

**Pràctiques de Sistemes Digitals i Microprocessadors**  
**Curs 2020-2021**

**Pràctica 2**

**Fase A**

**LSSono**

Alumnes	Login	Nom

Entrega	Placa	Memòria	Nota

Data	
------	--

Portada de la memòria

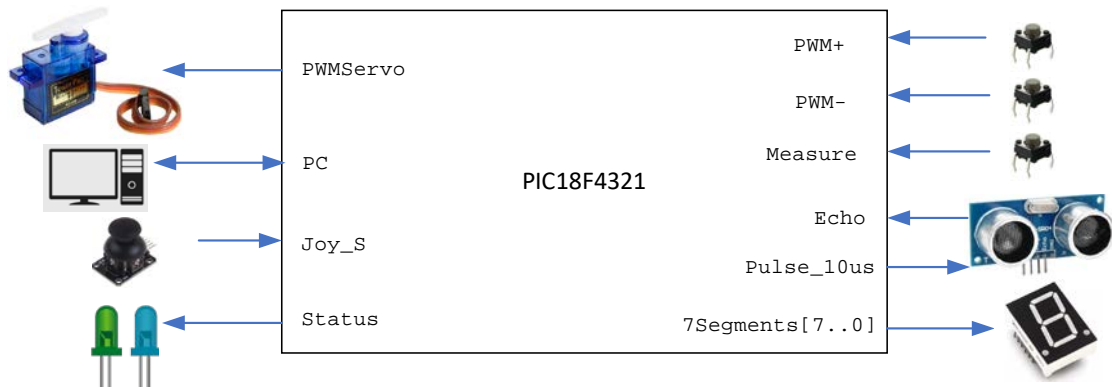


Figura 1. Diagrama de blocs del sistema a implementar

## Introducció i consideracions generals

Ja fa un temps que des de l'assignatura, amb l'ajut indispensable dels alumnes, es va dissenyar el *sonoscanner*: un prototipus d'escàner d'espais tridimensional, basat en un emissor/receptor d'ultrasons. Com ja sabeu, el funcionament d'aquest artefacte es basava en emetre una ona ultrasònica i mesurar el temps entre que l'ona havia estat emesa i se'n detectava la seva recepció.

En aquesta pràctica es proposa resoldre la implementació d'una part d'aquell prototipus amb un microcontrolador PIC18F4321 programat en *assembler*, un servomotor SG-90 i un sensor ultrasònic HC-SR04. Aquest últim permetrà mesurar la distància a l'objecte més proper, mentre que el servomotor servirà per posicionar el sensor d'ultrasons allà on es vulgui fer la mesura.

El control del sistema es podrà fer a través de les següents interfícies: un *joystick* (potenciòmetre analògic), 3 posadors, o bé a través del port sèrie de l'ordinador (el qual s'utilitzarà també per mostrar el resultat de les mesures). A més, el sistema també ha de tenir un visualitzador 7 segments que mostri el mode de funcionament actual de la placa. Per acabar de fer ambient, també s'hi connectaran 2 LEDs (veure Figura 1).

## Funcionament del sistema

El funcionament i mode d'operació del sistema es configurarà a través del canal sèrie de l'ordinador. Des d'allà s'ha de poder:

- Inserir el nom i cognoms de l'usuari (màxim 120 caràcters) a la memòria EEPROM. Quan l'usuari hagi acabat d'entrar les dades haurà de prémer la tecla enter. Aquesta opció s'activarà quan es rebi el caràcter 'I' pel canal sèrie. Mentre estigui activat aquest mode, caldrà mostrar un '0' pel visualitzador 7-segments.
- Mostrar el nom i cognoms que ha introduït l'usuari i, a continuació, els valors en centímetres de les últimes 200 mesures de distància que s'han fet. En el cas de que no hi hagi nom inserit i/o no s'hagin fet 200 mesures, només mostrar la informació que hi hagi emmagatzemada (no es pot mostrar brossa). Aquesta opció s'activarà quan es rebi el caràcter 'R' pel canal sèrie. Mentre estigui activat aquest mode, caldrà mostrar un '1' pel visualitzador 7-segments.
- Mostrar el valor en centímetres de l'última mesura de distància que s'ha fet. Si no s'ha fet cap mesura s'haurà de mostrar un '-'. Aquesta opció s'activarà quan es rebi el caràcter 'M' pel canal sèrie. Mentre estigui activat aquest mode, caldrà mostrar un '2' pel visualitzador 7-segments.
- Configurar el mode de posicionament del servomotor:
  - **Mode digital:** S'activarà quan es rebi el caràcter 'D' pel canal sèrie. En aquest mode la posició del servomotor ve determinada per les pulsacions sobre els polsadors `PWM+`, `PWM-`. Aquests polsadors el que fan és incrementar (`PWM+`) o disminuir (`PWM-`) l'angle de gir del motor (és a dir, modificar el temps a "1" dels senyal `PWMServo`). Concretament, cada vegada que es premi un dels polsadors s'ha de modificar 5º l'angle de rotació del servo i mantenir-lo allà fins a nova ordre. Evidentment, quan el servomotor arribi al seu angle màxim (o mínim) de gir caldrà ignorar les ordres d'augmentar (o disminuir) l'angle. Mentre estigui activat aquest mode, caldrà mostrar un '3' pel visualitzador 7-segments.

*Opcional 1 (1 token): Si el polsador es queda premut durant més de 200 ms., caldrà incrementar l'angle de rotació del servomotor en 1º cada 40 ms.*

- **Mode analògic single:** S'activarà quan es rebi el caràcter 'S' pel canal sèrie. En aquest mode la posició del servomotor ve determinada per l'entrada analògica (`JOY_S`). Concretament, cada vegada que el *joystick* es mogui cap a la dreta (o cap a l'esquerra), caldrà incrementar (o disminuir) l'angle de rotació del servo en 5º i mantenir-lo allà fins a nova ordre. Fins que el *joystick* no torni a la seva posició de repòs, no s'actualitzarà l'angle de gir. Evidentment, quan el servomotor arribi al seu angle màxim (o mínim) de gir caldrà ignorar les ordres d'augmentar (o disminuir) l'angle. Mentre estigui activat aquest mode, caldrà mostrar un '4' pel visualitzador 7-segments.
- **Mode analògic real-time:** S'activarà quan es rebi el caràcter 'T' pel canal sèrie. En aquest mode la posició del servomotor també ve determinada per l'entrada analògica (`JOY_S`). Concretament, cal actualitzar l'angle de gir del servomotor amb la posició actual del *joystick*. És a dir, quan el *joystick* estigui completament a l'esquerra, l'angle de gir serà de 0º i quan estigui completament a la dreta,

l'angle de gir serà de 180°. Evidentment, totes les posicions intermitges han de ser proporcionals. Mentre estigui activat aquest mode, caldrà mostrar un '5' pel visualitzador 7-segments.

Els nombres mostrats pels visualitzadors de 7-segments s'hauran de mantenir fins que es rebí un nou caràcter pel canal sèrie indicant un canvi de mode. Així doncs, podem assumir que si l'usuari té activat el Mode Digital i prem una 'M' per mostrar l'última mostra adquirida, si vol tornar a entrar dins del Mode Digital tornarà a prémer la lletra 'D' del teclat de l'ordinador.

- Configurar el mode de mesura de distància:
  - **Mode single-shot:** S'activarà quan es rebí el caràcter 'U' pel canal sèrie. En aquest mode, cada vegada que es doni una ordre de mesura (mitjançant el pulsador `Measure` o bé a través del canal sèrie cada vegada que es rebí el caràcter 'U') s'haurà de fer una única mesura de distància. Mentre aquest mode estigui activat, caldrà que un dels LEDs `Status` estigui encès i l'altre apagat.
  - **Mode auto:** S'activarà quan es rebí el caràcter 'A' pel canal sèrie. En aquest mode, quan es doni l'ordre de mesura (mitjançant el pulsador `Measure` o bé a través del canal sèrie) es començarà a mesurar la distància, ininterrompudament, una vegada cada 20 ms. Quan es doni una altra vegada l'ordre de mesura (mitjançant el pulsador `Measure` o bé a través del canal sèrie) es parará de mesurar la distància. Mentre estigui activat aquest mode, caldrà mostrar un '7' pel visualitzador 7-segments. Mentre aquest mode estigui activat, caldrà que els dos LEDs `Status` estiguin encesos.

Si no hi ha cap mode de mesura de distància activat, caldrà que els dos LEDs `Status` estiguin apagats.

*Opcional 2 (1 token): Mostrar pel canal sèrie un menú interactiu que informi a l'usuari de quines opcions té disponibles i quines estan activades. Exemple:*

```

Benvingut a LSSONO!

[ ] Mode Digital (Prem D per seleccionar)
[ ] Mode Analògic Single (Prem S per seleccionar)
[X] Mode Analògic Real-time (Prem T per seleccionar)
[ ] Mode Single-Shot (Prem U per seleccionar)
[X] Mode Auto (Prem A per seleccionar)
Prem I per inserir el teu nom a la EEPROM
Prem R per llegir el teu nom de la EEPROM i mostrar el valor de les últimes 128 mostres
Prem M per mostrar l'última mostra adquirida
  
```

Heu de tenir en compte que, independentment de si resoleu l'opcional o no, un mode de posicionament de servomotor pot estar activat simultàniament amb un mode de mesura de distància.

Per tal de mesurar la distància a través del sensor d'ultrasons, s'ha de generar un pols de 10us (`Pulse_10us`) i, una vegada es rebí el pols de rebot per l'entrada `Echo`, comptar quant de temps `Echo` està a '1'. La distància mesurada en centímetres es calcula com:

$$\text{Distància(cm)} = \frac{\text{Amplada pols (us)}}{58}.$$

A la Figura 2 podeu veure un exemple del pols enviat (`Pulse_10us`) i el pols rebut (`Echo`) pel sensor HC-SR04.



Figura 2. Exemple funcionament HC-SR04r

*Opcional 3 (2 tokens): Mode auto-scan: S'activarà quan es rebi el caràcter 'N' pel canal sèrie. En aquest es realitzarà un escombrat de tots els possibles angles del servomotor, i un cop acabi, es posicionarà el servo motor en aquell angle on s'hagi detectat major distància.*

## Restriccions i recomanacions generals

- Només es poden fer servir els perifèrics vistos a classe per resoldre la pràctica. Especialment, no es poden emprar els perifèrics PWM ni *timers* diferents al Timer0.
- Podeu triar els modes de funcionament per defecte del sistema.
- Cal implementar, com a mínim, 2 tokens opcionals.
- Mesureu (utilitzant els dos canals de l'oscil·loscopi) el retard que hi ha entre `Pulse_10us` i `Echo`.
- Els servomotors acostumen a funcionar amb senyals PWM de 50 Hz. El temps a "1" d'aquests 50 Hz. va dels ~0.5 ms. (corresponent a 0° de rotació) fins als ~2.5 ms. (corresponent a 180° de rotació). És molt recomanable fer-se un petit programa de test per conèixer els valors exactes de temps a "1" per cada extrem de rotació i a quant de temps es correspon l'increment d'un grau ( $\Delta = \frac{T_{high@180^\circ} - T_{high@0^\circ}}{180}$ ).
- El servomotor ha de rotar, com a mínim 160°. Haureu d'ajustar el vostre software de manera que el PWM s'ajusti als paràmetres físics del servomotor.
- Els servomotors acostumen a consumir força corrent i generar soroll, és molt recomanable que tinguin una alimentació independent a la del microcontrolador.
- La distància màxima que caldrà mesurar es de 2 metres, amb un error màxim d'1cm.
- Cal assegurar-se que quan es mostren l'històric de distàncies mesurades, aquestes es llegeixen i diferencien correctament (mostrar 833378863816381686112373736454 no és acceptable).
- Per al lliurament d'aquesta fase cal entregar un fitxer .zip que contingui una memòria que compleixi la normativa de pràctiques i les especificacions de l'annex, dues fotografies de la placa (una des de sobre i una des de sota), un fitxer

.txt amb un enllaç a un vídeo on es mostri el correcte funcionament de la placa i una carpeta amb els fitxers del projecte de l'MPLAB.

- Com a portada cal utilitzar la portada d'aquest document, omplint els camps corresponents.
- El nom del fitxer .zip ha de seguir el següent format:  
YYYY.MM.DD-SDM-2021-P2-FA-login1-login2.zip  
Ex: 2021.12.03-SDM-2021-P2-FA- john.doe-jane.roe.zip

## Annex: contingut de la memòria

Cal que la memòria de la pràctica contingui els següents apartats:

- **Portada i índex:** la portada ha de ser la d'aquest mateix document, i cal que a l'índex les pàgines estiguin numerades.
- **Resum de l'enunciat:** amb les vostres paraules, cal que detalleu què ha de fer la pràctica.
- **Plantejament del software:** explicació de com estructurareu el software del microcontrolador.
- **Configuracions del microcontrolador:** Explicació i justificació de les configuracions utilitzades, ja siguin a nivell de pins, ports, registres, interrupcions, timers...
- **Esquema elèctric.**
- **Diagrama d'activitat del software:** On es pugui veure el funcionament general del software del microcontrolador.
- **Diagrama de seqüència del software:** On es pugui veure clarament el protocol de comunicació entre el microcontrolador i l'ordinador.
- **Conclusions i problemes observats.**
- **Planificació:** Ha de contenir dos diagrames de Gannt. El primer ha de fer referència a la planificació inicial de la pràctica, i el segon ha de mostrar els *timings* reals després de la resolució final de la pràctica.