

# PROGRAMACIÓ D'ARQUITECTURES ENCASTADES

## Control d'un Robot

*Classe 1*

# Avaluació

Pràctiques: 15%

- Assistència obligatòria (màxim una falta no justificada)
- S'ha d'haver entregat un mínim del 75 % (2) dels informes

Projecte: 55 %

Examen: 30 %

En cada part s'ha de treure un mínim de 4 per fer mitja.

# Pràctiques

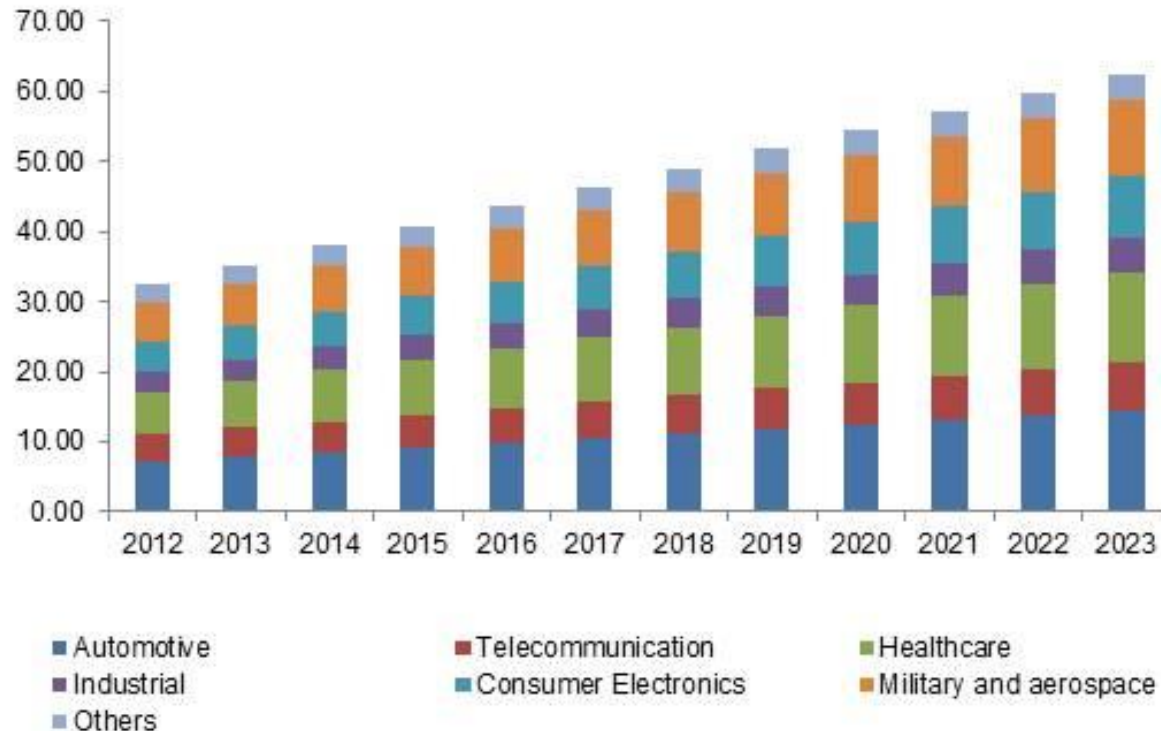
- Comencen la setmana del 21 de febrer.
- En grups de **dos**, puntualment 3.
- S'usarà el Code Composer Studio 10.4.0
  - Feu servir la mateixa versió i NO actualitzeu!
  - Guia per la instal·lació en la pràctica 1:  
<https://campusvirtual.ub.edu/mod/resource/view.php?id=3282203&redirect=1>
- L'entrega consta d'un informe en pdf (mireu l'exemple del campus) i el projecte del CCS. Feu servir noms únics!
- Aproveiteu el temps de pràctiques perquè serà INSUFICIENT. Porteu l'estructura bàsica preparada de casa i feu servir el temps de pràctiques per validar el vostre codi.
- Penalitzacions per retard en l'entrega: -2.5 la primera setmana, -5 la segona, -10 més de tres. Si veieu que no arribeu, parleu amb el professor de pràctiques **abans** de la data límit.

# Pràctiques

- Grup dilluns:
  - Christophe Serre: [cserre@ub.edu](mailto:cserre@ub.edu)
  - Giovanni Vescio: [gvescio@ub.edu](mailto:gvescio@ub.edu)
- Grup dimarts:
  - Albert Casas: [albertcasas@ub.edu](mailto:albertcasas@ub.edu)
  - Francisco Palacio: [francisco.palacio@ub.edu](mailto:francisco.palacio@ub.edu)
- Grup dijous:
  - David Roma: [droma@ub.edu](mailto:droma@ub.edu)
  - Miguel Ángel Moruno: [mamoruno@ub.edu](mailto:mamoruno@ub.edu)
- Grup divendres:
  - Albert Casas: [albertcasas@ub.edu](mailto:albertcasas@ub.edu)
  - Oscar Castillo: [ocastillo@ub.edu](mailto:ocastillo@ub.edu)

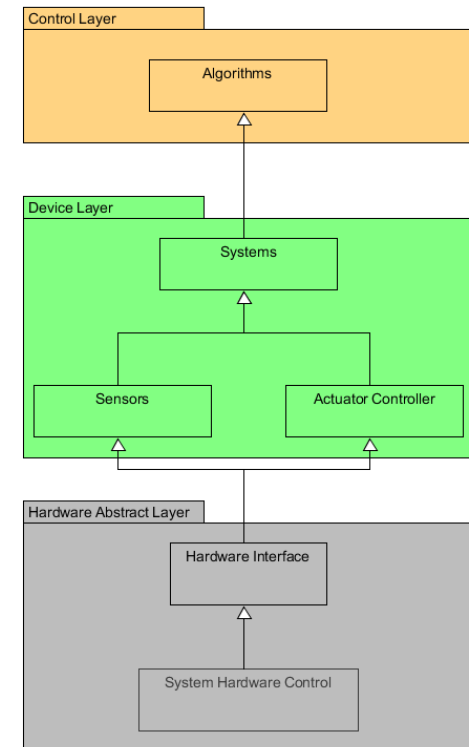
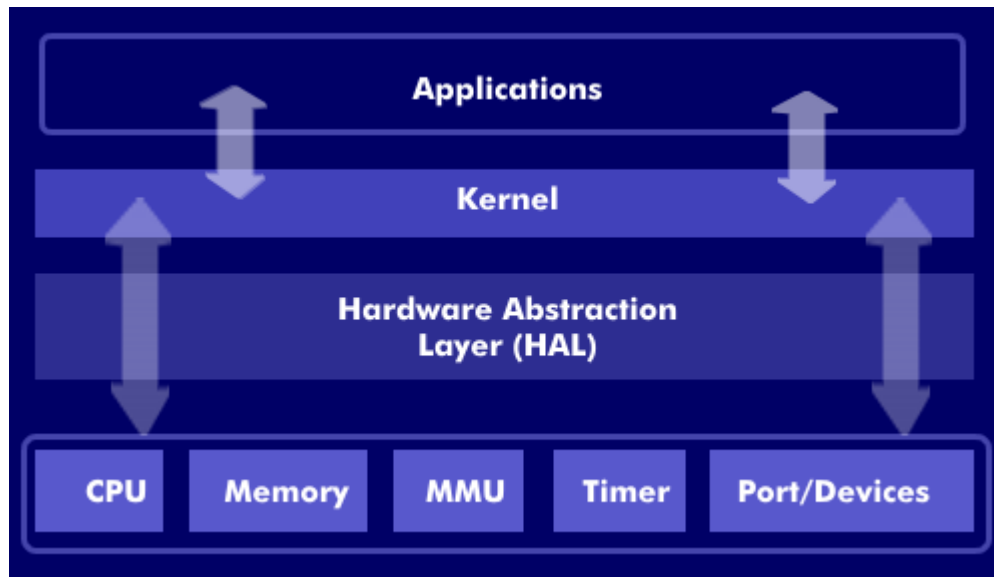
L'Objectiu de l'assignatura és adquirir els coneixements bàsics per a programar sistemes basats en processadors encastrats (*embedded processors*).

Són la base de multitud dels dispositius que fem servir quotidianament a l'actualitat: des de dispositius mòbils fins a electrodomèstics o subsistemes d'equips més grans (automoció, instrumentació mèdica, etc).

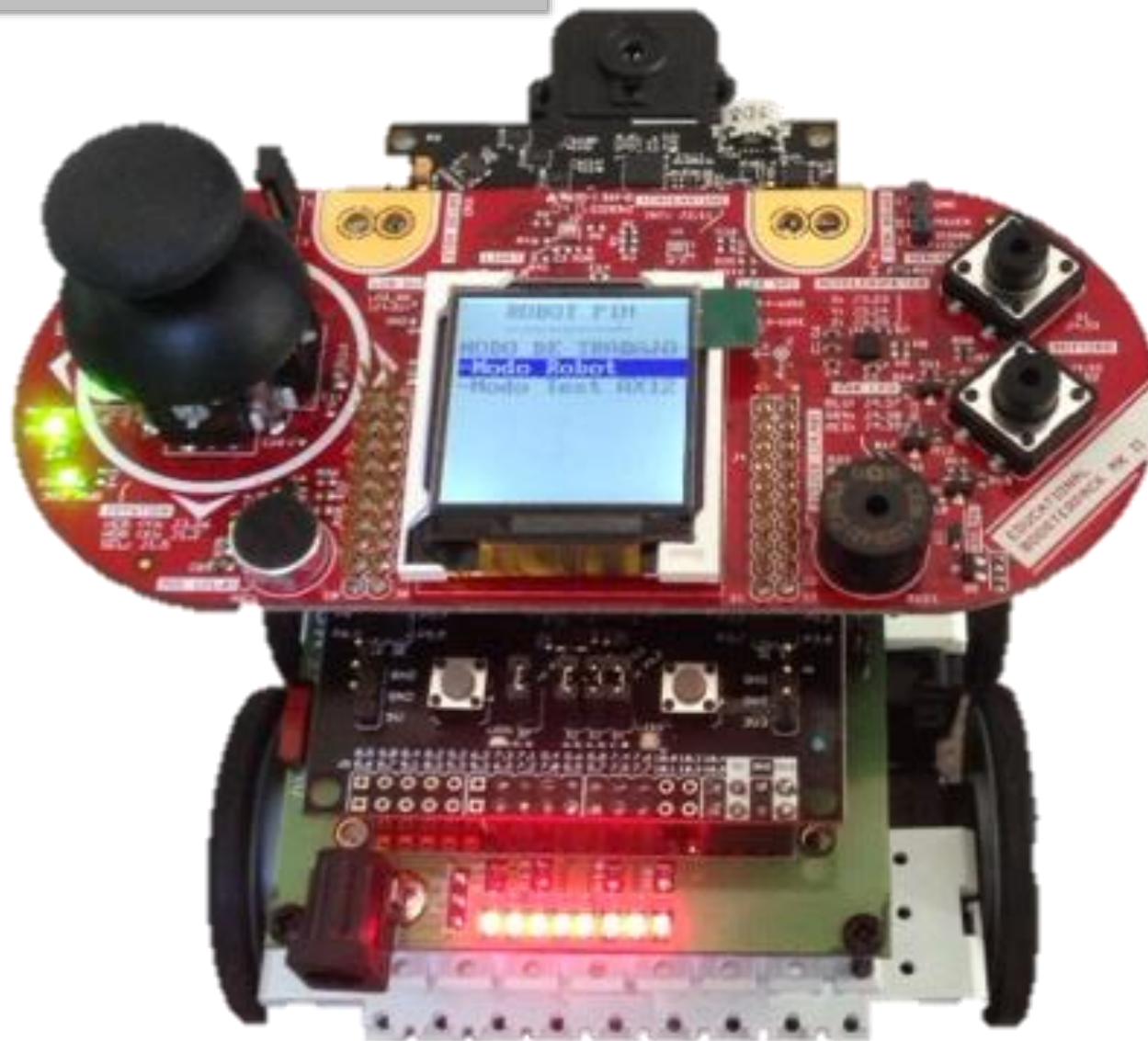


La idea és veure com hem de programar aquests dispositius a molt baix nivell, és a dir, programant directament el hardware, per després dissenyar un sistema de llibreries que permetin la programació del mateix equip sense conèixer aquest hardware i reutilitzar el software d'alt nivell en diferents hardware.

Dissenyarem el que denominarem un sistema de capes d'abstracció de hardware.

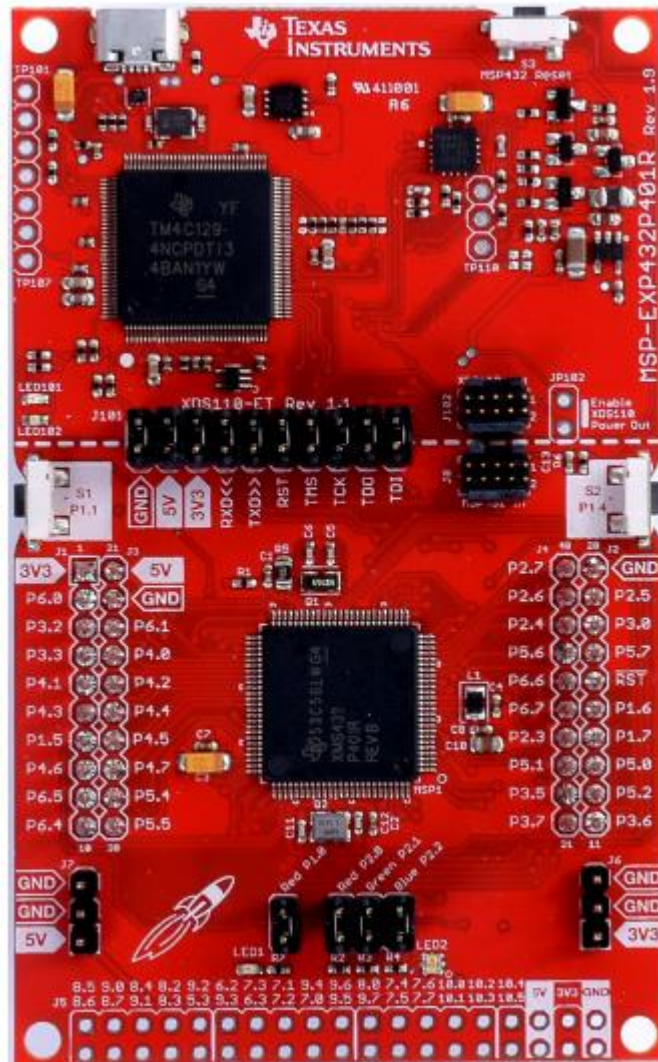


## El nostre robot base





# MSP-EXP432P401R *Experimenter Board*



XDS110 onboard debug probe  
Enables debugging and programming  
as well as communication to the PC.  
The XDS110 can also provide power  
to the target MCU.

Button/Switch  
S1

40-pin BoosterPack  
plug-in module connector  
(J1-J4)

MSP432P401R Microcontroller  
MSP1

Reset  
MSP432P401R Reset

EnergyTrace Technology  
Real-time power consumption  
readings and state updates from the  
MSP432P401R MCU viewable  
through the EnergyTrace GUI

Button/Switch  
S2

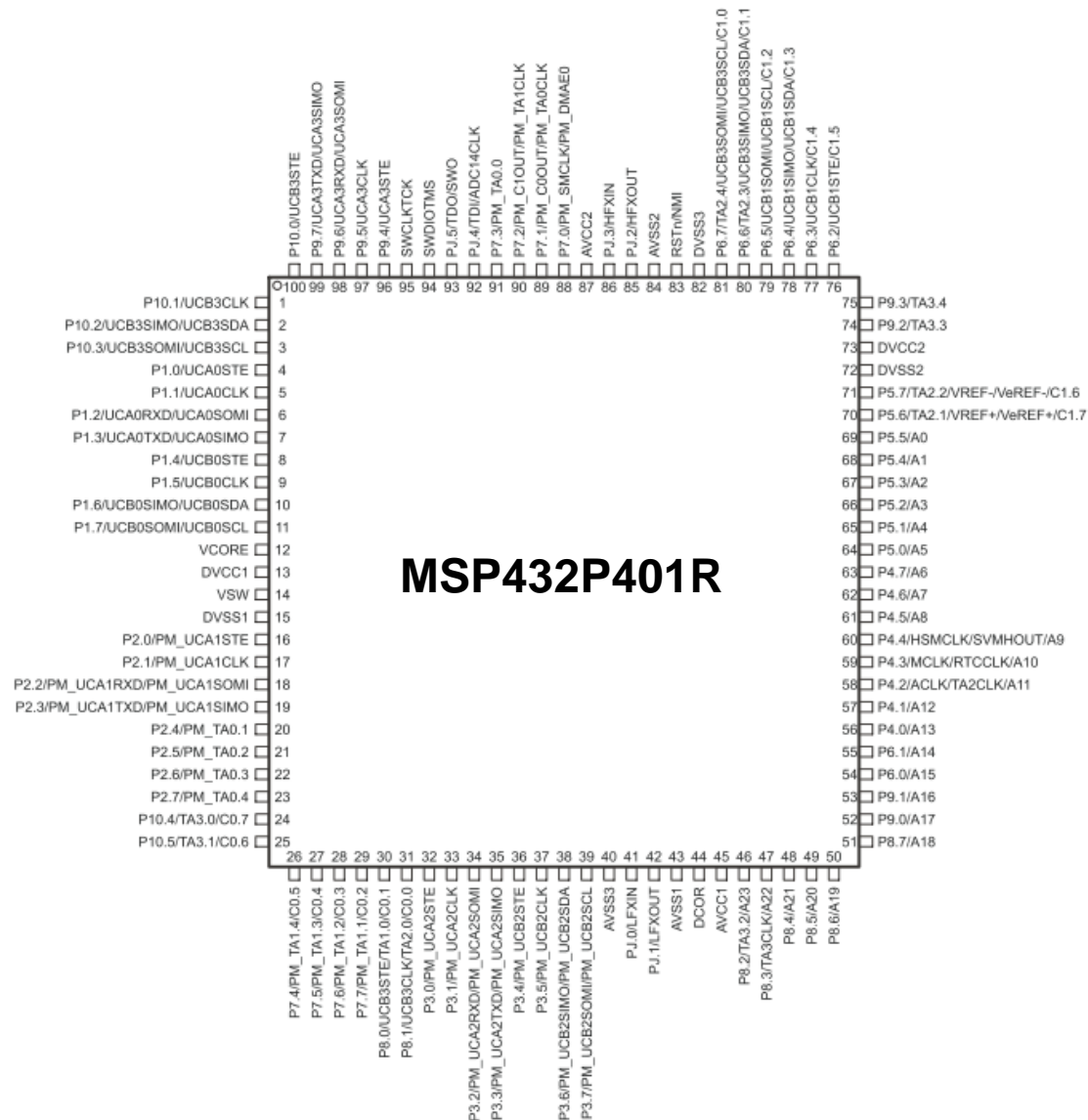
Jumper Isolation Block  
- J101  
- Power  
- GND, 5V, and 3V3  
- Back-channel UART to the PC  
- RXD, TXD  
- JTAG  
- RST, TMS, TCK, TDO, TDI

Fanout of Unused Pins  
- Access to unused pins on the  
MSP432P401R device  
- Support for bread-board connector

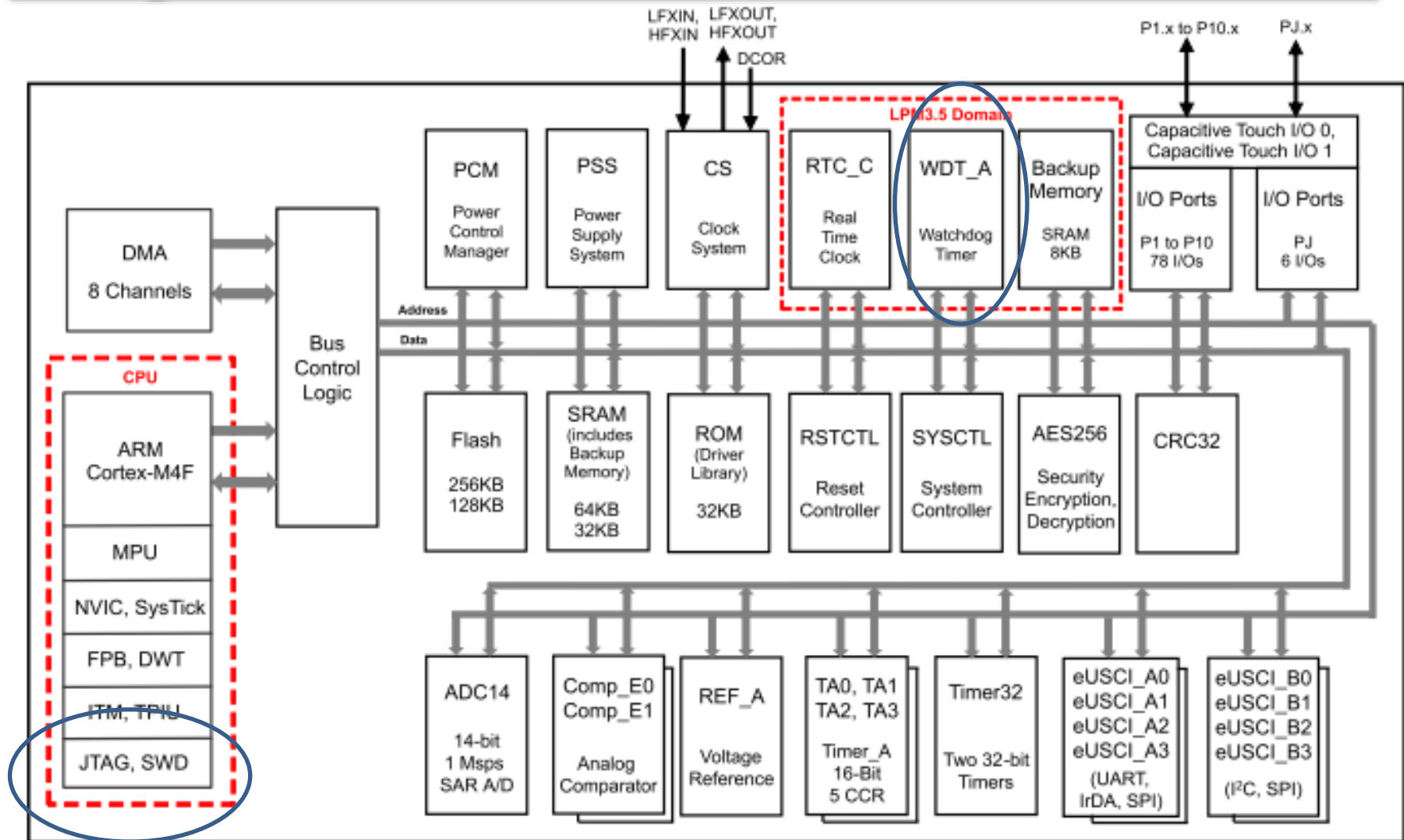
User LEDs  
LED1 and LED2



# Assignació de pins del MSP432P401

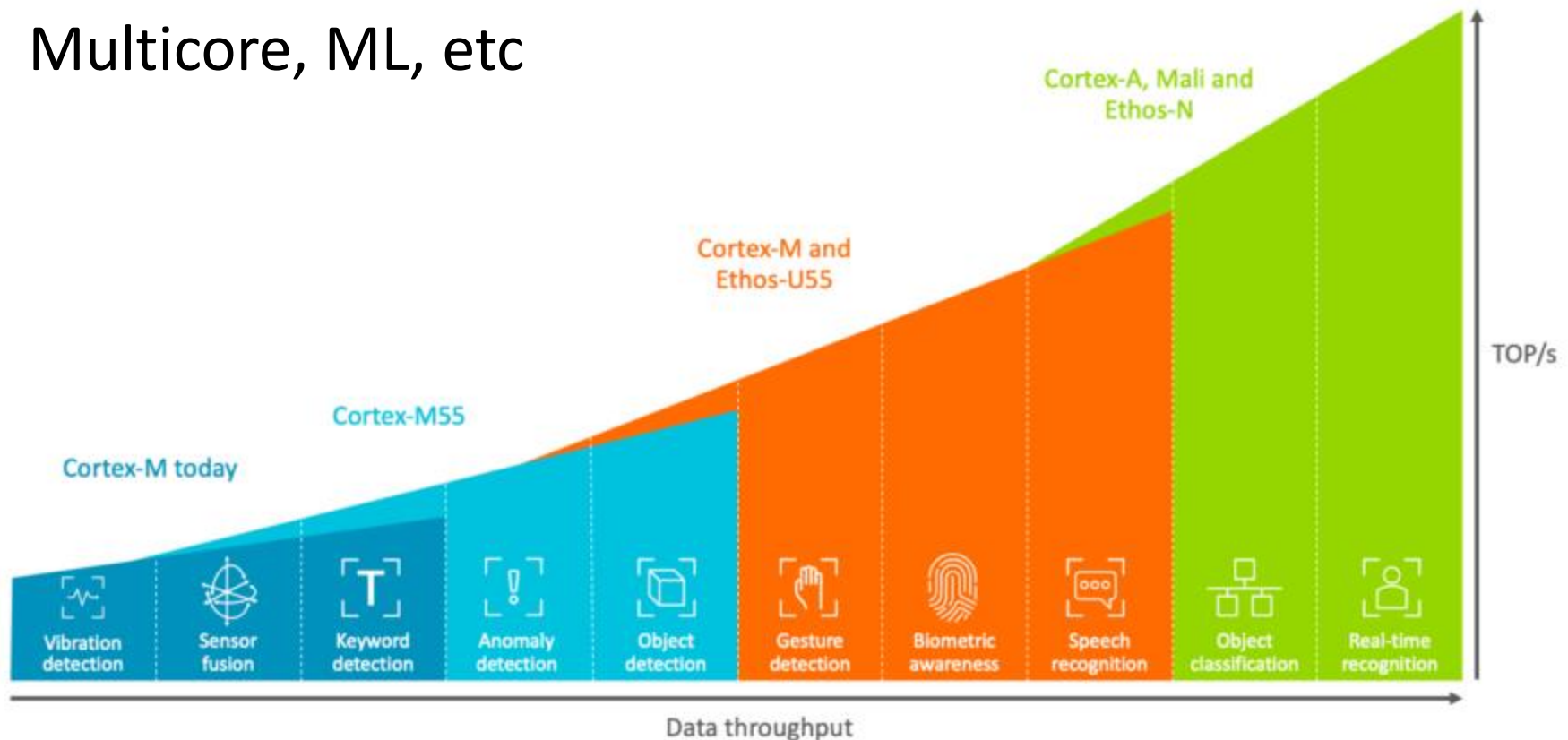


# Diagrama de blocs Funcional del MSP432P401



## Cortex ARM M4F

- Consum reduït, baix capacitat de processat
- Arquitectura ARM flexible, fins a sistemes Multicore, ML, etc



## MSP-EXP432P401R *USER INTERFACES*

- **2 Polsadors.**
- **LEDs 1 (Vermell) i 2(RGB).**
- **Connectors per a *BoosterPacks*.**
- **Connector amb els pins que no es fan servir a la placa, i no van al connector dels *BoosterPacks*.**

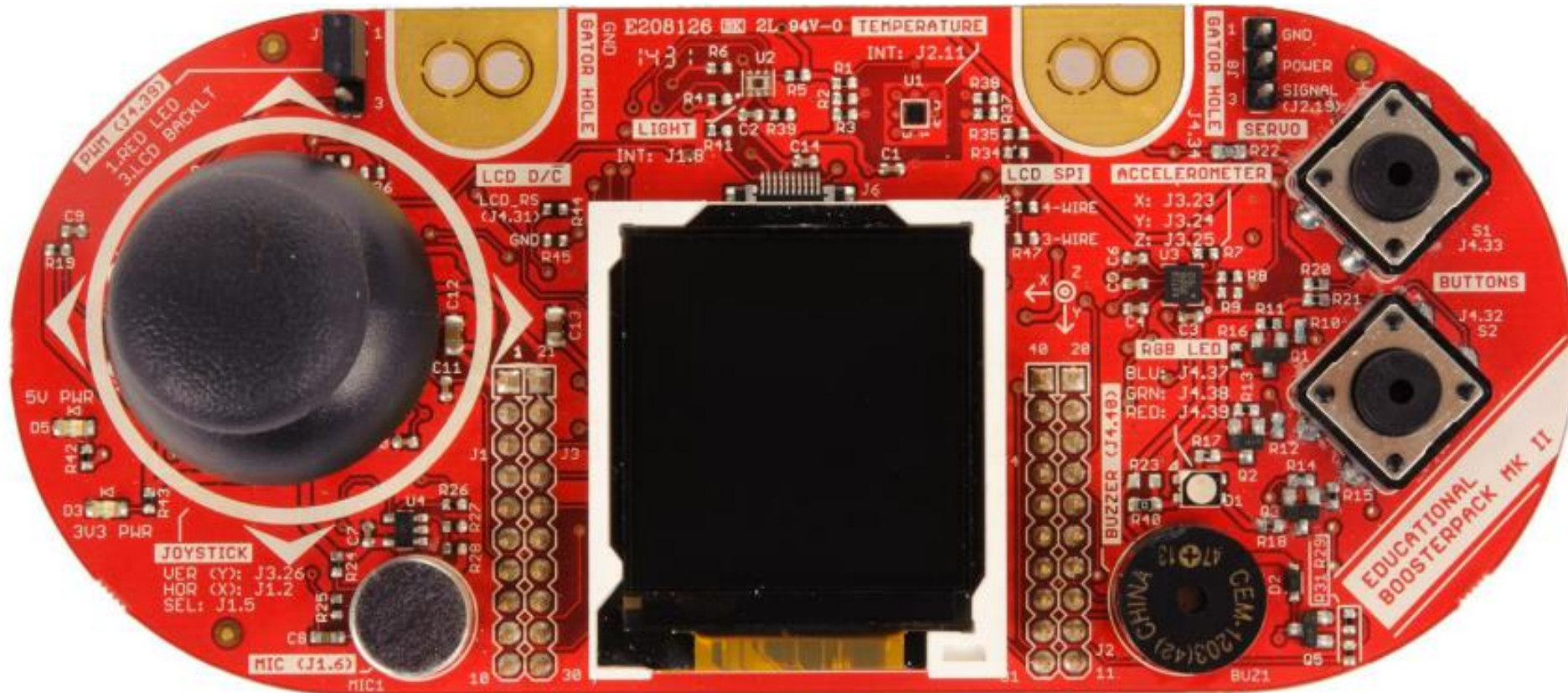
## Electrostatic Discharge (ESD)

- El cos humà actua com una capacitat que pot anar acumulant càrrega: cas típic de que fa vent i ús “piqueu” al tocar el cotxe, pany, etc.
- Aquesta descàrrega sobtada pot cremar els circuits electrònics:
  - No tocar mai les parts metàl·liques/pins de la placa.
  - Tocar una presa de terra abans.



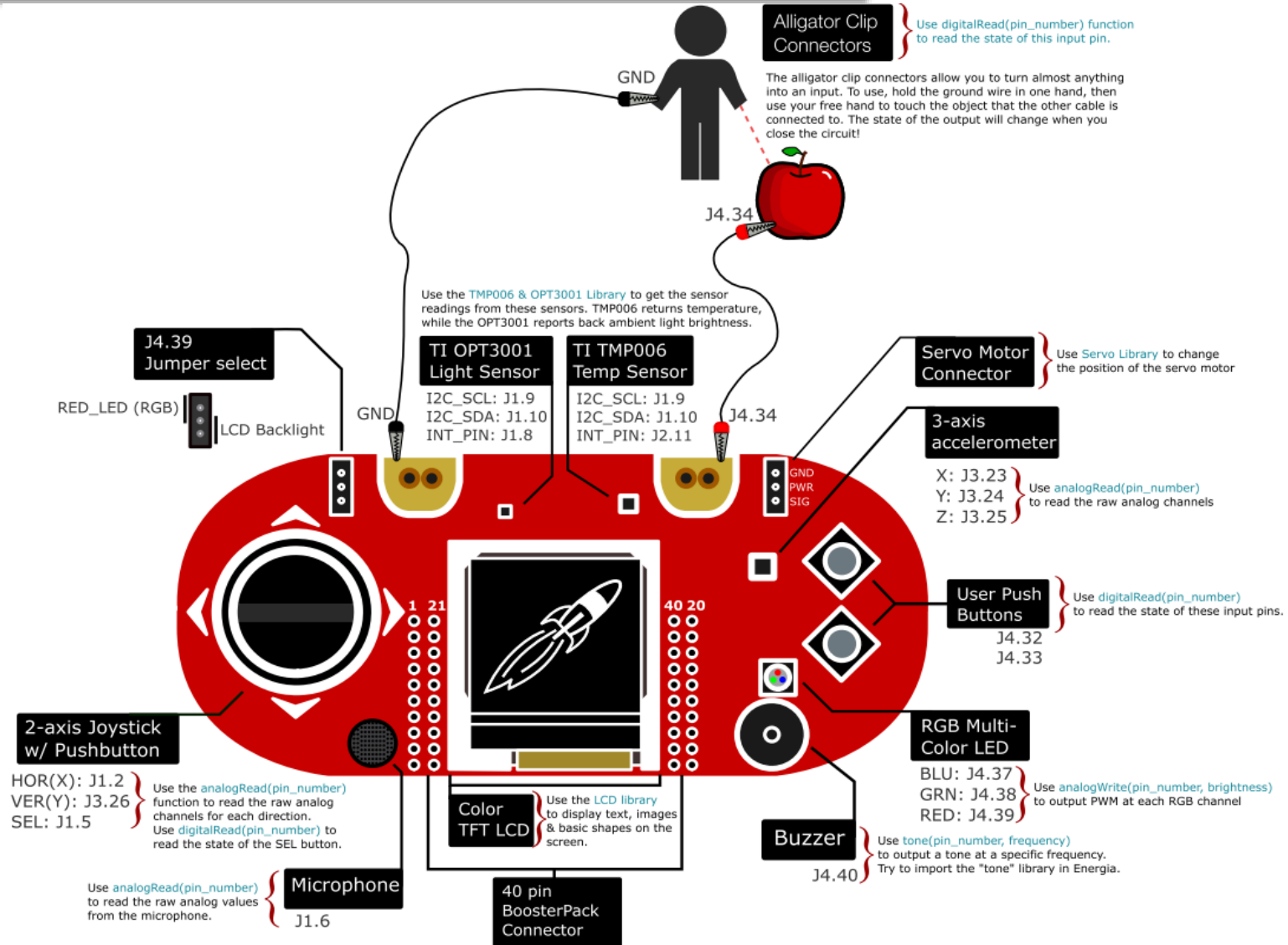


# BOOSTXL-EDUMKII *BoosterPack*





# BOOSTXL-EDUMKII *BoosterPack*



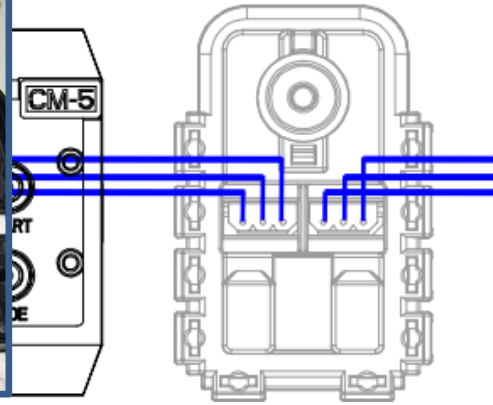
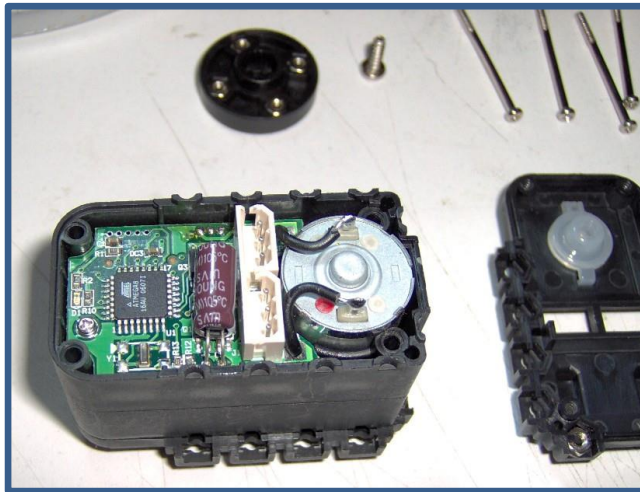
## MSP-EXP430F5438 *USER INTERFACES*

- Pantalla a Color **TFT-LCD**: 128x128 píxels.
- **Joystick** de 2 eixos + Polsador.
- **2 Polsadors, S1 i S2.**
- **LED RGB.**
- **Acceleròmetre** 3 eixos. Entrades Analògiques.
- **Micròfon.** Entrada Analògica.
- **Buzzer** (Sortida d'Àudio).
- **Sensor de Llum** (OPT3001, I<sup>2</sup>C).
- **Sensor de Temperatura** (TMP006, I<sup>2</sup>C).
- ...

## MOTORS: Dynamixel AX-12



Cada mòdul AX-12 té un microcontrolador per gestionar les comunicacions amb el sistema central i accionar el motor adequadament. Per poder distingir entre els diferents AX-12 que hi ha al robot, cada un té un identificador que ha de ser únic al sistema. Quan volem comunicar-nos amb ell enviem un missatge amb aquest identificador i el que volem que faci.



Connexió amb un bus únic, mitjançant *Daisy Chain*.

# MÒDUL SENSOR: Dynamixel AX-S1



A diferència dels motors, a cada robot només hi haurà un mòdul sensor AX-S1.

Aquest mòdul té els següents sensors:

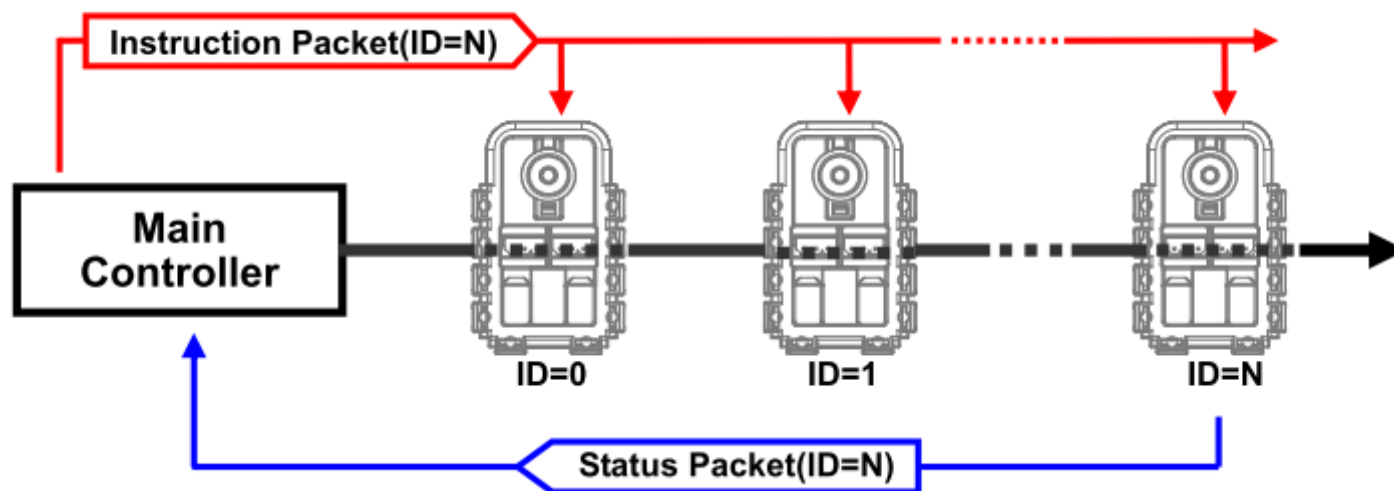
- 3 Sensors d'Infrarojos en 3 direccions diferents, per detectar distàncies, angles i llum.
- Micròfon Intern.
- *Buzzer*.
- Control remot per infrarojos.

La connexió es fa al mateix bus que els motors, per tant l'identificador ha de ser diferent als dels motors.

## Comunicació amb els Mòduls Dynamixel

Com s'ha dit abans, la comunicació entre el controlador central i els mòduls es fa amb un bus únic. Els punts importants són:

- Cada mòdul ha de tenir un identificador "ID" diferent al de la resta.
- Per comunicar-se el controlador envia una trama que conté el ID del mòdul amb el que vol comunicar-se i la funció que vol que faci.
- El mòdul pot contestar amb una trama de status.
- Es poden enviar trames *Broadcast*.



En realitat el que fa el controlador quan envia una trama a un mòdul és escriure a una memòria interna del mòdul. Cada posició d'aquesta memòria té un significat específic, i el microcontrolador que té cada mòdul llegeix aquesta memòria i actua en conseqüència.

## Projecte

- Recórrer la paret d'una habitació amb obstacles
- Sensors reals tenen errors, no podeu fer servir navegació inercial, sinó que haureu de fer servir un llaç tancat de control
- Els retards en el llaç de control son problemàtics
- Disposareu d'un simulador (introduït en la pràctica 4) per entendre la problemàtica (no és representatiu del moviment real)



## Per comentar

- Material (cable USB...)
- Campus (poseu foto)
- Grups

## Bibliografia i Documentació

- MSP432P4xx *Technical Reference Manual*.
- MSP432P401 *Datasheet*.
- [www.ti.com/msp432](http://www.ti.com/msp432)
- MSP-EXP432P401R *LaunchPad User's Guide*.
- <http://www.bioloid.info/tiki/tiki-index.php>