudal, etc.).
3. Aquisição de conhecimentos sobre o controlo automático do processo: anéis de controlo; tipos de controladores (P, PI, PD e PID).
4. Conhecimento sobre os elementos finais de controlo do anel.

**II. Programa**

**1. INTRODUÇÃO AO CONTROLO DE PROCESSOS**

**1.1 PROCESSO INDUSTRIAL**

- 1.1.1 Conceito de Processo
- 1.1.2 Exemplos de Processos
- 1.1.3 Processos Contínuos e Descontínuos (Batch)
- 1.1.4 Variáveis Contínuas e Discretas
- 1.1.5 Representação dum Processo
- 1.1.6 Decomposição em sub-Processos

**1.2 SENSORES**

- 1.2.1. Definição
- 1.2.2. Constituição
- 1.2.3. Classificação
- 1.2.4. Características Estáticas
- 1.2.5. Características Dinâmicas
- 1.2.6. Características de Fiabilidade

### **1.3 ACTUADORES**

- 1.3.1.** Definição e Conceito
- 1.3.2.** Actuador de Posição Pneumático
- 1.3.3.** Actuador de Posição Eléctrico
- 1.3.4.** Características dos Actuadores

### **1.4 CONTROLADORES**

- 1.4.1.** Definição e Conceito
- 1.4.2.** Controlador PID
- 1.4.3.** Anel de Controlo

### **1.5 DIAGRAMAS DE PROCESSO E LAYOUT DE UMA INSTALAÇÃO FABRIL**

- 1.5.1.** Diagrama de blocos
- 1.5.2.** Diagrama de Fluxo (Flowsheet)
- 1.5.3.** Diagrama de serviços auxiliares
- 1.5.4.** Diagrama de tubagens e instrumentação (DTI)
  - 1.5.4.1** Códigos para a designação do equipamento
  - 1.5.4.2** Códigos para os tipos de linhas (matéria e sinal)
  - 1.5.4.3** Códigos para ciclos de controlo
  - 1.5.4.4** Códigos para elementos finais de controlo (válvulas)
  - 1.5.4.5** Códigos para outros equipamentos e instrumentos
- 1.5.5.** Diagramas de balanços mássicos e energéticos
- 1.5.6.** Layout de uma instalação fabril
- 1.5.7.** Layout de tubagens

## **2. CIRCUITOS CONDICIONADORES DE SINAL**

- 2.1** INTRODUÇÃO
- 2.2** AMPLIFICADORES
- 2.3** AMPLIFICADORES OPERACIONAIS
- 2.4** PONTE DE WHEATSTONE
- 2.5** LINEARIZAÇÃO
- 2.6** FILTRAGEM
- 2.7** ELEMENTOS DE CIRCUITOS
- 2.8** FONTES DE ALIMENTAÇÃO

## **3. ELEMENTOS PNEUMÁTICOS**

- 3.1.** INTRODUÇÃO
- 3.2.** TRANSMISSORES
- 3.3.** CONTROLADORES
- 3.4.** OUTROS DISPOSITIVOS

#### **4. SENSORES DE PRESSÃO**

- 4.1. CONCEITOS DE PRESSÃO, UNIDADES
- 4.2. MANÓMETRO DE COLUNA LÍQUIDA
- 4.3. MANÓMETRO DE BOURDON
- 4.4. MANÓMETRO DE DIAFRAGMA
- 4.5. MANÓMETRO DE FOLE DE CÁPSULAS E DE CILINDRO
- 4.6. SENSORES PIEZOELÉCTRICOS
- 4.7. CALIBRAÇÃO
- 4.8. ESPECIFICAÇÃO E SELECÇÃO

#### **5. SENSORES DE NÍVEL**

- 5.1. INTRODUÇÃO
- 5.2. FUNDAMENTOS DE HIDROSTÁTICA
- 5.3. CLASSIFICAÇÃO DOS SENSORES
- 5.4. TUBO DE VISUALIZAÇÃO
- 5.5. RESERVATÓRIO COM FLUTUADOR
- 5.6. DISPOSITIVO DE DESLOCAMENTO VARIÁVEL
- 5.7. NÍVEL POR PRESSÃO HIDROSTÁTICA
- 5.8. SENSORES DE CONDUTIVIDADE
- 5.9. SENSORES CAPACITIVOS
- 5.10. SENSORES DE ULTRA-SONS
- 5.11. SENSORES RADIOACTIVOS
- 5.12. OUTROS SENSORES DE NÍVEL

#### **6. SENSORES DE TEMPERATURA**

- 6.1. INTRODUÇÃO
- 6.2. TEMPERATURA, TERMÓMETROS, UNIDADES
- 6.3. TERMÓMETROS DE LÍQUIDO, DE PRESSÃO E BIMETÁLICOS
- 6.4. TERMO-RESISTÊNCIAS
- 6.5. TERMISTORES
- 6.6. TERMOPARES
- 6.7. OUTROS SENSORES DE TEMPERATURA
- 6.8. CALIBRAÇÃO
- 6.9. ESPECIFICAÇÃO E SELECÇÃO
- 6.10. INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO



## **7. CAUDALIMETROS**

- 7.1. INTRODUÇÃO**
- 7.2. FUNDAMENTOS DE HIDRODINÂMICA. CAUDAL**
- 7.3. CLASSIFICAÇÃO DOS SENSORES**
- 7.4. MEDIÇÃO DE CAUDAIS EM CANAIS ABERTOS**
- 7.5. CAUDALIMETROS BASEADOS NA VARIAÇÃO DE PRESSÃO**
- 7.6. CAUDALÍMETRO ELECTROMAGNÉTICO**
- 7.7. CAUDALÍMETRO POR FORÇA DE ARRASTAMENTO**
- 7.8. CAUDALÍMETRO DE VÓRTICE OU TURBILHÃO**
- 7.9. CAUDALÍMETRO MÁSSICO DE CORIOLIS**

## **8. SENSORES DE VISCOSIDADE**

- 8.1. INTRODUÇÃO**
- 8.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS**
- 8.3. MÉTODOS LABORATORIAIS DE MEDIDA**
- 8.4. MÉTODOS INDUSTRIAIS DE MEDIDA**

## **9. ELEMENTOS FINAIS DE CONTROLO**

- 9.1. VÁLVULAS DE CONTROLO AUTOMÁTICO**
- 9.2. ACTUADORES**

---

### **IV. Método de Ensino**

Aulas teórico-práticas, em que a matéria é explicada referindo casos concretos, sendo complementada por exercícios de aplicação.

Observação de situações concretas em aulas práticas.

Aplicação dos conceitos adquiridos em estudo de casos.

Apoio através de visitas de estudo ou seminários com oradores convidados e outras iniciativas.

---

### **V. Método de avaliação**

Frequência e/ou exame final da época normal e de recurso.

A nota da frequência e/ou do exame final deverá ser igual ou superior a 9,5 valores

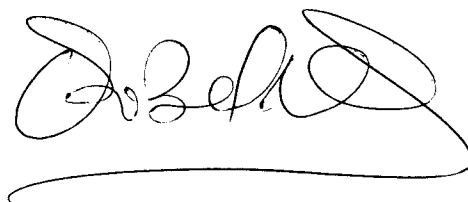


## VI. Bibliografia

1. I. Nogueira, "*I - Instrumentação - Textos pedagógicos*", Tomar (1998)
2. I. Nogueira, "*II - Controlo Automático de Processos - Textos pedagógicos*", Tomar (1998)
3. Curtis D. Johnson, "*Controlo de Processos - Tecnologia da Instrumentação*", Ed. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa (1990).
4. Jones, E.; "*Instrument Technology- vol I – Measurement of Pressure, Level, Flow and Temperature*", 3rd ed.; Butterworths, London (1974)
5. Sighieri, L.; Nishinari, <sup>a</sup>; "*Controle Automático de Processos Industriais – Instrumentação*", 2nd ed., Edgard Blücher; São Paulo (1973)
6. Ferreira, R. M.; "*Instrumentação e Medidas Industriais – Apontamentos*", Deptº de Eng. Química da FCTUC (1990)
7. Perry, R.; Green, D.; "*Perry's Chemical Engineers' Handbook*"; 6<sup>th</sup> ed.; Mc Graw-Hill; Singapore (1984)
8. Santos Cruz, "*Curso de Instrumentação Industrial*", CENERTEC, Porto (1990)
9. Gustavo da Silva, "*Instrumentação Industrial*", Escola Superior Tecnologia – IPS (1999)

Tomar, 15 de Setembro de 2009

O Docente



(Profª. Coordenadora Isabel Nogueira)

