

Embedded System

L9

PWM

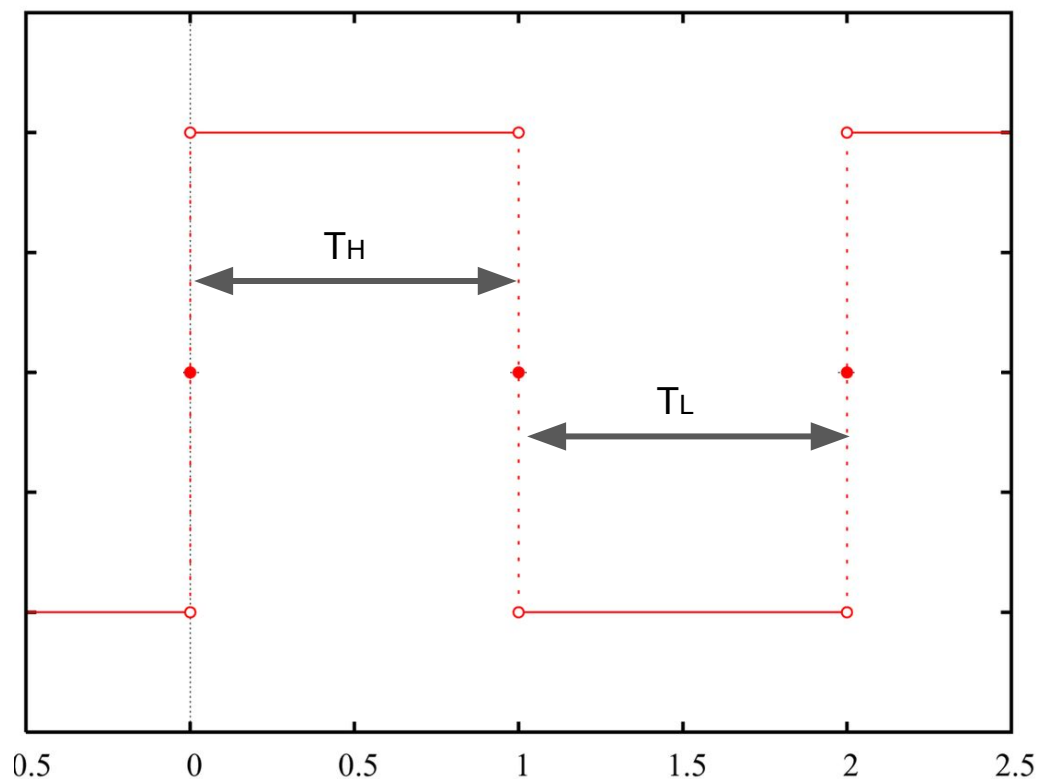
PULSE WIDTH MODULATION

Modulazione tramite larghezza dell'impulso.

è un tipo di modulazione digitale che permette di ottenere una tensione media variabile dipendente dal rapporto tra la durata dell'impulso positivo e di quello negativo

PULSE WIDTH MODULATION

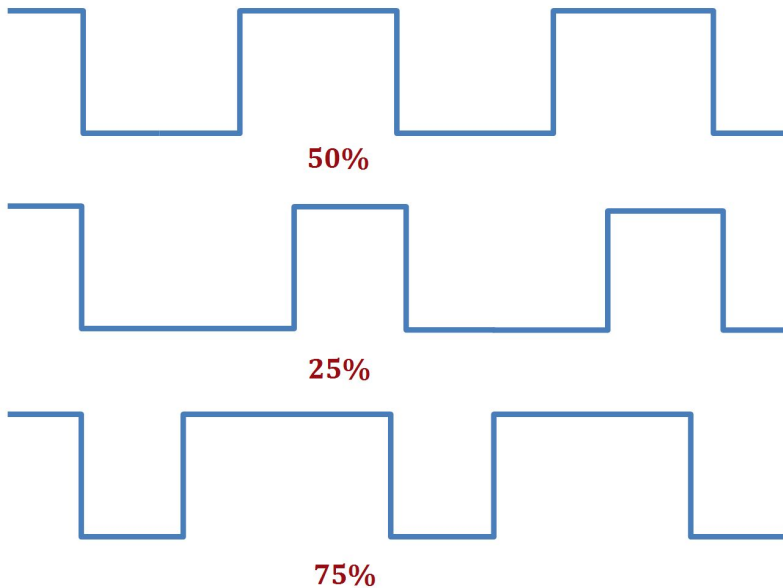
Si tratta di modificare il rapporto tra il tempo in cui sta a 1 (T_H) e il tempo in cui sta a 0 (T_L) di un'onda quadra.



PULSE WIDTH MODULATION

La somma tra T_H e T_L è costante.

Il rapporto tra T_H e $(T_H + T_L)$ in percentuale fornisce il parametro DUTY CYCLE

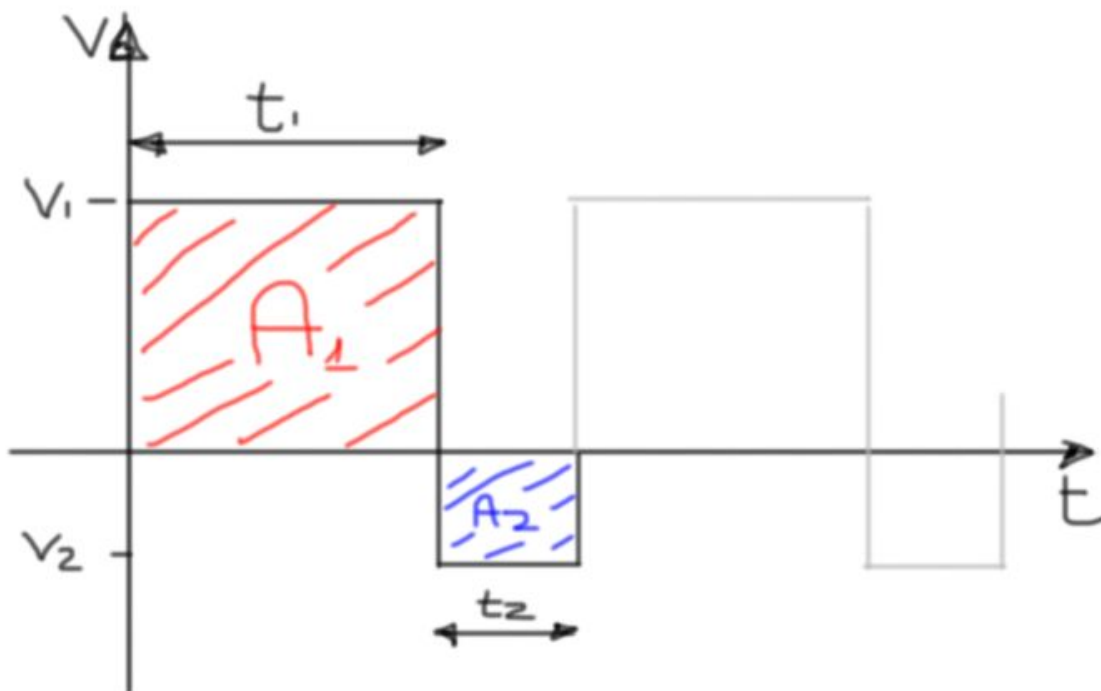


$$DC = \frac{T_H}{T_H + T_L} \bullet 100$$

PULSE WIDTH MODULATION

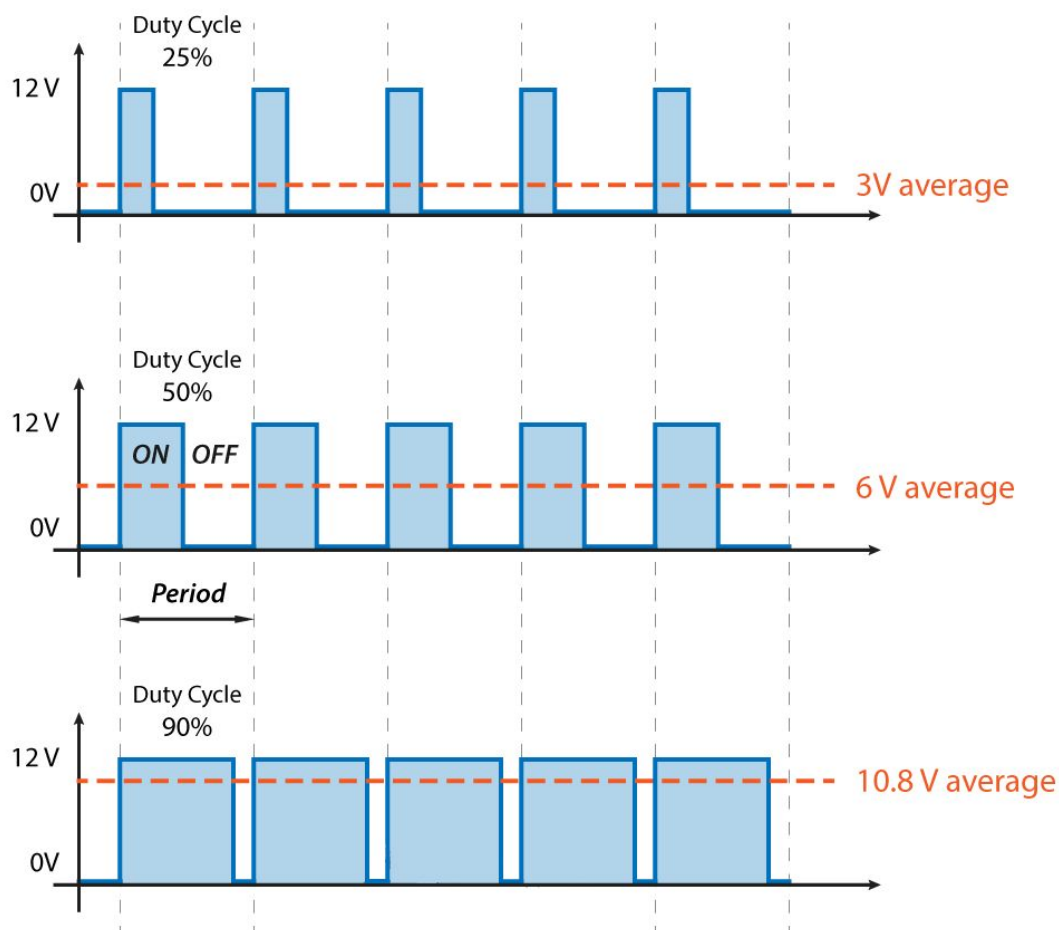
Variando il Duty Cycle variamo anche quella che viene chiamata “Tensione Media” dell’onda

$$V_m = \frac{A_1 + A_2}{T}$$



PULSE WIDTH MODULATION

Nel nostro caso essendo $A_2 = 0$, il conto si semplifica



PULSE WIDTH MODULATION

Modificando il duty cycle della nostra onda a frequenza costante, possiamo modificare la tensione media di uscita. Questa tensione media sarà la tensione che comparirà anche nella formula della “potenza” relativa al dispositivo che stiamo pilotando.

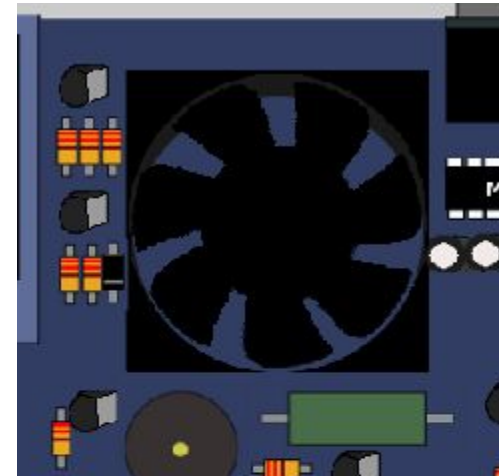
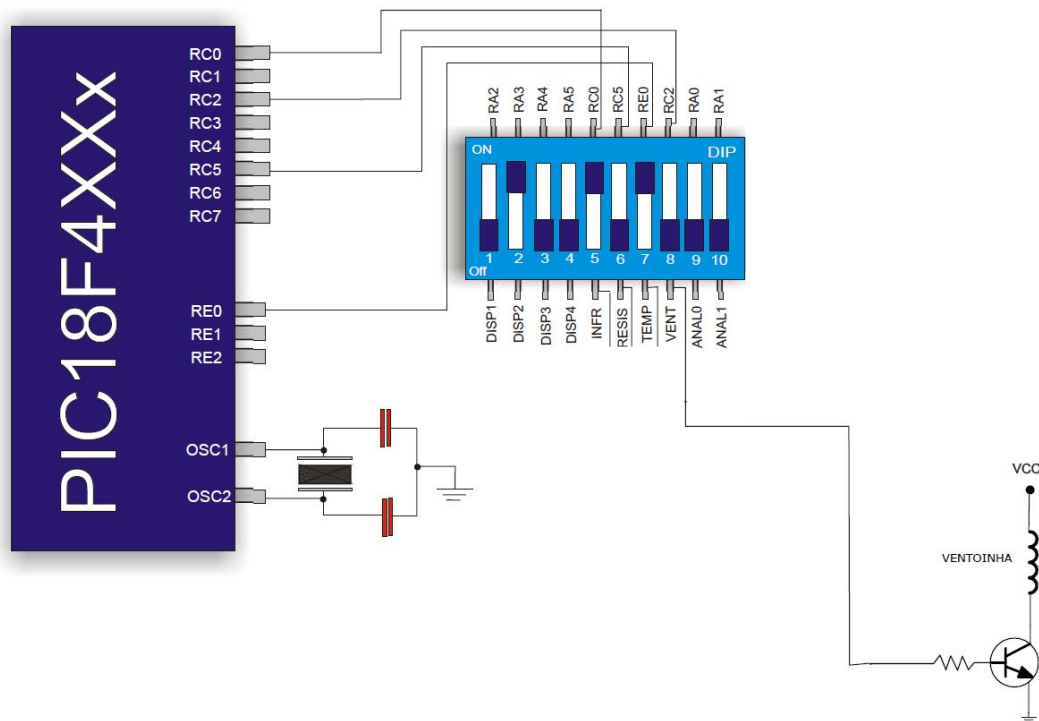
$$P = VI$$

Quindi esiste una relazione di proporzionalità tra tensione media e potenza del dispositivo

Esercitazione

Ci proponiamo di pilotare la ventola montata a bordo della scheda di sviluppo.

Diamo un'occhiata allo schema elettrico presente nella documentazione:



La ventola è collegata al pin RC2 del uC.

Step n. 1

Verifichiamo di riuscire a pilotare la ventola.

Consiglio di definire all'inizio del codice una label nominata VENTOLA in modo da poter fare riferimento all'etichetta piuttosto che al numero del pin.

A questo punto, nel main impostiamo la porta C come uscita, e proviamo ad accendere e spegnere il pin continuamente. inserendo un delay di 1000 ms tra un'accensione ed uno spegnimento avremo una percezione di quello che accade. Accendendo il pin, la ventola inizia a girare e la barra di controllo a sinistra dello schermo si riempie per indicare che la ventola gira al massimo della sua velocità.



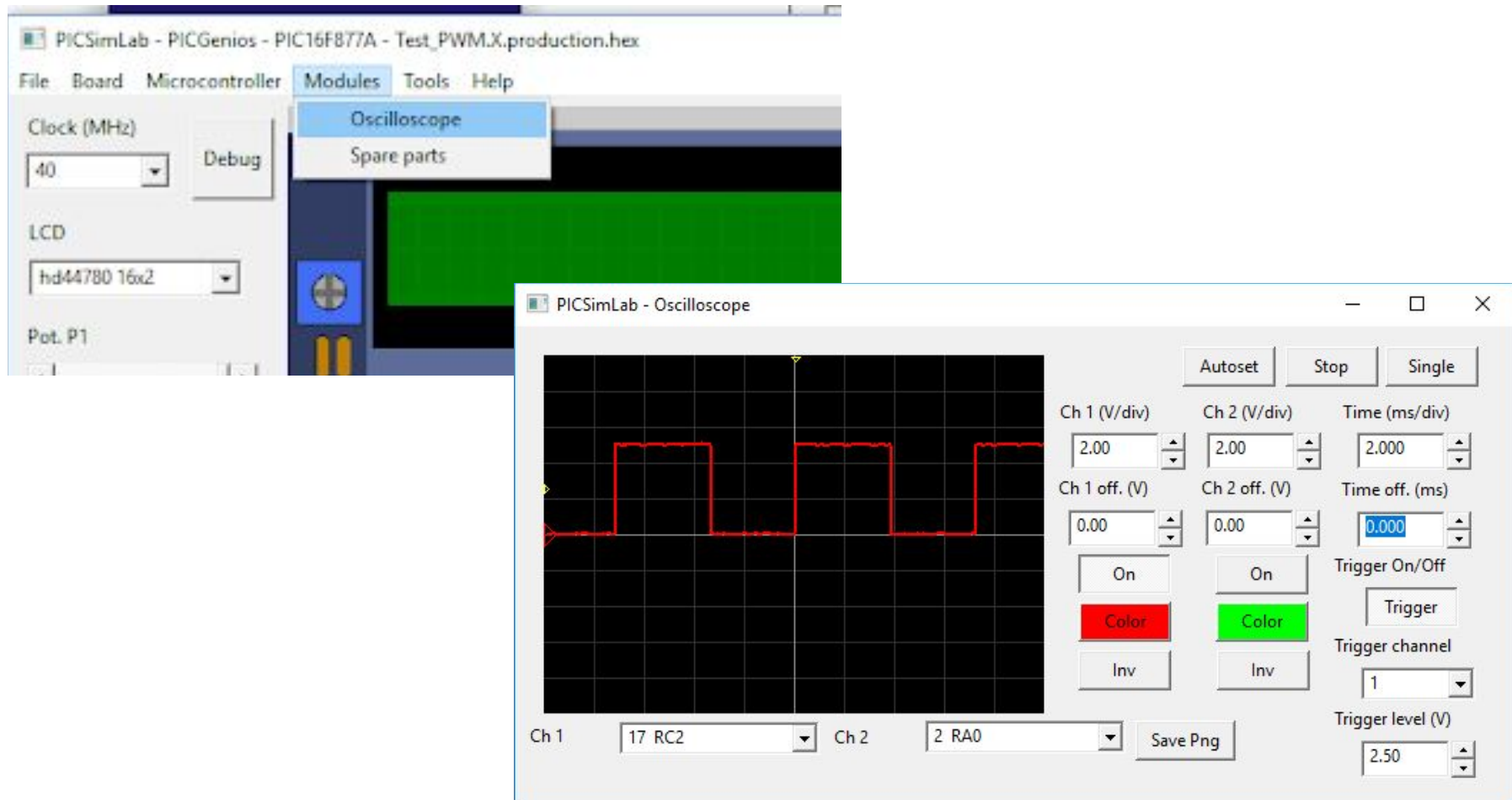
Quando spegniamo il pin la barra si svuota.

Step n. 2

Aumentiamo molto la frequenza dell'onda quadra diminuendo il tempo di delay. Se manteniamo costante il rapporto tra acceso e spento (tenendo uguali i due delay) noteremo che la velocità della ventola non varia. Ma a questo punto non riusciamo più ad avere una percezione delle accensioni e spegnimenti.

Per poter “debuggare” la scheda e valutare se in questi casi il circuito fa quello che pensiamo possiamo usare uno strumento di misura che ci mette a disposizione il simulatore (dalla ver. 0.7.5): **l'oscilloscopio.**

Step n. 2



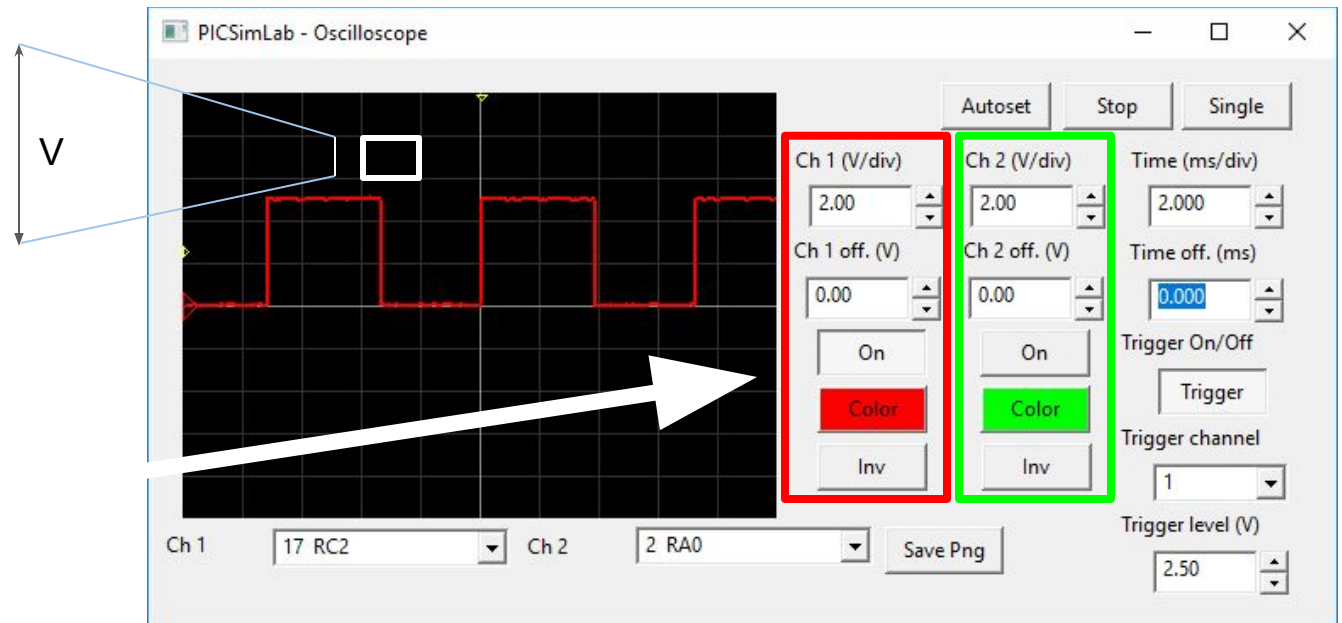
Step n. 2



Questo strumento è provvisto di due canali da poter collegare al circuito (ogni canale permette di visualizzare nel tempo l'andamento di un segnale, un pin).

Abbiamo il canale Ch1 (rosso) e il Ch2 (verde)

Step n. 2



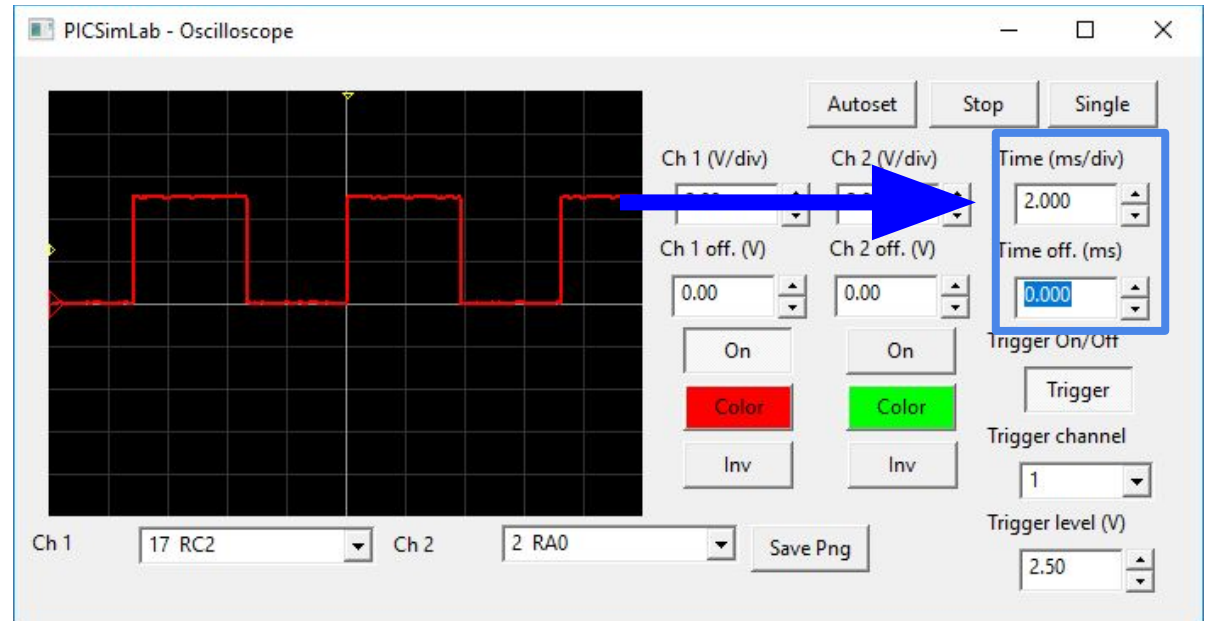
Questi sono i controlli relativi a ciascun canale

Ch1 (V/div) sono i Volt per divisione. Permette uno Zoom sull'asse verticale dell'onda, imposta l'altezza di ogni singolo quadratino di misurazione.

Ch1 off. (V): è un offset verticale, permette di spostare in verticale la nostra forma d'onda

On: attiva o disattiva la visualizzazione dell'onda

Step n. 2



Questi sono i comandi relativi all'asse orizzontale, il tempo.

Time (ms/div): permette di impostare la larghezza in millisecondi di ogni singolo quadratino di misurazione, praticamente permette di effettuare uno zoom in larghezza.

Time off. (ms): permette un offset orizzontale.

Step n. 2



Il trigger permette di “stabilizzare” l’immagine sul display. In pratica fissa con “Trigger Level” il punto in cui ri-sincronizzare l’immagine del display.

Trigger Channel permette di scegliere su quale canale effettuare tale sincronizzazione.

Step n. 3

A questo punto possiamo provare a variare i tempi del delay e noteremo un cambio dell'onda, il duty cycle cambia e cambierà anche la velocità della ventola, nonché la barra "cooler".

Step n.4

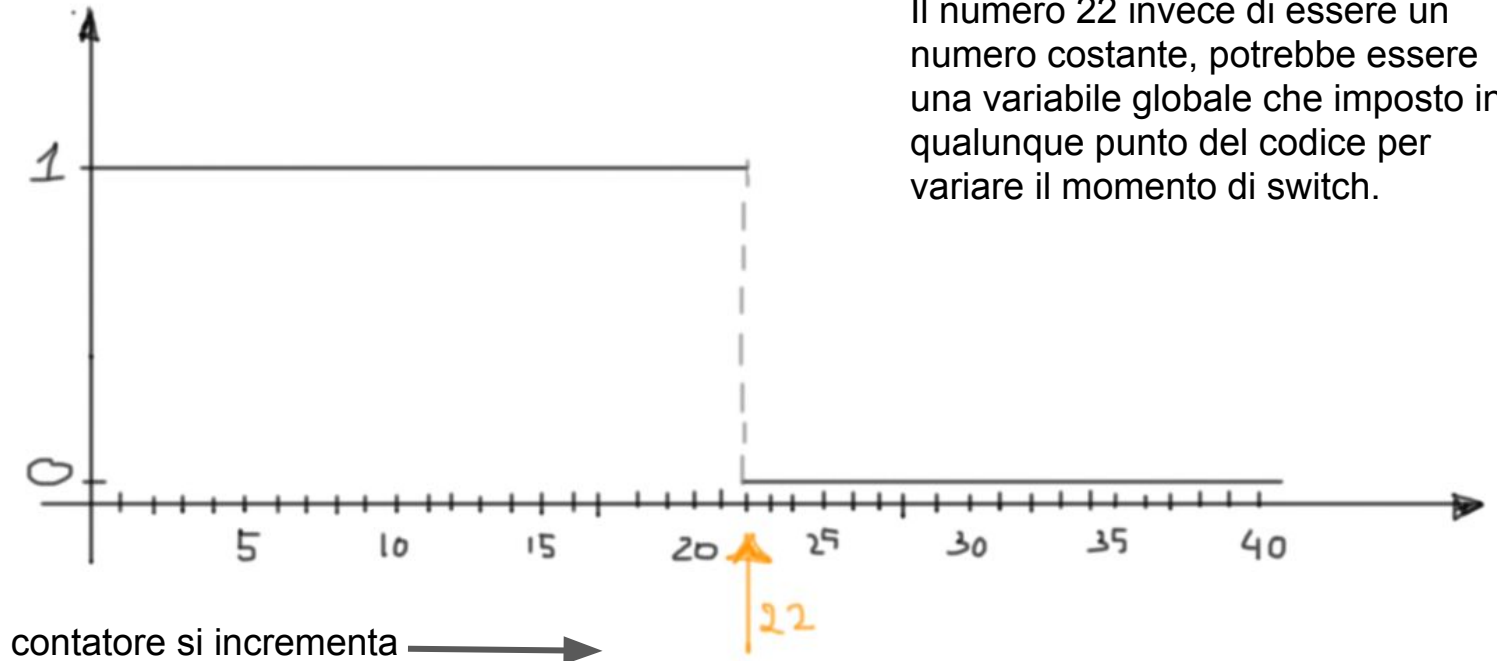
Ora si tratta di migliorare il nostro sistema. Come abbiamo già detto un dispositivo embedded che passa la maggior parte del suo tempo fermo in attesa di un delay è un sistema inefficiente.

Bisogna sfruttare il Timer0 e l'interrupt associato...

Ragionamento

Si tratta di usare un contatore incrementato dal timer. Questo contatore dovrà incrementarsi da 0 a 255 (8 bit senza segno). L'immagine è su base 40 solo per un motivo di disegno...

Finché il contatore è minore di 22, l'uscita è a livello logico alto, poi viene messa a livello logico basso.



```
// dichiaro una variabile globale "duty" e una "count"

void main()
{
    // Imposto le porte
    // Configurare il timer
    // Configuro l'interrupt
    // valorizzo la variabile "duty"

    while(1);

}

void interrupt ISR()
{
    // controllo se l'interrupt è stato generato dal timer
    // incremento count

    // se count < duty scrivo nell'uscita 1
    // altrimenti scrivo 0

    // Configuro il timer
}
```

Collegiamo un controllo analogico

Ora proviamo ad aumentare il grado di difficoltà:

Si richiede di controllare la velocità della ventola sfruttando il cursore P1 della scheda.

Esercitazione 1

Realizzare un dispositivo per la regolazione della velocità della ventola in modo analogico.

P1 collegato alla regolazione della ventola.

Il parametro P1 che dovrà variare tra 0 e 100 verrà visualizzato sul display LCD.

Velocita': 53%

Esercitazione 2

Realizzare un dispositivo per la regolazione automatica della temperatura.

Sul display LCD vogliamo visualizzare sia la temperatura attuale che la temperatura target (impostabili da tastierino).

Il sistema legge la temperatura dal sensore LM35 montato a bordo della scheda, e accende o spegne il Resistore di riscaldamento e/o la ventola per garantire una temperatura rilevata più costante possibile e uguale alla temperatura target.

Suggerimento: l'uso della tecnica PWM per il resistore e la ventola garantisce una migliore stabilità al sistema.