

# PWM LABS IN MBED-OS

Handong university

Jong-won Lee

2

## PWM Labs.

# Lab8-1: Servo Motor 제어 실습

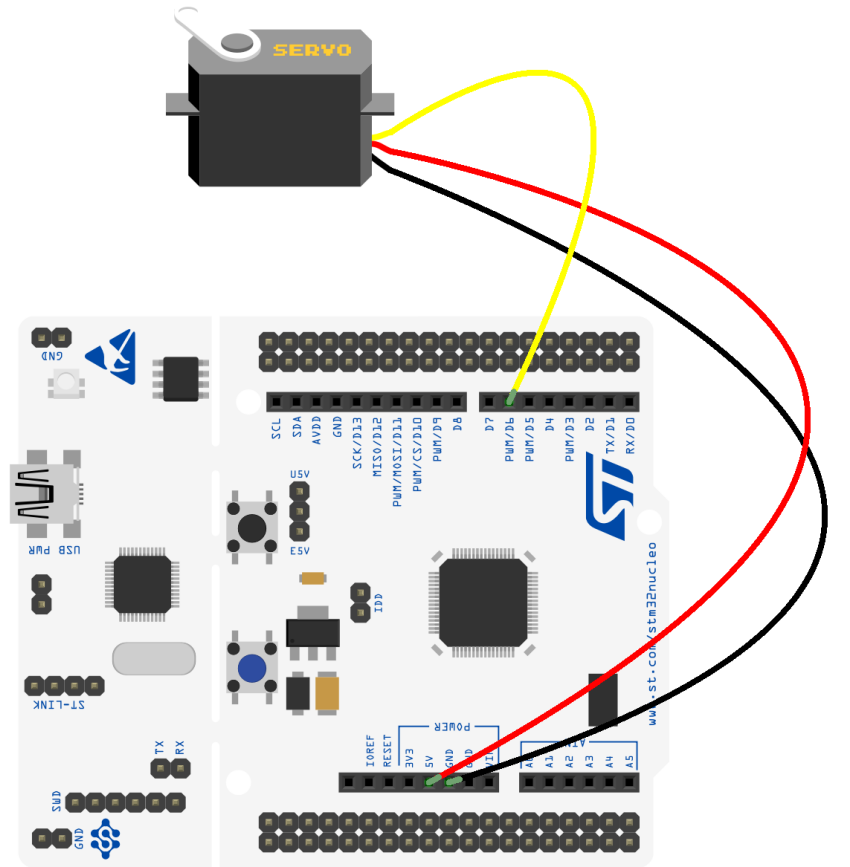
3

- 실습 목적
  - ▣ PWM 신호를 이용하여 DC 서보 모터를 제어할 수 있다.
- 실습 시나리오
  - ▣ 사용자가 터미널 에뮬레이터(Tera Term)를 통하여 입력한 값(각도)에 따라 서보 모터를 회전시키는 실습을 수행한다. 각의 범위는 0도에서 180도까지이다.

# Lab8-1: Servo Motor 제어 실습

4

- Servo Motor(MG90)과 Nucleo board 연결
  - PWM pin(Orange)를 Nucleo board의 D6에 연결
  - Vcc(Red)는 Nucleo board의 5V에 연결
  - GND(Brown)은 Nucleo board의 GND에 연결



fritzing

# Lab8-1: Servo Motor 제어 실습

5

## □ A sample code

```
#include "mbed.h"
#define PWM_MIN 550
#define PWM_MAX 2150

PwmOut servoMotor(D6); //PB_10, D6
UnbufferedSerial pc(PA_2, PA_3, 115200);

char rx_buffer[10];
char tx_buffer[80];
int index = 0;
volatile int flag ;
```

# Lab8-1: Servo Motor 제어 실습

6

## □ A sample code

```
void rx_ISR(void)
{
    char ch;
    pc.read(&ch, 1);
    pc.write(&ch, 1);
    rx_buffer[index++] = ch;
    if (ch == '\r') {          //CR
        pc.write("\n", 1);      //LF
        rx_buffer[--index] = '\0'; //change CR to 0
        index = 0;
        flag = 1;
    }
}
```

# Lab8-1: Servo Motor 제어 실습

7

## □ A sample code

```
int main()
{
    sprintf(tx_buffer, "PWM Test Program (Servo Motor)!\r\n");
    pc.write(tx_buffer, strlen(tx_buf));
    pc.attach(rx_ISR);
    servoMotor.period_ms(20); // PWM period = 20ms
    servoMotor.pulsewidth_us(PWM_MIN); //for 0 degree

    while(1) {
        flag = 0;
        sprintf(tx_buffer, " Enter the rotation degree [0 - 180]: ");
        pc.write(tx_buffer, strlen(tx_buffer));
        while(flag != 1);

        control_servo();
    }
}
```

# Lab8-1: Servo Motor 제어 실습

8

## □ A sample code

```
void control_servo()
{
    // make your code
}
```



# Lab8-1: Servo Motor 제어 실습

9

## □ A sample code: result

```
PWM Test Program!  
Enter the rotation degree [0 - 180]: 90  
Pulse ON time = 1350 (90)  
Enter the rotation degree [0 - 180]: 180  
Pulse ON time = 2150 (180)  
Enter the rotation degree [0 - 180]: 0  
Pulse ON time = 550 (0)  
Enter the rotation degree [0 - 180]: 0  
Pulse ON time = 550 (0)  
Enter the rotation degree [0 - 180]: 90  
Pulse ON time = 1350 (90)  
Enter the rotation degree [0 - 180]: 180  
Pulse ON time = 2150 (180)  
Enter the rotation degree [0 - 180]: 45  
Pulse ON time = 950 (45)  
Enter the rotation degree [0 - 180]: 90  
Pulse ON time = 1350 (90)  
Enter the rotation degree [0 - 180]: □
```

10

## PWM Lab. 2.

Generate music by Piezoelectric buzzer

# Lab8-2: Piezo Buzzer 실습

11

## □ 실습 목적

- ▣ 피에조 부저의 원리에 대해 이해한다.
- ▣ PWM 신호를 이용하여 피에조 부저에서 음계를 생성할 수 있다.

## □ 실습 시나리오

- ▣ PWM의 duty cycle 값과 주파수 값을 바꾸어 C4-D4-E4-F4-G4-A4-B4-C5-C5-B4-A4-G4-F4-E4-D4-C4의 음을 반복하여 발생시킨다.

# Lab8-2: Piezo Buzzer 실습

12

## □ Piezo Buzzer

- 피에조 부저는 피에조 효과 혹은 압전 효과라는 성질을 이용하여 소리를 나게 하는 디바이스이다.
- 압전 물질에 전압을 인가하면 압전 물질이 응축 혹은 신장하게 되고, 여기에 얇은 판을 붙여주면 인가되는 전압에 따라 얇은 판이 떨리게 되어 소리가 나게 된다.
- 피에조 부저 디바이스에 PWM 신호를 주파수를 변경하여 인가하면 피에조 부저의 얇은 막이 주어진 주파수에 따라 변하여 떨리게 되어 소리가 난다.



(a)



(b)

# Lab8-2: Piezo Buzzer 실습

13

## 음계별 주파수

<표 10-2> 음계별 주파수.

(단위 Hz)

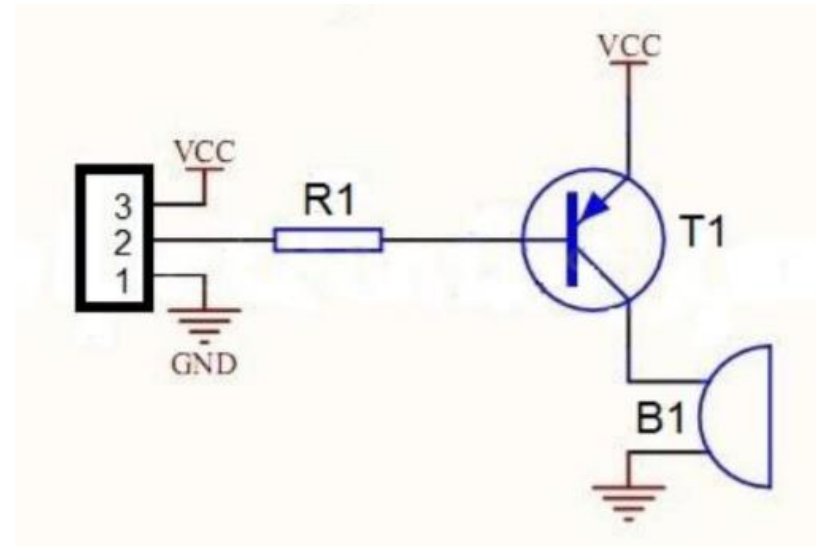
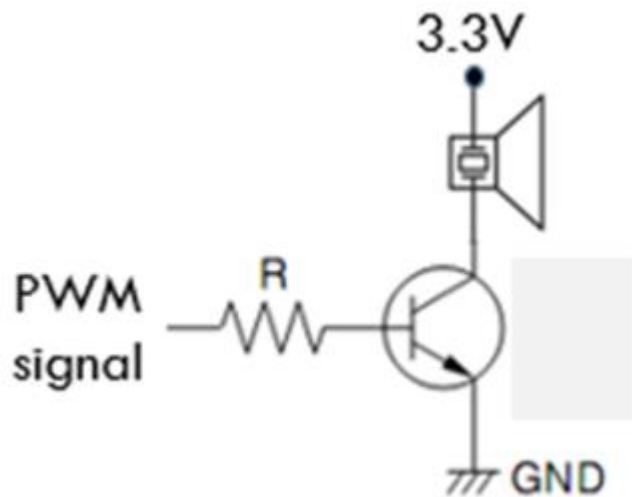
음계 \ 옥타브	1	2	3	4	5	6	7	8
C(도)	32.70	65.41	130.81	261.63	523.25	1046.50	2093.00	4186.01
C#	34.65	69.30	138.59	277.18	554.37	1108.73	2217.46	4434.92
D(레)	36.71	73.42	146.83	293.66	587.33	1174.66	2349.32	4698.64
D#	38.89	77.78	155.56	311.13	622.25	1244.51	2489.02	4978.03
E(미)	41.20	82.41	164.81	329.63	659.26	1318.51	2637.02	5274.04
F(파)	43.65	87.31	174.61	349.23	698.46	1396.91	2793.83	5587.65
F#	46.25	92.50	185.00	369.99	739.99	1479.98	2959.96	5919.91
G(솔)	49.00	98.00	196.00	392.00	783.99	1567.98	3135.96	6271.93
G#	51.91	103.83	207.65	415.30	830.61	1661.22	3322.44	6644.88
A(라)	55.00	110.00	220.00	440.00	880.00	1760.00	3520.00	7040.00
A#	58.27	116.54	233.08	466.16	932.33	1864.66	3729.31	7458.62
B(시)	61.74	123.47	246.94	493.88	987.77	1975.53	3951.07	7902.13

B<sup>b</sup> C D E<sup>b</sup> F G A

# Lab8-2: Piezo Buzzer 실습

14

## □ Piezzo Buzzer Module 종류



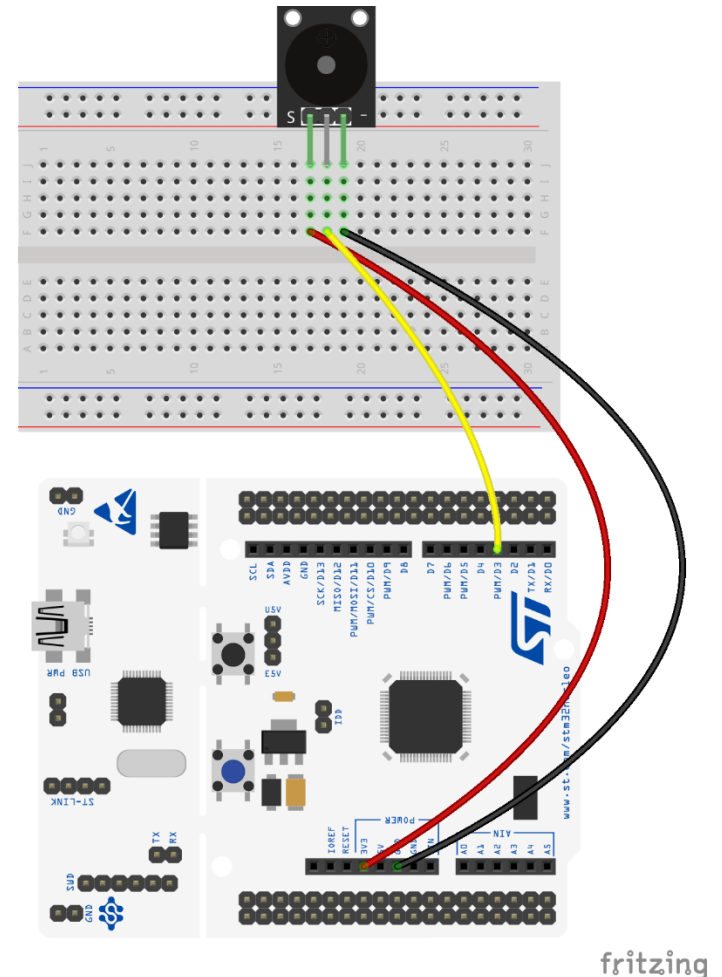
# Lab8-2: Piezo Buzzer 실습

15

## 회로 구성

- Piezo buzzer VCC에 Nucleo board의 3V3 연결,
- Piezo buzzer GND에 Nucleo board의 GND 연결,
- Piezo buzzer I/O에 D3(PWM) 연결

Piezo buzzer	Nucleo board
VCC	3V3
I/O	D3 (PB_3)
GND	GND



# Lab8-2: Piezo Buzzer 실습

16

## □ A sample code

- ▣ code:C4-D4-E4-F4-G4-A4-B4-C5 C5-B4-A4-G4-F4-E4-D4-C4 의 음계를 반복하여 실행하는 간단한 예제 코드

```
#include "mbed.h"
```

```
PwmOut buzzer(PB_3);    //D3
```

```
// C4, D4, E4, F4, G4, A4, B4, C5
```

```
float freq[]={261.626, 293.665, 329.628, 349.228, 391.995, 440.000, 493.883, 523.251};
```

```
int beat[]={4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4};    //beat array [ 1, ..., 16], 1 beat = 1/16 sec.
```



# Lab8-2: Piezo Buzzer 실습

17

## □ A sample code

```
int main() {  
    int period_us;  
    int beat_ms;  
  
    while (true) {  
        for (int i=0; i<8; i++) {  
            buzzer=1.0 - 0.1;           // set duty cycle (1.0 – 0.1)  
            period_us = 1000000/freq[i];  
            beat_ms = 62.5 * beat[i];  
            buzzer.period_us(period_us); // set PWM period  
            ThisThread::sleep_for(chrono::milliseconds(beat_ms)); // hold for beat period  
            //buzzer = 1.0;  
            //ThisThread::sleep_for(chrono::milliseconds(100));  
        }  
    }  
}
```

# Lab8-2: Piezo Buzzer 실습

18

## □ A sample

```
for (int i=0; i < 8; i++) {  
    buzzer=1.0 - 0.05;           // set duty cycle  
    period_us = 1000000/freq[7 - i];  
    beat_ms = 62.5 * beat[7 - i];  
    buzzer.period_us(period_us); // set PWM period  
    ThisThread::sleep_for(chrono::milliseconds(beat_ms)); // hold for beat period  
    //buzzer = 1.0;  
    //ThisThread::sleep_for(chrono::milliseconds(100));  
}  
  
}  
}
```

# Lab8-3: Piezo Buzzer 이용 음악 생성

19

□ 다음 악보의 음악을 생성하시오.

▣ 한동대 로고송

정승희 작사, 정승희 작곡

하 나 님 의 도 를 따 르 는 사 람 들 - 여 기

모 였 네 두 손 들 고 -

그 분 의 이 끄 심 을 체 험 하 는 -

여 기 는 !!! 한 동 대 학 교

# 은혜

손경민

Bb F/A Gm7 F/A Bb F/A Gm7

내가 누려왔던 모든 것들 이 내가 지나왔던 모든 시간 이  
내가 이땅에 태어나 사는 것 어린 아이 시절과 지금까지

6 Bb/D Eb Bb/D Cm7 F Bb Eb/F Bb Eb/F

내가 걸어왔던 모든 순간 이 당연 한 것 아니라는 혜였 소  
숨을 쉬며 살며 꿈을 꾸는 삶

11 Bb F/A Gm7 F/A Bb F/A Gm7

아침 해가 뜨고 저녁의 노을 봄의 꽃향기와 가을의 열매  
내가 하나님의 자녀로 살며 오늘 찬양하고 예배하는 삶

16 Bb/D Eb Bb/D Cm7 F Bb Eb/F Bb

변하는 계절의 모든 순간 이 당연 한 것 아니라는 혜였 소  
복음을 전할 수 있는 축복 이

21 Eb/F Bb F/A Gm7 Dm/F Eb Bb/D Cm7 F

모든 것이 은혜 은혜 은혜 한 없는 - 은혜

26 Bb F/A Gm7 Bb/F Eb F Bb

내 삶에 당연한 것 하나도 - 없었던 것을 - 모든 것이 은혜 - 은혜였 소