

CONVERSIONE DIGITALE ANALOGICA - Tecnica PWM

Come si fa a fornire una tensione analogica variabile da un segnale digitale ?

I microcontrollori, per esempio l'Atmel 328 presente sulla scheda arduino utilizzano la tecnica del PWM per trasformare un segnale digitale in un segnale analogico , svolgendo così la funzione di Conversione DIGITALE –ANALOGICA.

La tecnica PWM consiste nell'alternare in rapida sequenza, attimi in cui non forniamo tensione ed attimi in cui invece la emettiamo, una sorta di continuo "acceso-spento". In base alla variazione dei tempi in cui il "segnale" resta spento o acceso, abbiamo una tensione media che si avvicina più allo zero o al 100%.

Sappiamo che un microcontrollore può generare o livelli alti di tensione (HIGH, generalmente 5V) o livelli bassi (LOW - 0 Volt) . Quindi in pratica, soltanto un'onda quadra come in figura.

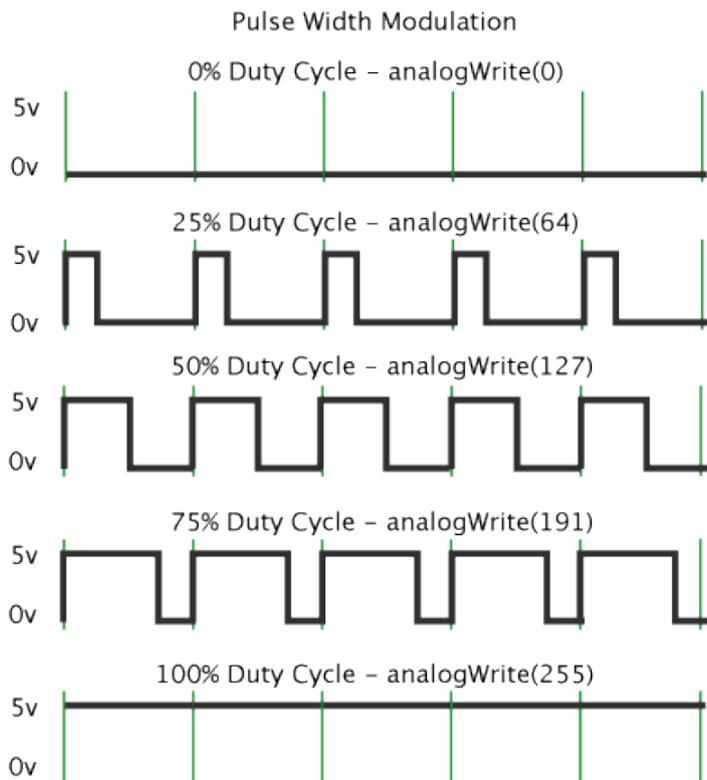


*NOTA : Sull'asse Y abbiamo le tensioni espresse in Volt , sull'asse X abbiamo il tempo, espresso in secondi .
La tensione "cambia" al passare del tempo*

Possiamo variare però la durata in cui forniamo il valore alto (HIGH) e il tempo in cui forniamo il valore basso (LOW) .

La percentuale del periodo totale in cui il livello è HIGH è detto DUTY CYCLE .

Se forniamo sempre in uscita il valore LOW, il Duty Cycle è 0 % . Se forniamo sempre in uscita il valore HIGH il Duty Cycle è 100% . Se forniamo per metà periodo il valore HIGH e metà periodo il valore LOW, il Duty Cycle sarà del 50% . Così se forniamo per un quarto del periodo il valore HIGH e per la restante parte il valore LOW , il Duty Cycle sarà del 25% e così via.



Come facciamo ora a trasformare quest'onda quadra in uscita in una tensione analogica variabile ?

Ci viene incontro la funzione del circuito RC composto da resistenza e condensatore .

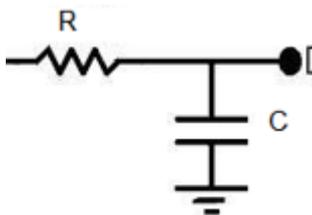


Figura 1 Circuito RC

Sappiamo che un condensatore è un componente elettrico in grado di accumulare cariche. Più grande è il condensatore è maggiore sarà la capacità di accumulare cariche.

Sappiamo anche che il condensatore, se gli forniamo tensione, non raggiungerà ai suoi capi immediatamente il valore di tensione finale ma si caricherà più lentamente. Allo stesso modo, se ad un condensatore inizialmente carico, gli viene tolta la tensione, il valore ai suoi capi non sarà immediatamente zero, ma si scaricherà lentamente.

Il tutto seguendo la costante di tempo **tau** [τ] data dal prodotto $R \times C$.

La costante di tempo che è espressa in secondi **rappresenta il tempo necessario a raggiungere il 63% della carica** che, ricordiamolo, segue una legge logaritmica e non lineare il che significa che inizialmente si carica molto velocemente per poi rallentare sempre di più.

Il condensatore svolge quindi l'azione di "Integratore", cioè se forniamo ai suoi capi una tensione variabile, lui tenderà ad integrarla, cioè ad attenuare le variazioni .

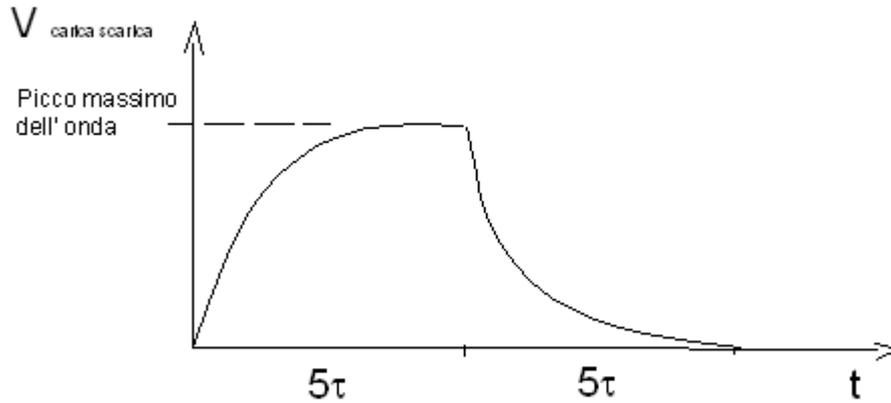


Figura 2 Carica e scarica di un condensatore

Quindi, se impostiamo , per esempio il pin 10 dell'Arduino come uscita e usiamo l'istruzione **analogwrite(10,127)** , l'arduino genererà sull'uscita 10 un'onda quadra con Duty Cycle 50%, cioè per metà del tempo sarà a livello alto e per l'altra metà a livello Basso .

Collegando sull'uscita un filtro RC come in figura, questo tenderà ad attenuare le variazioni dell'onda quadra.

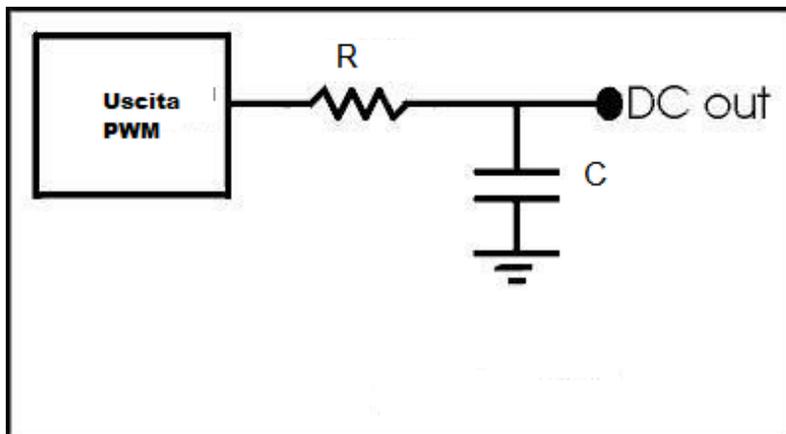


Figura 3 Circuito RC collegato ad un Pin di uscita di un microcontrollore

In presenza di un livello alto il condensatore si caricherà, non arriverà al massimo della carica in quanto con l'arrivo di un livello basso, inizierà il processo di scarica; all'arrivo di un nuovo livello alto, ricomincerà a caricarsi , per poi scaricarsi e così via.... La tensione in uscita sarà quindi una grandezza analogica ben definita, in questo caso pari a 2,5Volt.



Figura 4 Onda quadra e circuito RC. La linea rossa rappresenta la carica e la scarica del condensatore, la linea azzurra rappresenta il valore medio di tensione in uscita

A parità di frequenza dell'onda quadra, al variare del Duty Cycle dell'onda varierà la tensione in uscita.

Se il Duty Cycle è 0 avremo $V_{out}=0\text{ V}$, se 25%, la V_{out} sarà 1,25 V e così via.

