



# Laboratórios Virtuais (e Remotos) na UM

WALC – Web Assisted Laboratory for Control Engineering on-line

*Celina Pinto Leão – DPS*

*Filomena O. Soares – DEI*

*Helena Rodrigues, Elisabete Carvalho – DSI*

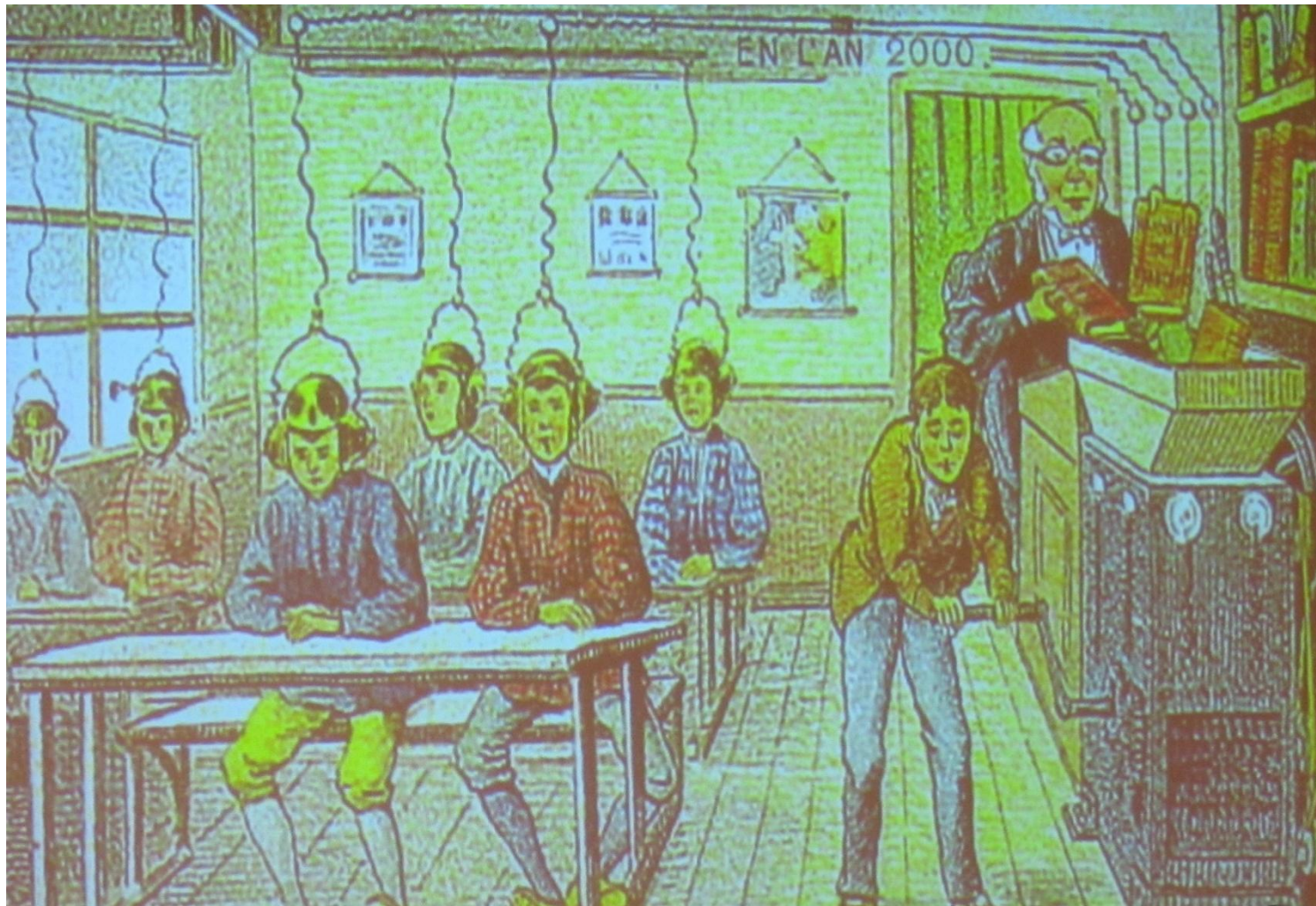
*José Machado, Eurico Seabra – DEM*

*Sandra Costa, Nuno Carvalho, Pedro Farinha - bolseiros*

Escola de Engenharia | Universidade do Minho

Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal

Leão, C.P.  
Soares, F.O.  
Machado, J.  
Seabra, E.  
Rodrigues, H.  
Carvalho, E.



There is Pedagogy and  
There is Pedagogy...

Rob Reilly, 2010

I. 2006: diferentes atitudes para alunos de graduação: métodos e processos (Leão & Soares, 2006)

[illegible]



## Contextualização

1. 2006: diferentes aplicações, em ambiente web, para alunos de graduação: métodos numéricos e controlo de processos (Leão & Soares, 2006)
2. 2008: **laboratório virtual** (LabSim) para a simulação e modelização de problemas reais em engenharia de controlo de processo (Leão & Soares, 2006; Lemos et al., 2008; Lemos, Leão & Soares, 2008)
3. 2010-: plataforma WALC para o acesso ao laboratório virtual e remoto: Web Assisted Laboratory for Control Engineering on-line (financiado pela FCT: PTDC/ESC/ 68069/2006)





**WALC** (FCT: PTDC/ESC/ 68069/2006)

**WALC**

Web Assisted Laboratory for Control Engineering on-line Education

[Home](#) [I&D Project](#) [Laboratories](#) [Documents](#) [Contacts](#) [RSS](#)

### What's WALC?



In Automation teaching/learning process, WALC will allow the user to choose the practical problem to be solved, as well as remotely act and control the chosen system.

In Control teaching/learning process, WALC will allow the user to choose the practical engineering problem and the control type to be implemented. The control problems are modelled by a set of differential-algebraic equations (DAE).

WALC, as a didactic tool, allows testing several numerical methods in the DAE solution, building synergies between the different acquired competencies during the student academic path. The numerical results obtained are used for graphical simulation. For some engineering problems, the monitoring and the remote control of the experimental rig is available.

Due to constant developments and technological progress in these fields, WALC laboratory will be dynamic accepting new practical engineering problems (physical working test tables and simulation as well as new program associated).

Theoretical support of the practical problems and the numerical methods available will be completed defined and described. WALC will contain a set of questions, randomly generated from a data base, permitting the user, during his learning process, to test his knowledge. This can be used not only as an auto-evaluation progress but also as a tool to identify learning difficulties.

**WELCOME ADMIN**

[Profile](#)  
[Logout](#)

**FORUM**

**FORUM**

**ABOUT ME**

**CALENDAR**

**June 2010**

M	T	W	T	F	S	S
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				
« Dec						





**WALC** (FCT: PTDC/ESC/ 68069/2006)

## Objectivos:

Processo de aprendizagem ser centrado no aluno

- Tornar disponível, ambiente Web, um conjunto de problemas teóricos e práticos
- Permitir ao aluno escolher o problema prático com aplicação em engenharia e o tipo de controlo a implementar
- Permitir utilizar diferentes métodos numéricos na resolução das equações que modelizam os problemas práticos


## WALC (FCT: PTDC/ESC/ 68069/2006)

**WALC** Web Assisted Laboratory for Control Engineering on-line Education

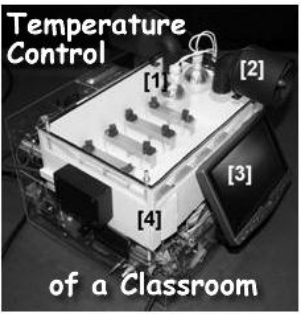
Home I&D Project Laboratories Documents Assessment Contacts [RSS](#)

WALC » Control


### Control




**DC Motor Control**



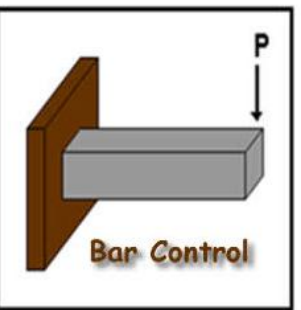
**Temperature Control of a Classroom**



**BakSim**




**SimLab**



**Bar Control**

**WELCOME ADMIN**

 [Profile](#) [Logout](#)

**CALENDAR**

**April 2010**

M	T	W	T	F	S	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

« Dec

**PAGES**

[I&D Project](#)  
[Laboratories](#)  
[Automation](#)  
[Control](#)  
[Documents](#)  
[Assessment](#)  
[Contacts](#)

### Controlo da velocidade de um motor DC:

Velocidade Percentual:

Velocidade Angular: 0 rpm

Port Address: COM1

Resposta do sistema: Velocidade do motor / tempo

Erro do sistema: [Erro actual] / tempo

Start/Stop

Falha na comunicação

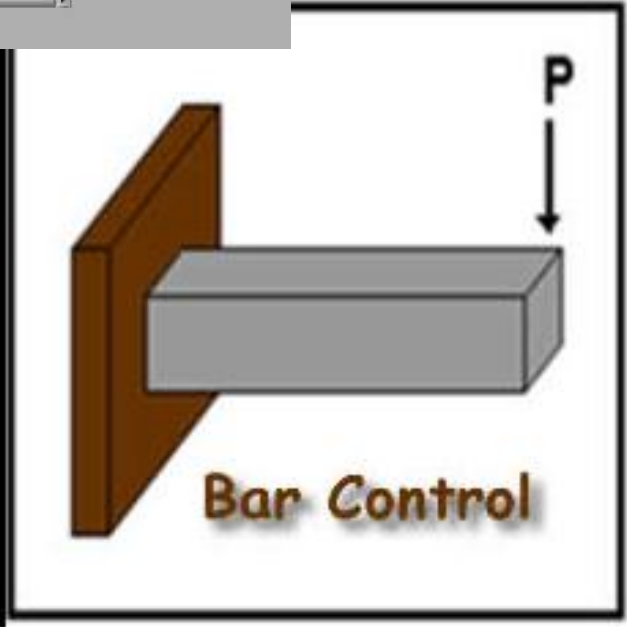
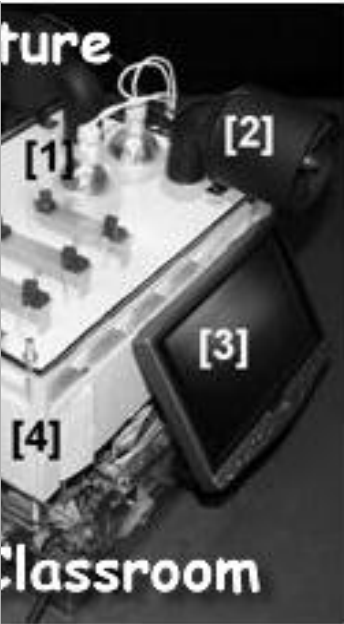
**Algoritmo de Controlo:**

1)  $\dot{e}_{(t)} = \dot{r}_{(t)} \times e_{(t)} + (K_p \times e_{(t)} + K_i \times \int e_{(t)} dt + K_d \times \dot{e}_{(t)} - \dot{e}_{(t-1)})$

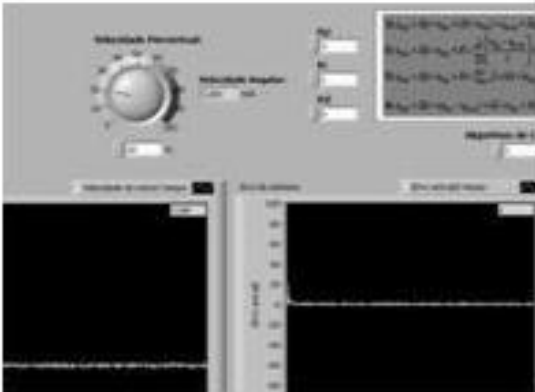
2)  $\dot{e}_{(t)} = \dot{r}_{(t)} \times e_{(t)} + K_p \times \frac{e_{(t)} - e_{(t-1)}}{2} + K_i \times (e_{(t)} - e_{(t-1)})$

3)  $\dot{e}_{(t)} = \dot{r}_{(t)} \times e_{(t)} + K_p \times (\sum e_{(t)}) + K_d \times (\dot{e}_{(t)} - \dot{e}_{(t-1)})$

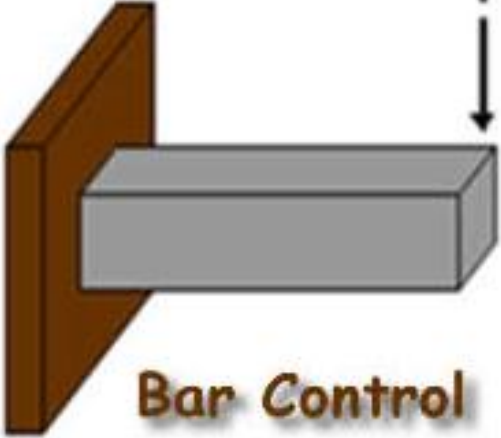
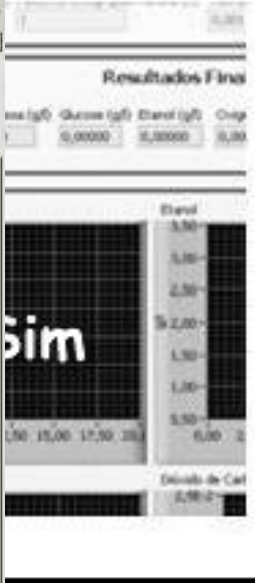
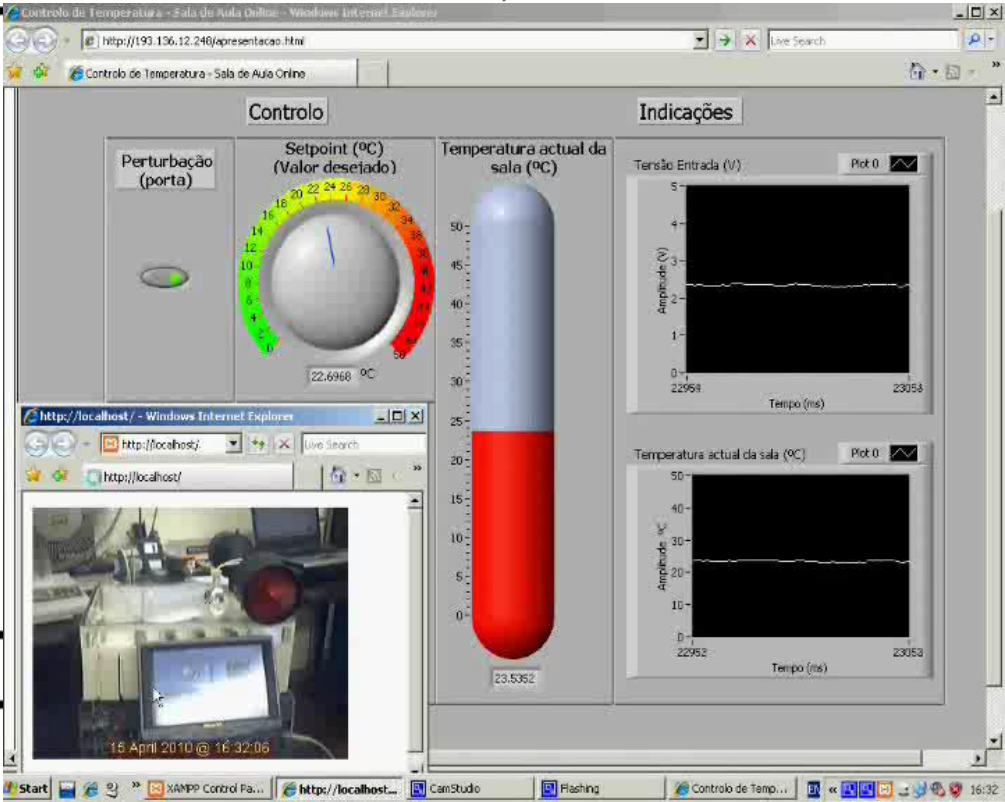
4)  $\dot{e}_{(t)} = \dot{r}_{(t)} \times (e_{(t)} - e_{(t-1)}) + K_p \times e_{(t)} + K_d \times (\dot{e}_{(t)} - 2 \times \dot{e}_{(t-1)} + \dot{e}_{(t-2)})$



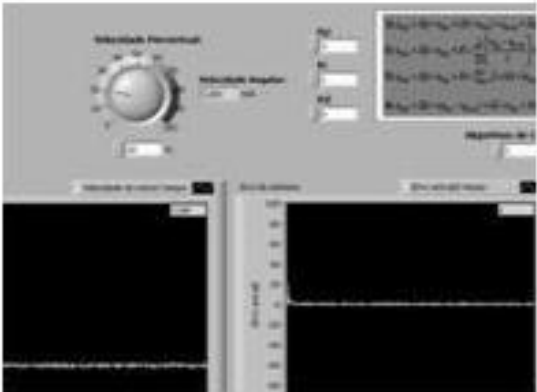




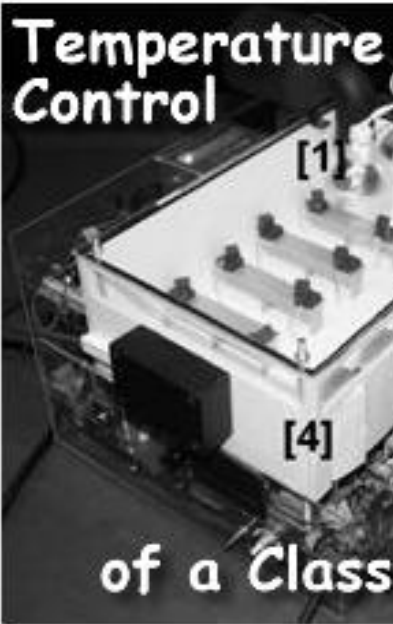
DC Motor Control



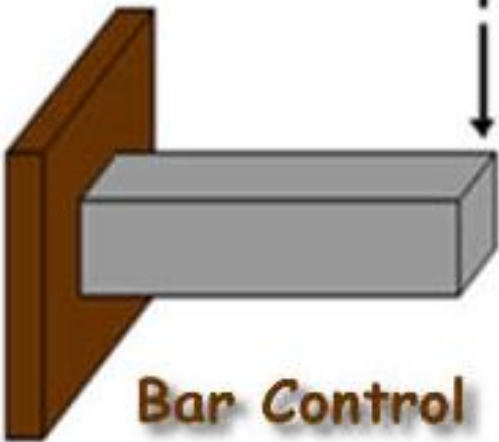
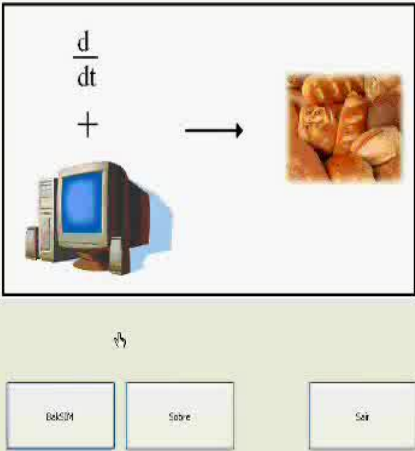
Bar Control

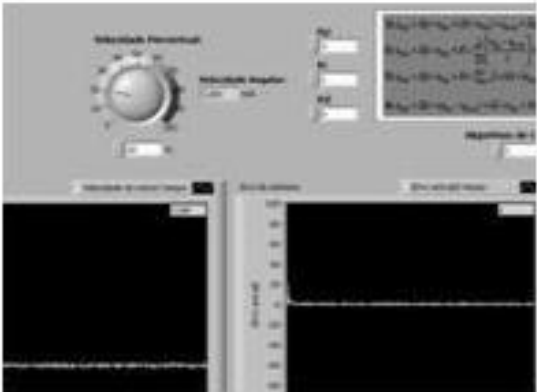


DC Motor Control

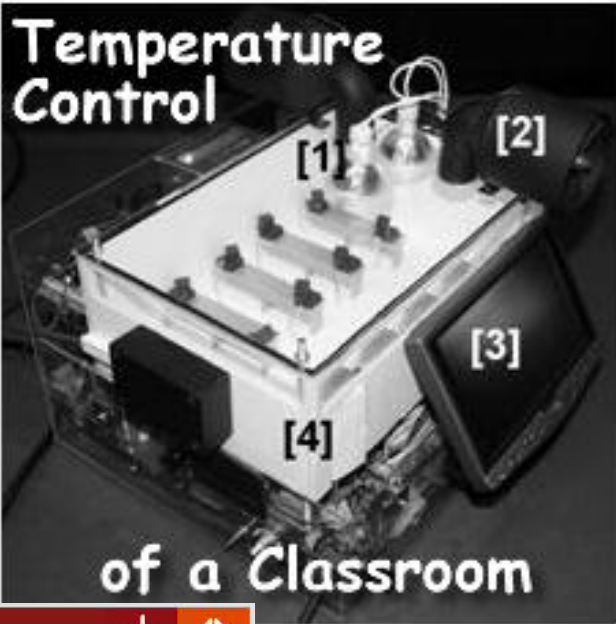


# BakSIM





DC Motor Control



Temperature Control of a Classroom



LabSim

Laboratório Virtual de Controlo

Home

Métodos Numéricos

Controlo

Simulador/Sistemas

Sistemas

Modelação de um sistema

Modelação em espaço de estados

Hidráulicos

Exemplos de Sistemas

Sistema hidráulico de Primeiro Ordem

Sistema Hidráulico de Segunda Ordem 1

Sistema Hidráulico de Segunda Ordem 2

Sistema Hidráulico de Terceira Ordem

Sistema Hidráulico de 2ª ordem

Neste sistema existem dois tanques, em que a saída do primeiro tanque é a entrada do segundo tanque.

Sistema hidráulico de 2ª ordem

Tanque 1:

Entra = Sai + Acumula

Para o tanque 1 tem-se

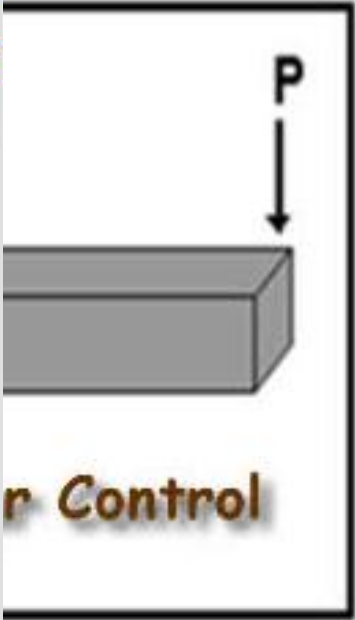
$$F_{p1} = F_{p2} + \frac{\Delta V_1}{\Delta t} \quad (1)$$

Sabe-se que

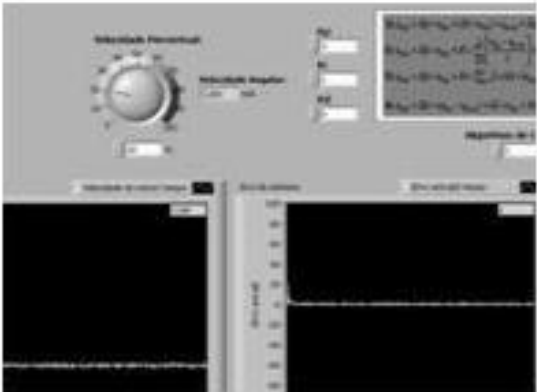
$$F_{p2} = \frac{h_1}{R_1} \quad (2)$$

Simulação

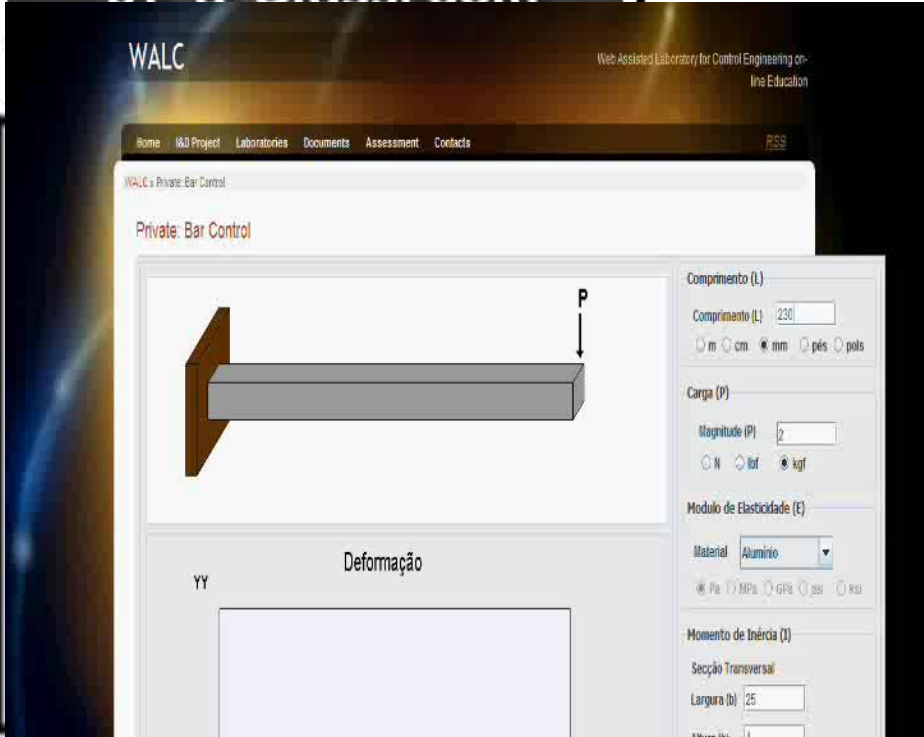
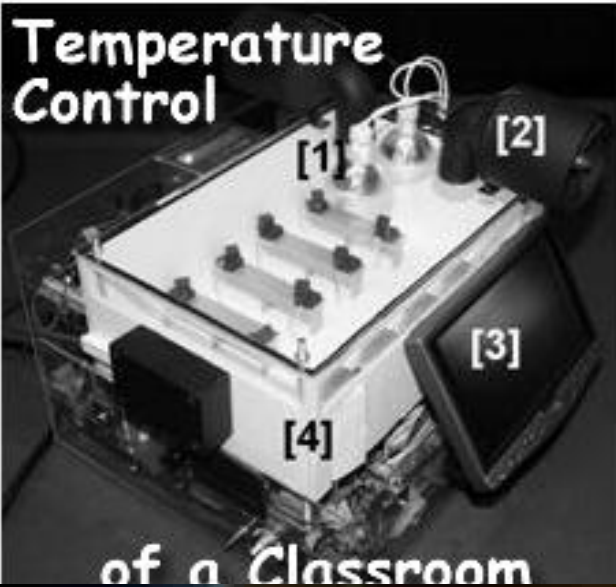
Sistema hidráulico de Segunda Ordem 1



Pressure Control



DC Motor Control







## Automação

- Implementação de um laboratório de automação com diversas ferramentas de comunicação e controlo, com o apoio de uma empresa parceira.
- Essa rede integra diversos projectos de automação, “kits” de automatização e sensores.
- **Actualmente:**
  - desenho e construção de uma arquitectura de software que permita a integração do laboratório Web com o ambiente e controlo de autómatos.







## Percepção da utilização dos laboratórios - Questionário

- É importante a existência de uma avaliação por parte dos alunos (os utilizadores)

### Actividades de ensino/aprendizagem - Utilização de kits didácticos...

Este questionário pretende identificar e avaliar a opinião dos alunos referente à utilização de kits didácticos no processo de ensino/aprendizagem em Automação e Controlo.

#### Ambiente de trabalho

Identifique o Sistema Operativo utilizado:

Windows XP ☐ Windows Vista ☐ Windows 2000 ☐ Linux ☐ Mac OS ☐ Outro ☐ Qual? \_\_\_\_\_

Identifique o Browser utilizado:

Internet Explorer ☐ Mozilla ☐ Google Chrom ☐ Safari ☐ Outro ☐ Qual? \_\_\_\_\_

Assinale se, em 2008/09, frequentou ou frequenta a(s) u.c.(s) (assinale com X):

Controlo Digital ☐ Automação ☐ Controlo de Processos ☐

Até à data, quantas vezes frequentou a(s) u.c. (s) indicada(s)?

Controlo Digital ☐ Automação ☐ Controlo de Processos ☐

"Sala de estudo" ☐

Outro ☐ Qual? \_\_\_\_\_

Discordo totalmente; 2 –

Discordo; 3 – Não concordo nem discordo/Não tenho uma opinião definida; 4 – Concordo; 5 – Concordo totalmente  
Escolha uma só opção em cada questão, marcando-a com um O.

1. No geral, senti-me motivado(a) para a utilização destes kits no âmbito da(s) u.c.(s)

1 2 3 4 5

2. No geral, posso dizer que a realização da experiência...

2.1 ajudou-me a assimilar os conceitos transmitidos ao longo do semestre

1 2 3 4 5

2.2 tornou a minha aprendizagem mais objectiva

1 2 3 4 5

2.3 aumentou as minhas possibilidades de obter uma nota satisfatória

1 2 3 4 5

2.4 motivou-me para a(s) u.c.(s)

1 2 3 4 5

2.5 elevou a minha expectativa relativamente à avaliação

1 2 3 4 5

3. A realização da experiência nada teve a ver com a motivação e o aumento do interesse na(s) u.c.(s).

1 2 3 4 5

4. Estas experiências são apropriadas para a minha aprendizagem de Controlo/Automação.

1 2 3 4 5

5. Eu recomendo o uso continuado da realização das experiências como actividades de ensino/aprendizagem, na(s) u.c.(s) no próximo ano lectivo.

1 2 3 4 5

#### Kits didácticos – Competências Técnicas

Dos três kits didácticos utilizados na experiência como A – "casinha", B – "motor", C – "Sala de Estudo", como classifica a eficácia destas actividades em Controlo/Automação?

Utilize uma escala de 1 a 5 (o valor mais alto corresponde a uma eficácia maior) e 0 quando não aplicável.

É obrigatório o preenchimento de todas as quadrículas de acordo com os kits testados.

	A "casinha"	B "motor"	C "Sala de estudo"
1. A realização da experiência remota permitiu compreender melhor o funcionamento do controlador on-off			
2. A realização da experiência remota permitiu compreender melhor o funcionamento do controlador PID			
3. Consegui visualizar o efeito da diminuição da off-set quando passei de um controlador P para PI			
4. Na motivação para aprender a matéria em estudo			
5. A experiência permitiu na prática o problema da acção derivativa em processos com ruído			

#### Kits didácticos – Competências Transversais

Avalie os seguintes aspectos da(s) u.c.(s) de acordo com o seguinte grau de concordância: 1 – Discordo totalmente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem discordo/Não tenho uma opinião definida; 4 – Concordo; 5 – Concordo totalmente

Escolha uma só opção em cada questão, marcando-a com um O.

1. Em incentivar ao trabalho colaborativo

1 2 3 4 5

2. Em estimular a minha curiosidade intelectual

1 2 3 4 5

3. Em fornecer conhecimento necessário para a minha área de estudo

1 2 3 4 5

4. Em relacionar o assunto da u.c. com outros assuntos estudados noutras u.c.s

1 2 3 4 5

5. A realização destas experiências aumentou a minha expectativa, de no futuro próximo, ser eu a construir novos kits didácticos

1 2 3 4 5

#### Hábitos na utilização

Hora de acesso mais utilizada na realização da(s) experiência(s)? (assinale com X)

09H-12H ☐ 12H-14H ☐ 14H-18H ☐ 18H-22H ☐ 22H-02H ☐ 02H-09H ☐

Encontrou dificuldades no acesso aos kits didácticos? (assinale com X)

nenhuma ☐ poucas ☐ algumas ☐ muitas ☐ Quais? \_\_\_\_\_

#### Dados pessoais

Género: Masculino ☐ Feminino ☐

Idade: \_\_\_\_\_ anos

Ano curricular: 1º : 2º : 3º : 4º : 5º .

Número de aluno: \_\_\_\_\_

- O questionário foi desenvolvido a fim de compreender e analisar a reacção dos alunos para a utilização de kits didácticos para o ensino e aprendizagem em Automação e Controlo.

- (1) caracterização do aluno
- (2) identificação do ambiente de trabalho (sistema operativo e identificação browsers),
- (3) motivação na utilização dos kits didácticos,
- (4) habilidades técnicas na utilização dos kits didácticos,
- (5) competências transversais na utilização dos kits didácticos e,
- (6) caracterização dos hábitos e atitudes dos alunos durante o projecto.

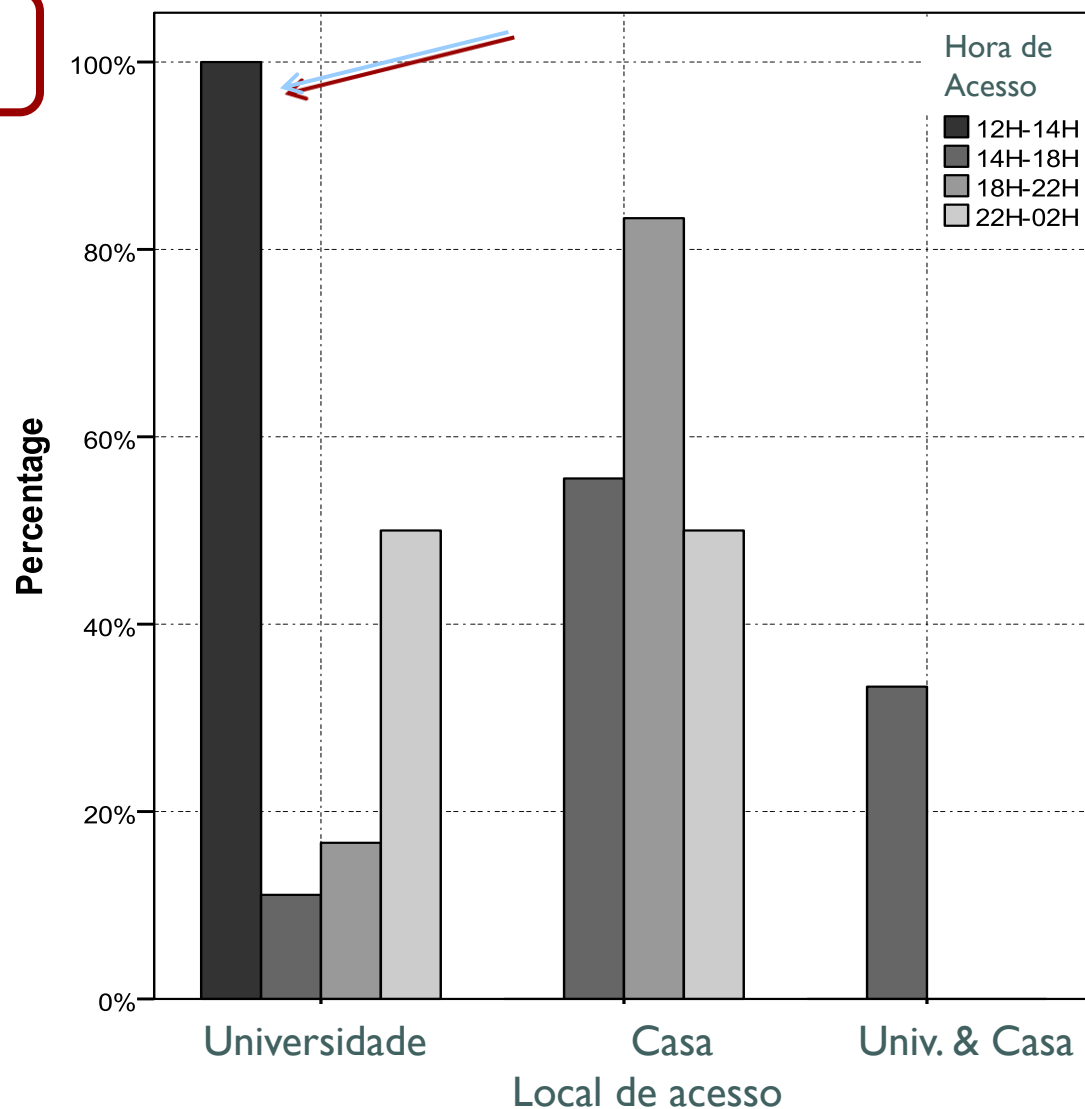


## *Alguns resultados:*

- $n = 34$  alunos (primeira fase da análise exploratória)
- 22 anos média de idade; 4% feminino;
- 91% do 3º ano de MIEEIC-UM (17.6% 1ª vez Controlo Digital e 82% Controlo Digital e Automação)
- 57% identificaram dificuldades nas comunicações (só 8.8% conseguiram ter acesso a todos os kits)
- **94% identificaram ser a 1ª vez que participaram neste tipo de experiências de acesso remoto.**



## *Hábitos na utilização*

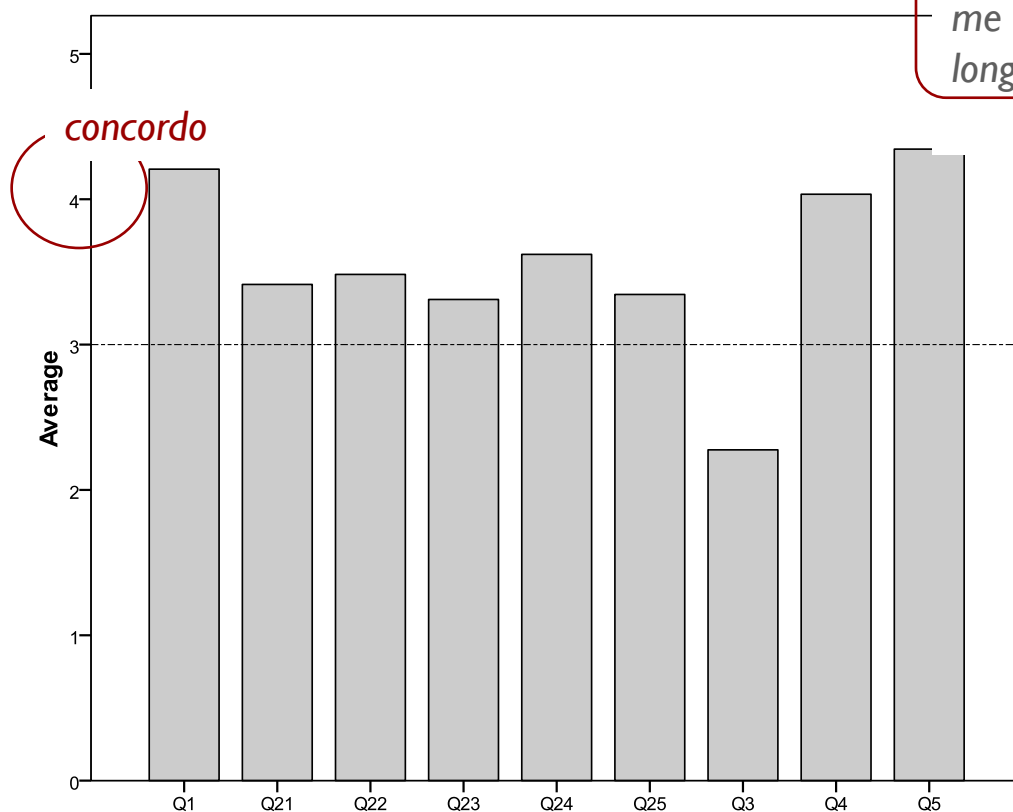




## Motivação

Q1- No geral, senti-me motivado(a) para a utilização destes kits no âmbito da(s) u.c.(s)

Q2 I- a realização da experiência ajudou-me a assimilar os conceitos transmitidos ao longo do semestre



Q22 - tornou a minha aprendizagem mais objectiva

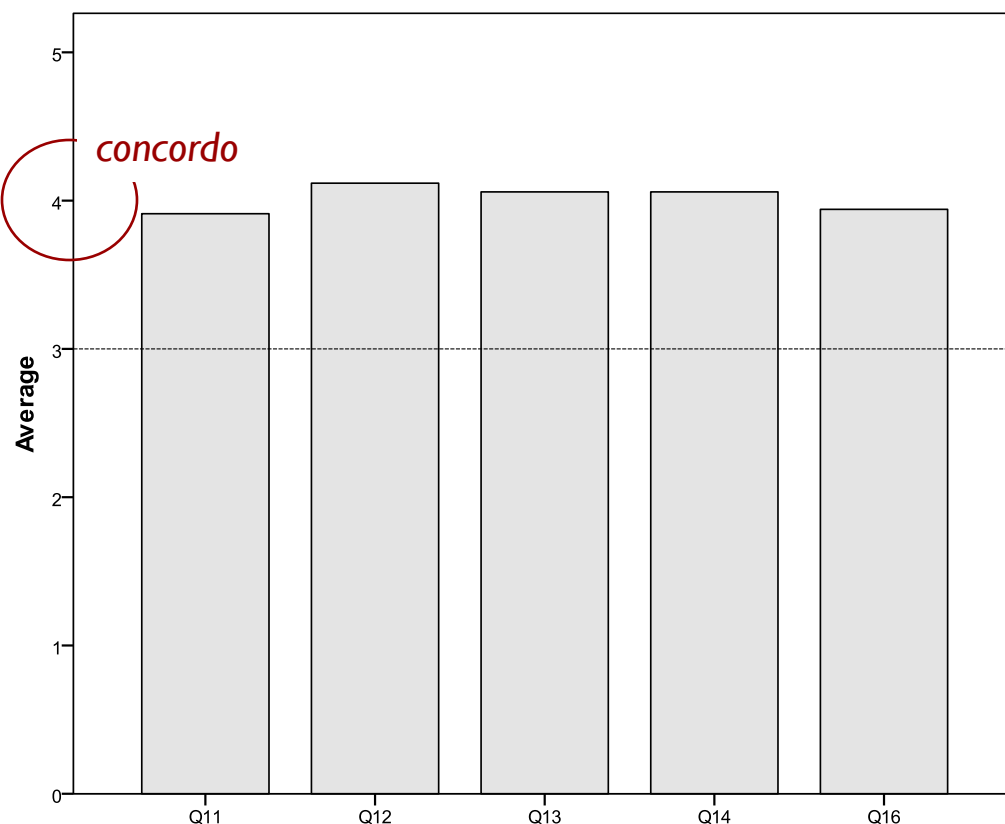
Q3- A realização da experiência nada teve a ver com a motivação e o aumento do interesse na(s) u.c.(s)

Q5- recomendo o uso continuado da realização das experiências como actividades de ensino/aprendizagem, na(s) u.c.(s) no próximo ano lectivo





## Competências Transversais



*Q11- incentivou ao trabalho colaborativo*

*Q12- estimulou a minha curiosidade intelectual*

*Q13- forneceu conhecimento necessário para a minha área de estudo*

*Q14- relaciona o assunto da u.c. com outros assuntos estudados noutras u.c.s*

*Q16 - A realização destas experiências aumentou a minha expectativa, de no futuro próximo, ser eu a construir novos kits didáticos*



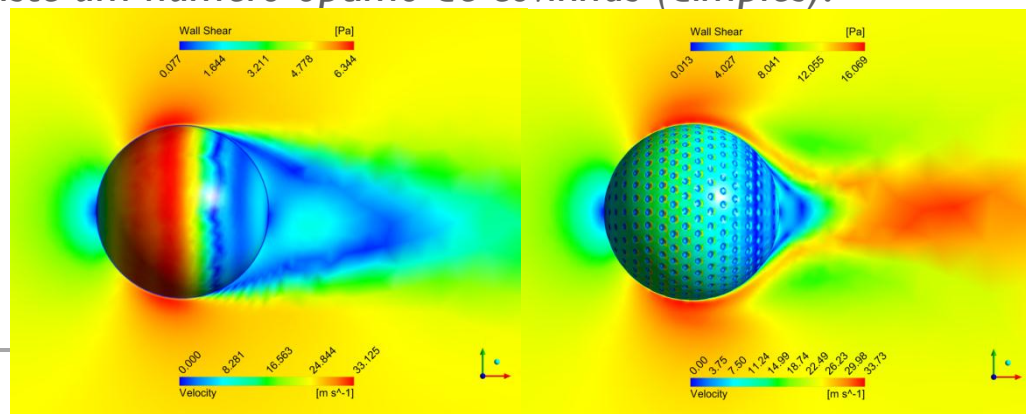
## *Actualmente:*

- segunda fase da análise: abranger outros cursos de Engenharia
- 21 anos média de idade; 8% feminino;
- Um conjunto de hipóteses foram colocadas:
  - 1: O uso da plataforma é útil no processo de aprendizagem do aluno
  - 2: A realização das várias experiências: incentiva o trabalho colaborativo, estimula a curiosidade intelectual, fornece conhecimento para a área de estudo do aluno, relaciona os temas estudados com temas de outras UCs.
  - 3: A utilização da plataforma (utilização dos vários kits) é idêntica independentemente da área do aluno
  - 4: Existe uma relação entre o tempo e o local de acesso onde o aluno acede à plataforma.



## Trabalho em desenvolvimento

- Seguindo as opiniões dos alunos, novos exemplos em áreas de conhecimento, tendo em comum o uso de **equações diferenciais** na sua modelização, têm vindo a ser desenvolvidos.
- Bola de golfe devido às equações físicas envolvidas e de grande potencial pedagógico
- “porque é que as bolas de golfe não são lisas?”
- “existe um número óptimo de covinhas (dimples)?”





## *Trabalho futuro*

- Princípios Web 2.0 têm sido aplicados com sucesso em ambiente e-learning :
  - Personalização do ambiente;
  - Utilizador/aluno possibilidade de criar conteúdos;
  - Práticas sociais na aprendizagem.



Obrigada pela vossa atenção