

# PRÀCTICA 5

## *Ports d'entrada/sortida i conversor ADC*

Els objectius concrets de la pràctica són:

- Aprendre a treballar amb l'entrada/sortida emprant pins particulars com a entrada o sortida.
- Comprendre el funcionament del conversor ADC.

La pràctica es divideix, per tant, en dues parts:

- La primera part empra uns pins determinats d'un port d'entrada/sortida, bé com a entrada, bé com a sortida, amb l'objectiu de comprendre el funcionament del detector d'obstacles lateral del RUAB1.
- La segona part empra el conversor ADC del microcontrolador per a caracteritzar el detector d'obstacles lateral.

## *Resum del material que cal per a realitzar aquesta pràctica.*

- AVRstudio i programador PonyProg
- Microcontrolador ATMEGA8L
- Placa de prototipatge
- Detector IR lateral preparat pel RUAB1
- Leds i resistències

## **NOTA:**

- *Recordeu llegir els enunciats previ a l'inici de la sessió de pràctiques*
- *ENVIEU PREVI A L'INICI DE LA PRÀCTICA L'INFORME PRELIMINAR AL PROFESSOR DE PRÀCTIQUES*
- *Porteu impresos els d'atacats corresponents a la sessió*

## **5.1 El detector d'obstacles lateral del RUAB1**

En aquesta pràctica, apart d'emprar els leds (ja introduïts en la pràctica anterior) es treballarà amb el detector d'obstacles lateral del RUAB1.

La figura 5.1 mostra que el detector d'obstacles lateral està format per dos díodes IR, un emissor IR (TSFF5210) i un receptor (fotodíode BPV10), i resistències de limitació de corrent. L'emissor IR davant una entrada de voltatge respon enviant llum infraroja. El detector està connectat en forma de divisor de voltatge de manera que si hi ha un objecte a prop, respon conduint, fet que fa augmentar el voltatge del node intermig. Si aquest node es connecta a una entrada d'un microcontrolador, en arribar al threshold del pin d'entrada, aquest canviarà d'estat. Si aquesta entrada correspon a una entrada d'un ADC es pot conèixer el valor d'intensitat que arriba.

Davant aquest funcionament, el connexionat que es demana realitzar queda clar:

- El corrent del díode emissor es proporcionarà connectant la sortida d'un pin del microcontrolador al fotodíode emissor.
- Un altre pin, configurat com a entrada, es connectarà entre el fotodíode i la resistència. Aquest pin detectarà quan la intensitat de llum que arriba, que serà l'eco d'un obstacle (si hi és).
- S'utilitzarà un tercer pin, com a sortida, per a connectar un led que ens indicarà quan s'està detectant obstacle.

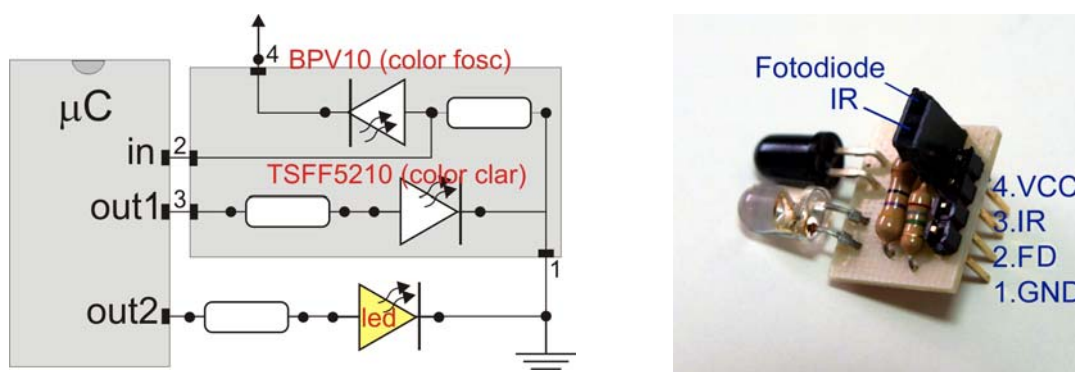


Figura 5.1. a) Esquema. b) Connexionat

### Primer programa: Detectant obstacles

Aquesta primera part de la pràctica és molt simple. Es connecta el detector d'obstacles lateral amb el microcontrolador i un led de visualització (d'acord amb el connexionat de la figura 5.1) es tracta de crear el programa que encén el led quan es detecta obstacle. Els requisits imposats per a la pràctica són:

- Pel pin *out1* es traurà un pols de freqüència 50 Hz amb un duty-cycle del 10% (això és, l'ampla del pols a 1-lògic ha de durar 2 ms, i a 0-lògic 18ms). Aquest pols excitarà l'emissor IR.
- Al final de l'excitació es llegirà pel pin *in*, que rep la sortida del fotodíode.
- Pel pin *out2* es traurà un 1-lògic (s'encendrà el led) quan es detecti obstacle. Si no es traurà un 0-lògic.

En conseqüència, l'algorisme a implementar respondrà al diagrama de flux de la figura 5.2. L'algorisme emprà una subrutina d'espera de 0.1ms que temporitza tot el procés. És convenient fer totes les esperes realitzant crides a aquesta funció: simplifica el disseny de l'algorisme. La programació a realitzar és similar a la realitzada en la pràctica 4, però ara només es treballa amb tres pins.

Els requeriments, en quan a pins d'entrada/sortida, són els següents:

- La sortida cap a l'emissor IR (*out1*) es traurà pel PORTB.0.
- La sortida a led (*out2*) serà pel PORTD.0.
- I l'entrada del fotodíode (pin *in*) serà el PINC.0.

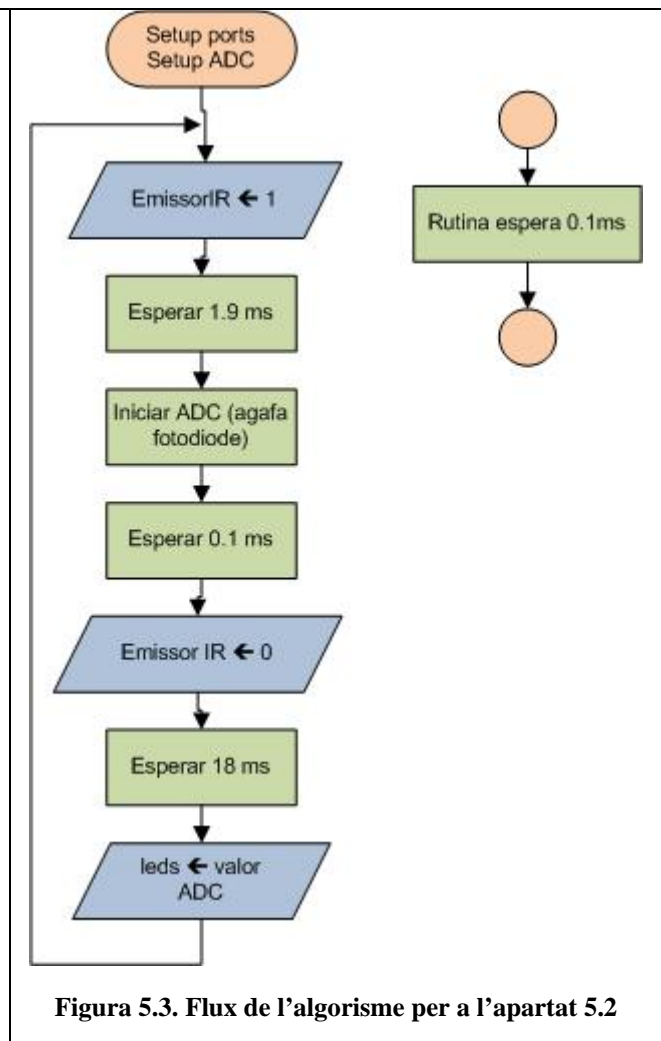
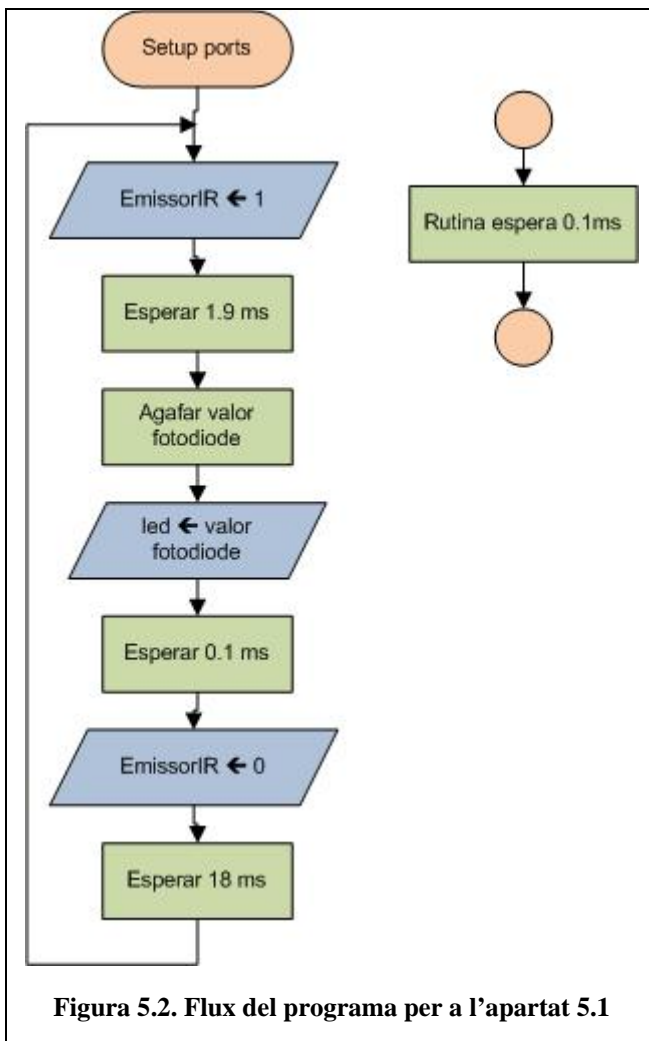
### TREBALL PREVI (a entregar previ a l'inici de la primera sessió de pràctiques):

- Realitzar el programa que fa funcionar el detector d'obstacles. Realitzar la corresponent simulació per a comprovar el funcionament correcte.
- Donar el connexionat del circuit a implementar en el laboratori.

### TREBALL PRÀCTIC:

Realitzar el muntatge en el laboratori:

- Implementar el circuit sobre protoboard.
- Previ a la connexió del detector lateral **comprovar que el pols generat per l'emissor IR té una freqüència de 50Hz i un duty-cycle del 10%** tot connectant l'oscil·loscopi a la sortida corresponent del microcontrolador.
- Acabar de fer tot el connexionat i provar el funcionament del circuit.



## 5.2 Adquisició i procés del senyal: ús del ADC

La detecció d'obstacle realitzada en l'apartat anterior és una mesura molt discreta per a la sortida del fotodíode que està pensada per a donar una mesura de la distància a l'obstacle.

Per millorar la mesura, en aquest apartat es connectarà la sortida del fotodíode a una entrada del convertidor ADC del microcontrolador. D'aquesta manera es podrà realitzar una mesura de la distància.

Per a fer tot el procés es tindran en consideració els següents punts:

- El connexionat és el mateix que en l'apartat anterior, només que ara, enlloc de la sortida discreta a led, la sortida del ADC es traurà per un bus de 8 bits (s'agafarà el PORTD).
- L'entrada analògica s'agafa pel mateix PORTC.0.
- El convertidor inicia una nova conversió cada cop que se li indica. El moment triat és el que en l'apartat anterior s'agafava el valor del fotodíode per a ser enviat cap al led.

La sortida en aquest cas es realitza després d'esperar els 18 ms. El motiu és simple: donar temps al convertidor ADC a realitzar la conversió.

La figura 5.3 mostra el diagrama de flux corresponent a l'algorisme a realitzar en aquest segon apartat. Com es pot veure, i d'acord amb l'explicació donada, els canvis són mínims. La tasca principal es troba en fer la feina al convertidor ADC.

**TREBALL PREVI (a entregar previ a l'inici de la primera sessió de pràctiques):**

Entregar el programa complet (s'ha d'incloure la part principal del programa assemblador).

**TREBALL PRÀCTIC:**

Realitzar el muntatge en el laboratori sobre protoboard i comprovar el funcionament.

Caracteritzar els dos detectors d'obstacle lateral del robot (omplir la següent taula).

<i>Nom detector:</i>			<i>Nom detector:</i>	
<b>Distància (cm)</b>	<b>Mesura (ADC)</b>		<b>Distància (cm)</b>	<b>Mesura (ADC)</b>
2			2	
3			3	
4			4	
5			5	
6			6	
7			7	
8			8	
9			9	
10			10	
11			11	
12			12	
13			13	
14			14	
15			15	

**RECORDATORI (ràpid) DEL FUNCIONAMENT DE L'ADC**

**(Cal llegir el datasheet per aprofundir en el funcionament de l'ADC)**

L'ADC té una resolució de 10 bits. Per tant necessita dos registres per emmagatzemar el resultat de conversió. L'ADCH que emmagatzema els bits de més pes i el ADCL que guarda els de menys pes. En la pràctica, i com es comenta, només s'emprarà l'ADCH. El control de funcionament es fa amb 3 registres:

- El registre de selecció ADMUX. Conté tres paràmetres importants per a la pràctica:
  - o Bits MUX3 a MUX0. Seleccionen l'entrada de conversió. Com que es treballa amb el port 0, els deixarem a 0.
  - o Bits SREF1 i SREF0. Seleccionen el voltatge de referència. Com que treballem amb el valor d'alimentació (d'acord amb la taula) es posarà el valor 1.
  - o I el bit ADLAR. Permet desplaçar a l'esquerra el resultat dels 10 bits de conversió, ajustant el bit més significatiu de la conversió al bit més significatiu del registre ADCH. Com que ens interessin els 8 bits més significatius l'activarem i així només caldrà llegir els 8 bits més significatius, fet que ens donarà una resolució de  $5V/256 = 0.195mV$ .
- El registre de control i status ADCSRA. Porta el control de la conversió. Cal tenir en compta els bits:
  - o ADEN. Activat indica que el convertidor està preparat per fer conversions. Es pot activar al començament del programa quan s'empra l'ADC.
  - o ADSC. S'ha d'activar per iniciar una conversió i roman activat mentre aquesta es realitza.
  - o ADIF. Senyal d'interrupció que indica que s'ha acabat la conversió. No s'emprarà en aquesta pràctica.
  - o ADIFSC. Prescaler de funcionament del convertidor. Es deixarà un prescaler de 8.
- SFIOR. És un registre especial que no s'utilitza en aquesta pràctica.

## AJUDA A LA PRÀCTICA: Setup de la pràctica

Per ajudar en la realització de la pràctica es dóna part del codi. Falta posar-hi el programa principal. És a dir, la funcionalitat.

**; Programa detector IR lateral: SETUP DEL MICROCONTROLADOR - FALTA EL MAIN**

```
.INCLUDE "m8def.inc"

.DEF temp = r16           ; Registre temporal
.DEF cntMain = r17       ; Registre comptador que es pot emprar en el Main
.DEF cnt = r18           ; Registre comptador en subrutina d'espera
      (DECLARAR REGISTRES ADICIONALS SI FAN FALTA)

.ORG 0x0
RJMP     inici

inici: LDI     temp, low(RAMEND); Byte baix de la posició de memòria final
      OUT     SPL, temp      ; SPL guarda la posició baixa de l'apuntador al stack
      LDI     temp, high(RAMEND); Byte alt de la posició de memòria
      OUT     SPH, temp      ; SPH guarda la posició alta de l'apuntador al stack

      RCALL   setupPorts    ; Setup dels ports
      RCALL   setupADC      ; Setup dels ports      (EN APARTAT 2)

;-----
;PROGRAMA PRINCIPAL
;-----
main:   CAL OMPLIR EL MAIN
      RJMP   main

;-----
;SETUP PORTS
;-----
setupPorts: SBI DDRB, 0      ; PortB.0 com a sortida cap a emissor IR
      LDI   temp, 0;
      OUT   DDRD, temp     ; PortD com a sortida de visualització: leds (de fet, per defecte és 0)
      OUT   DDRC, temp     ; PortC.0 com a entrada fotodiode (de fet, per defecte és 0)
      RET

;-----
;SETUP ADC
;-----
setupADC: ; Prescaler a 8 ==> temps conversió= 8*13/1000000 seg
      LDI   temp,(1<<ADEN)|(1<<ADPS1)|(1<<ADPS0)
      OUT   ADCSRA,temp
      LDI   temp,(1<<REFS0)|(1<<ADLAR) ; Ajustat a l'esquerra
      OUT   ADMUX,temp
      RET

;-----
;RUTINA DE RETARD D' 1 ms
;-----
retard0m1: LDI cnt, 30      ; s'inicialitza el comptador intern
r0m1: DEC   cnt            ; es decrementa comptador intern
      BRNE  r0m1          ; bucle intern
      RET
```