

# Sistemes encastrats - PRAC

## Professors responsables

- Coordinador:
  - Dr. Pere Tuset <[peretuset@uoc.edu](mailto:peretuset@uoc.edu)>
- Col·laboradors:
  - Dr. Antoni Morell <[amorellpe@uoc.edu](mailto:amorellpe@uoc.edu)>

## Presentació

La pràctica de l'assignatura recopila tots els conceptes pràctics treballats durant les PACs 1-3 alhora que proposa nous reptes a l'estudiant per tal de completar la seva formació pràctica en l'àmbit dels sistemes encastrats.

## Competències

### Específiques

- Conèixer les aplicacions i metodologia de desenvolupament dels sistemes encastrats.
- Conèixer els models de programació d'un sistema encastrat.
- Saber desenvolupar una aplicació bàsica que faci ús d'un sistema operatiu dins un sistema encastrat.

### Transversals

- Capacitat de comunicació en llengua estrangera.
- Capacitat d'adaptar-se a noves tecnologies i entorns.

## Recursos

Teniu disponibles tots els recursos que s'han anat utilitzant al llarg de les diferents PACs així com les seves respectives solucions.

## Enunciat

Aquesta PRAC consisteix en l'elaboració d'un nivell (instrument) que es basarà en l'ús de l'acceleròmetre integrat en la placa de sensors. La PRAC tindrà dues parts. Una primera part on es desenvoluparà un nivell bàsic i que permetrà assolir una nota màxima de 7,0 punts i una segona part on es desenvoluparà un nivell amb funcionalitat ampliada i que permetrà assolir la nota màxima de 10,0 punts. IMPORTANT: per aspirar a la nota màxima caldrà entregar els 2 projectes.

### Projecte 1: nivell bàsic

#### Descripció funcional

El nivell funcionarà de la següent manera:

- En iniciar el programa, la placa estarà aparentment en repòs i únicament veurem el LED1 de la placa MCU pampalluguejant a mode *heart-beat* com hem fet a les PACs 2 i 3.
- En pitjar el botó S1 o bé S2 de la placa de sensors (qualsevol dels dos ha de funcionar) s'iniciarà la funció de nivell, de manera que es prendrà la mostra de temps amb `xTaskGetTickCount()` i es començaran a adquirir mostres de l'acceleròmetre (el tres eixos: x, y i z) cada 10 ms.
- Es farà un filtrat de les mostres rebudes de la mateixa manera que hem fet a la PAC2 i PAC3, és a dir:  $mitjana\_eix\_i = 0,9 * mitjana\_anterior\_eix\_i + 0,1 * lectura\_eix\_i$
- L'usuari veurà el LED2 de la placa MCU en color vermell per indicar que la placa no es troba plana, i que passarà a color verd en el moment que s'aconsegueixi anivellar-la. El criteri per definir si la placa es troba anivellada (i s'il·lumina el LED2 de color verd) és que el valor de l'acceleració en l'eix Z es trobi com a molt a un 5% del seu valor a 1g d'acceleració,  $ADC_{z, 1g}$ , que podem determinar experimentalment o bé segons especificacions. Per exemple, suposant  $ADC_{z, 1g} = 11384$ , si la lectura mitja en l'eix Z és 10700 tenim un error de  $\frac{|10700 - 11384|}{11384} = 6\%$  i per tant haurem de mantenir el LED2 en color vermell.
- El LED RGB de la placa de sensors funcionarà de manera semblant a la PAC3 per indicar-nos sobre quin eix (X o Y) ens cau part de la força de la gravetat, que en el cas ideal ha de ser pràcticament nul·la. Així doncs:
  - Amb la placa anivellada el LED RGB es trobarà apagat.
  - Si cau força de la gravetat sobre l'eix X, s'il·luminarà amb color blau i aquest serà més intens com més força recaigui sobre l'eix X (tant en sentit positiu com negatiu), assolint el valor màxim d'intensitat quan el valor sigui el corresponent a la força de  $\pm 1g$ .
  - Si cau força de la gravetat sobre l'eix Y, s'il·luminarà amb color vermell de la mateixa manera.

- Un cop s'hagi anivellat la placa, haurà d'apreixer el següent text a la pantalla LCD: "Nivell aconseguit! Temps transcorregut: X ms." Substituir X pel temps transcorregut en ms des del moment de pitjar S1/S2 fins aconseguir l'anivellat. Utilitzar les línies de la LCD necessàries per encabir el text. A la vegada, s'han d'apagar tots els LEDs excepte el LED de heart-beat.
- Finalment, si es torna a pitjar S1/S2, s'ha d'esborrar el text de la LCD i començar el procés d'anivellat de nou.

## Notes d'implementació

- Cal estructurar el projecte amb un mínim de 4 tasques:
  - Tasca heart-beat
  - Tasca de lectura de l'ADC
  - Tasca de processament de les mesures
  - Tasca de gestió de la pantalla LCD
- Aplicar les mesures de sincronització, comunicació entre tasques i exclusió mútua necessàries per al correcte funcionament del programa.
- Es disposa d'un exemple de funcionament de la pantalla LCD al següent enllaç: <https://github.com/uoc-eimt-xx-594/2019-1-prac>. Dins la carpeta lib\_PRAC hi trobareu totes les llibreries utilitzades en les PACs més les llibreries *graphics* i *screen* per poder treballar amb la pantalla LCD.

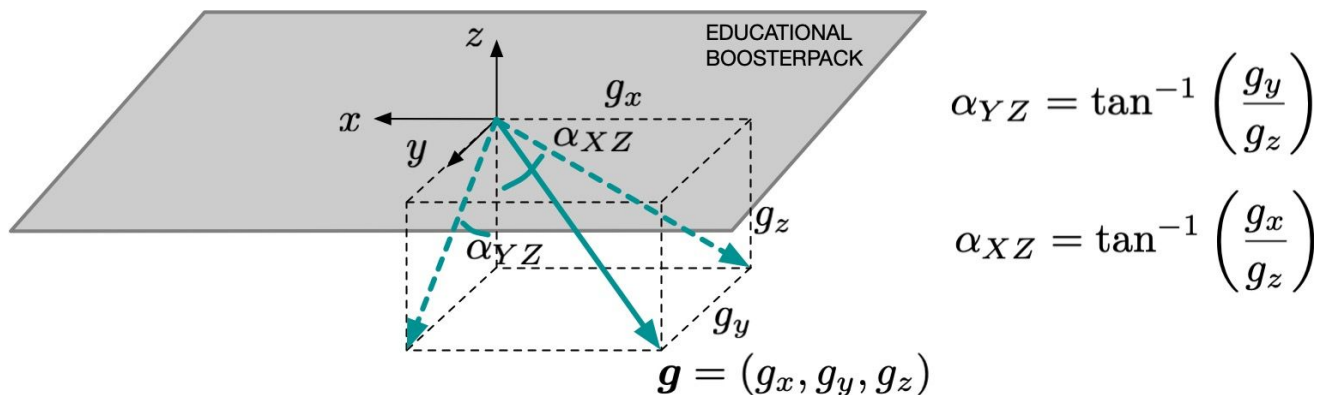
## Projecte 2: nivell avançat

### Descripció funcional

En aquest cas afegirem una sèrie de funcionalitats al projecte anterior:

- L'inici del procés d'anivellat no es farà per acció dels botons S1/S2 sinó a través de UART amb una comanda del tipus "X,Y\n", on X i Y han de ser enters entre 0 i 45. El sistema reaccionarà de la següent manera:
  - Si la comanda està mal formatada, imprimirà per la LCD el missatge "Comanda incorrecta" i esperarà una nova ordre.
  - Si la comanda és correcta, escriurà el missatge "Comanda correcta: nivell X, Y", esperarà 2 segons, esborrarà la pantalla i escriurà el missatge "START" durant 1s.
- Els valors X i Y anteriors indiquen l'angle sobre el pla XZ i el pla YZ, respectivament, del vector que representa la força de la gravetat **g**, tal i com es pot veure a la figura següent, on disposeu del càlcul d'aquests angles a partir de les components de **g** sobre els tres eixos de l'acceleròmetre. Per fer la conversió dels valors de l'ADC a força **g** podeu utilitzar la següent expressió,  $v_g = \frac{v_{ADC} - v_{0g}}{v_{1g}}$ , on  $v_{ADC}$  és la lectura de l'ADC,  $v_{0g}$  és la lectura de l'ADC quan la força exercida és de 0g i  $v_{1g}$  és la lectura de l'ADC quan la força exercida és de 1g. Per tant, en aquest cas tenim un nivell més genèric que permet anivellar-se segons diferents angles. Notar que el projecte anterior seria un cas particular d'aquest quan X=Y=0.

- Un cop rebuda la comanda i en el moment que desapareix el text “START”, el programa guarda la marca temporal i comença a recollir mostres d’acceleració cada 10 ms, com en el projecte anterior. Així mateix, les mostres s’han de promitjar de la mateixa manera.
- El funcionament dels LEDs també és el mateix que en el cas anterior, però respecte les noves referències d’inclinació que hem introduït, X i Y. En particular, el LED1 de la placa MCU passarà a verd quan l’error en angle tant per  $\alpha_{XZ}$  com per  $\alpha_{YZ}$  sigui inferior a  $\pm 2^\circ$ . El LED RGB s’il·luminarà amb intensitat màxima quan l’angle corresponent difereixi de l’angle desitjat en  $\pm 45^\circ$  o més i disminuirà progressivament en intensitat a mesura que l’error s’acosti a  $0^\circ$ , situació on s’apagaria completament el color. Seguim treballant amb els colors blau i vermell com en el projecte anterior.



- A més a més, la pantalla ha de tenir un indicador com el de la figura. La bola, o alternativament es pot usar el caràcter “o”, estarà dins del cercle quan s’hagi anivellat correctament i fora del cercle en cas contrari. Això ens ha de servir per veure com hem de corregir la inclinació de la placa: sobre quin pla i en quina mesura.



- Un cop aconseguida la nivellació desitjada, ha d’aparèixer a la pantalla el text “Nivell aconseguit! Temps transcorregut: X ms”, igual com en el projecte bàsic. A banda, també s’han d’apagar els LEDs de guia i només quedarà en marxa el heart-beat. El sistema queda en aquest estat fins que no s’introdueix una nova ordre, iniciant de nou el procés.

## Notes d'implementació

- Cal estructurar el projecte amb un mínim de 5 tasques:
  - Tasca heart-beat
  - Tasca d'interpretació de comandes UART
  - Tasca de lectura de l'ADC
  - Tasca de processament de les mesures
  - Tasca de gestió de la pantalla LCD
- Aplicar les mesures de sincronització, comunicació entre tasques i exclusió mútua necessàries per al correcte funcionament del programa.
- Igual que en el projecte anterior, es disposa d'un exemple de funcionament de la pantalla LCD al següent enllaç: <https://github.com/uoc-eimt-xx-594/2019-1-prac>. Dins la carpeta lib\_PRAC hi trobareu totes les llibreries utilitzades en les PACs més les llibreries *graphics* i *screen* per poder treballar amb la pantalla LCD.

## Format i data de lliurament

L'estudiant ha d'entregar:

1. Document pdf seguint el patró *CognomsNom\_PRAC.pdf* on únicament inclourà els enllaços als vídeos que es demanen a continuació:
  - a. Un vídeo de DEMO de màxim 5 minuts on es vegi el correcte funcionament del projecte/s entregats. S'ha de veure com es compila el codi i almenys dos cicles complets de funcionament (des que s'inicia la nivellació fins que s'aconsegueix). En el cas del projecte avançat, s'han de mostrar com a mínim els casos 0°, 0° i 45°, 45°.
  - b. Un vídeo explicatiu del codi bàsic de duració màxima 5 minuts. Es demana una explicació del fitxer main.c, centrant-se sobretot en els conceptes de FreeRTOS i sense entrar en detalls d'implementació o funcionament dels diferents perifèrics.
  - c. Un vídeo explicatiu del codi avançat de duració màxima 5 minuts, amb les mateixes característiques que b.
  - d. Un vídeo explicatiu de màxim 10 minuts explicant tot allò relatiu a la pantalla LCD: com es connecta a nivell elèctric amb la nostra MCU, com funciona el perifèric a nivell electrònic i com s'hi treballa, pas a pas, a nivell de codi.
2. Codi del projecte/s desenvolupats en format ZIP. Indicar en el document pdf anterior la configuració del port UART utilitzada.

**Data de lliurament:** 17 de Desembre.

**Penalització per retard en el lliurament:** 0,5 punts per dia de retard amb un màxim de 10 dies de retard.

## Criteris de valoració

El projecte 1 suposa un 70% de la nota i el projecte 2 un 30%.

El projecte 1 es valora segons:

- Implementació seguint els requeriments establerts en les notes d'implementació: 35%
- Correcte funcionament, demostrat a través del vídeo DEMO: 35%
- Explicació de funcionament del codi implementat per l'alumne: 10%
- Explicació relativa a la pantalla LCD: 20%

El projecte 2 es valora segons:

- Implementació seguint els requeriments establerts en les notes d'implementació: 35%
- Correcte funcionament, demostrat a través del vídeo DEMO: 35%
- Explicació de funcionament del codi implementat per l'alumne: 30%