



Laboratorio de Microprocesadores - 86.07

# Trabajo Práctico Obligatorio N°3

## Rotación de LEDs

Profesor:			Ing. Guillermo Campiglio									
Cuatrimestre/Año:			1°/2020									
Turno de las clases prácticas			Miércoles									
Jefe de trabajos prácticos:			Ing. Pedro Ignacio Martos									
Docente guía:			Ing. Fabricio Baglivo, Ing. Fernando Pucci									
Autores			Seguimiento del proyecto									
Nombre	Apellido	Padrón										
Santiago	López	100566										

### Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Fecha de aprobación			Firma J.T.P		

Coloquio	
Nota final	
Firma profesor	

# Índice

1. Objetivo	2
2. Descripción	2
3. Diagrama de conexiones en bloque	2
4. Esquemático	2
5. Listado de componentes	2
6. Diagrama de flujo	3
7. Código fuente	3
8. Costos	6
9. Resultados	6
10. Conclusiones	6

## 1. Objetivo

Hacer manejo de un puerto del microcontrolador para mover un '1' lógico entre '0's lógicos a lo largo del puerto. Luego llevar esto a la práctica, viendo el traslado de un LED encendido a lo largo de una hilera de 6 LEDs.

## 2. Descripción

Para rotar el LED encendido se comenzó por setear el bit 0 del puerto B del microcontrolador, para luego ir moviendo el '1' a lo largo del puerto con el uso de las instrucciones *ROR* (*Rotate Right through Carry*) y *ROL* (*Rotate Left through Carry*).

Para la implementación del código se hizo uso de *macros* para englobar la rotación de los bits sobre los registros, para luego pisar el nuevo valor sobre el puerto. A su vez, se hizo uso de *subrutinas*. Aunque usualmente se utilizan para ahorrar memoria del micro al repetir un código reiteradas de manera secuencial, se optó por su uso como método de práctica experimental.

## 3. Diagrama de conexiones en bloque

Las conexiones siguieron el esquema de la Figura 1.

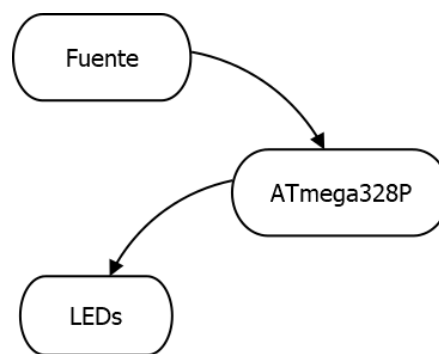


Figura 1: Diagrama de conexiones en bloque.

## 4. Esquemático

La Figura 2 muestra las conexiones eléctricas efectuadas en el práctico. Los componentes utilizados se encuentran en la sección siguiente.

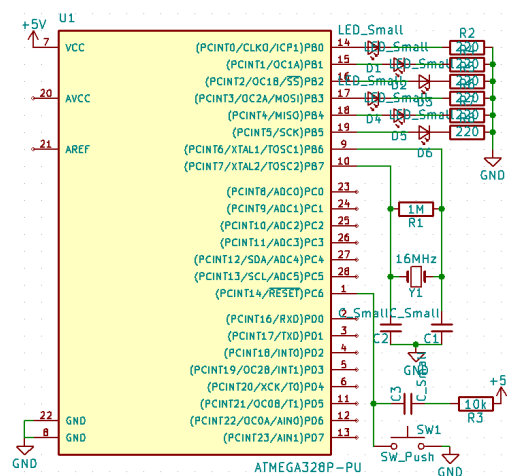


Figura 2: Circuito esquemático.

## 5. Listado de componentes

Los componentes utilizados fueron los listados a continuación:

- Placa de desarrollo Arduino UNO
- Resistores de  $220\Omega$
- LEDs de color rojo
- Protoboard
- Cables unipolares

## 6. Diagrama de flujo

En la Figura 3 se presentan los pasos a seguir por el programa. Dado el objetivo del práctico, se decidió abstraerse de la implementación del tiempo de espera para poder ver el LED encendido.

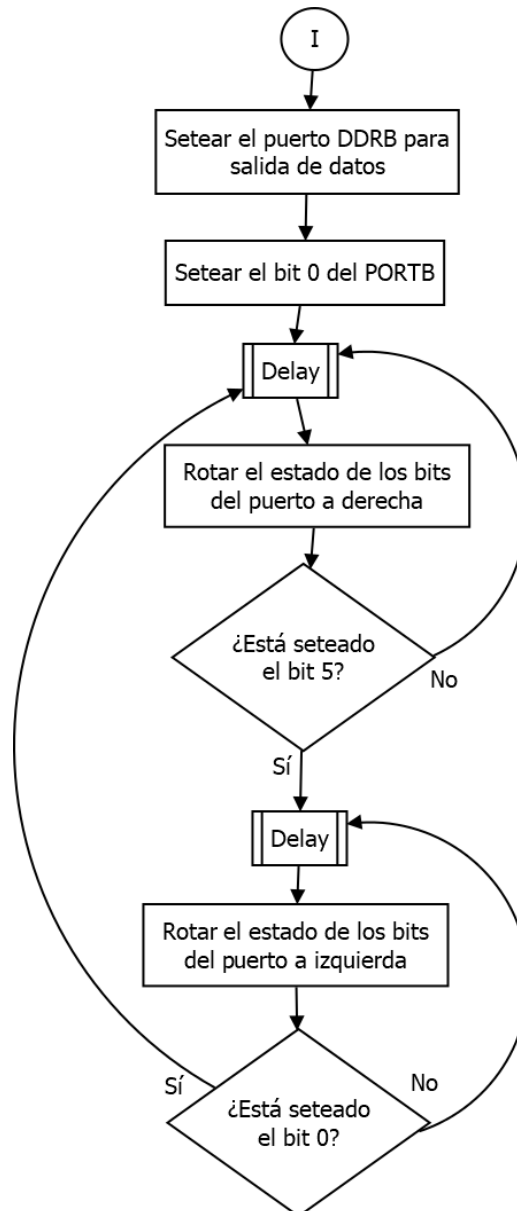


Figura 3: Diagrama de flujo.

## 7. Código fuente

En el programa se puede ver el uso de tanto macros para no repetir código, como subrutinas para ahorrar memoria del micro.

```

1: .include "m328pdef.inc"
2:
3: .dseg
4:
5:
6: .macro ROR_LED
7:     ror @0
8:     out @1,@0
9: .endm
10:
11: .macro ROL_LED
12:     rol @0
13:     out @1,@0
14: .endm
15:
16:
17:
18: .EQU LIMITE_DER = 0
19: .EQU LIMITE_IZQ = 5
20: .EQU LEDS = PORTB
21:
22: .cseg
23: .org 0x0000
24:     jmp main
25:
26:
27: .org INT_VECTORS_SIZE
28: main:
29:
30:     ldi r20,0xff
31:     out DDRB,r20
32:
33:     ldi r21,0x80    ; prendo el bit 7
34:     out LEDS,r21
35:
36: barrer_der:
37:     call delay
38:     call correr_derecha
39:     sbis LEDS,LIMITE_DER
40:     rjmp barrer_der
41:
42: barrer_izq:
43:     call delay
44:     call correr_izquierda
45:     sbis LEDS,LIMITE_IZQ
46:     rjmp barrer_izq
47:
48:     rjmp barrer_der
49:
50:
51: //subrutinas
52:
53: correr_derecha:
54:     ROR_LED r21,LEDS
55:     ret
56:
57: correr_izquierda:
58:     ROL_LED r21,LEDS
59:     ret
60:
61:
62: delay:
63:     ldi r22,0x00
64:     ldi r23,0x00
65:     ldi r24,0x00
66: ciclo_encendido:
67:     inc r22
68:     cpi r22,0xff
69:     brlo ciclo_encendido

```

```
70:
71:    ldi    r22,0x00
72:    inc    r23
73:    cpi    r23,0xff
74:    brlo   ciclo_encendido
75:
76:    ldi    r23,0x00
77:    inc    r24
78:    cpi    r24,0x04
79:    brlo   ciclo_encendido
80:
81:    ret
```

## 8. Costos

A continuación se presenta un listado de los costos de los componentes utilizados en el práctico.

- Arduino UNO - \$850
- Resistores - \$50
- LEDs rojo - \$120
- Protoboard - \$240
- Cables unipolares - \$150

Sumando un costo total de \$1410.

## 9. Resultados

En esta sección se corroborará que la corriente del puerto no sea perjudicial para el micro.

La corriente máxima que puede circular por un pin es de 20mA, mientras que las corrientes máximas del puerto son  $I_{OL} = 100\text{mA}$  y  $I_{OH} = 150\text{mA}$ . Respecto a  $I_{OL}$  no se espera que haya problema alguno, ya que al setear un '0' lógico la corriente es 0A, debido a que la tensión  $V_{OL}$  máxima es de 0,8V, la cual es menor a la tensión necesaria para que circule corriente a través de los LEDs, que resulta de 1,2V.

La corriente que circula por cada pin al tener un '1' lógico está dada por (1).

$$I_{pin} = \frac{V_{CC} - V_L}{R} \quad (1)$$

Con una tensión  $V_{CC} = 5\text{V}$ ,  $V_L \simeq 1,5\text{V}$  y  $R = 220\Omega$ , la corriente del pin resulta de  $I_{pin} = 16,0\text{mA}$ . Siendo que cada LED se prende cuando el resto están apagados, la corriente que circula por el puerto es siempre  $I_{pin}$ .

## 10. Conclusiones

El uso de las macros o subrutinas redujo considerablemente el largo del código, demostrándose así la buena práctica que representan a la hora de repetir las mismas operaciones una y otra vez.

Calculando la corriente que circula por cada pin en simultáneo se demostró que no hay peligro de alcanzar la corriente máxima del puerto, siempre y cuando se entregue tensión de encendido a un pin a la vez. En caso de querer encender más de un LED en simultáneo se deberá tener en consideración los valores máximos soportados por el dispositivo.