



Departamento de Electrónica  
Laboratorio de Microprocesadores - 86.07

## Trabajo Práctico Obligatorio N°7: Modulación por ancho de pulso - PWM

|                               |       |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------|-------|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 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 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                               |       |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Autor                         |       |       | Seguimiento del proyecto                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Maximiliano                   | Porta | 98800 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

### Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

|                     |  |  |             |  |  |
|---------------------|--|--|-------------|--|--|
| Fecha de aprobación |  |  | Firma J.T.P |  |  |
|                     |  |  |             |  |  |

14 de agosto de 2020

# Índice

|   |          |
|---|----------|
| <b>1. Objetivo</b>                                      | <b>2</b> |
| <b>2. Descripción</b>                                   | <b>2</b> |
| 2.1. Introducción . . . . .                             | 2        |
| 2.2. Funcionamiento del PWM . . . . .                   | 3        |
| 2.3. Diagrama de Conexión del Circuito Físico . . . . . | 4        |
| 2.4. Esquema en Bloques . . . . .                       | 4        |
| 2.5. Materiales Utilizados . . . . .                    | 4        |
| 2.6. Diagrama de Flujo . . . . .                        | 5        |
| 2.7. Lógica del Programa . . . . .                      | 5        |
| 2.8. Links de funcionamiento del circuito . . . . .     | 5        |
| <b>3. Código</b>  | <b>6</b> |
| <b>4. Resultados y Conclusiones</b>                     | <b>7</b> |
| 4.1. Resultados . . . . .                               | 7        |
| 4.2. Conclusiones . . . . .                             | 7        |

# 1. Objetivo

Consiste en aprender el funcionamiento del modulador por ancho de pulso que tiene el Atmega328p, en el cual se pide desarrollar el control del brillo de un led mediante dos pulsadores externos, uno aumentara el brillo y el otro lo disminuirá.

## 2. Descripción

### 2.1. Introducción

Para el desarrollo de este trabajo de laboratorio se utilizo el diagrama de la Figura 1. Se observo en la hoja de datos del microcontrolador atmega328p la corriente máxima de entrada/salida ( $I = 20mA$ ), usando las leyes de ohm se obtiene la ecuación 1, con una Resistencia de  $220\Omega$  y la tensión para un diodo led verde, se obtuvo que la corriente de salida total es  $I_{Out} = 10,9mA$ , por lo cual es menor a la máxima permitida por pin del Atmega328p.

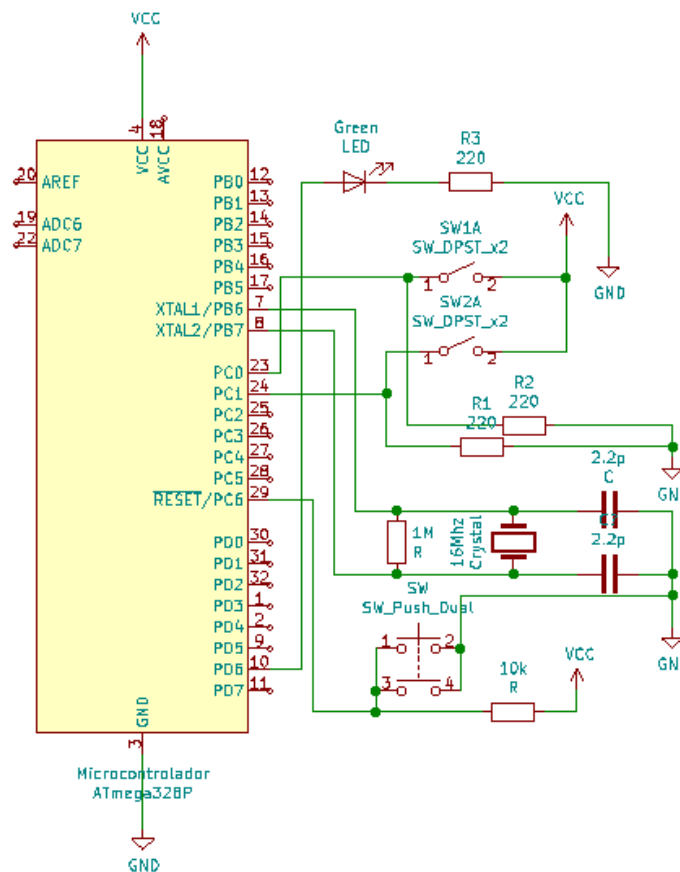


Figura 1: Diagrama de conexión

$$I_{Led} = \frac{V_{CC} - V_{Led}}{R_{Led}} \quad (1)$$

Mediante la programación se busca poder controlar mediante la utilización de dos pulsadores y el uso de la modulación de ancho de pulso (PWM), controlar el brillo de un diodo led.

## 2.2. Funcionamiento del PWM

La modulación por ancho de pulso es una técnica para generar “señales analógicas” en alguna salida de un sistema digital. Puede usarse para controlar la velocidad de un motor, la intensidad luminosa de un diodo led, etc. La base de PWM es la variación del ciclo de trabajo (duty cycle) de una señal cuadrada, en la figura 2 se muestra un periodo de una señal cuadrada con la definición del ciclo útil.

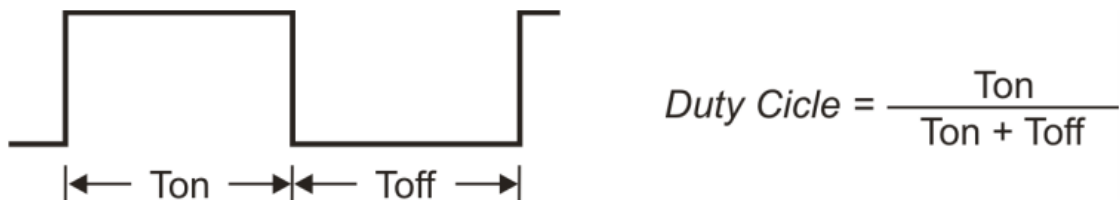


Figura 2: Diagrama del Ciclo de Trabajo

Al cambiar el ciclo de trabajo se modifica el voltaje promedio  $V_{AVG}$ , el cual se obtiene con la ecuación:

$$V_{AVG} = \frac{1}{T} \int_0^T V_p dt = V_p \frac{T_{on}}{T}$$

Figura 3: Ecuación del voltaje promedio

Se pueden generar PWM en 3 modos diferentes, PWM rápido (fast PWM), es el que se utilizara para el desarrollo de este trabajo practico, PWM con fase correcta (phase correct PWM) y PWM con fase y frecuencia correcta (phase and frequency correct PWM).

El PWM rápido es un modo para generar una señal PWM a una frecuencia alta, en este modo el temporizador cuenta de 0 a su valor máximo (MAX) y se reinicia, el conteo se realiza continuamente, de manera que, en algún instante de tiempo, el temporizador coincide con el contenido del registro de comparación (OCRx).

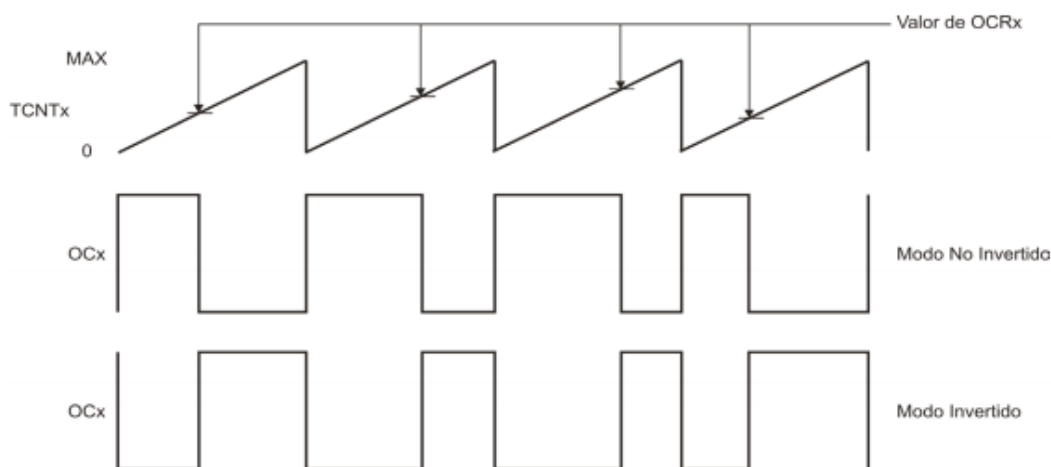


Figura 4: Señales de PWM rápido

## 2.3. Diagrama de Conexión del Circuito Físico

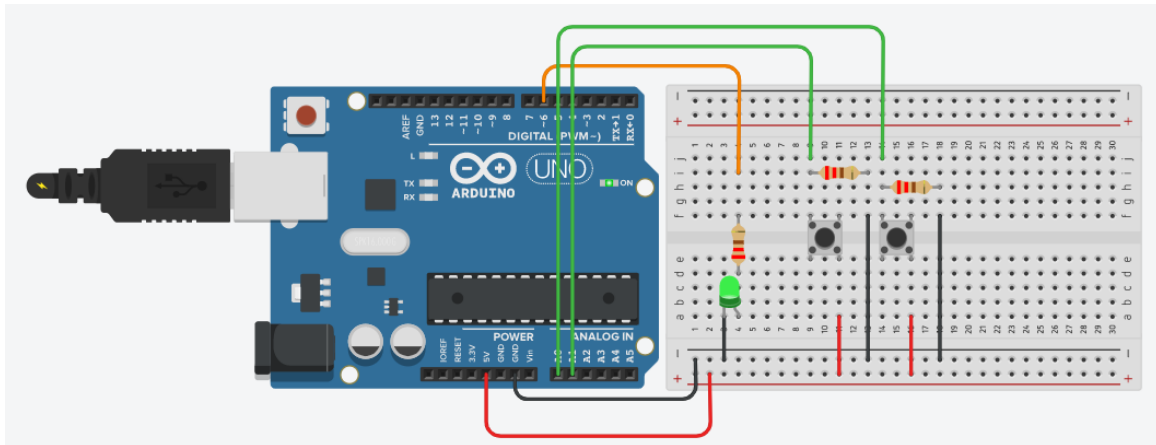


Figura 5: Diagrama del Circuito Físico

## 2.4. Esquema en Bloques

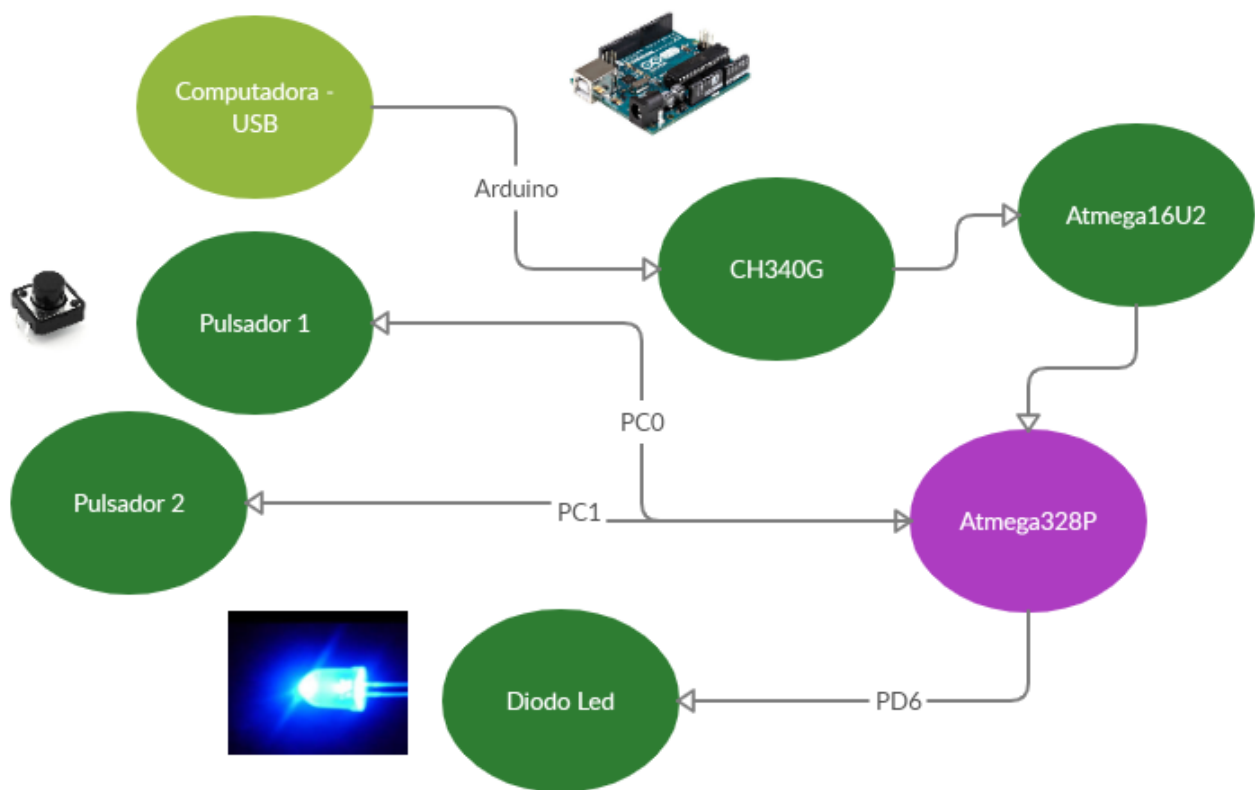


Figura 6: Diagrama en bloques

## 2.5. Materiales Utilizados

- x2(16 Ars) Pulsador
- x1(10 Ars) Diodo Led verde de 3mm (Alta Luminosidad).
- x3(10 Ars) Resistor de  $220\Omega$  de carbón 1/4 Watt.

- 1x(725 Ars) Placa Arduino Uno con USB.
- 1x(96.5 Ars) Placa Experimental.
- 1x(10 Ars) Cables de conexión.
- Costo del Proyecto : 870 Ars

## 2.6. Diagrama de Flujo

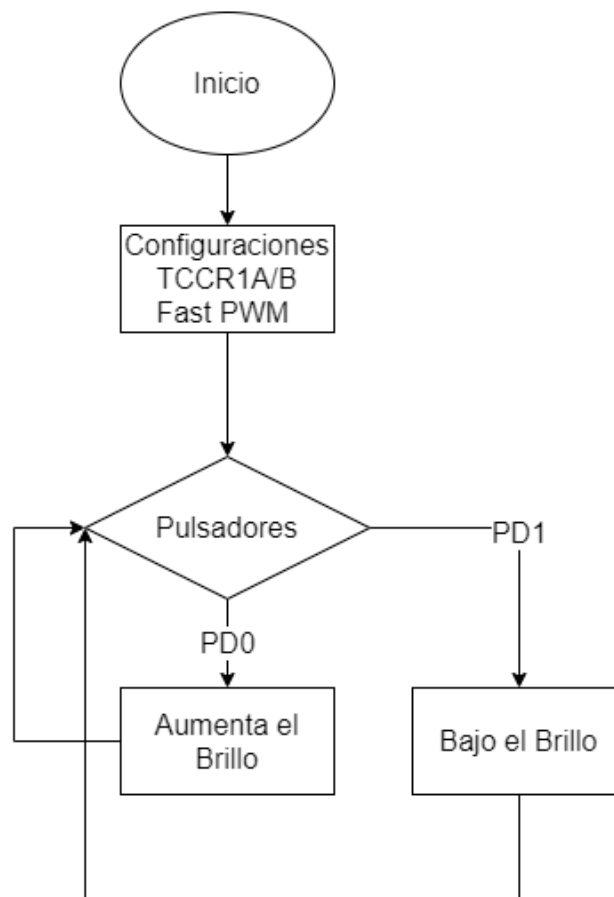


Figura 7: Diagrama de flujo

## 2.7. Lógica del Programa

Primero realizo todas las configuraciones de los puertos, configuro en modo pwm rápido, configuro el pre-escaler en clock normal, arranco con el led a brillo medio, y miro en que estado esta la entrada según que pulsador este pulsado, aumento y disminuyo el brillo, y siempre comparo con el máximo y mínimo para que no exceda esos valores y a su vez también tengo que usar un delay para que no se active mas veces de las que quiero.

## 2.8. Links de funcionamiento del circuito

PWM: <https://youtu.be/RtTHtR441g0>

### 3. Código

```
.INCLUDE "M328PDEF.INC"

.CSEG
.ORG 0X0000
    JMP MAIN

.ORG INT_VECTORS_SIZE

MAIN:
    LDI R16,0XFF                ;PWM(0C0A) —>PD6
    OUT DDRD,R16                ;SALIDA D
    LDI R16,0X00
    OUT DDRC,R16                ;ENTRADA C

    LDI R16,1<<WGM00 | 1<<WGM01 | 1<<COM0A1
    OUT TCCR0A,R16              ;ES EL OC0A
    LDI R16,1<<CS00 | 0<<WGM02 ;ACTIVO EL CLOCK
    OUT TCCR0B,R16              ;FAST PWM
    LDI R16,0X00
    LDI R17,0X0F

LOOP:
    OUT OCR0A,R17
    IN R16,PINC
    CPI R16,0                    ; SI NO ESTA PULSADO NO HACE NADA
    BREQ LOOP
    CPI R16,1                    ; SI EL CB0 ESTA ACTIVO, SUMA
    BREQ INCREMENTA
    CPI R16,2
    BREQ DECREMENTA              ; SI EL CB1 ESTA ACTIVO, RESTA
    JMP LOOP

INCREMENTA:
    CALL DELAY
    CPI R17,0XFF
    BREQ LOOP
    INC R17
    OUT OCR0A,R17
    JMP LOOP

DECREMENTA:
    CALL DELAY
    CPI R17,0X00
    BREQ LOOP
    DEC R17
    OUT OCR0A,R17
    JMP LOOP
```

DELAY:

;CONFIGURO EL CLOCK 16MHZ ARDUINO UNO

```

        LDI R20, 4
T3: LDI R19, 250
T2: LDI R18, 250
T1: NOP

```

```

        DEC R18                                ; 250 x 250ns = 62.5us
        BRNE t1

```

```

        DEC R19
        BRNE t2                                ; 250 x 62.5us = 15.625ms

```

```

        DEC R20
        BRNE t3                                ; 4 x 15.625ms = 60ms

```

```

        RET

```

## 4. Resultados y Conclusiones

### 4.1. Resultados

Se logro controlar con el microcontrolador el brillo del led variando la modulación de ancho de pulso.

### 4.2. Conclusiones

Aprendí como funciona la modulación del ancho de pulso y como se configura la misma en el Atmega328p, también a revisar bien la conexión de los pulsadores ya que los había puesto mal y están activados siempre.