

# 논리회로 설계 및 실험

10주차

## 목표

1. FPGA 보드의 기타 모듈들의 동작과 사용방법을 익힘
  - Piezo
  - Step Motor
  - Full Color LED

## PIEZO

1. 소리를 출력하는 장치로 간단한 스피커의 역할을 할 수 있음
2. PIEZO는 소리의 높낮이는 조절하지 못하지만, 주파수를 조정하여 소리를 발생 할 수 있음
3. 일반적으로 3 옥타브가 우리가 일반적으로 사용하는 옥타브임

| 음 계 | 옥타브         |             |             |
|-----|-------------|-------------|-------------|
|     | 2           | 3           | 4           |
| 도   | 130.8128 Hz | 261.6256 Hz | 523.2511 Hz |
| 레   | 146.8324 Hz | 293.6648 Hz | 587.3295 Hz |
| 미   | 164.8138 Hz | 329.6276 Hz | 659.2551 Hz |
| 파   | 174.6141 Hz | 349.2282 Hz | 698.4565 Hz |
| 솔   | 195.9977 Hz | 391.9954 Hz | 783.9909 Hz |
| 라   | 220.0000 Hz | 440.0000 Hz | 880.0000 Hz |
| 시   | 246.9417 Hz | 493.8833 Hz | 987.7666 Hz |

## 분주 사용

1. PEIZO는 일반적으로 분주를 통해 clock 조절이 필요함
  - 분주 : 주파수를  $1/n$ 로 하는 일 ( 카운터 , D F/F 등으로 가능 )
2. 해당 아이콘은 FPGA clock을 넣지만, 분주를 위해 Count 값 지정이 필요함
3. Count 값을 조절하여 우리가 원하는 주파수로 clock을 출력(piezo)을 함



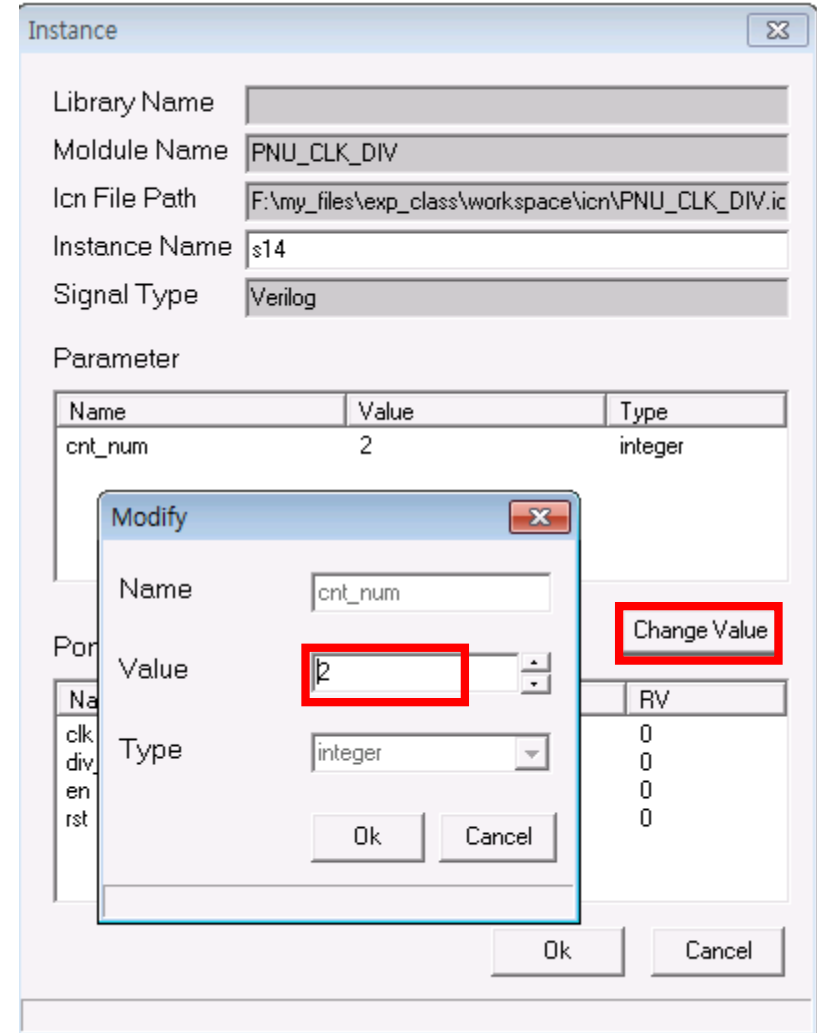
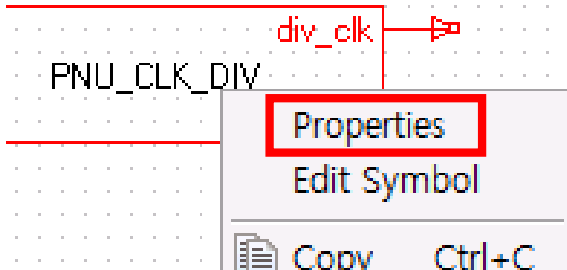
## PIEZO 사용법

### 1. 분주 cnt\_num 계산법

- Ex) 3옥타브 “도” (1MHz의 클럭 사용시)  
 $1000000 / 261.6256 = 3822.25\dots$

- Parameter로 분주값 3822를 지정

I4 (PNU\_CLK\_DIV)



## PIEZO 옥타브 및 음계별 주파수

(단위 : Hz)

| Oct | 0       | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        |
|-----|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| A   | 27.5000 | 55.0000  | 110.0000 | 220.0000 | 440.0000 | 880.0000 | 1760.000 | 3520.000 |
| Bb  | 29.1352 | 58.2705  | 116.5409 | 233.0819 | 466.1638 | 932.3275 | 1864.655 | 3729.310 |
| B   | 30.8677 | 61.7354  | 123.4708 | 246.9417 | 493.8833 | 987.7666 | 1975.533 | 3951.066 |
| C   | 32.7032 | 65.4064  | 130.8128 | 261.6256 | 523.2511 | 1046.502 | 2093.005 | 4186.009 |
| Db  | 34.6478 | 69.2957  | 138.5913 | 277.1826 | 554.3653 | 1108.731 | 2217.461 | 4434.922 |
| D   | 36.7081 | 73.4162  | 146.8324 | 293.6648 | 587.3295 | 1174.659 | 2349.318 | 4698.636 |
| Eb  | 38.8909 | 77.7817  | 155.5635 | 311.1270 | 622.2540 | 1244.508 | 2489.016 | 4978.032 |
| E   | 41.2034 | 82.4069  | 164.8138 | 329.6276 | 659.2551 | 1318.510 | 2637.020 | 5274.041 |
| F   | 43.6535 | 87.3071  | 174.6141 | 349.2282 | 698.4565 | 1396.913 | 2793.826 | 5587.652 |
| Gb  | 46.2493 | 92.4986  | 184.9972 | 369.9944 | 739.9888 | 1479.978 | 2959.955 | 5919.911 |
| G   | 48.9994 | 97.9989  | 195.9977 | 391.9954 | 783.9909 | 1567.982 | 3135.963 | 6271.927 |
| Ab  | 51.913  | 103.8262 | 207.6523 | 415.3047 | 830.6094 | 1661.219 | 3322.438 | 6644.875 |

## Step Motor

- ① 4개의 핀(A, B, /A, /B)으로 제어
- ② 각 핀에 신호가 들어오면 모터가 해당하는 방향으로 회전



### ③좌회전

| A   | B   | /A  | /B  |
|-----|-----|-----|-----|
| 1   | 0   | 0   | 0   |
| 0   | 1   | 0   | 0   |
| 0   | 0   | 1   | 0   |
| 0   | 0   | 0   | 1   |
| 1   | 0   | 0   | 0   |
| ... | ... | ... | ... |

### ④우회전

| A   | B   | /A  | /B  |
|-----|-----|-----|-----|
| 0   | 0   | 0   | 1   |
| 0   | 0   | 1   | 0   |
| 0   | 1   | 0   | 0   |
| 1   | 0   | 0   | 0   |
| 0   | 0   | 0   | 1   |
| ... | ... | ... | ... |

## Full Color LED

- ① Red 4bit, Green 4bit, Blue 4bit 로 구성
- ② 각 핀에 신호를 보내 색을 결정

### ③ 빨간색 출력

|   | [3] | [2] | [1] | [0] |
|---|-----|-----|-----|-----|
| R | 1   | 1   | 1   | 1   |
| G | 0   | 0   | 0   | 0   |
| B | 0   | 0   | 0   | 0   |

### ④ 노란색 출력

|   | [3] | [2] | [1] | [0] |
|---|-----|-----|-----|-----|
| R | 1   | 1   | 1   | 1   |
| G | 1   | 1   | 1   | 1   |
| B | 0   | 0   | 0   | 0   |