Micro Wave Using PWM

대한상공회의소 Al 2기 최현우

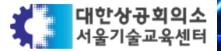


Table of contents

01 02 03

Specification Architecture Design & TB

04 05 06

Operation Trouble Shooting Q&A



Specification

Overview

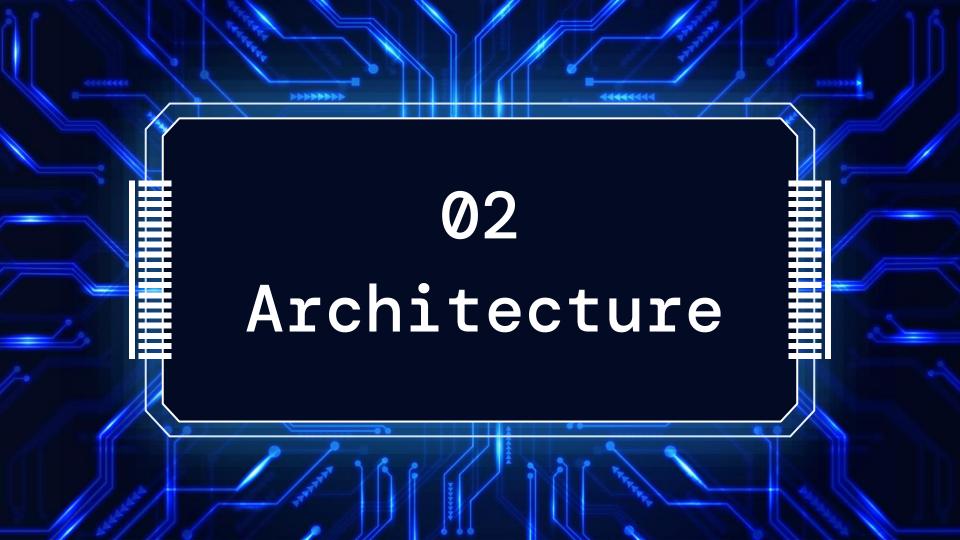
[전자레인지]

- 타이머로 전자레인지 시간 조정 → 분. 초 세팅가능
- 타이머가 도는 동안 모터 동작
 - → 시간값이 0보다 크면 구동

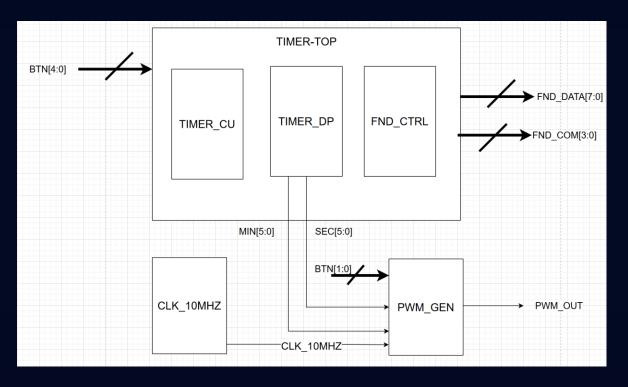
Detail

[PWM]

- 모터 속도 제어 가능
- 모터 동작 방향 조절 가능
 - → 정방향 역방향 멈춤

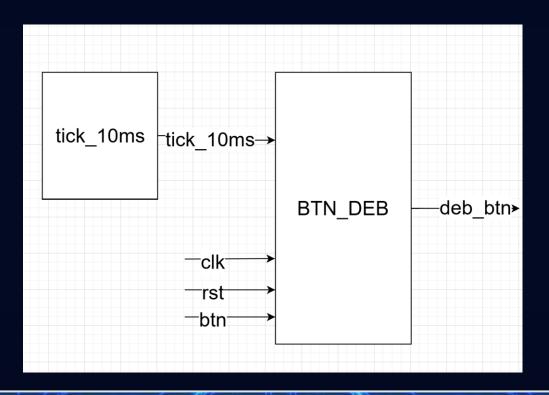


System Architecture

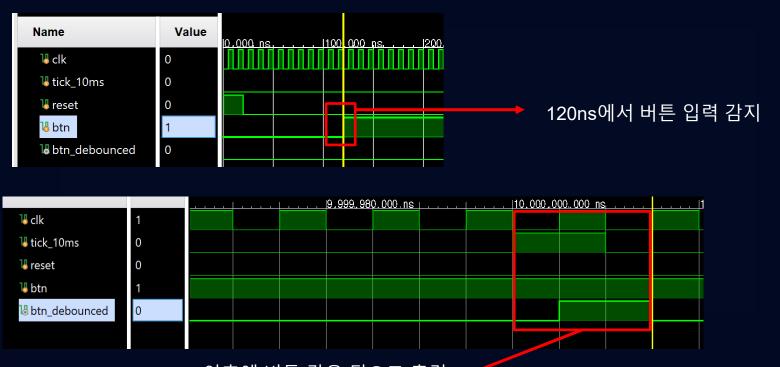




1.Button Debouncer

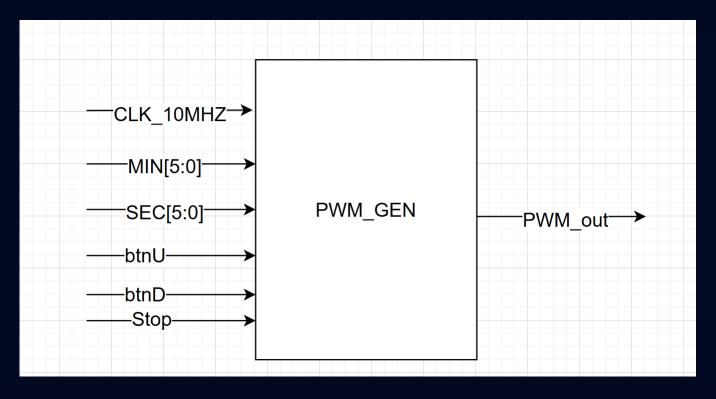


1.Button Debouncer - Testbench

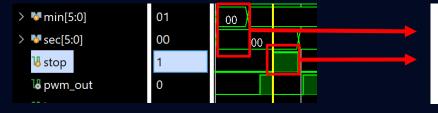


10ms 이후에 버튼 값을 틱으로 출력

2.PWM Generator

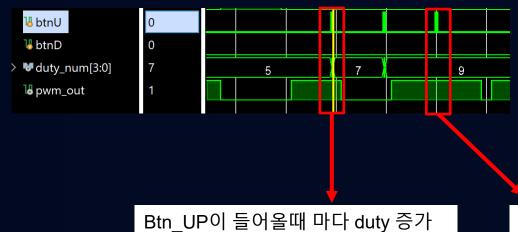


2.PWM_Generator - Testbench



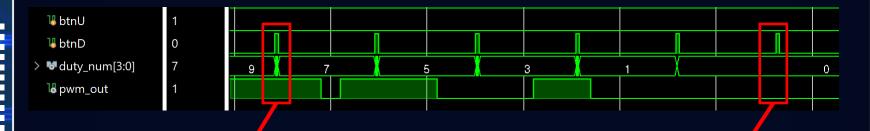
- 1. 시간이 모두 0인 경우 PWM OFF
- 2. Stop 신호가 들어올 때, PWM OFF

2.PWM_Generator - Testbench



DUTY_MAX인 경우 증가 X

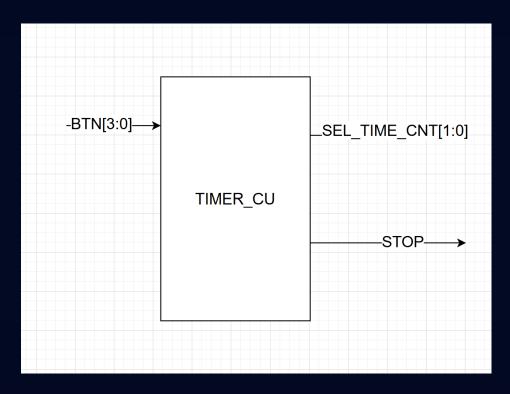
2.PWM_Generator - Testbench



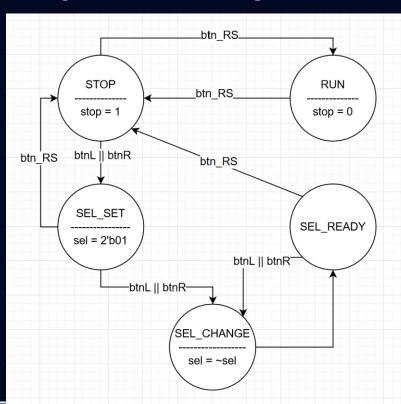
Btn_Down이 들어올때 마다 duty 감소

DUTY_MIN일 때, 버튼 들어와도 Duty 감소 X

3.Control Unit



3.Control Unit - FSM



3.Controller - Testbench



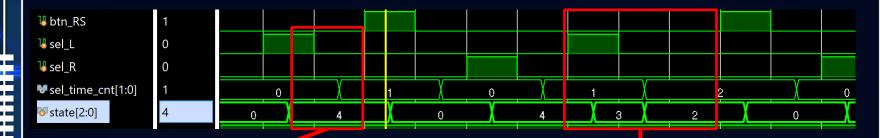
1. 버튼이 들어오면 run 상태로 전환

$$\rightarrow$$
 stop = 0

2. 한 번 더 버튼이 들어오면 stop으로 바뀜

$$\rightarrow$$
 stop = 1

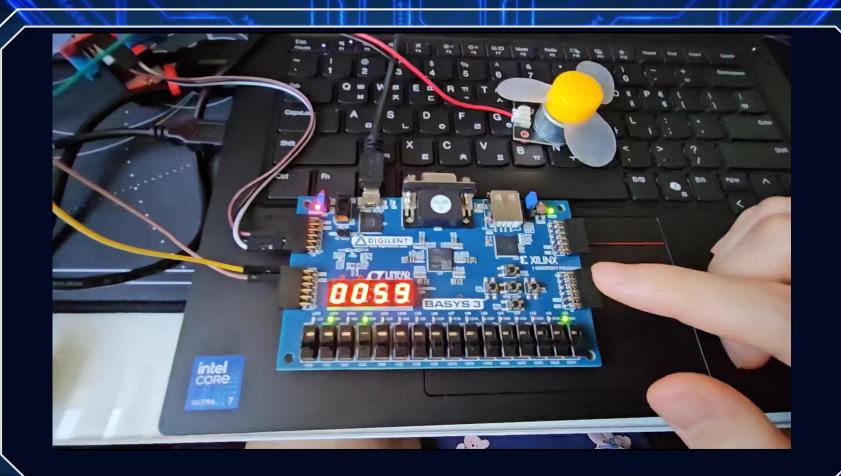
3.Controller - Testbench



Sel 버튼을 누르면 time_counter 선택모드 → 2'b01로 세팅 계속해서 sel 버튼을 누르면 세팅값을 반전 시킴

 \rightarrow 2'b01 \leftrightarrow 2'b10(state == 3)







CDC Problem(Clock Domain Cross)

Problem

[PWM]

- Duty 변경을 위한 버튼 → 100MHz System Clk 이용
- PWM 출력 → 10MHz 분주 Clk 이용
- Main Clk에서 생성된 Duty값이 10MHz Clk 영역의 PWM 신호 생성에 이용
 - → CDC Problem

Solution

[Synchronizer]

- Main Clk에서 생성된 DUTY
 - → 매개 register에 저장
- PWM 생성 영역
 - → DUTY 값을 직접 이용X
 - → 매개 reg의 값 사용(가교 역 할)

CDC Problem - Code

```
always @(posedge clk or posedge rst) begin
if (rst) begin
DUTY_VALUE_clk_domain <= 4'd5; // 리셋 시 초기 듀티를 5 (
end else if (btnU) begin
// 듀티 증가 (최대값 MAX TIME-1 = 9까지)
if [DUTY_VALUE_clk_domain < (MAX_TIME - 1)) begin
DUTY_VALUE_clk_domain <= DUTY_VALUE_clk_domain + 1
end
```

```
always @(posedge clk_10mhz or posedge rst) begin
if (rst) begin
r_pwm_out <= 1'b0; // 리셋 시 PWM 출력 0
cnt <= 0; // 카운터 리셋
end
// 현재 DUTY_VALUE for pwm에 따라 PWM HIGH/LOW 구간
else if (cnt < DUTY_VALUE_for_pwm begin // cnt가
r_pwm_out <= 1'b1;
cnt <= cnt + 1;
end
```

Main Clk에서 생성된 DUTY_VALUE

→ 10MHz Clk 영역에 Duty값으로 사용

→ CDC Problem



