

# Design of a platform to test distributed control systems

M. Perelló

Directors:  
J. M. Fuertes i M. Velasco

Enginyeria Tècnica en Informàtica de Sistemes, FIB, UPC

PFC, Gener 2012

# Index

## 1 Introducció

- Laboratori Previ
- Objectius

## 2 Laboratori de SDC

- Estructura del laboratori
- Comunicacions
- Representacions i gràfiques
- Interfície d'usuari
- Entorn creat

## 3 Sumari

- Anàlisi econòmic
- Conclusions
- Treball futur



# Index

## 1 Introducció

- Laboratori Previ
- Objectius

## 2 Laboratori de SDC

- Estructura del laboratori
- Comunicacions
- Representacions i gràfiques
- Interfície d'usuari
- Entorn creat

## 3 Sumari

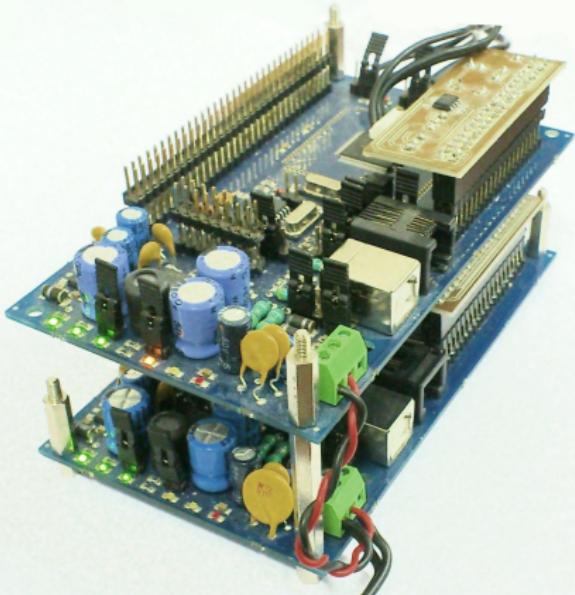
- Anàlisi econòmic
- Conclusions
- Treball futur



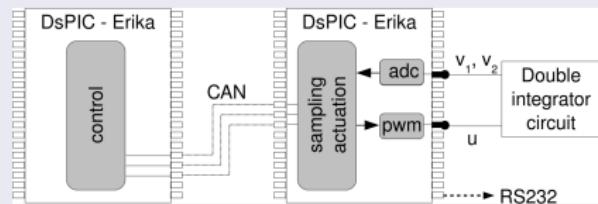
### Laboratori Previ

## Laboratori previ.

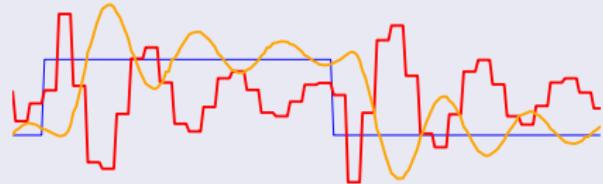
## Llaç de control



Basat en Xarxa



## Control d'un D.I.



■ Referència

Entrada DI

Sortida DI

## Index

## 1 Introducció

- Laboratori Previ
  - Objectius

2 Laboratori de SDC

- Estructura del laboratori
  - Comunicacions
  - Representacions i gràfiques
  - Interfície d'usuari
  - Entorn creat

### 3 Sumari

- Anàlisi econòmica
  - Conclusions
  - Treball futur

# Objectius

- Dissenyar un laboratori de SDC.
    - Especificar les comunicacions
    - Programa d'ordinador multilingüe
  - Implementar el laboratori
  - Adaptar codi existent.
  - Portar codi a un entorn de programari lliure.
  - Preparar Live CD amb tot l'entorn
  - Documentar posta en marxa del laboratori multilingüe
  - Guia d'ús del Live CD multilingüe

Objectius

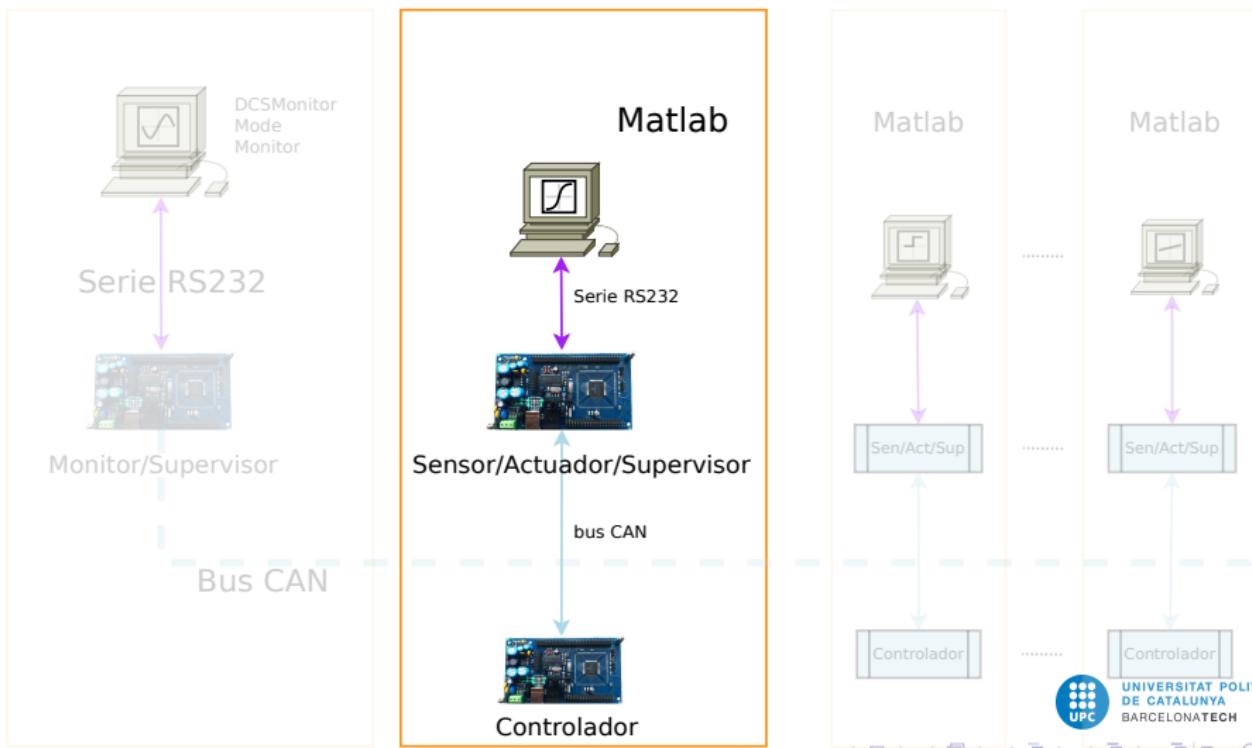
# Esquema general grup 1.

Tutor/Professor

Grup de laboratori 1

Grup 2

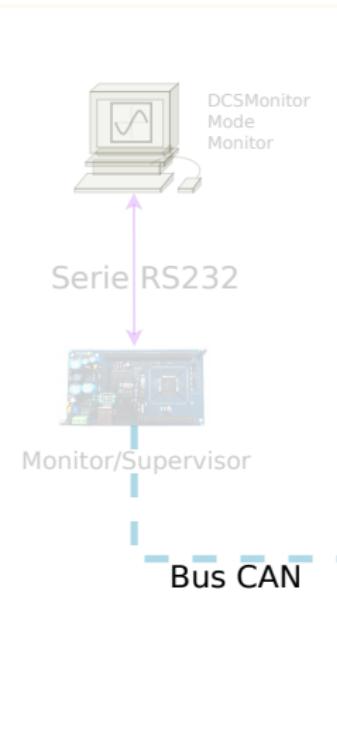
Grup N



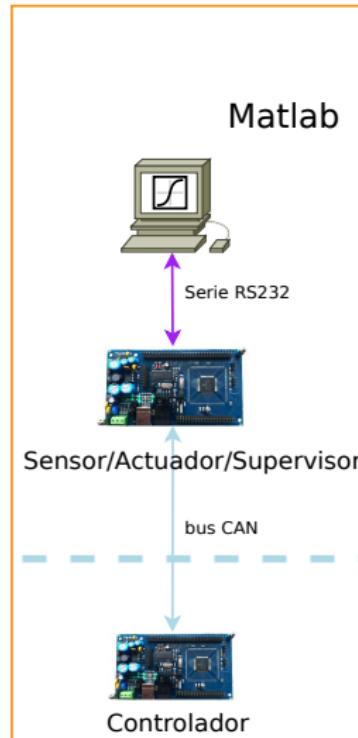
Objectius

# Varis grups compartint el bus.

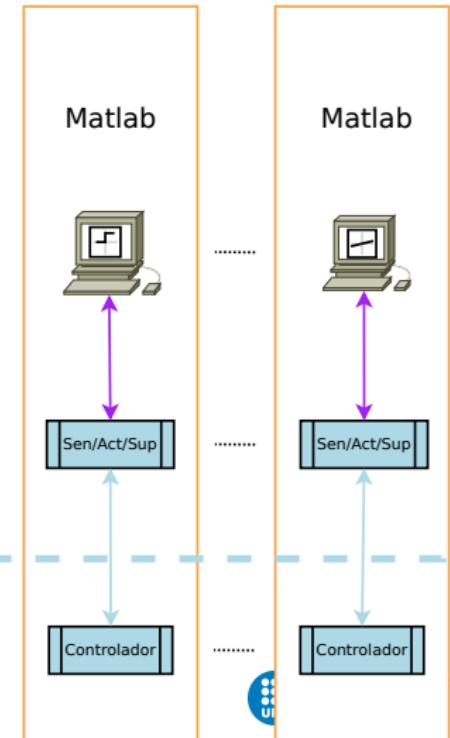
Tutor/Professor



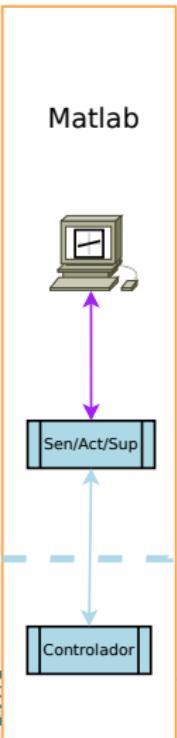
Grup de laboratori 1



Grup 2



Grup N



Objectius

# Nou dispositiu Monitor.

Tutor/Professor

Grup de laboratori 1

Grup 2

Grup N

DCSMonitor



Serie RS232



Monitor/Supervisor

Bus CAN

Matlab



Serie RS232



Sensor/Actuador/Supervisor

bus CAN



Controlador

Matlab

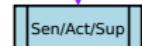


.....

.....

.....

Matlab



ÉCNICA

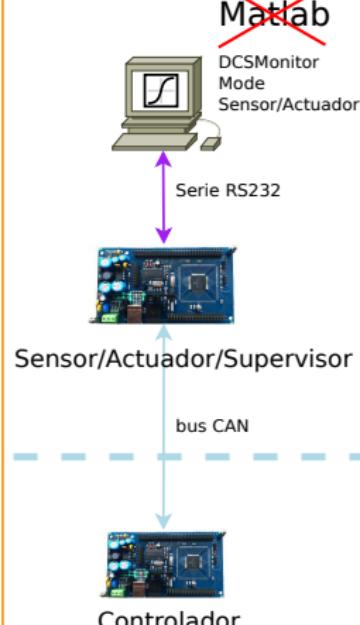
Objectius

# Substituir Matlab.

Tutor/Professor



Grup de laboratori 1



Grup 2

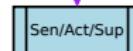
Matlab



Grup N

~~Matlab~~

DCSMonitor Mode S/A



Objectius

# Live CD.

Tutor/Professor



Serie RS232



Monitor/Supervisor

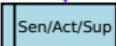
Bus CAN

Grup de laboratori 1

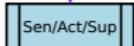


Controlador

Grup 2

~~Matlab~~  
DCSMonitor Mode S/A

Grup N

~~Matlab~~  
DCSMonitor Mode S/A

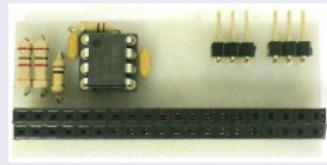
ÉCNICA



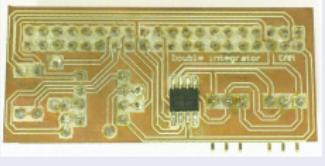
Objectius

# Equipament

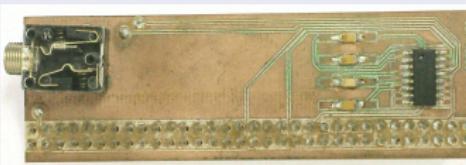
Doble Integrador



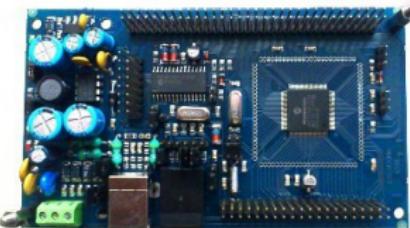
Transceptor CAN



RS232



Placa FLEX



Programador ICD2



Estructura del laboratori

# Index

## 1 Introducció

- Laboratori Previ
- Objectius

## 2 Laboratori de SDC

- **Estructura del laboratori**
- Comunicacions
- Representacions i gràfiques
- Interfície d'usuari
- Entorn creat

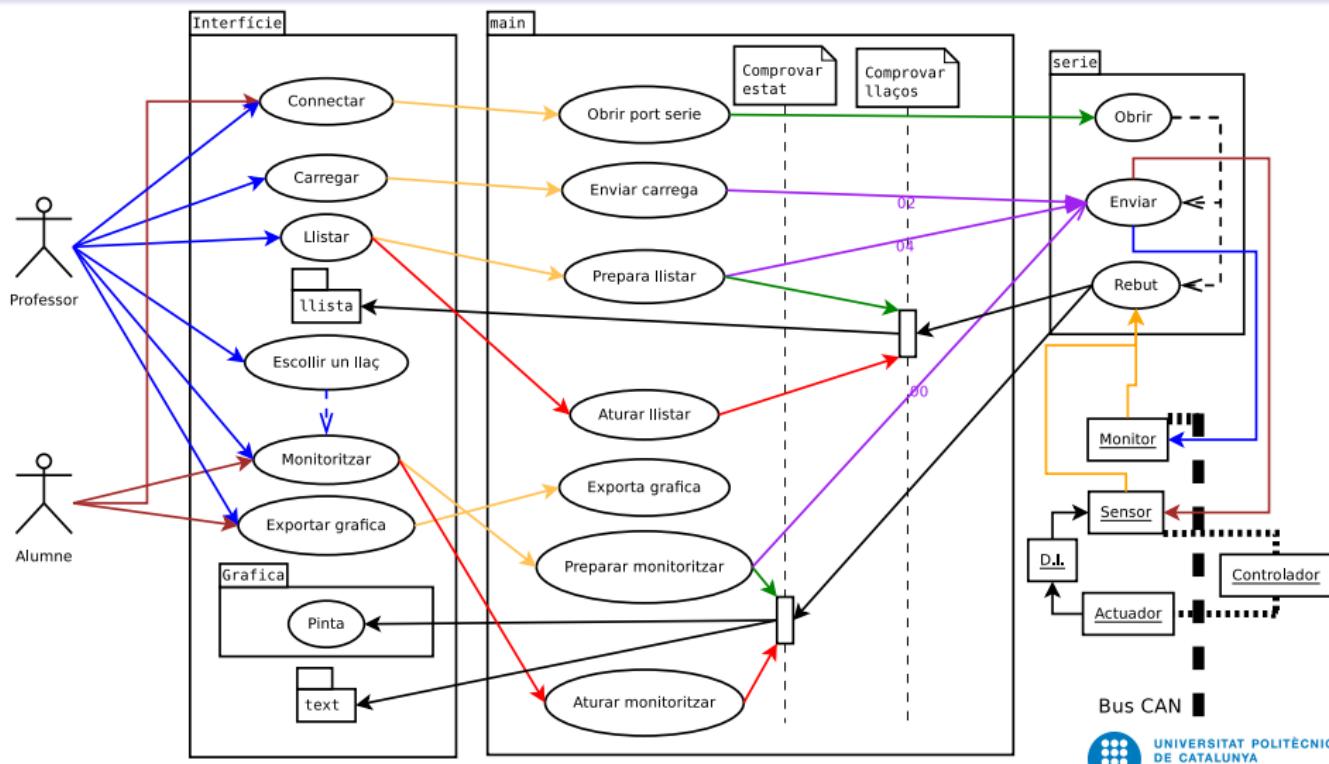
## 3 Sumari

- Anàlisi econòmic
- Conclusions
- Treball futur



Estructura del laboratori

# Diagrama d'execució.



# Index

## 1 Introducció

- Laboratori Previ
- Objectius

## 2 Laboratori de SDC

- Estructura del laboratori
- Comunicacions
- Representacions i gràfiques
- Interficie d'usuari
- Entorn creat

## 3 Sumari

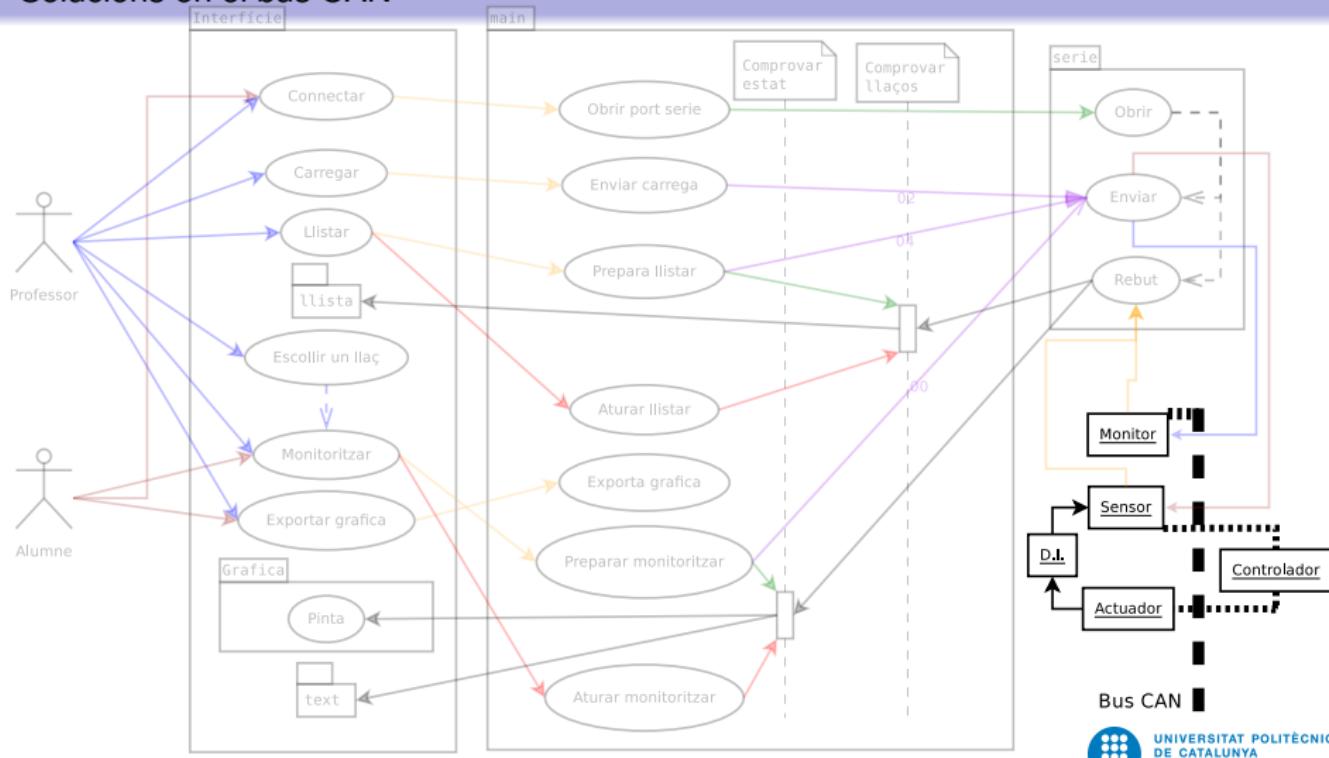
- Anàlisi econòmic
- Conclusions
- Treball futur



## Comunicaciones

Comunicació CAN.

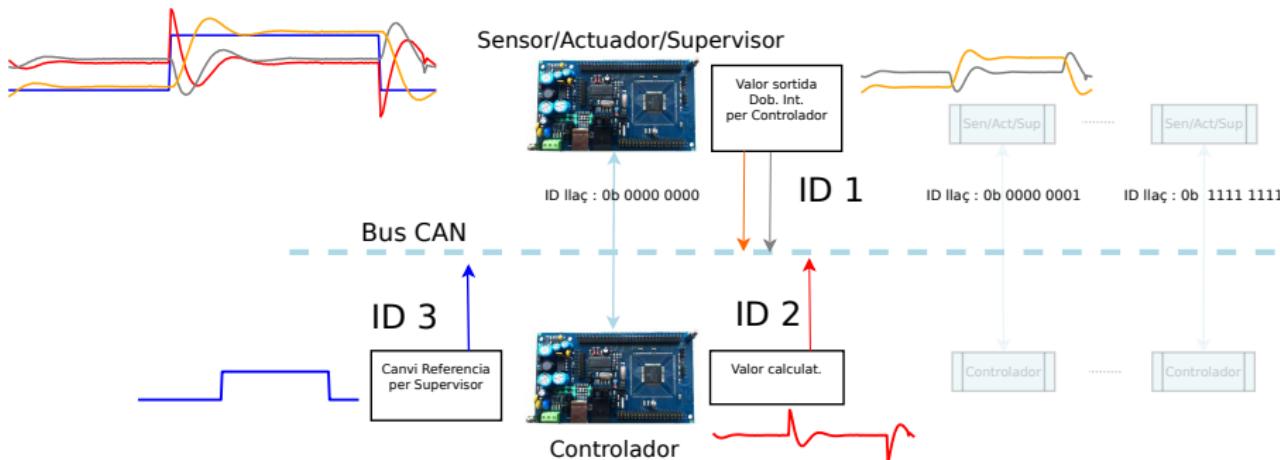
## Solucions en el bus CAN



Comunicacions

# Comunicació CAN.

Un sol llaç de control

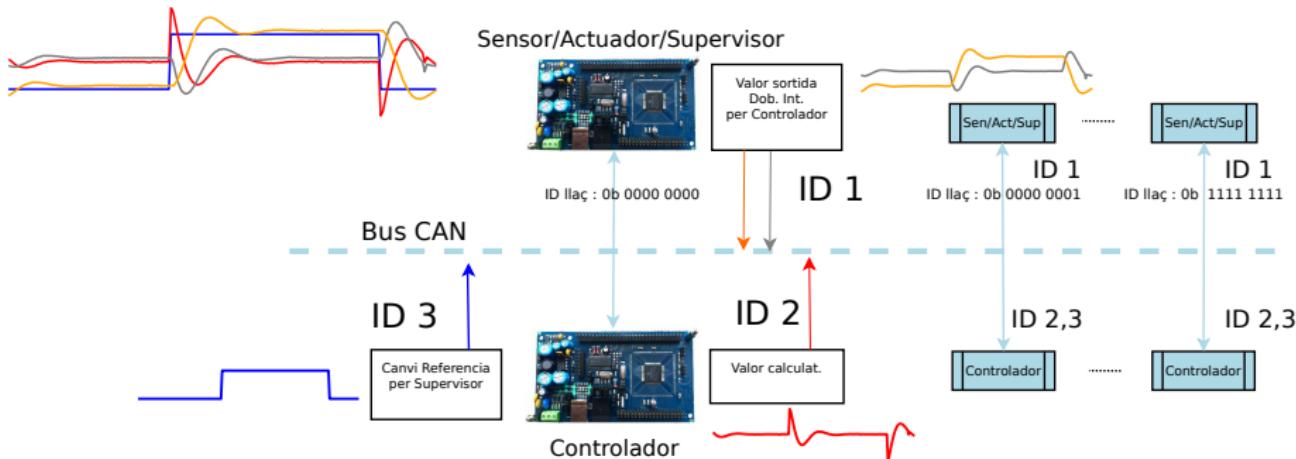


- **ID 1 = Estat del Sensor**
- **ID 2 = Senyal de control**
- **ID 3 = Canvi de referencia**

Comunicacions

# Comunicació CAN.

Conflictos amb identificadors

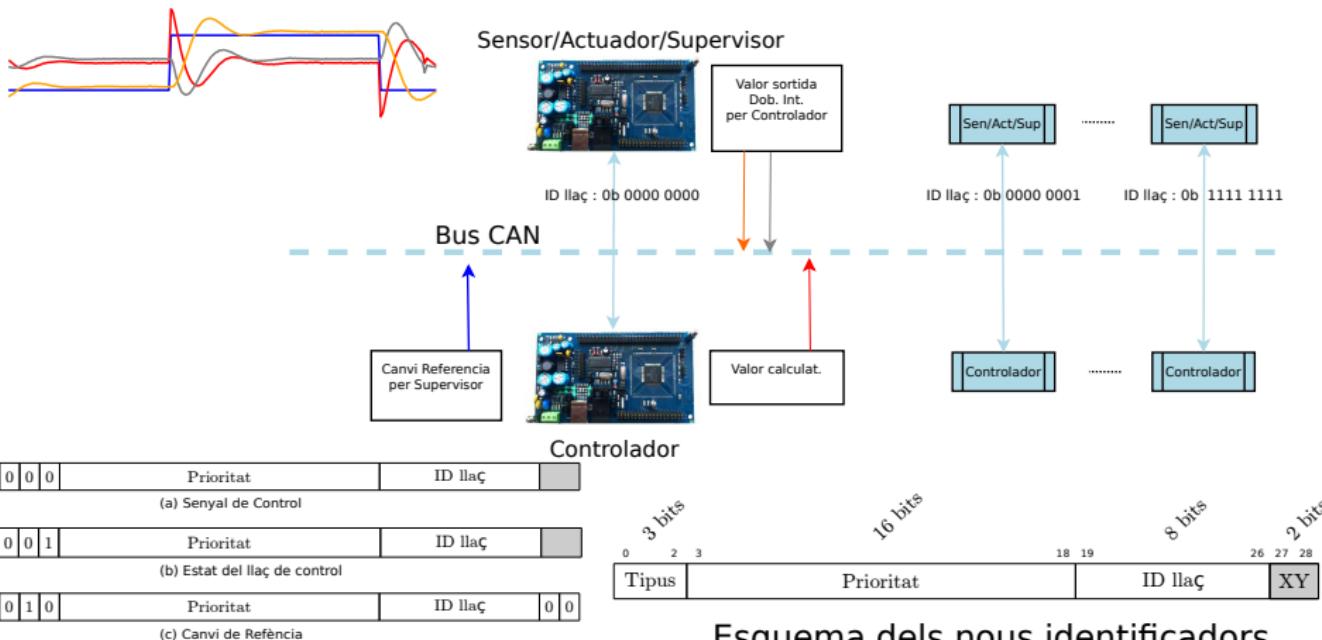


- **ID 1 = Estat del Sensor**
- **ID 2 = Senyal de control**
- **ID 3 = Canvi de referencia**

Comunicacions

# Comunicació CAN.

Nous identificadors

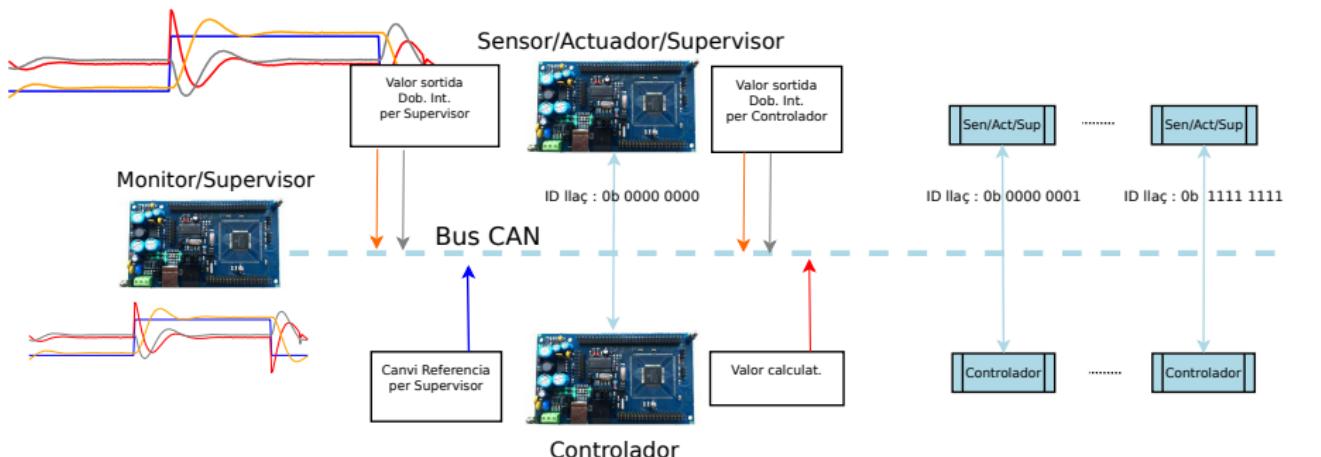


Esquema dels nous identificadors

Comunicaciones

Comunicació CAN.

## Nou dispositiu Monitor



0	0	0	Prioritat	ID llaç
1	2	3	4	5

(a) Senyal de Control

0	0	1	Prioritat	ID llaç
---	---	---	-----------	---------

(b) Estat del llaç de control

0	1	0	Prioritat	ID İlaç	0	0
---	---	---	-----------	---------	---	---

### (c) Canvi de Refència

(d) Estat del lloc de control

(d) Estat del plaç de control.

(e) Carrega

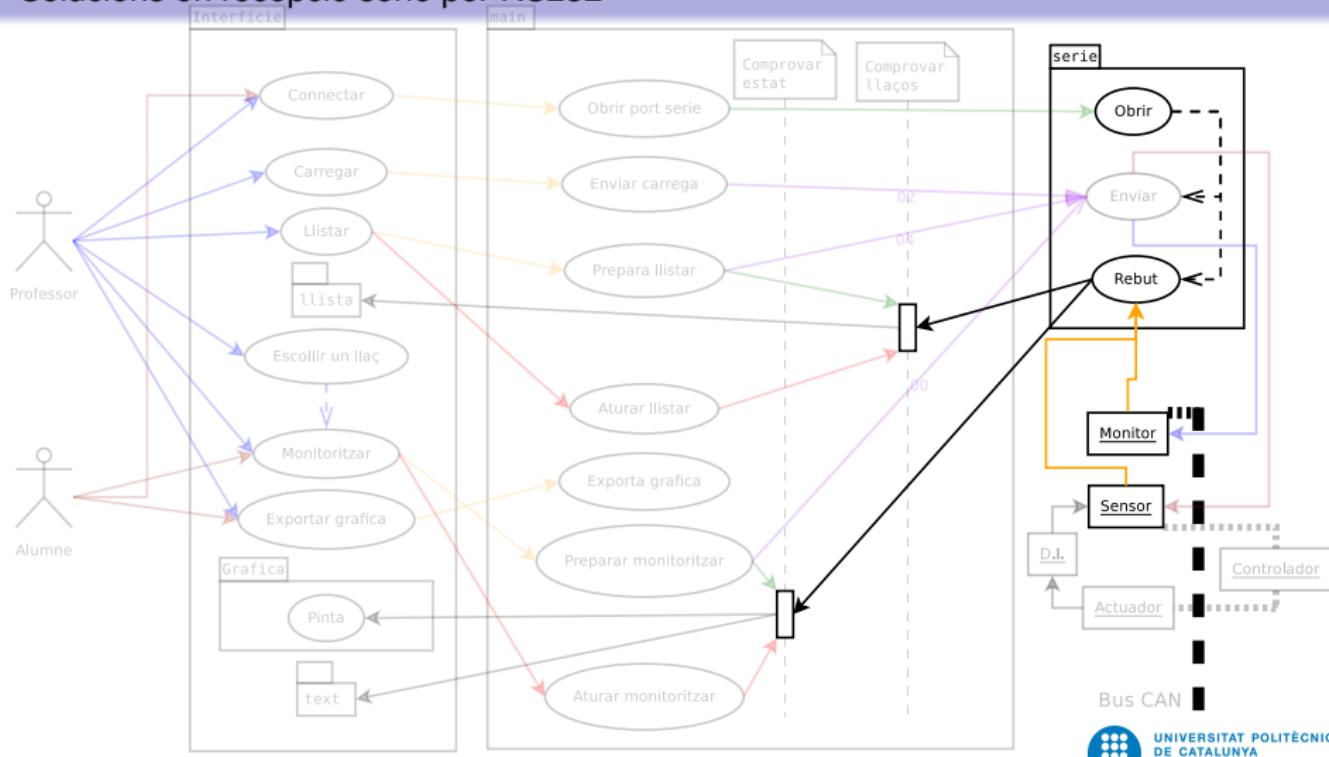
(e) Carrega

## Esquema dels nous identificadors

Comunicacions

# Comunicació RS232.

## Solucions en recepció serie per RS232



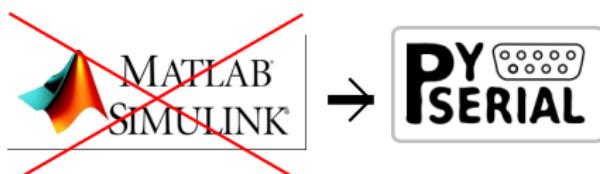
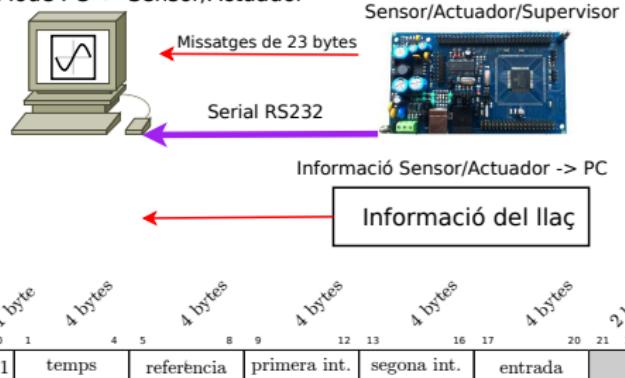
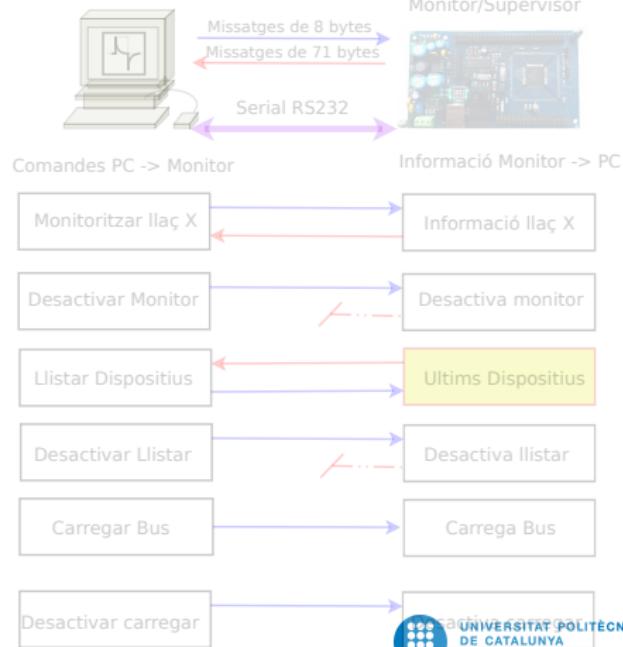
Comunicacions

# Comunicació RS232.

Portar a software lliure

DCSMonitor

Mode PC -&gt; Sensor/Actuador

DCSMonitor  
Mode PC -> Monitor

## Comunicacions

# Comunicació RS232.

## Adaptar amb monitor i compatible

DCSMonitor

Mode PC -&gt; Sensor/Actuador



	1 byte	4 bytes	4 bytes	4 bytes	4 bytes	4 bytes	2 bytes						
	0	1	4	5	8	9	12	13	16	17	20	21	22
01	temp	referència	primera int.	segona int.	entrada								

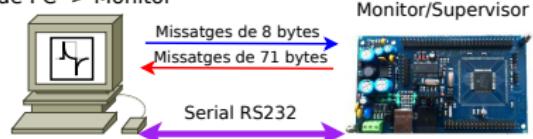
(a) Trama de supervisió antiga per RS232 (23 bytes)

	0	1	4	5	8	9	12	13	16	17	20	21	22
	01	temp	referència	primera int.	segona int.	entrada							
id <sub>1</sub>	id <sub>2</sub>	id <sub>3</sub>	.	.	.	.							
.	id <sub>48</sub>												

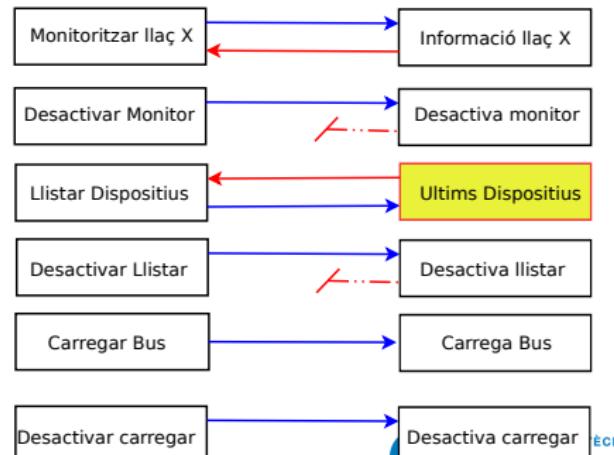
(b) Trama de supervisió nova per RS232 (71 bytes)

DCSMonitor

Mode PC -&gt; Monitor



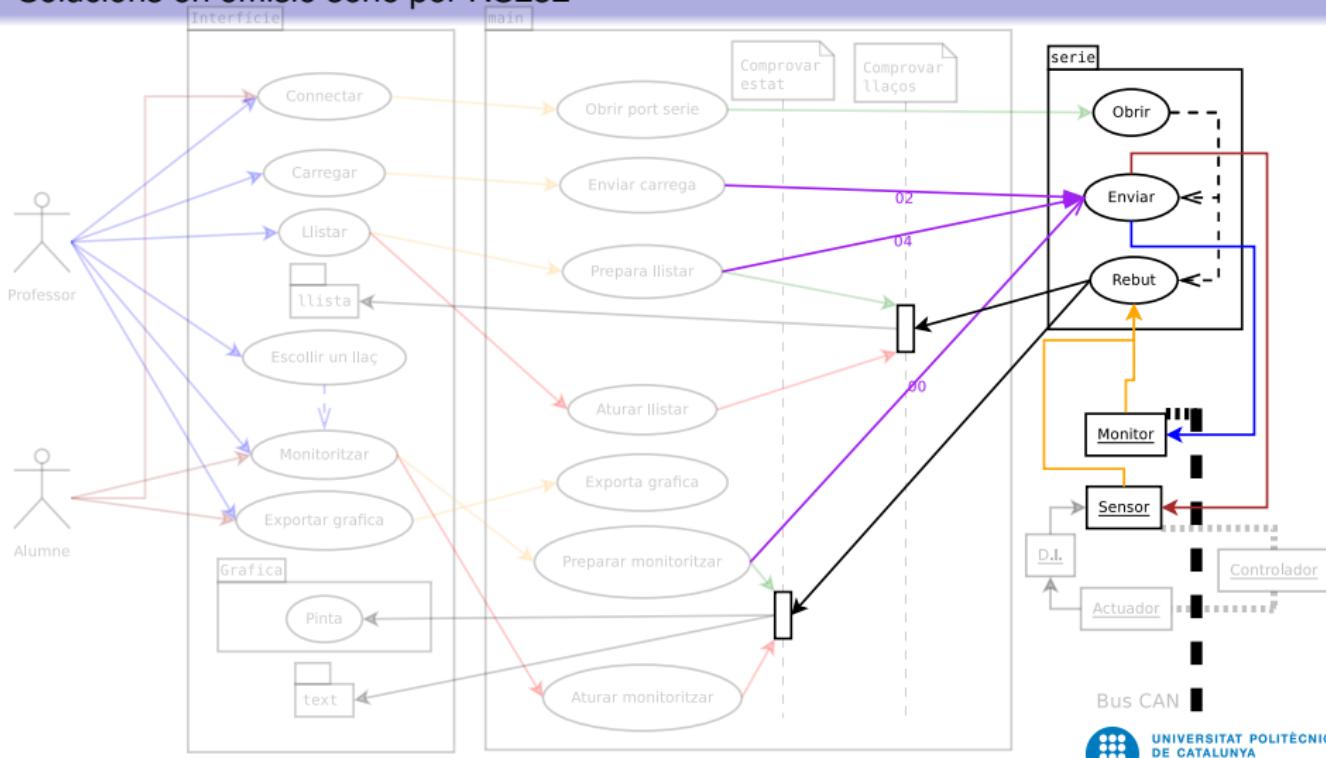
Comandes PC -&gt; Monitor



Comunicacions

# Comunicació RS232.

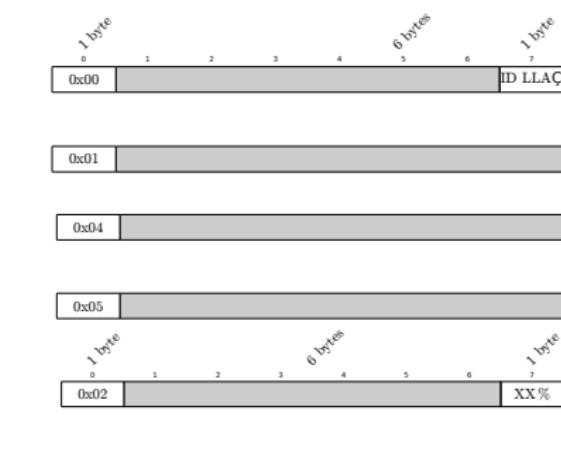
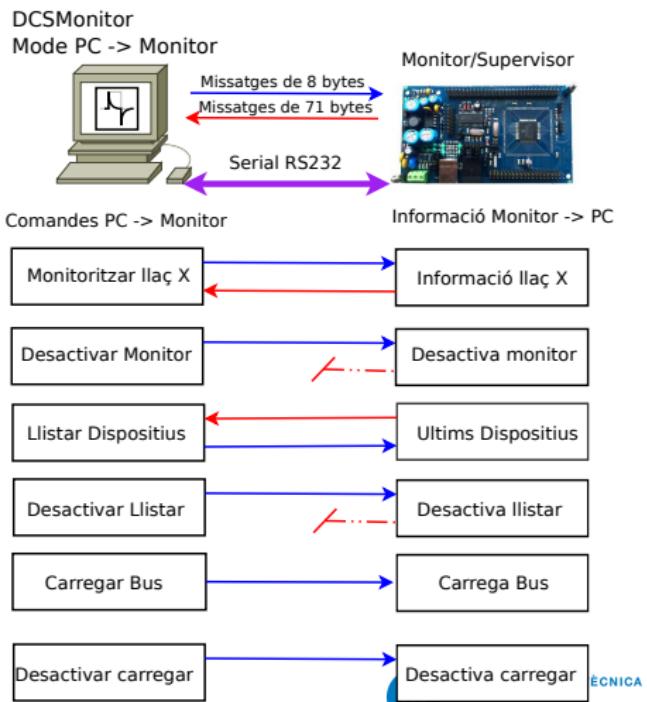
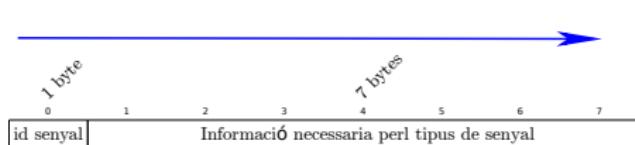
## Solucions en emisió serie per RS232



Comunicacions

# Comunicació RS232.

Enviant comandes



## Representacions i gràfiques

# Index

### 1 Introducció

- Laboratori Previ
- Objectius

### 2 Laboratori de SDC

- Estructura del laboratori
- Comunicacions
- **Representacions i gràfiques**
- Interfície d'usuari
- Entorn creat

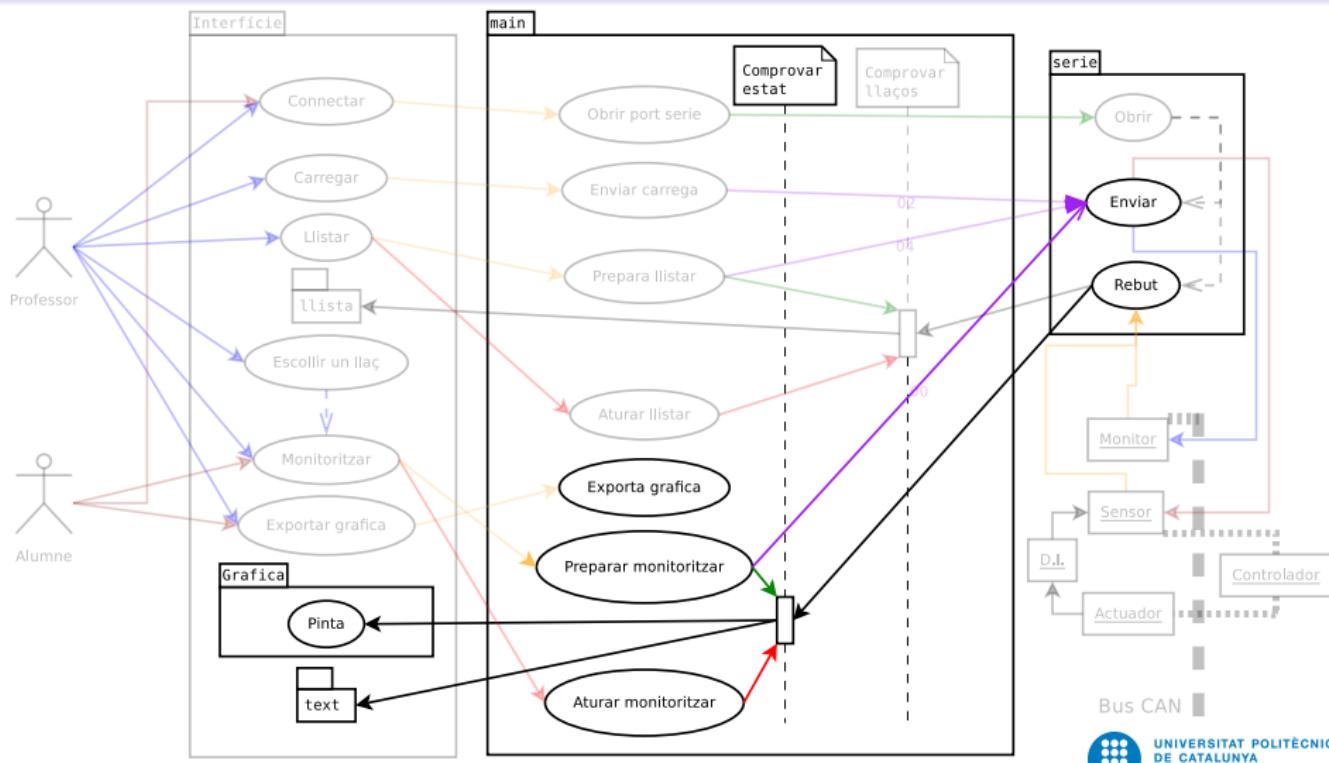
### 3 Sumari

- Anàlisi econòmic
- Conclusions
- Treball futur



## Representacions i gràfiques

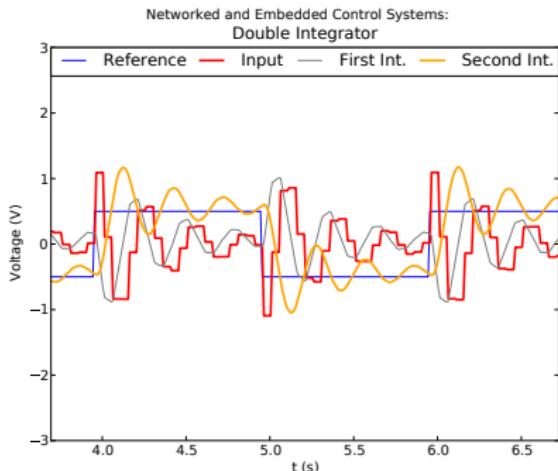
## Gràfiques en temps real i exportades.



Representacions i gràfiques

# Gràfiques en temps real i exportades.

```
t = 90.543650875 r = 0.5 u = -0.332145035267 x1 = 0.00322270393372 x0 = 0.795996069908
t = 90.553609875 r = 0.5 u = -0.332145035267 x1 = 0.0692870616913 x0 = 0.805663943291
t = 90.563708825 r = 0.5 u = -0.332145035267 x1 = 0.143408179283 x0 = 0.797607302666
t = 90.573687825 r = 0.5 u = -0.332145035267 x1 = 0.211084008217 x0 = 0.775048851967
t = 90.588527275 r = 0.5 u = -0.00804562866688 x1 = 0.319042921066 x0 = 0.717040896416
t = 90.593705125 r = 0.5 u = -0.00804562866688 x1 = 0.312597632408 x0 = 0.692870974541
t = 90.603624075 r = 0.5 u = -0.00804562866688 x1 = 0.321460008621 x0 = 0.645336985588
t = 90.613643125 r = 0.5 u = -0.00804562866688 x1 = 0.331127882004 x0 = 0.596997141838
t = 90.623682125 r = 0.5 u = -0.00804562866688 x1 = 0.321460008621 x0 = 0.540600657463
t = 90.643695475 r = -0.5 u = -0.697626590729 x1 = 0.374633669853 x0 = 0.435058474541
t = 90.663617375 r = -0.5 u = -0.697626590729 x1 = 0.514013648033 x0 = 0.364160180092
t = 90.663676425 r = -0.5 u = -0.697626590729 x1 = 0.660644412041 x0 = 0.261035203934
t = 90.673615375 r = -0.5 u = -0.697626590729 x1 = 0.804858326912 x0 = 0.131323218346
```



array de referencia/temps

array de entrada/temps

array de segona integral/temps

array de primera integral/temps

→  matplotlib

$\vec{v} \cdot \nabla \vec{v} = -\nabla p + \mu \nabla^2 \vec{v} + \rho \vec{g}$

$m_1 m$

$\frac{m_1 m}{U_1^2 - U_2^2}$

$\frac{m_1 m}{U_1^2 - U_2^2}$

# Index

## 1 Introducció

- Laboratori Previ
- Objectius

## 2 Laboratori de SDC

- Estructura del laboratori
- Comunicacions
- Representacions i gràfiques
- Interficie d'usuari**
- Entorn creat

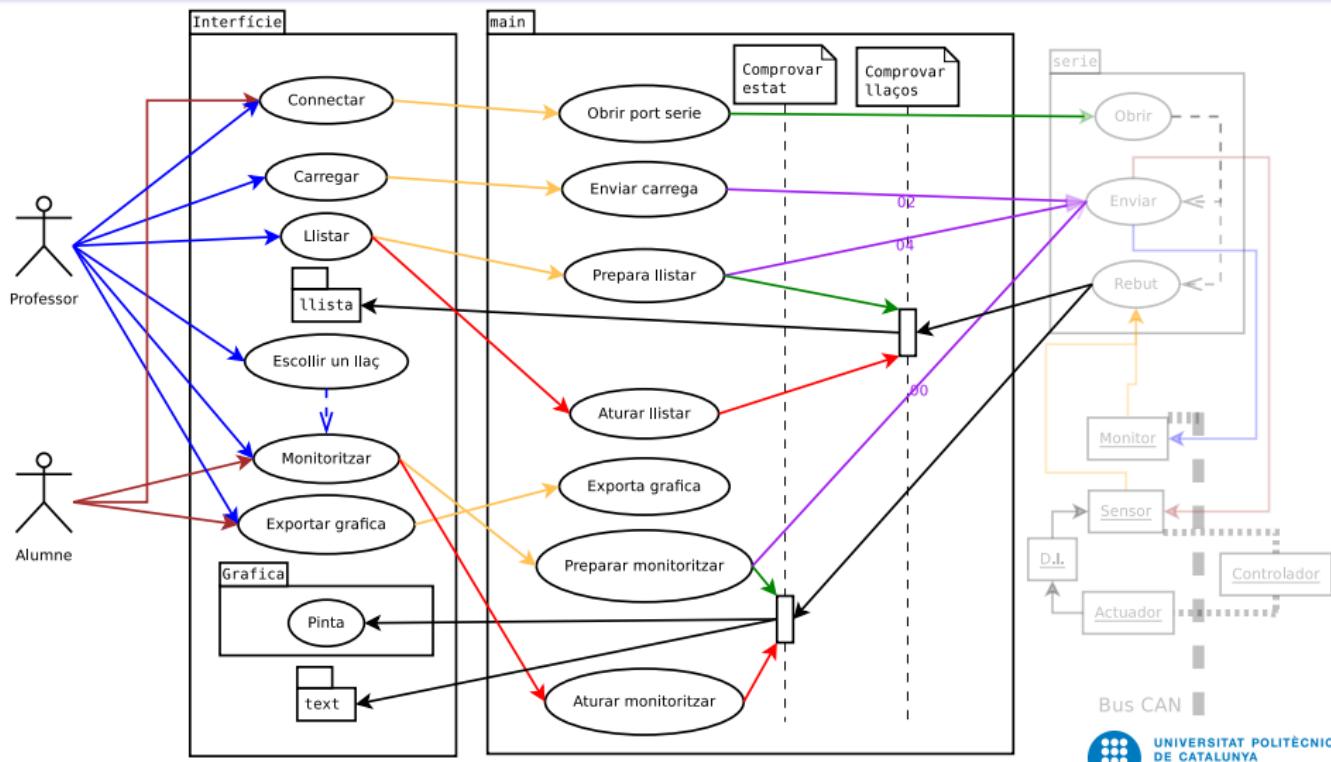
## 3 Sumari

- Anàlisi econòmic
- Conclusions
- Treball futur



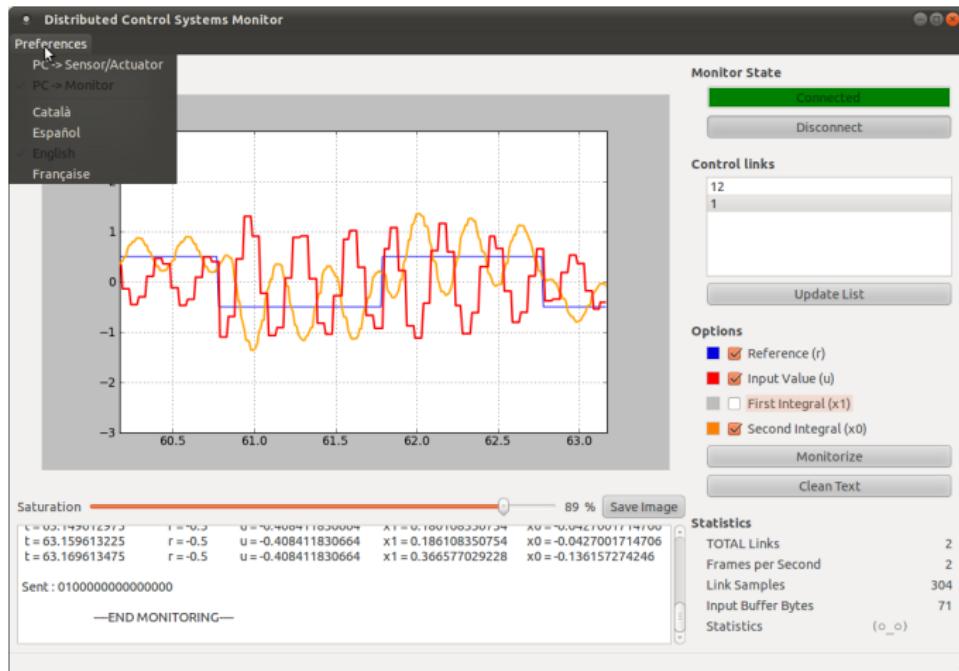
## Interfície d'usuari

## Interfície.



Interfície d'usuari

# Interfície.



Interfície d'usuari

## Entorn multilingüe.

**Preferences**

- PC -> Sensor/Actuator
- PC -> Monitor
- Català
- Espanol
- English
- Française



Anglès	Francès	Català	Castellà
<b>Monitor State</b> <input checked="" type="button"/> Connect <input type="button"/> Disconnect	<b>Moniteur l'état</b> <input checked="" type="button"/> Connectez <input type="button"/> Débranchez	<b>Estat del Monitor</b> <input checked="" type="button"/> Connectat <input type="button"/> Desconnectar	<b>Estado del Monitor</b> <input checked="" type="button"/> Conectado <input type="button"/> Desconectar
<b>Control links</b> <input type="button"/> Update List	<b>Boucles de contrôle</b> <input type="button"/> Mise à jour de la liste	<b>Llaços de Control</b> <input type="button"/> Actualitzar Llista	<b>Lazos de Control</b> <input type="button"/> Actualizar Lista
<b>Options</b> <input checked="" type="checkbox"/> Reference (r) <input checked="" type="checkbox"/> Input Value (u) <input checked="" type="checkbox"/> First Integral (x1) <input checked="" type="checkbox"/> Second Integral (x0) <input type="button"/> Monitorize <input type="button"/> Clean Text	<b>options</b> <input checked="" type="checkbox"/> Référence (r) <input checked="" type="checkbox"/> Valeur d'entrée (u) <input checked="" type="checkbox"/> Première intégrante (x1) <input checked="" type="checkbox"/> Deuxième intégrante (x0) <input type="button"/> Moniteur <input type="button"/> Texte Propre	<b>Opcions</b> <input checked="" type="checkbox"/> Referència (r) <input checked="" type="checkbox"/> Valor d'entrada (u) <input checked="" type="checkbox"/> Primera Integral (x1) <input checked="" type="checkbox"/> Segona Integral (x0) <input type="button"/> Monitoritzar <input type="button"/> Netejar Text	<b>Opciones</b> <input checked="" type="checkbox"/> Referencia (r) <input checked="" type="checkbox"/> Valor de entrada (u) <input checked="" type="checkbox"/> Primera integral (x1) <input checked="" type="checkbox"/> Segunda integral (x0) <input type="button"/> Monitorizar <input type="button"/> Limpiar Texto
<b>Statistics</b> TOTAL Links 0 Frames per Second 2 Link Samples 0 Input Buffer Bytes 0 Statistics (>_<)	<b>Les statistiques</b> Total liens 0 Images par seconde 0 Échantillons en boucle 0 Octets du tampon d'entrée 0 Les statistiques	<b>Estadístiques</b> TOTAL llacs 0 Imatges per segon 0 Mostres llaç 0 Bytes Buffer d'entrada 0 Estadístiques	<b>Estadísticas</b> Lazos TOTALES 0 Imágenes por segundo 0 Muestras Lazo 0 Bytes Buffer de entrada 0 Estadísticas

# Index

## 1 Introducció

- Laboratori Previ
- Objectius

## 2 Laboratori de SDC

- Estructura del laboratori
- Comunicacions
- Representacions i gràfiques
- Interfície d'usuari
- Entorn creat

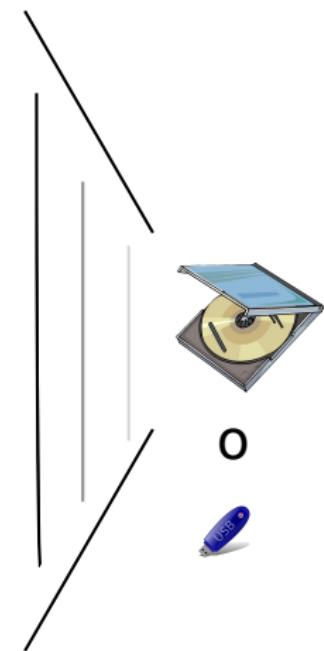
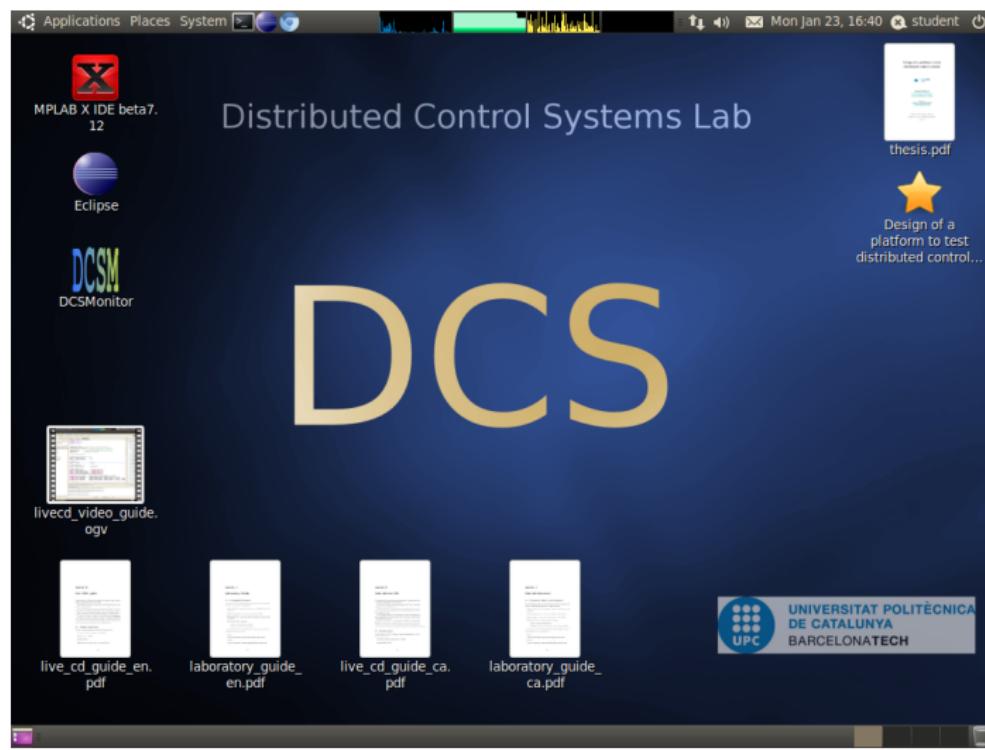
## 3 Sumari

- Anàlisi econòmic
- Conclusions
- Treball futur



Entorn creat

# LiveCD amb eina Remastersys



# Index

## 1 Introducció

- Laboratori Previ
- Objectius

## 2 Laboratori de SDC

- Estructura del laboratori
- Comunicacions
- Representacions i gràfiques
- Interfície d'usuari
- Entorn creat

## 3 Sumari

- Anàlisi econòmic
- Conclusions
- Treball futur



# Presupost total del projecte

	Hores	Euros
Material	~	1.309
Planificació I estudi	94	2.622
Disseny	43	3.498
Implementació	236	4.202
Documentació (guies, memòria...)	134	3.769
Reunions	32	1.378
<b>TOTAL</b>	<b>540</b>	<b>16.778</b>

\* Hores i preus arrodonits

Conclusions

# Index

## 1 Introducció

- Laboratori Previ
- Objectius

## 2 Laboratori de SDC

- Estructura del laboratori
- Comunicacions
- Representacions i gràfiques
- Interfície d'usuari
- Entorn creat

## 3 Sumari

- Anàlisi econòmic
- **Conclusions**
- Treball futur



Conclusions

# Objectius aconseguits

- Entorn de Sistemes Distribuïts de Control.
- Disseny de comunicacions.
- Programa multilingüe.
- Live CD.
- Guies d'us multilingüe.

Conclusions

## Adicionalment

- Ha servit per l'elaboració d'un article de les *XV Jornadas de Tiempo Real 2012, Santander*
- Interès pel nou laboratori per part de la UIB (Universitat de les Illes Balears) i de la UP (Universidade do Porto), així com el Network Based Control Systems Technical Committee de la Industrial Electronics Society, IEEE.
- Tot el material disponible en el repositori  
<http://code.google.com/p/pfc-platform-test/>



Treball futur

# Index

## 1 Introducció

- Laboratori Previ
- Objectius

## 2 Laboratori de SDC

- Estructura del laboratori
- Comunicacions
- Representacions i gràfiques
- Interficie d'usuari
- Entorn creat

## 3 Sumari

- Anàlisi econòmic
- Conclusions
- Treball futur



Treball futur

## Treball futur

- Ampliar les funcionalitats del programa DCSMonitor  
*(múltiples gràfiques, més controls...)*
- Emmagatzemar les lectures en Bases de Dades.

# Bibliografia I



J. Fuertes, P. Martí i altres

*Libre de comunicacions industrials.*

Comunicaciones industriales: principios básicos, 2007.



J. Fuertes, M. Velasco i P. Martí

Article.

*Design of an Embedded Control System Laboratory Experiment*, 2010.



M. Velasco i P. Martí

Documentació del laboratori.

*Networked and Embedded Control Systems (NECS): Double Integrator Control Lab*, 2011.

