



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA**  
**BARCELONATECH**

---

**Facultat d'Informàtica de Barcelona**

---

Enunciat de la pràctica de laboratori

---

## **Lab 7: Projecte Cafetera**

---

# **L7. Projecte Cafetera**

## **1- Objectius**

Aquesta pràctica té com a objectiu desenvolupar un petit projecte basat en el PIC18F45K22. La pràctica es farà en parelles. La data límit d'entrega serà dimecres **03/01/2024 a les 23:59h**.

Partirem de les pràctiques desenvolupades al llarg de l'assignatura, les modificarem i les integrarem en una nova aplicació, per tal de crear una cafetera automàtica.

## **2- Coneixements previs de l'alumne**

L'alumne ja ha de dominar els següents conceptes:

- L'arquitectura del PIC18F45K22

- L'entorn de desenvolupament PROTEUS

- El funcionament dels ports d'Entrada/Sortida del PIC

- El funcionament del controlador de la GLCD

- Programació de les interrupcions

- Configuració i funcionament dels Timers

- Configuració i funcionament dels Convertidor Analògic-Digital

- Configuració i funcionament del mòdul CCP

- Configuració i funcionament del mòdul USART

## **3- Descripció del projecte**

L'objectiu del projecte és programar una cafetera. La cafetera disposa d'una pantalla GLCD per presentar la informació, 4 botons per fer funcions, 1 botó de selecció, una sortida digital per activar el molinet de cafè, una sortida digital per activar la bomba d'aigua, una sortida per un ventilador controlat amb un PWM, un sensor de temperatura, un sensor de nivell del dipòsit d'aigua i un connector sèrie per comunicar-se amb l'exterior.

A nivell d'entrada/sortida, la pràctica ha de contemplar el següent mecanisme per fer el cafè. Al principi s'haurà de seleccionar el tipus de cafè (curt o llarg), la dosi (fort o suau) i la temperatura desitjada. Un cop seleccionats, s'activarà la sortida digital del molinet durant un temps determinat segons la dosi, després s'activarà la bomba d'aigua més o menys temps segons si s'ha seleccionat llarg o curt, a la vegada que s'activarà un ventilador per regular la temperatura del cafè.

El prototip es farà amb el microcontrolador PIC18F45K22 i la placa de desenvolupament EASYPIC7 de MikroElectronica.



Figura 1: Disseny del prototipus de cafetera automàtica.

Durant el projecte s'haurà de desenvolupar:

- Una pantalla de benvinguda
- El control de les funcions de la cafetera mitjançant botons d'entrada
- Una màquina d'estats per gestionar el funcionament dels diferents elements
- Lectura de sensors amb el convertidor analògic digital
- Utilització del mòdul PWM per la regulació de la temperatura amb ventilador
- Els timers i altres perifèrics necessaris per al control de la cafetera
- L'enviament i recepció d'informació per línia sèrie

S'han d'implementar aquests sistemes adaptant les interfícies que ja s'han desenvolupat a les pràctiques anteriors.

Per facilitar el debugat i per futures ampliacions, la cafetera té una connexió de línia sèrie mitjançant el perifèric USART del PIC que permet la comunicació en ambdues direccions entre la cafetera i un ordinador.

El funcionament de la cafetera és força obert, i per tant teniu llibertat per desenvolupar-lo, però heu de tenir en compte que serà important que el funcionament sigui intuïtiu i no s'hagin de fer combinacions estranyes de botons per fer un cafè. Podeu configurar els botons que creieu convenient, a les especificacions trobareu una proposta de funcionament però podeu adequar-la als vostres dissenys.

En general, es pretén poder fer un cafè més fort o més suau segons la dosi de cafè sigui més gran o més petita, que el cafè sigui més curt o més llarg d'aigua, i que es pugi seleccionar la temperatura de l'aigua. En base a aquestes seleccions, el funcionament de la cafetera canviarà segons les següents regles:

- Si la dosi és més gran, la sortida digital associada al molinet de cafè estarà més temps en marxa.

-Si el cafè és llarg, la sortida digital associada a la bomba d'injecció d'aigua estarà més temps activa.

-Segons la temperatura seleccionada amb els botons i la temperatura mesurada amb la ntc, s'haurà de canviar el cicle de treball del ventilador. Si la temperatura mesurada és més gran que la seleccionada, el ventilador haurà de girar a més velocitat per refredar més.

-Si no hi ha aigua al dipòsit, no es farà cafè i apareixerà una alarma.

## 4- Especificacions del projecte

Les especificacions del projecte les trobareu a continuació:

Sortida digital del molinet de cafè: RA0.

Sortida digital de la bomba d'aigua: RA1.

Sortida digital del ventilador amb PWM: RE0.

Sensor de temperatura amb NTC com a la pràctica L6b connectat al pin AN6.

Sensor nivell aigua simulat amb un potenciòmetre de  $1k\Omega$  connectat entre 0V i 5V. Dipòsit ple quan el sensor marca 5V. Dipòsit buit quan el sensor marca 0V. Alarma de baix nivell d'aigua quan la tensió baixa de 1V. El sensor el podeu connectar al pin que desitgeu.

Botó amunt: RC0.

Botó abaix: RC1.

Botó dreta: RC2.

Botó esquerra: RC3.

Botó selecció RC4.

Podeu afegir o treure o moure botons si el funcionament de la vostra aplicació així ho requereix.

Comunicació USART línia sèrie Tx1: RC6

Comunicació USART línia sèrie Rx1: RC7

Temps d'activació del molinet = 10 segons  $\pm$  5 segons (-5s per cafè suau, +5s per cafè fort).

Temps d'activació de l'injector d'aigua = 15 segons  $\pm$  5 segons (-5s per cafè curt, +5s per cafè llarg).

Temperatura seleccionada del cafè =  $60^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  ( $-10^{\circ}\text{C}$  per cafè fred,  $+10^{\circ}\text{C}$  per cafè calent).

Error de temperatura =  $T_{\text{seleccionada}} - T_{\text{mesurada}}$ .

Si Error de temperatura  $\leq -5^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{duty}=100\%$ .

Si Error de temperatura  $=0^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{duty}=50\%$ .

Si Error de temperatura  $\geq 5^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{duty}=0\%$ .

Entre els dos valors, s'haurà de regular el duty proporcionalment.

Aquestes especificacions les podeu adaptar segons els vostres dissenys. Haureu d'indicar les modificacions realitzades a un arxiu `readme` que entregareu juntament amb el projecte de Proteus. S'han d'especificar les variacions en la implementació respecte a les especificacions anteriors per poder avaluar els canvis realitzats i el correcte funcionament de l'aplicació.

## 4- Etapes del desenvolupament

El treball consta de tres etapes. La etapa 4.1 serà el previ del laboratori L7. La etapa 4.2 serà el sobre de la sessió L7 de laboratori. La etapa 4.3 serà l'entrega final del projecte.

### 4.1- Etapa previ de la sessió L7

Abans de la sessió presencial de laboratori programareu les pantalles de benvinguda del joc i l'enviament de comandes per la línia sèrie. També us recomanem que recupereu tots els vostres codis per a poder reutilitzar la vostra feina de sessions anteriors.

**4.1.1 Pantalles de benvinguda:** En arrancar, el vostre programa ha de mostrar dues pantalles de benvinguda.

La primera pantalla o splash mostrarà el contingut que es pot veure a la part esquerra de la Fig. 2. Per fer-ho podeu fer servir la imatge que teniu codificada al fitxer `splash.h` que trobareu a Atenea. En aquest arxiu teniu definida la imatge byte a byte. Per mostrar-la per la GLCD heu de recórrer la taula `bitmap` i anar escrivint cada un dels 128 bytes de forma consecutiva a cada una de les 8 pàgines de la GLCD. Recordeu que a Proteus, qualsevol canvi en un arxiu `*.h` requereix recompilar tot el projecte amb el botó *Rebuild Project*.

La segona pantalla de benvinguda amb els noms dels autors, es pot veure a la part dreta de la Fig. 2. Aquesta pantalla la podeu recuperar de les pràctiques anteriors. El temps que es mostrarà cada pantalla serà d'aproximadament 2 segons.

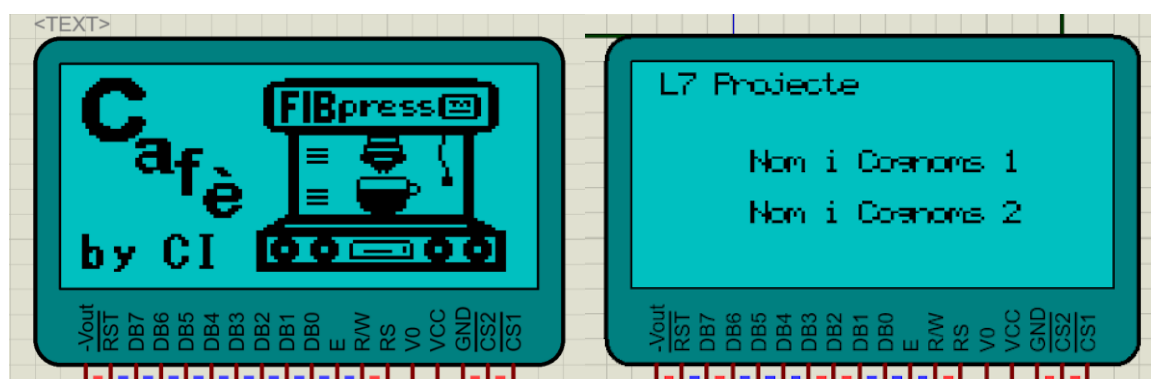


Figura 2: Pantalles de benvinguda: splash (esquerra), autors del projecte (dreta).

### 4.1.2 Enviament de dades per la línia sèrie:

Entre la primera i la segona pantalla de benvinguda haureu d'enviar els noms dels autors per línia sèrie des de el PIC cap a l'exterior.

La comunicació per línia sèrie permetrà enviar i rebre dades des d'una eina externa com pot ser un ordinador cap al PIC. Per comprovar el funcionament, simplement ho simularem a Proteus. Per fer-ho, necessitem ampliar l'esquemàtic de Proteus, afegint un element que permet visualitzar l'activitat de la línia sèrie durant la simulació. Utilitzeu el Virtual Terminal que trobareu a la icona de Instruments (veure Figura 3 on apareix el connexionat del virtual terminal). Aquest element simularà que hem connectat un PC al nostre PIC a través de línia sèrie. Cal configurar el Virtual Terminal (botó dret, seleccionar l'opció Edit Properties) de la següent manera: transmissió asíncrona de 8 bits, 115200 bauds, 1 bit de stop i sense paritat. Si heu configurat bé el PIC hauríeu de veure el que heu enviat al Virtual Terminal. Recordeu que la configuració del virtual terminal i la del vostre PIC ha de ser la mateixa: transmissió asíncrona de 8 bits, 115200 bauds, 1 bit de stop i sense paritat.

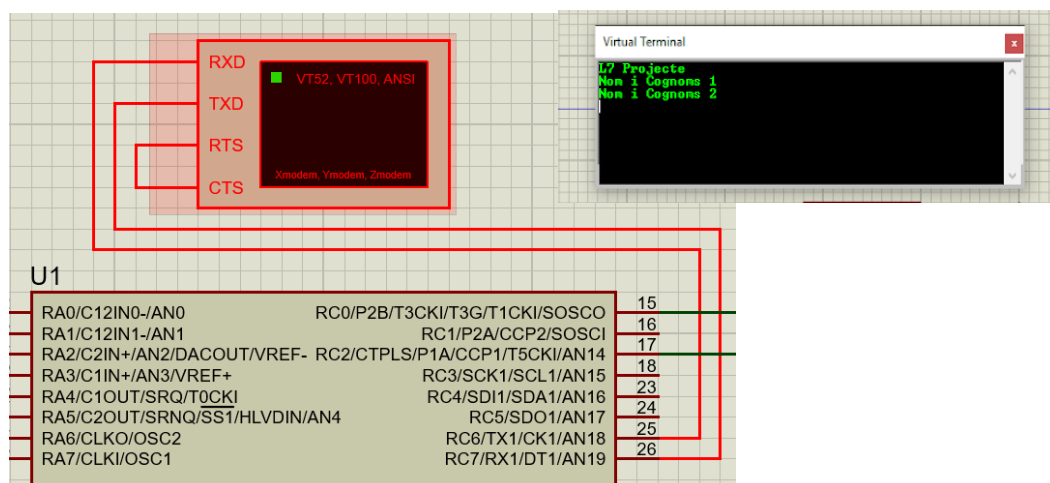


Figura 3: Connexionat dels elements del projecte incloent el virtual terminal a la part superior esquerra. Podeu veure el text L7 Projecte seguit dels noms dels autors a la pantalla del terminal virtual.

També haureu de configurar el PIC perquè sigui capaç de rebre dades per línia sèrie. En aquest punt, és recomanable seleccionar el virtual terminal, click amb el botó dret i seleccionar Echo Typed Characters. D'aquesta manera veureu a la consola el que s'està enviant cap al PIC. Un cop estigui el Virtual Terminal obert, si fem click a la finestra per seleccionar-lo, llavors qualsevol tecla que apremem es veurà al Virtual Terminal i s'enviarà cap al PIC simulant la connexió des de per exemple, un ordinador.

Per fer aquesta segona part del treball previ de la L7, es recomana la lectura detallada del capítol 16 del datasheet del PIC18F45K22, i en especial dels punt 16.1 (EUSART Asynchronous Mode) i 16.4 (EUSART Baud Rate Generator).

## 4.2 Etapa activitat a l'aula L7 (sobre)

A la sessió que es realitzarà de forma presencial al laboratori en l'horari habitual del vostre grup, comprovareu el funcionament dels components implementats a l'etapa 1 i començareu la integració de la resta de funcionalitats. La primera funcionalitat a implementar consisteix en el debugat d'informació per línia sèrie i la implementació de les funcions dels botons a través de la línia sèrie.

#### 4.2.1 Debugat per línia sèrie:

Quan hi hagi un canvi d'estat a la cafetera s'enviarà des del PIC fins al terminal de la línia sèrie la informació adequada que servirà per debugar l'aplicació. També podeu incloure altra informació que considereu interessant.

#### 4.2.2 Botons amb tecles “wasdx” per línia sèrie:

Com s'ha explicat a l'apartat d'especificacions, els botons amunt/abaix/esquerra/dreta serveixen per configurar el tipus de cafè desitjat. Per facilitar el test automàtic de les cafeteres, l'equip de validació necessita que aquest botons es puguin substituir per comandes provinents de la línia sèrie. Per tant, haureu de fer el codi necessari perquè la cafetera respongui igualment quan s'apreten els botons o quan s'envien les comandes següents pel terminal:

Caràcter 'w': botó cap a dalt

Caràcter 'x': botó cap a baix

Caràcter 'a': botó cap a l'esquerra

Caràcter 'd': botó cap a la dreta

Caràcter 's': botó seleccionar

D'aquesta manera, si s'apreta el botó cap a dalt o si es rep el caràcter 'w' per línia sèrie, el nostre codi de la cafetera haurà d'implementar la mateixa funcionalitat. De forma similar es farà amb la resta de botons.

**És necessari implementar la gestió d'errors en la comunicació sèrie, de tal manera que si arriben dades que no s'han pogut processar correctament, la comunicació pugui continuar. Per a tal fi, consulteu els registres de frame error `RCSTAbits.FERR` i overrun `RCSTAbits.OERR`.**

### 4.3 Etapa final, treball autònom en grup i entrega telemàtica

En aquesta etapa haureu d'integrar tots els components de l'aplicació. La data d'entrega serà abans del dimecres **03/01/2024 a les 23:59h**. L'entrega es farà pel racó en el vostre grup de pràctiques.

D'aquest treball haureu de lliurar al Racó:

- Treball previ (etapa 1) abans de la sessió de pràctiques
- Treball sobre (etapa 2) just després de la sessió de pràctiques
- El projecte complet de Proteus (etapa 3) abans del 03/01/2024 a les 23:59h.  
Haureu d'incloure un **arxiu *readme* amb un breu manual d'utilització de la cafetera.**  
**També haureu d'incloure un breu text on es descrigui, en menys d'una pàgina, l'estructura del codi, els problemes trobats i les solucions implementades.**

## 5- Rúbrica L7

	Iniciat (0-2.5 punts)	En desenvolupament (2.5-5.0 punts)	Aconseguit (5.0-7.5 punts)	Exemplar (7.5-10 punts)
Botons (1 punt):	Els hw i sw dels botons no són correctes	No es detecten ni els flancs ni els anti-rebots en els botons en aquells botons que ho requereixen	Funcions auxiliar o anti-rebots funcionen malament o no són modulars	Funcions auxiliar i anti-rebots funcionen perfectament i són modulars
Timers (1 punt):	Les accions temporitzades no estan ben gestionades i la configuració del timer és incorrecta	Les accions temporitzades no estan ben gestionades o la configuració del timer és incorrecta	L'ús del timer està mal integrat amb la resta de funcionalitats	El temporitzador funciona perfectament i les accions que fan servir els timers estan ben implementades i ben temporitzades
Interrupcions (1 punt):	No hi ha cap atenció a la interrupció en el projecte	La gestió de les interrupcions al projecte és molt bàsica i no s'ajusta a les necessitats del projecte	La gestió de les interrupcions és correcta però existeixen problemes de disseny o de configuració que fan que no funcionin perfectament	La gestió de les interrupcions és correcta i funciona perfectament
Analog/Digital Converter (1 punt):	No està ben configurat o no funciona	La configuració no és consistent amb els requeriments del datasheet	La configuració del perifèric és correcta, està justificada, compleix els requeriments del datasheet, però la conversió es crida quan no és necessari o es fa massa sovint	La configuració del perifèric és correcta, està justificada, compleix els requeriments del datasheet i la conversió es fa quan toca i al ritme que es requereix
USART (1 punt):	No funciona ni Rx ni Tx	Configuració fora d'especificació o no funciona Rx o Tx	Funciona bé però no hi ha gestió de frame error ni overrun	Funciona perfectament, hi ha gestió d'interrupcions de Rx, frame error i overrun i les tecles wsadx serveixen per testejar els botons
PWM (1 punt):	No funciona	La configuració és incorrecta	O el cicle de treball, o la freqüència del PWM són errònies	Control de temperatura implementat perfectament
Funcionament (1 punt):	Gràfics i gestió dels diferents elements de la cafetera poc atractius, funcionament erràtic i sense màquines d'estat per transitar entre les funcionalitats	Gràfics i gestió dels diferents elements de la cafetera poc atractius, funcionament poc intuïtiu, o absència de màquines d'estat per transitar entre les funcionalitats	Gràfics i gestió dels diferents elements de la cafetera atractius, però funcionament poc intuïtiu, o amb errors a la màquina d'estats	Gràfics i gestió dels diferents elements de la cafetera atractius, i funcionament molt amigable i intuïtiu, amb màquina d'estats perfectament funcional
Codi (1 punt):	El codi està mal estructurat, un únic arxiu de configuració al main.c	El codi està mal estructurat, diversos arxius sense capçalera, prototipus, etc.	Un arxiu *.h i *.c per cada configuració però no hi ha comentaris dels registres i no s'inclou l'arxiu readme	Un arxiu *.h i *.c per cada configuració amb comentaris dels registres i s'inclou l'arxiu readme amb informació rellevant
GLCD (2 punts):	La pantalla no presenta la informació correctament, apareixen punts on no toca, s'actualitza la pantalla en llocs del codi no adients	La pantalla no presenta la informació correctament, o apareixen punts on no toca, o s'actualitza la pantalla en llocs del codi no adients	La pantalla funciona bé però es fan més actualitzacions de les necessàries i es fa un ús injustificat de SetDot en comptes de writeByte	Funciona perfectament, s'aprofiten bé tots els recursos i es fa servir writeByte en comptes de SetDot quan sigui avantatjós