



### Ficha da Unidade Curricular

Curso:	<input type="text" value="Engenharia Electrotécnica"/>	Ano Lectivo:	<input type="text"/>		
Unidade Curr.:	<input type="text" value="Instrumentação Electrónica e Medidas"/>	Ano Curricular:	<input type="text" value="2"/>	Créditos:	<input type="text" value="6"/>
Responsável:	<input type="text" value="João Paulo Coelho"/>	Regime:	<input type="text"/> Anual	<input checked="" type="checkbox"/> Sem.	
Docentes:	<input type="text" value="João Paulo Coelho"/>		<input type="text"/> 1ºSem	<input checked="" type="checkbox"/> 2ºSem	
	<input type="text"/>				

**Legenda:**  
T – ensino teórico  
TP – ensino teórico-prático  
PL – ensino prático e laboratorial  
TC – trabalho de campo  
S – seminário  
E – estágio  
OT – orientação tutória

Horas de contacto da UC								Horas não presenciais	Horas de Avaliação	Total
T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	100	2	162
30		30								

Nome	Dia da semana	Hora

### Objectivos – Resultados da Aprendizagem/Competências Adquiridas

No final desta unidade curricular espera-se que o aluno tenha adquirido, entre outras, as seguintes competências:

- Estimar erros em sistemas de medida e compreender as suas implicações;
- Exactidão na instrumentação analógica e digital;
- Dimensionar aparelhos electromecânicos de medida para tensões, correntes e resistência eléctrica.
- Perceber o conceito de transdução e apontar transdutores para a medição de grandezas físicas;
- Identificar as principais operações de condicionamento de sinal;
- Distinguir e projectar filtros activos e filtros passivos;
- Compreender e aplicar as diversas metodologias de projecto de filtros;
- Conhecer os diversos tipos de circuitos de Sample&Hold, compreender o seu funcionamento e função.
- Identificar e compreender a constituição dos principais conversores A/D e D/A e conhecer as suas características principais;
- Compreender o processo de quantificação e os erros a ele inerentes;



## **Programa Detalhado com Calendarização**

1. Metrologia e Caracterização da Cadeia de Medida
  - 1.1. Sensores e Transdutores
  - 1.2. Interferência e Perturbações
  - 1.3. Características Estáticas e Dinâmicas
    - 1.3.1.1. Exactidão, Precisão e Sensibilidade
    - 1.3.1.2. Linearidade e Resolução
    - 1.3.1.3. Erros e sua propagação em sistemas de medida
    - 1.3.1.4. Tempo de subida, tempo de atraso e constante de tempo.
2. Sistemas Electromecânicos de Medida
  - 2.1. Aparelhagem Electromecânica de Medida
  - 2.2. Medida de Tensão Corrente e Resistência
    - 2.2.1. Medidas em Corrente Contínua
      - 2.2.1.1. Amperímetro DC
      - 2.2.1.2. Voltímetro DC
      - 2.2.1.3. Ohmímetro
    - 2.2.2. Medidas em Corrente Alternada
      - 2.2.2.1. Valor médio e eficaz de um sinal.
      - 2.2.2.2. Detecção de Valor Médio
      - 2.2.2.3. Detecção de Valor de Pico
      - 2.2.2.4. Detecção de Valor Pico a Pico
      - 2.2.2.5. Medida da Verdadeiro valor Eficaz
  - 2.3. Exactidão na Instrumentação Analógica e Digital
3. Elementos Sensores na Medição de Fenómenos Físicos
  - 3.1. Sensores Passivos
    - 3.1.1. Sensores Resistivos
      - 3.1.1.1. Potenciómetros
      - 3.1.1.2. Extensómetros
      - 3.1.1.3. Termómetros de Resistência
      - 3.1.1.4. Termístores
      - 3.1.1.5. Resistências Dependentes da Luz (LDR)
    - 3.1.2. Sensores Capacitivos e Indutivos
      - 3.1.2.1. Condensadores de superfície, distância e dieléctrico variável
      - 3.1.2.2. Transformador Diferencial Linear (LVDT)
  - 3.2. Sensores Activos
    - 3.2.1. Sensores Electromagnéticos
      - 3.2.1.1. Resolvers e Synchros
      - 3.2.1.2. Sensores Electromagnéticos de Caudal
      - 3.2.1.3. Tacómetros Geradores
      - 3.2.1.4. Sensores de Efeito Hall
    - 3.2.2. Sensores Termoeléctricos



- 3.2.3. Sensores Piezoelétricos
- 3.2.4. Sensores Piroelétricos
- 3.2.5. Sensores Fotovoltaicos
  - 3.2.5.1. Fotodíodos
  - 3.2.5.2. Fototransístores
- 3.3. Codificadores de Posição
- 4. Condicionamento de Sinal
  - 4.1. Conversão Impedância/Tensão
    - 4.1.1. Montagens potenciométricas: Medida de Resistências
    - 4.1.2. Montagens potenciométricas: Medida de Impedância
    - 4.1.3. Circuitos em Ponte: Medida de Resistências
    - 4.1.4. Circuitos em Ponte: Efeito dos Condutores de Ligação
    - 4.1.5. Circuitos em Ponte: Medida de Impedâncias Complexas
  - 4.2. Conversão Impedância/Frequência
  - 4.3. Amplificação
    - 4.3.1. Arranjos Básicos com AMPOP's
    - 4.3.2. Linearização com AMPOP's
    - 4.3.3. Fontes de Erro em AMPOP's
    - 4.3.4. Amplificador de Instrumentação
    - 4.3.5. Amplificador Chopper
    - 4.3.6. Amplificador de Carga
  - 4.4. Filtragem
    - 4.4.1. Objectivo da função de filtragem
    - 4.4.2. Filtros Passivos
      - 4.4.2.1. Filtro RC Passa-Alto
      - 4.4.2.2. Filtro RC Passa-Baixo
    - 4.4.3. Filtros Activos
    - 4.4.4. Projecto de Filtros Activos
  - 4.5. Conversão de Sinal
    - 4.5.1. Conversão A/D
      - 4.5.1.1. Princípio da quantificação de grandezas analógicas
      - 4.5.1.2. Conversão por rampa de contagem
      - 4.5.1.3. Conversão por aproximações sucessivas
      - 4.5.1.4. Conversor "flash", integrador por dupla rampa e "quad-slope"
    - 4.5.2. Conversão D/A
      - 4.5.2.1. Conversor de resistências pesadas
      - 4.5.2.2. Conversor R-2R
      - 4.5.2.3. Conversor com fontes de corrente
      - 4.5.2.4. Erros na conversão D/A
    - 4.5.3. Especificações gerais dos conversores A/D e D/A

**Planeamento das Horas Presenciais:**



**INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA**  
**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA E DE GESTÃO**

<b>Semana</b>	<b>Capítulo</b>
1	Capítulo 1 – §1.1
2	§1.2, §1.3
3	Capítulo 2 – §2.1, §2.2.1
4	§2.2.1
5	§2.2.2
6	§2.2.2, §2.3
7	Capítulo 3 - §3.1
8	§3.1 e §3.2.1
9	§3.2.1, §3.2.2 e §3.2.3
10	§3.2.3, §3.2.4, §3.2.5 e §3.3
11	Capítulo 4 – §4.1
12	§4.1 e §4.2
13	§4.3
14	§4.4
15	§4.5

**Planeamento das Horas Não-Presenciais:**

<b>Semana</b>	<b>Trabalho/Exercícios/Estudo</b>
1	Estudo dos acetatos 1 a 20 do capítulo 1
2	Resolução do exercício nº 5 recorrendo ao MatLab
3	Estudo dos acetatos 22 a 28 do capítulo 1
4	Estudo dos acetatos 1 a 19 do capítulo 2
5	Validar os resultados do acetato 20 recorrendo ao MatLab
6	Estudo dos acetatos 21 a 36 do capítulo 2
7	Estudo dos acetatos 1 a 52 do capítulo 3
8	Tempo destinado ao projecto e implementação do trabalho prático final
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

**Metodologia Pedagógica**

As aulas teóricas serão de exposição oral da matéria complementadas, sempre que se achar necessário, com projecção de acetatos e exercícios de aplicação.



No decorrer das aulas práticas proceder-se-á, não só à resolução acompanhada de exercícios de aplicação, como também à execução de trabalhos laboratoriais. Com isto pretende-se incentivar os alunos à experimentação.

As aulas não-presenciais pretendem ser horas de estudo dos conceitos introduzidos nas aulas presenciais acompanhadas pela resolução de exercícios de aplicação. Este período também será usado para a execução do trabalho final de integração de conhecimentos.

### **Avaliação**

A nota final (**F**) será obtida através da seguinte fórmula:

$$F = \text{Max}\{A, B\}$$

O valor da variável **B** refere-se à nota obtida no exame final (**E**) e o valor da variável **A** refere-se à média ponderada da nota do exame final com a nota do trabalho laboratorial (**L**) segundo a lei:

$$A = 0.4 * E + 0.6 * L$$

O desempenho laboratorial será avaliado com base num projecto final a realizar fora do horário lectivo.

A aprovação final à disciplina requer uma nota final superior ou igual a 9,5 valores.

### **Cronograma dos Trabalhos Práticos e Momentos de Avaliação:**

[Ainda a definir]

### **Bibliografia**

- [1] J. P. COELHO, *Sensores e Actuadores – Material de Apoio às Aulas*. Instituto Politécnico de Bragança – ESTiG (2003/2005)
- [2] AURÉLIO J. C. CAMPILHO, *Apontamentos da Disciplina de Instrumentação e Medidas I*, FEUP.
- [3] G. IGREJAS, *Apontamento de Instrumentação Electrónica*, IPB- ESTiG
- [4] PALLÁS-ARENLY and WEBSTER, *Sensors and Signal Conditioning*, ISBN 0-471-54565-1. John Wiley & Sons, Inc. (1991).
- [5] ASCH, G. *et. al. Les Capteurs en Instrumentation Industrielle*. ISBN 2-04-016948-2 Dunod (1987).
- [6] HENRY W. OTT, *Noise reduction techniques in Electronic Systems*, Wiley,
- [7] JOHNSON & HILBURN, *Rapid Practical Design of Active Filters*, 1973;
- [8] HUELSMAN and ALLEN, *Introduction to the theory and design of active filters*, McGraw-Hill, 1980;



**INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA**  
**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA E DE GESTÃO**

[9] JOHN G. WEBSTER, *The Measurement, Instrumentation, and Sensors Handbook*, CRC Press, 1998;

[10] KEVIN M. DAUGHERTY, *Analog-to-Digital Conversion: A Practical Approach*, McGraw-Hill International Editions, 1995;

Assinatura do Responsável e Docente(s)	Data de Entrega	Assinatura do Director de Curso	Assinatura do Coordenador de Departamento
	_ / _ / _		