



# VHDL

PWM - EXE

# PWM

Un «**Pulse Width Modulation**» è una modulazione di un segnale digitale che permette di avere un particolare valore medio.

Il «**PWM**» trova grande applicazione nel pilotaggio di carichi elettrici permettendone una facile regolazione della potenza media.



$$\text{frequency} = \frac{1}{T}$$

$$\text{duty cycle} = 100 \cdot \frac{T_{up}}{T}$$

$$\text{mean value} = A \cdot \frac{T_{up}}{T}$$



# Testo

Creare una entity «PWM» con le seguenti porte:

```
entity PWM is
  Port (
    reset      : in std_logic;
    clk        : in std_logic;

    t_on       : in std_logic_vector(8-1 DOWNT0 0); -- UNSIGNED
    t_total    : in std_logic_vector(8-1 DOWNT0 0); -- UNSIGNED

    pwm_out    : out std_logic
  );
end PWM;
```



# Testo

I parametri «**t\_on**» e «**t\_total**» sono riferiti a numero di cicli di clock più uno.


E.g.

$t_{on} = 10 @ \text{clk} = 100\text{MHz} \Rightarrow T_{on} = (10+1) * 10\text{ns} = 110\text{ns}$

$t_{total} = 20 @ \text{clk} = 100 \text{ MHz} \Rightarrow T_{total} = (20+1) * 10\text{ns} = 210\text{ns}$

Duty Cycle =  $110\text{ns} / 210\text{ns} \approx 0.524$

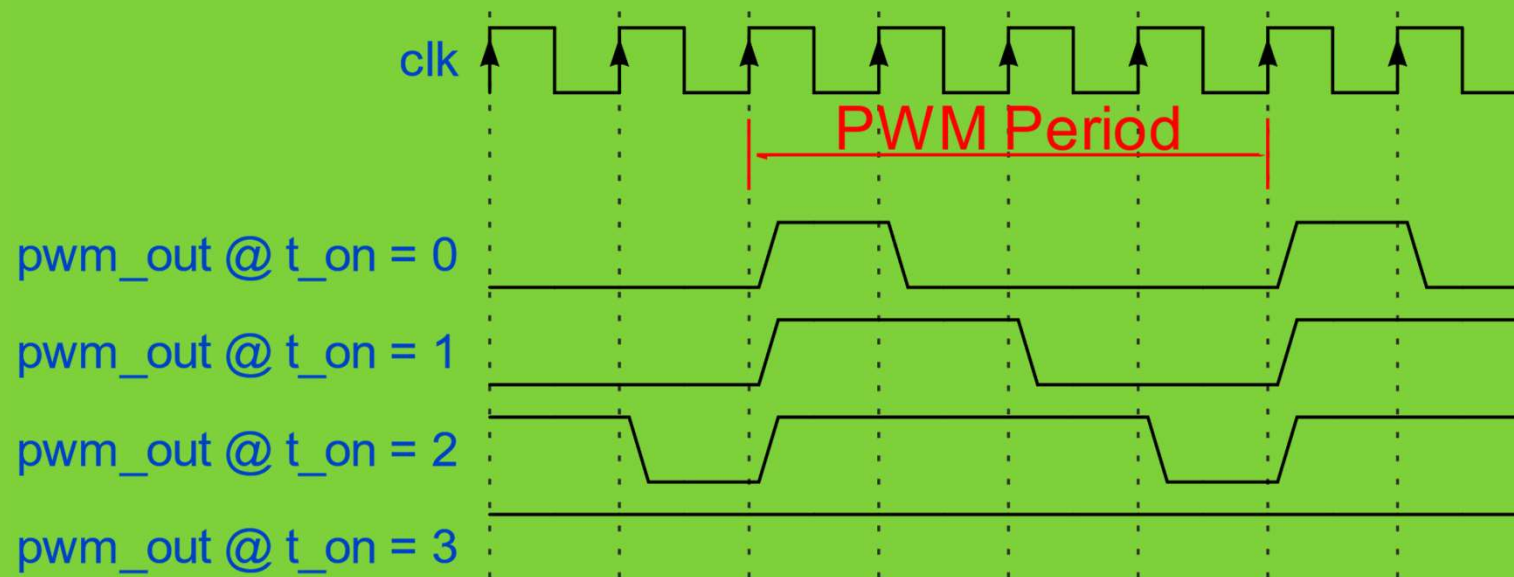
Se i parametri «**t\_on**» e «**t\_total**» sono uguali allora la modulazione è sempre alta. Quando **t\_on = 0** c'è un impulso all'origine del ciclo PWM largo «**T\_clk**».



I parametri «**t\_on**» e «**t\_total**» non devono influenzare il comportamento dell'attuale ciclo PWM ma entrare a regime solo dal prossimo. Questa è una pratica comune per evitare «**glitch**» e comportamenti involontari delle macchine di generazione PWM.

# Esempio Waveform

PWM Example with  $t_{\text{total}} = 3$





# Note

Note:





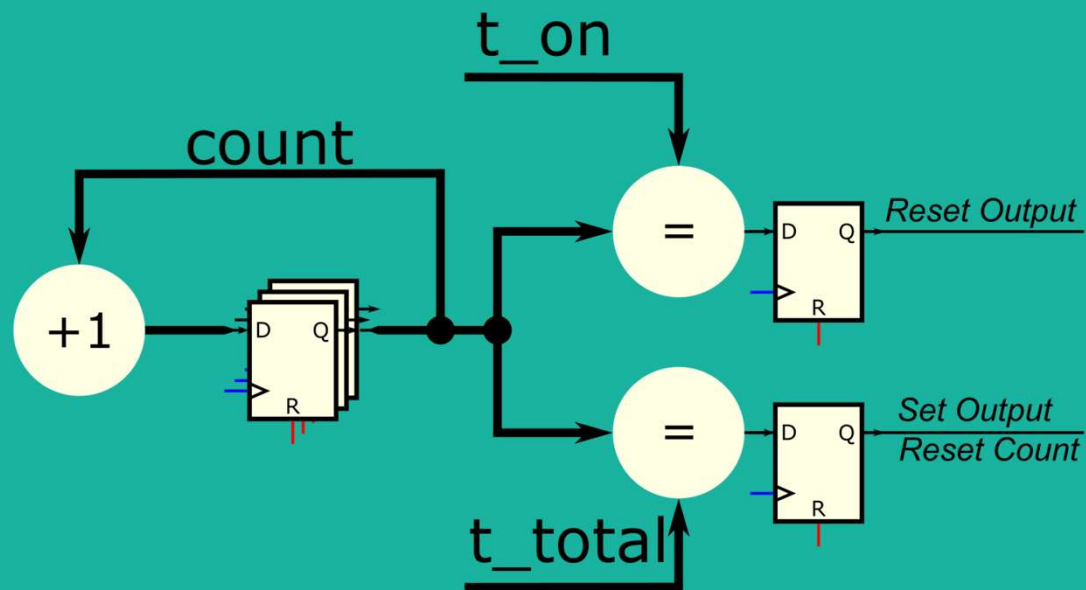
# Consigli

**Attenzione:** di seguito alcune linee guida per arrivare ad una soluzione dell'esercizio.

Consiglio di non leggerli prima di aver pensato autonomamente ad una soluzione.

# Consigli

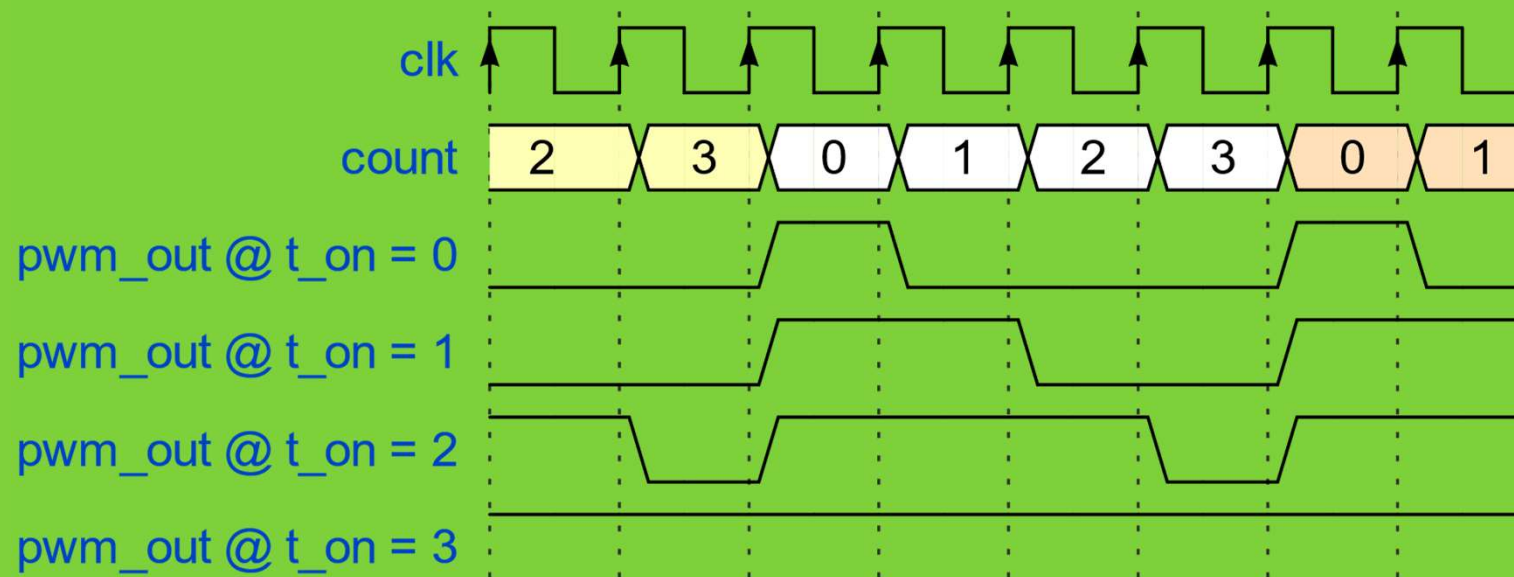
Utilizzare un contatore come reference del numero di cicli di clock trascorsi, confrontarlo poi con  $t_{on}$  e  $t_{total}$  relativi all'attuale ciclo PWM.





# Consigli

PWM Example with  $t_{\text{total}} = 3$






# Consigli

Se i parametri «**t\_on**» e «**t\_total**» sono uguali allora la modulazione è sempre alta. Quando **t\_on = 0** c'è un impulso all'origine del ciclo PWM largo «**T\_clk**».

Le condizioni di «**Set**» e «**Reset**» di «**pwm\_out**» vanno inserite in un costrutto **if/else** dove l'ordine è importante quando «**t\_on**» e «**t\_total**» sono uguali si deve dare priorità al set di «**pwm\_out**».





# Consigli

I parametri «t\_on» e «t\_total» non devono influenzare il comportamento dell'attuale ciclo PWM ma entrare a regime solo dal prossimo. Questa è una pratica comune per evitare «glitch» e comportamenti involontari delle macchine di generazione PWM.

I parametri passati tramite le porte «t\_on» e «t\_total» non devono influenzare il ciclo PWM corrente ma solo quello successivo. Per soddisfare la richiesta è sufficiente salvare in due registri i parametri e «t\_on» e «t\_total» ad ogni fine ciclo.

