



Laboratorio de Microprocesadores - 86.07

## Trabajo Práctico Obligatorio N°6

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	
Mariano Federico	Guglieri 99573
Seguimiento del proyecto	

### Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Fecha de aprobación		Firma J.T.P

Coloquio	
Nota final	
Firma profesor	

# Índice

<b>1. Objetivos</b>	<b>2</b>
<b>2. Desarrollo</b>	<b>2</b>
2.1. Configuración del Timer1 . . . . .	2
2.2. Cálculo del período del parpadeo . . . . .	2
<b>3. Diagrama en bloques</b>	<b>2</b>
<b>4. Esquemático y listado de componentes</b>	<b>3</b>
<b>5. Diagrams de flujo</b>	<b>4</b>
<b>6. Códigos</b>	<b>5</b>
<b>7. Resultados</b>	<b>6</b>
<b>8. Conclusiones</b>	<b>6</b>

## 1. Objetivos

El objetivo de este trabajo consiste en crear un programa, mediante el uso de registros de timers, que haga parpadear un led en 3 frecuencias distintas o que lo deje encendido fijo, según los valores que haya en las entradas de un puerto.

## 2. Desarrollo

Para la realización del trabajo se utilizó la plataforma de desarrollo de Atmel, Atmel Studio versión 7.0, en donde se implementó el Software. Para la parte física se requirió de un Arduino UNO, el cual sirvió como programador para el integrado ATMEGA328P, además de suplirlo con la energía necesaria para su funcionamiento. Se utilizó un resistor junto a un led de color verde conectado al puerto b, dos pulsadores conectados al pind0 y pind1, dos resistores de  $10k\Omega$  y varios cables para unir el circuito.

En la primera parte del código se declararon las direcciones de la sección de configuración, de la interrupción del timer y del programa principal. En la parte de configuración se configuró el Stack Pointer, los pines de entrada y salida y se habilitó la interrupción por overflow del timer1. El objetivo del programa principal es leer el estado de los pines del puerto d y luego derivar esta información a una subrutina la cual, según en que estado estén los pines, modifica el registro de control del timer1. Si no se presionan los pines, el led permanecerá encendido. Si se presiona sólo el pind0, la interrupción del timer funcionará contando los pulsos de clock dividido por un prescaler de valor igual a 64. Si se presiona el pind1 el prescaler será de 256 y si se presionan los dos al mismo tiempo el prescaler será de 1024.

Se optó por usar la técnica de polling para leer el estado del puerto d, dado que el programa no tiene que ejecutar otras tareas, no interrumpe nada. Haciendo polling se puede enganchar un rebote o un ruido y por lo tanto se podría llegar a configurar mal es prescaler. Si bien la próxima medición puede llegar a corregir el problema, no se debería actualizar el prescaler hasta validar que el dato esta fijo. Es por esto que se hacen 2 lecturas con un delay en el medio y se comparan si ambas fueron iguales.

### 2.1. Configuración del Timer1

En la sección de configuración, como se mencionó previamente, se configuró el registro del timer1 para que se genere la interrupción cuando este produzca un desborde (overflow). Esto se hace poniendo en alto el bit TOIE1 del registro TIMSK1. La dirección de la interrupción por overflow del timer1 se encuentra bajo el nombre OVIF1addr en el archivo m328pdef.inc. El comportamiento del timer1 se especifica mediante los registros de control TCCR1A y TCCR1B. Como se opera en modo normal el registro TCCR1A no se utilizó ya que se encuentra de manera predeterminada en cero. El registro TCCR1B se encarga de configurar, entre otras cosas, el uso de prescalers y la detención de la interrupción del timer. Cada vez que se modifica el estado de los pines del puerto de entrada, se debe modificar este registro acorde a lo estipulado por el trabajo.

### 2.2. Cálculo del período del parpadeo

El timer1 posee un registro de conteo de 16 bits. Por lo tanto, en modo normal, cuenta de 0 a  $2^{16}$ . Cuando llega al máximo valor posible (en hexadecimal 0xFFFF), este produce un overflow que activa la rutina de interrupción, modificando el estado del pin donde se conectó el LED. Al producirse el overflow, el registro vuelve a contar desde cero. La velocidad con la que el timer va contando es igual a la velocidad del clock que se tenga. En este caso, al utilizar un arduino, la velocidad de clock se encuentra en 16MHz. Si se usa un prescaler, se baja la frecuencia de conteo del registro por un factor de 64, 256 o 1024 según sea el valor del prescaler.

El cálculo de cada cuanto se prende el led será entonces la distancia temporal entre dos overflows:

$$\tau = 2 \cdot \frac{2^{16}}{16MHz/prescaler} \quad (1)$$

Esta cuenta da un período de 0.52s para el prescaler de 64, 2.09s para el prescaler de 256 y 8.39s para el de 1024.

## 3. Diagrama en bloques

El diagrama de conexiones en bloque del trabajo se presenta a continuación:

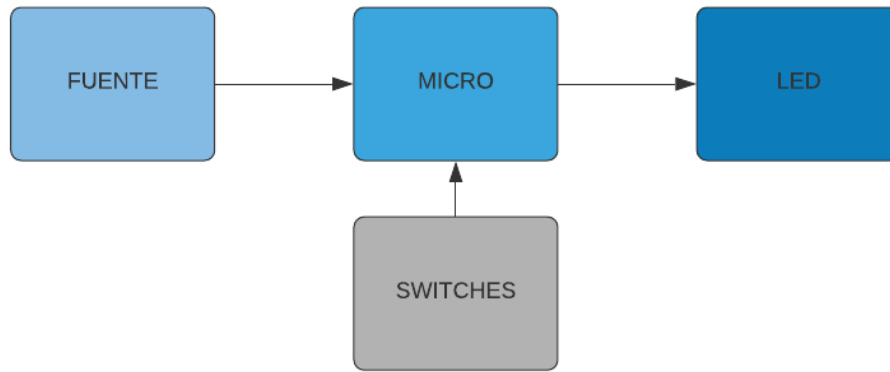


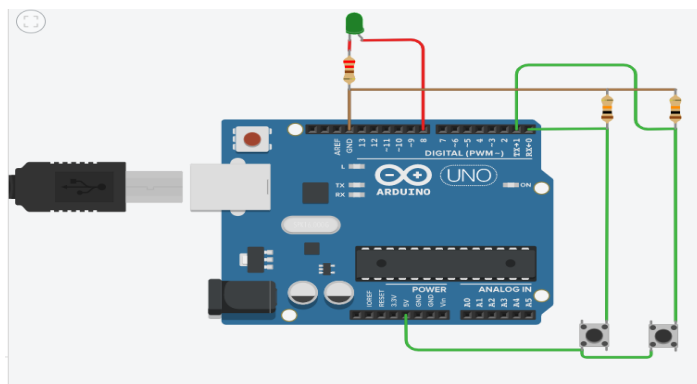
Figura 1: Diagrama de conexiones en bloque

Se observa que el funcionamiento surge primero de la pc donde se encuentra el código que será descargado en el micro y a su vez sirve como una fuente. El micro recibe información del estado de los botones. En base a si se están pulsando o no, el micro modificará el registro de control del timer1, modificando los prescalers. Esto es lo que se ve en el diagrama.

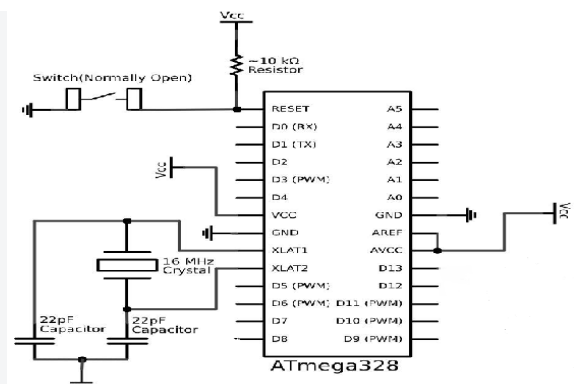
#### 4. Esquemático y listado de componentes

Para el circuito se utilizaron los siguientes componentes:

- 2 resistores de  $10k\Omega$
- 1 resistor de  $220\Omega$
- 1 led de color verde
- 2 pulsadores
- 7 cables para protoboard
- 1 placa arduino con atmega328p
- 1 protoboard



(a) Esquemático del circuito implementado



(b) Circuito con cristal de 16MHz

Figura 2: Esquemático del circuito

En total se habrá gastado unos 150 pesos para el circuito. Sin contar la plataforma arduino.

La plataforma arduino le agrega al microcontrolador un cristal de 16Mhz y una resistencia de  $10k\Omega$  como se observa en a figura 2b.

## 5. Diagrams de flujo

A continuación se presentan los diagramas de flujo. El primero consiste en el programa principal más la configuración previa. La configuración de puertos y de la interrupción se puso todo en un mismo bloque ya que esto ya se vio en los trabajos anteriores. La subrutina de polling se encuentra al lado. Esta rutina se encarga de preguntar cuál es el valor del puerto d y en base a eso ejecutar la instrucción correspondiente. Nótese que, si bien se pregunta innecesariamente si el valor del puerto es 3, esto se configuró de esta manera con el propósito de hacer el código más legible y más fácil de agregarle, si se quisiera a futuro, más modos de operaciones. Por último, se presenta el diagrama de flujo de la interrupción del timer. Este consta de prender y apagar el LED.

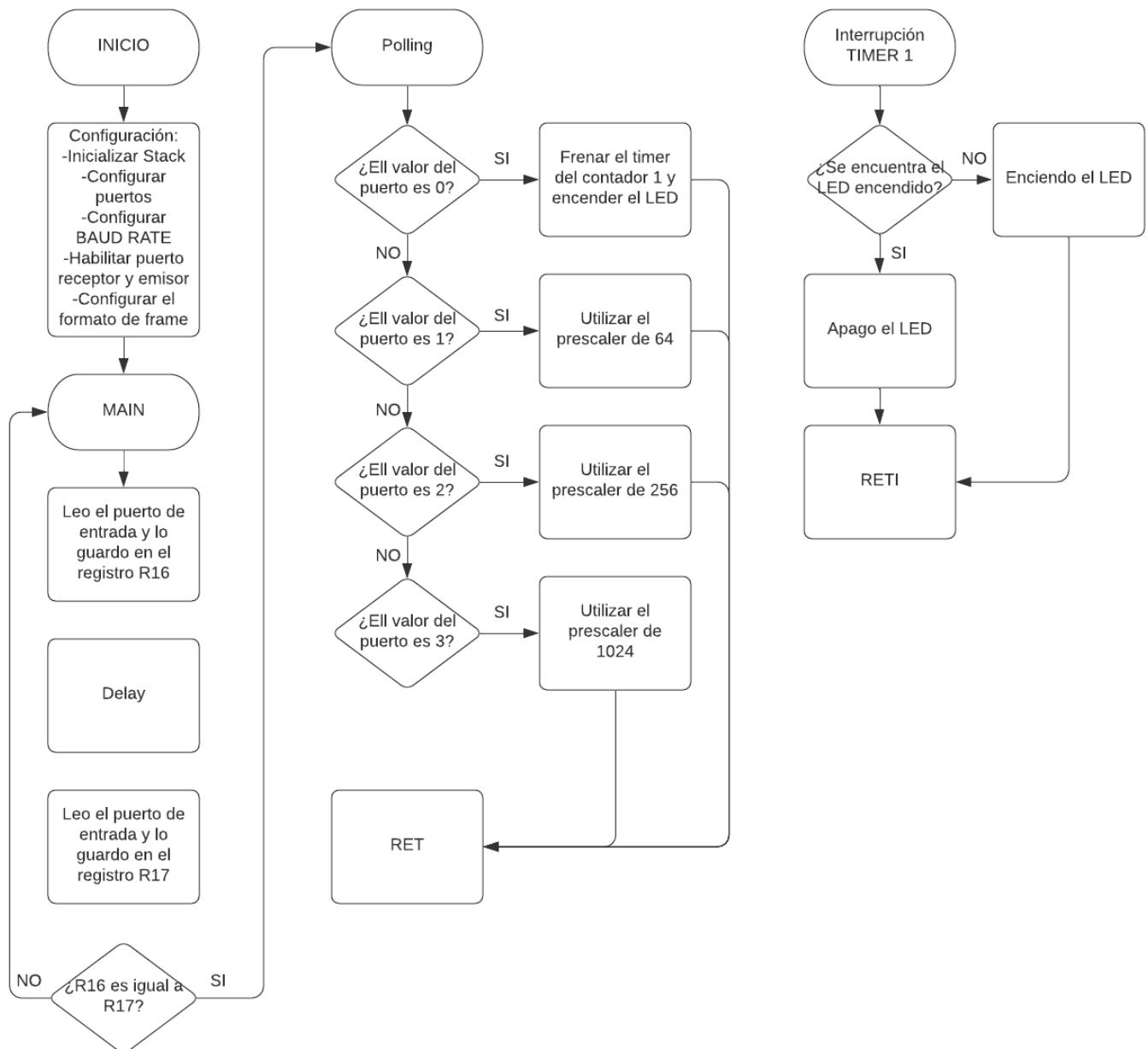


Figura 3: Diagramas de flujo

## 6. Códigos

A continuación se presenta el código:

```

1  .include "m328pdef.inc"
2
3  .cseg
4  ;direcciones de codigo
5  .org 0x0000
6  rjmp configuracion
7  .org OVFladdr
8  rjmp TO_1V_ISR
9  .org INT_VECTORS_SIZE
10
11 configuracion:
12 ;inicializo el stack
13 ldi R16, HIGH(RAMEND)
14 out SPH, R16
15 ldi R16, LOW(RAMEND)
16 out SPL, R16
17
18 ;declaro el PORTB como salida
19 sbi DDRB, 0
20
21 ;declaro el PORTD como entrada
22 cbi DDRD, 0
23 cbi DDRD, 1
24
25 ;enciendo la interrupcion por overflow del timer1
26 ldi R16, (1<<TOIE1)
27 sts TIMSK1, R16
28
29 sei
30
31 main:
32 clr R16
33 in R16, PIND ;verifico estado puerto D
34 andi R16, (1<<PIND1 | 1<<PIND0) ;Se hacen 2 lecturas con un delay en el medio y se
    comparan si ambas fueron iguales
35 ;De ser as se entra a la rutina de polling
36 rcall delay
37
38 in R17, PIND
39 andi R17, (1<<PIND1 | 1<<PIND0)
40
41 cp R16, R17
42 breq polling
43
44 jmp main
45
46 polling:
47 cpi R16, 0 ;lo que se hace aca, es ir comparando los valores del puerto D con
48 breq fijo ;los 4 estados posibles. Cuando el puerto sea igual a uno, se modifica el
49 ;prescaler acorde a las instrucciones del TP.
50 cpi R16, 1
51 breq clk_64
52
53 cpi R16, 2
54 breq clk_256
55
56 cpi R16, 3
57 breq clk_1024
58
59 fijo:
60 ldi R16, 0x00
61 sts TCCR1B, R16
62 sbi PORTB, 0 ;por default, el led se encuentra encendido
63 ret
64
65 clk_64:
66 ldi R16, 0x03
67 sts TCCR1B, R16 ;aca se esta modificando el registro de control, utilizando los
    prescalers
68 ret
69
70 clk_256:
71 ldi R16, 0x04

```

```
72     sts      TCCR1B, R16
73     ret
74
75     clk_1024:
76     ldi      R16, 0X05
77     sts      TCCR1B, R16
78     ret
79
80 TO_1V_ISR:                ;rutina de encendido y apagado del led
81     sbis     PORTB, 0      ;se ejecutara cuando el conteo del timer produzca un overflow
82     rjmp     enciendo
83     cbi      PORTB, 0
84     reti
85
86     enciendo:
87     sbi      PORTB, 0
88     reti
89
90 delay:
91     ldi r23, 32
92     loop3: ldi r24, 255
93     loop2: ldi r22, 255
94     loop1: dec r22
95     brne loop1
96     dec r24
97     brne loop2
98     dec r23
99     brne loop3
100    ret
```

## 7. Resultados

Los resultados fueron los esperados, no hubo mayor complicación para realizar el trabajo. Se observó que los periodos de encendido y apagado del led fueron aproximadamente parecido a los calculados. Tampoco hubo problemas de rebote.

## 8. Conclusiones

Como se ve en este trabajo, no siempre es incorrecto usar una lógica de polling y también puede llegar a ser útil si no se requieren implementar otras tareas simultáneamente.

A partir de los registros de timers se puede observar una manera mucho más útil para generar retardos, puesto que este es producido por una interrupción del micro, este puede seguir ejecutando otras tareas. Es una técnica más eficiente que sólo quemar ciclos de máquina. No hace falta decir que, modificar y calcular el valor del delay es además mucho más fácil con este método. Cabe mencionar que estos registros pueden ser usados de diferentes maneras según se configuren los registros de control, lo que, de nuevo, los hace una herramienta de mucha utilidad.

Haciendo el trabajo se puede concluir que además, es de suma importancia saber la frecuencia del oscilador.