

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

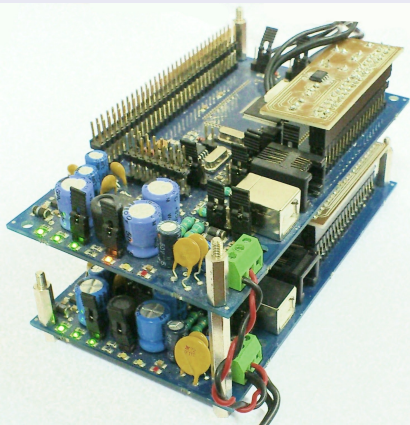
- Estructura del laboratori
- Comunicacions
- Representacions i gràfiques
- Interfície d'usuari
- Entorn creat

3 Sumari

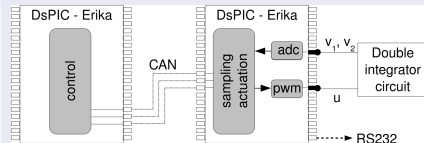
- Anàlisi econòmic
- Conclusions
- Treball futur

Laboratori previ.

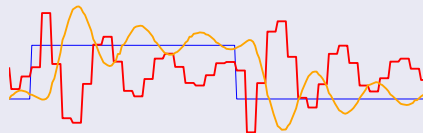
Llaç de control



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

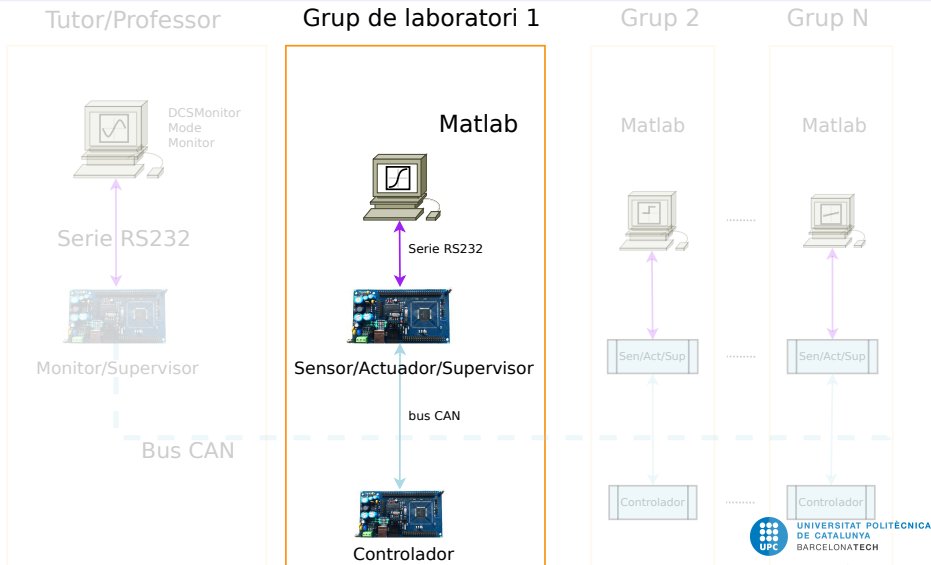
3 Sumari

- Anàlisi econòmic
- Conclusions
- Treball futur

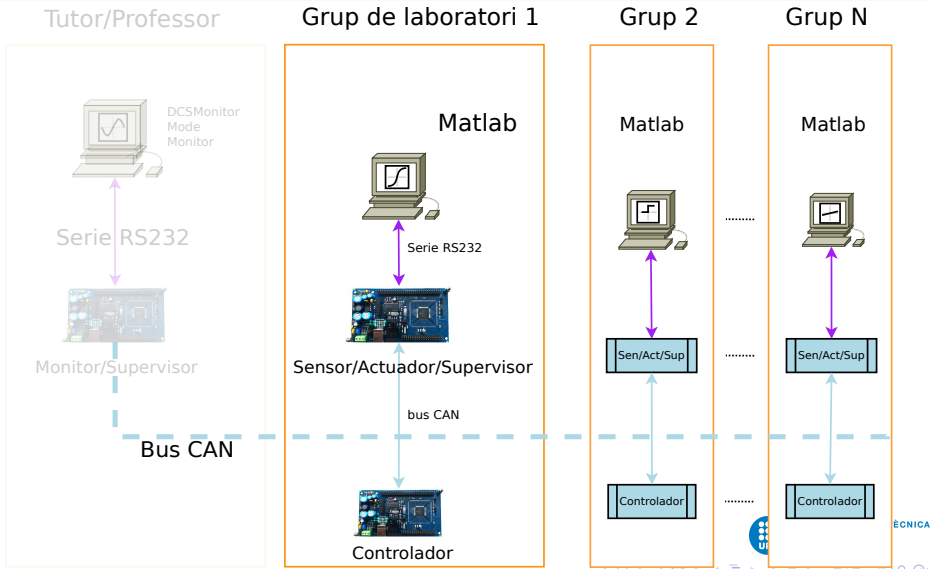
Objectius

- 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

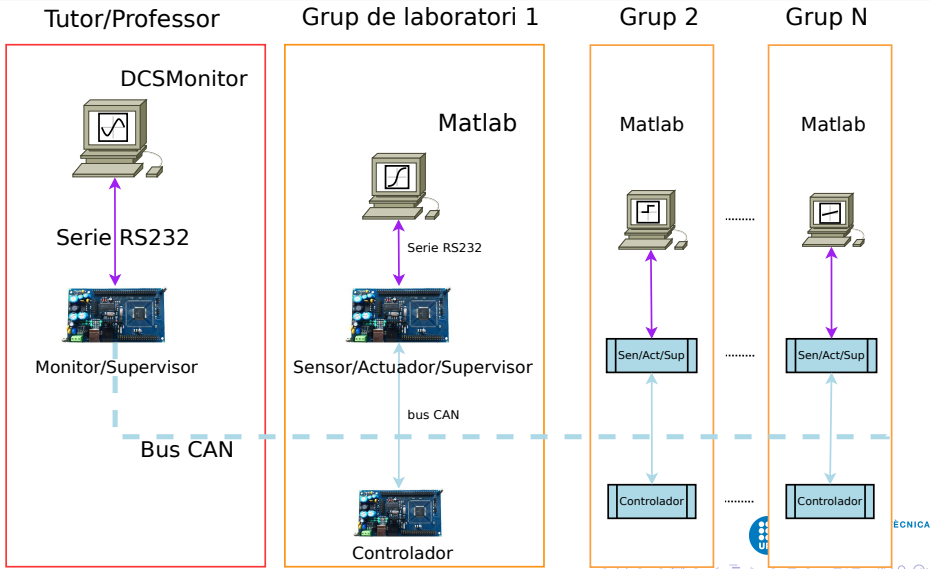
Esquema general grup 1.



Varis grups compartint el bus.



Nou dispositiu Monitor.



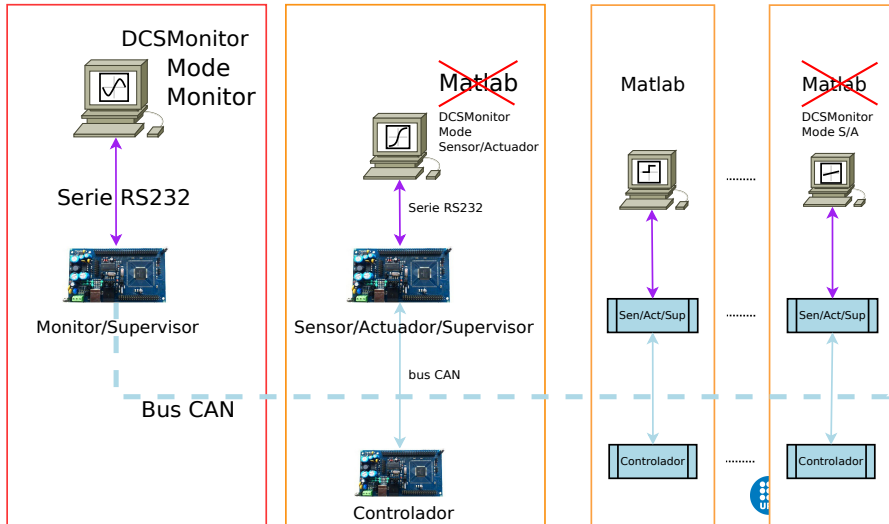
Substituir Matlab.

Tutor/Professor

Grup de laboratori 1

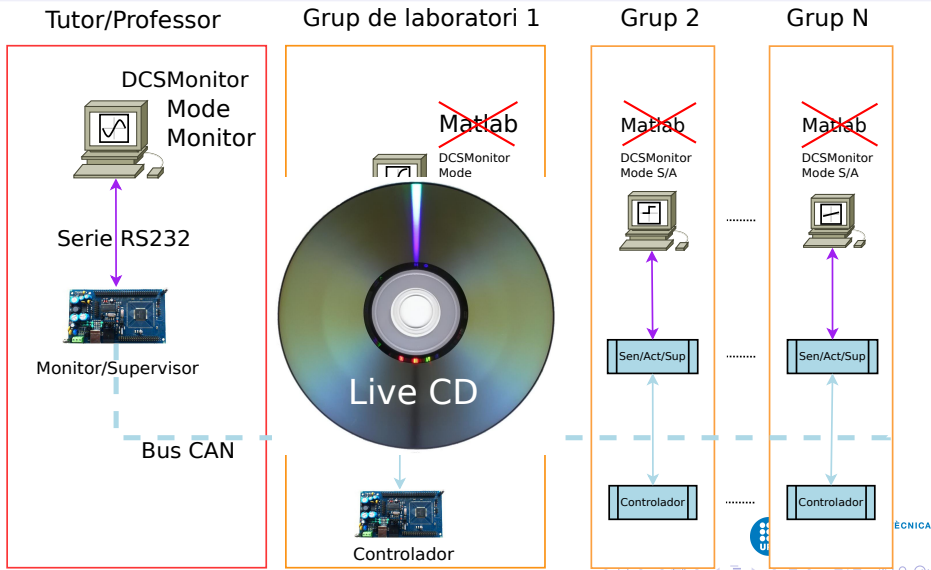
Grup 2

Grup N



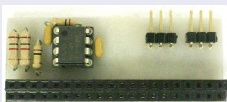
Objectius

Live CD.

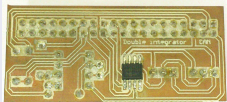


Equipament

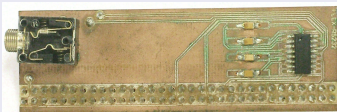
Doble Integrador



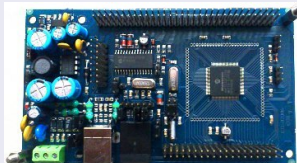
Transceptor CAN



RS232



Placa FLEX



Programador ICD2



Index

1 Introducció

- Laboratori Previ
- Objectius

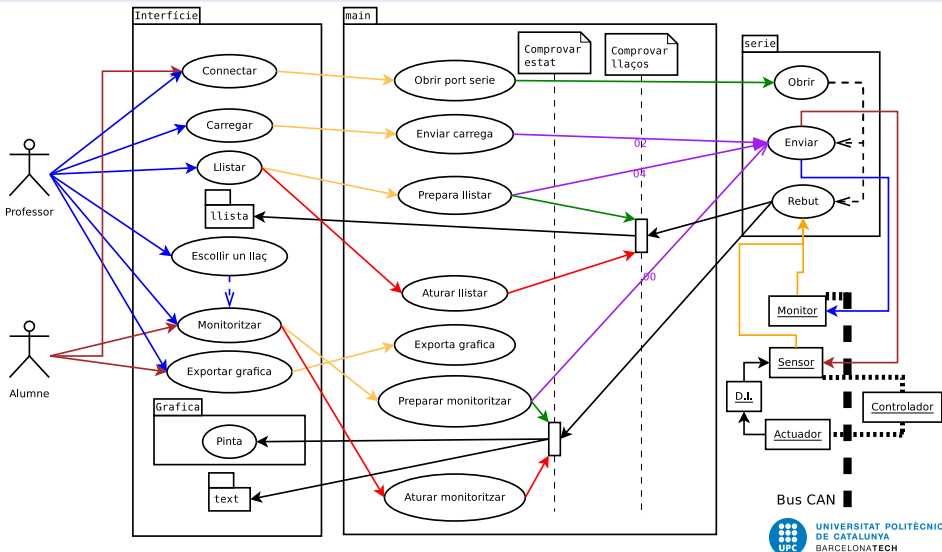
2 Laboratori de SDC

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

3 Sumari

- Anàlisi econòmic
- Conclusions
- Treball futur

Diagrama d'execució.



Bus CAN

Index

1 Introducció

- Laboratori Previ
- Objectius

2 Laboratori de SDC

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

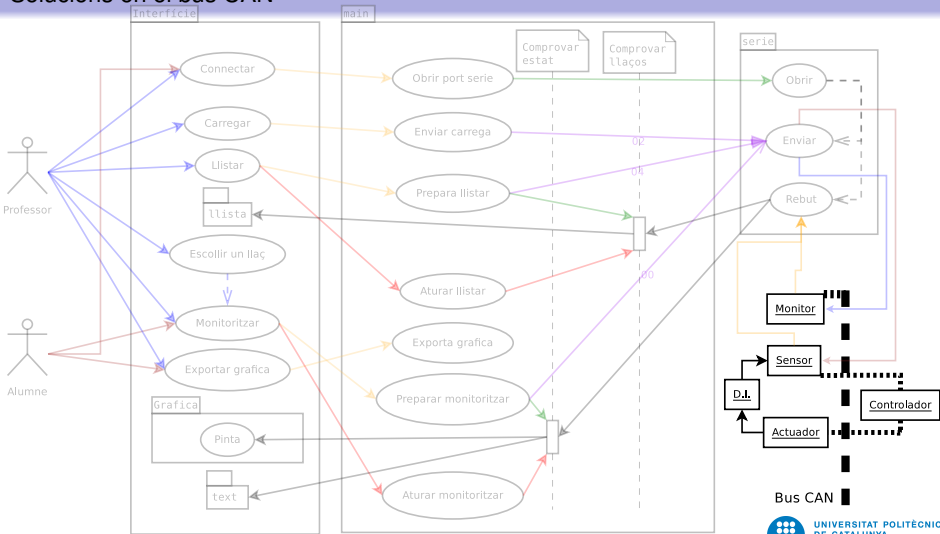
3 Sumari

- Anàlisi econòmic
- Conclusions
- Treball futur



Comunicació CAN.

Solucions en el bus CAN

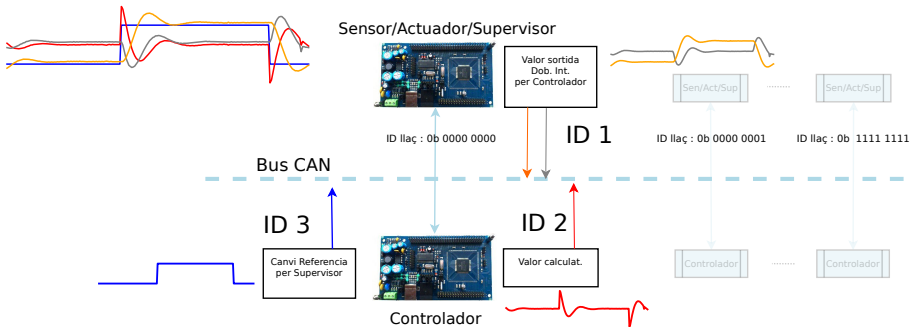


Bus CAN



Comunicació CAN.

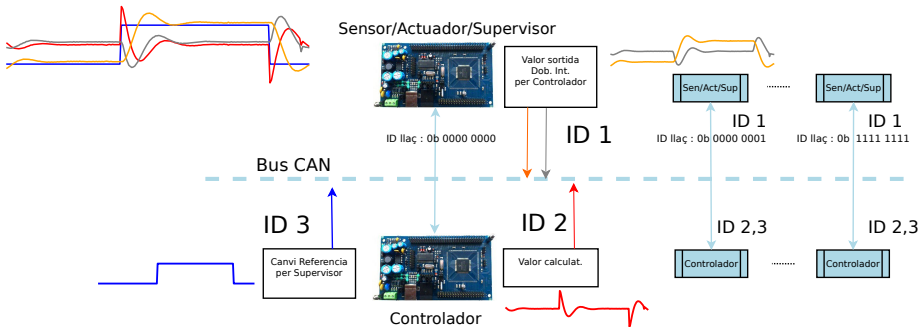
Un sol llaç de control



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

Comunicació CAN.

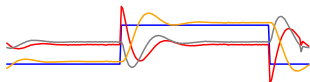
Conflictes amb identificadors



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

Comunicació CAN.

Nous identificadors



Sensor/Actuador/Supervisor

Valor sortida
Dob. Int.
per Controlador

ID llaç : 0b 0000 0000

Bus CAN

Canvi Referencia
per Supervisor

Valor calculat.

Sen/Act/Sup

ID llaç : 0b 0000 0001

Controlador

Sen/Act/Sup

ID llaç : 0b 1111 1111

Controlador

Controlador

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

(a) Senyal de Control

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

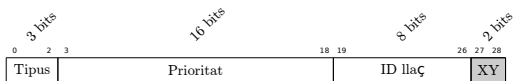
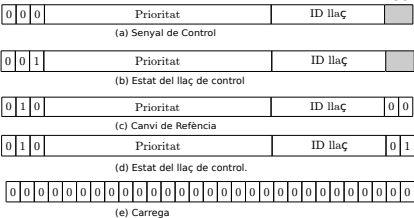
(b) Estat del llaç de control

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

(c) Canvi de Referència



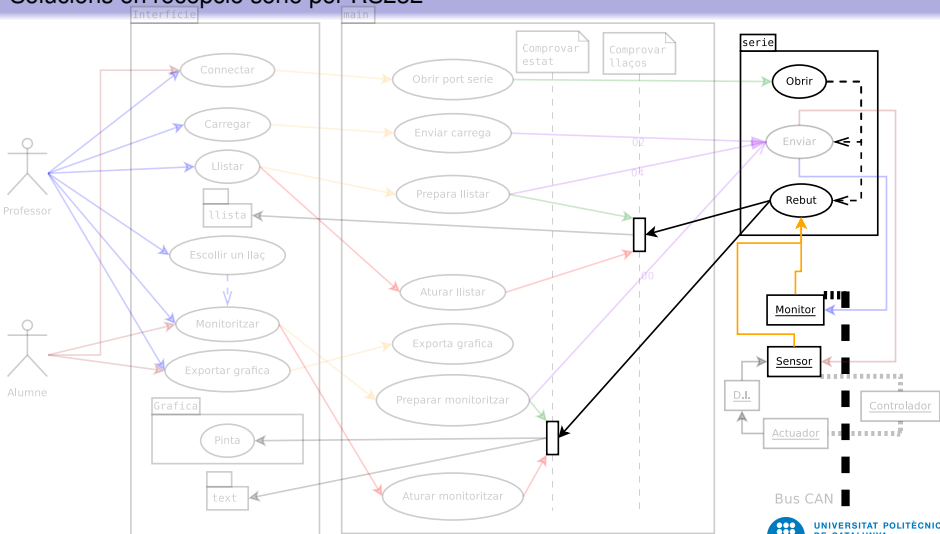
Esquema dels nous identificadors



Esquema dels nous identificadors

Comunicació RS232.

Solucions en recepció serie per RS232



Bus CAN

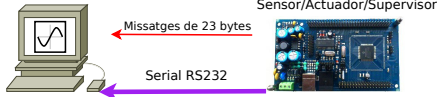


Comunicació RS232.

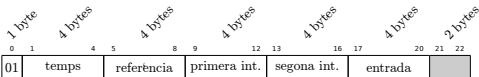
Portar a software lliure

DCSMonitor

Mode PC -> Sensor/Actuador



Informació del llaç



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



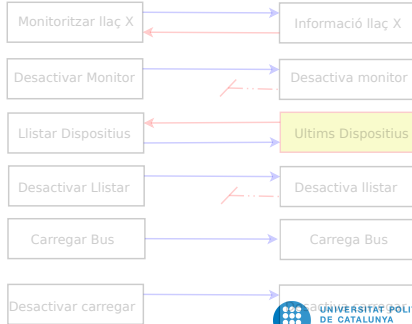
DCSMonitor

Mode PC -> Monitor

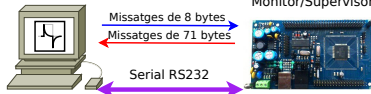
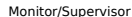
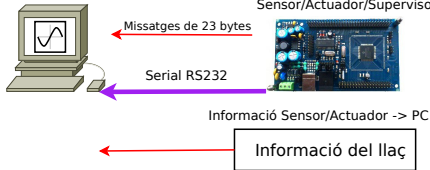


Comandes PC -> Monitor

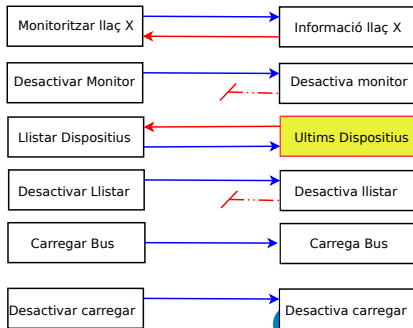
Informació Monitor -> PC



Sensor/Actuador/Supervisor



Informació Monitor -> PC



TÈCNICA

UPC BARCELONATECH

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		temps			referència			primera int.			segona int.			entrada				

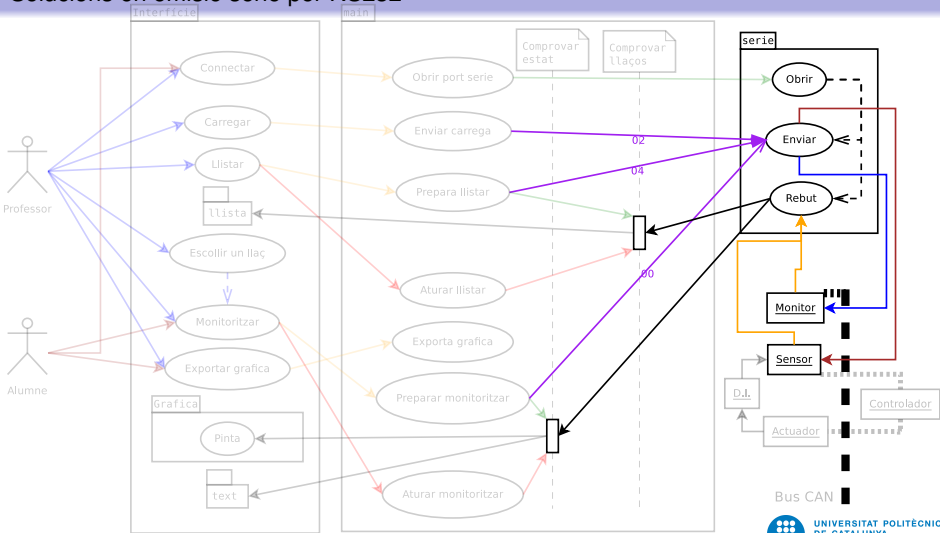
(a) Trama de supervisió antiga per RS232 (23 bytes)

0	1		4	5		8	9		12	13		16	17		20	21	22
01	temps			referencia			primera int.			segona int.			entrada			XXYY	
id ₁	id ₂	id ₃	.	.	.											.	.
id ₁																	
.	id ₄₃																

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

Comunicació RS232.

Solucions en emissió serie per RS232

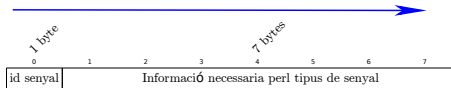


Bus CAN



Comunicació RS232.

Enviant comandes



DCSMonitor
Mode PC -> Monitor



Missatges de 8 bytes
Missatges de 71 bytes

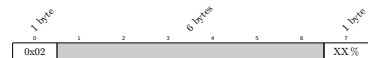
Monitor/Supervisor



Serial RS232

Comandes PC -> Monitor

Informació Monitor -> PC



Monitoritzarllaç X

Informacióllaç X

Desactivar Monitor

Desactiva monitor

Llistar Dispositius

Ultims Dispositius

Desactivar Llistar

Desactiva llistar

Carregar Bus

Carrega Bus

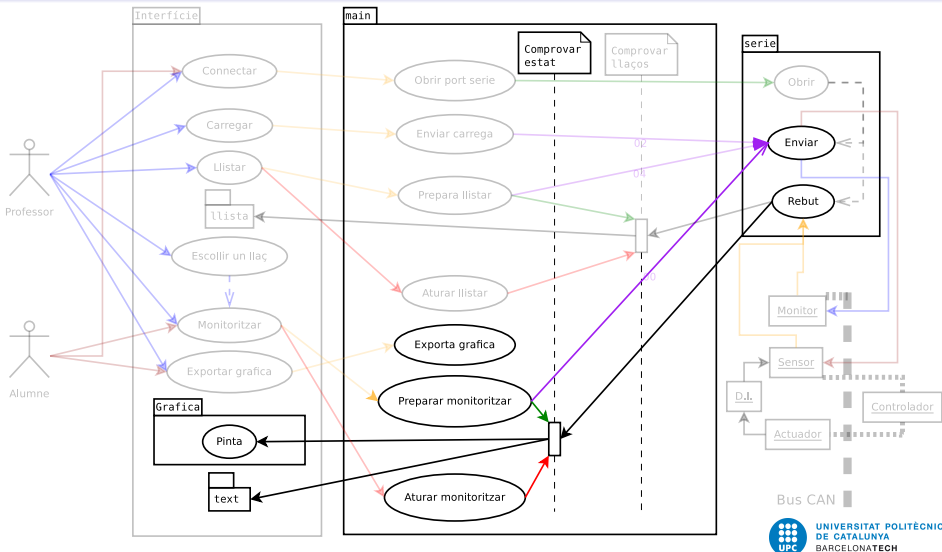
Desactivar carregar

Desactiva carregar

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

Gràfiques en temps real i exportades.



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 = 90.653617375 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
  
```

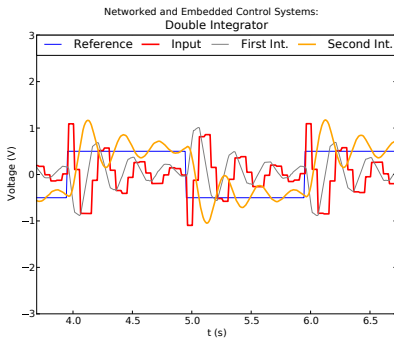


array de referencia/temps

array de entrada/temps

array de segona integral/temps

array de primera integral/temps



Index

1 Introducció

- Laboratori Previ
- Objectius

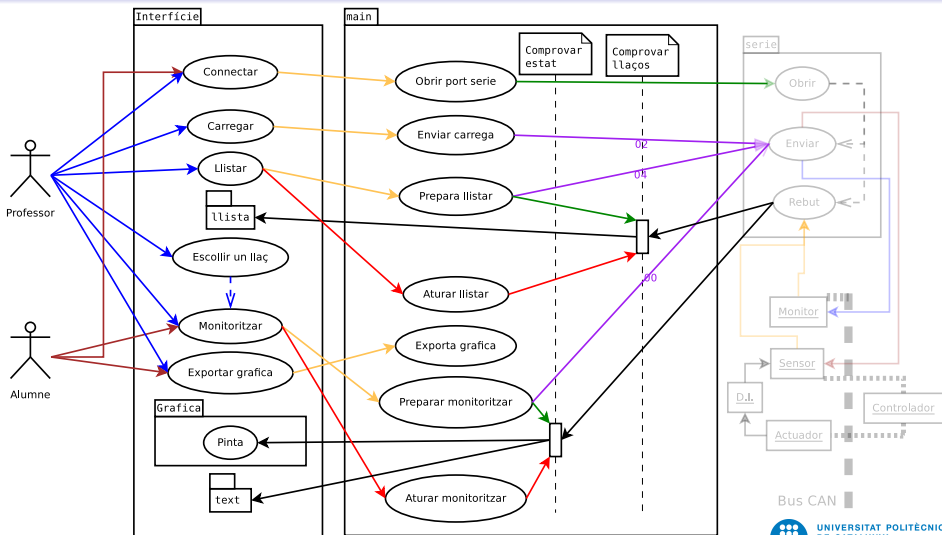
2 Laboratori de SDC

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

3 Sumari

- Anàlisi econòmic
- Conclusions
- Treball futur

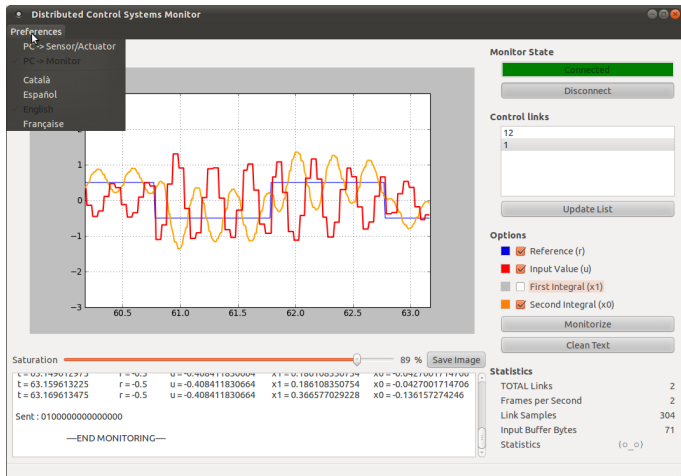
Interficie.



Bus CAN



Interfície.



Entorn multilingüe.

Preferences

PC-> Sensor/Actuator
PC-> Monitor

Català
Español
English
Française



Anglès

Monitor State

Connected

Disconnect

Control links

Update List

Options

☒ Reference (r)
☒ Input Value (u)
☐ First Integral (x1)
☒ Second Integral (x0)

Monitorize

Clean Text

Statistics

TOTAL Links	0
Frames per Second	2
Link Samples	0
Input Buffer Bytes	0
Statistics	(> <)

Françès

Moniteur l'état

Connectés

Débrancher

Boucles de contrôle

Mise à jour de la liste

options

☒ Référence (r)
☒ Valeur d'entrée (u)
☐ Première intégrante (x1)
☒ Deuxième intégrante (x0)

Moniteur

Texte Propre

Les statistiques

Total liens	0
Images par seconde	0
Échantillons en boucle	0
Octets du tampon d'entrée	0
Les statistiques	

Català

Estat del Monitor

Connectat

Desconnectar

Llaços de Control

Actualitzar Llista

Opcions

☒ Referència (r)
☒ Valor d'entrada (u)
☐ Primera Integral (x1)
☒ Segona Integral (x0)

Monitoritzar

Netejar Text

Estadístiques

TOTAL llaços	0
Imatges per segon	0
Mostres llaç	0
Bytes Buffer d'entrada	0
Estadístiques	

Castellà

Estado del Monitor

Conectado

Desconectar

Lazos de Control

Actualizar Lista

Opciones

☒ Referencia (r)
☒ Valor de entrada (u)
☐ Primera integral (x1)
☒ Segunda integral (x0)

Monitorizar

Limpiar Texto

Estadísticas

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

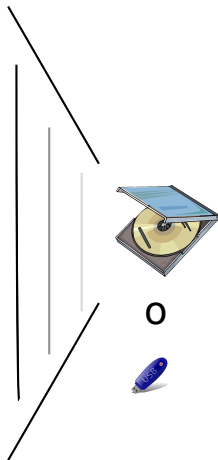
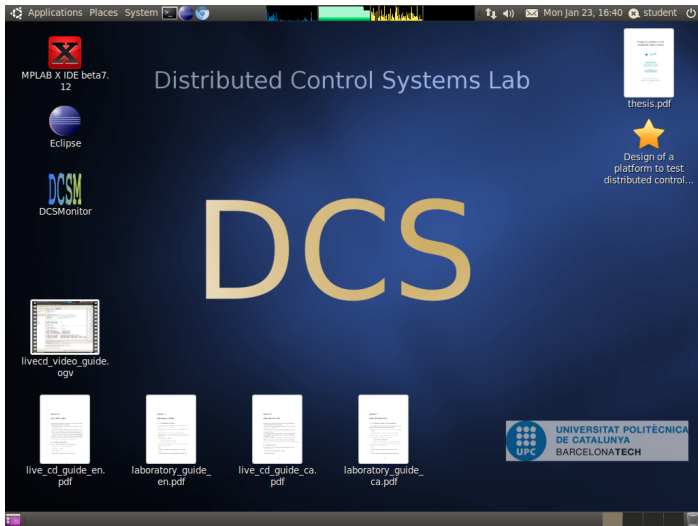
Sumari

- 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, memoria...)	134	3.769
Reunions	32	1.378
TOTAL	540	16.778

* Hores i preus arrodonits

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/>

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



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

Llibre 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.

