

microbit: uscite analogiche

PWM (pulse width modulation)

Microbit può fornire in uscita delle tensioni analogiche.

La tensione analogica è ottenuta per mezzo della variazione della durata degli impulsi (tecnica PWM).

In uscita non c'è una tensione variabile in ampiezza bensì un'onda quadra, pulsante, con durata degli impulsi che dipende dal valore numerico inserito nel comando.

Quando si invia all'uscita una grandezza analogica con il comando



in uscita è presente una tensione ancora digitale, pulsante, che assume uno dei due valori: 0V o V_{cc} ¹.

Se si misura o si utilizza la tensione in uscita sul pin con strumenti o apparecchi che non sono in grado di seguire le variazioni di tensione con la stessa rapidità si ha l'effetto di ottenere una risposta che si assesta al valore medio.

¹ V_{cc} è la tensione di alimentazione che noi assumiamo essere 3,3V come quando microbit è collegato alla porta USB.

Succede in tutte le case.

La tensione della rete elettrica domestica oscilla proprio a 50 Hz e nessuno si accorge delle variazioni di luce o di velocità dei motori.

Una lampadina ad incandescenza ha un filamento caldo la cui inerzia termica le impedisce di seguire le variazioni così rapidamente per cui la temperatura e quindi la luminosità si assestano ad un valore medio.

Lo stesso accade per un motorino o l'indice di uno strumento analogico: la loro inerzia è tale da non poter seguire le oscillazioni.

Per motivi diversi anche le luci fluorescenti o i LED o i video dei PC ci danno una sensazione di fissità della luce. In questi casi, i diversi tipi di sorgente luminosa oscillano ma è l'apparato visivo che dà sensazioni che si attestano sul valore medio.

Se il numero compreso nel comando è variabile, anche il valore medio è variabile.

La conversione D/A

L'uscita analogica viene prodotta da un convertitore D/A (Digitale Analogico) a 10 bit.

Con 10 bit si hanno 1024 valori possibili in uscita nell'intervallo 0-1023.

La frequenza degli impulsi è di 50 Hz.

Il periodo è 20 ms.

Ogni impulso si presenta ad intervalli di tempo di 20 ms e può durare da 0 a 20 ms.

Il periodo di 20 ms viene suddiviso in 1023 intervalli e nel caso dell'esempio la durata dell'impulso è pari a 300 di questi intervalli.

Scrivere il numero 300 significa indicare al D/A di produrre un impulso che abbia una durata di 300/1023 del periodo a disposizione.

Per 300 intervalli la tensione in uscita viene portata a V_{cc} , per esempio 3,3 V, e per il restante tempo di $1023-300 = 723$ intervalli la tensione in uscita viene portata a 0V.

La tensione media è data dal rapporto di intermittenza:

$$V_m = \frac{\text{durata impulso}}{\text{periodo}} * V_{Max}$$

che equivale a

$$V_m = \frac{\text{num intervalli}}{\text{totale intervalli}} * V_{Max}$$

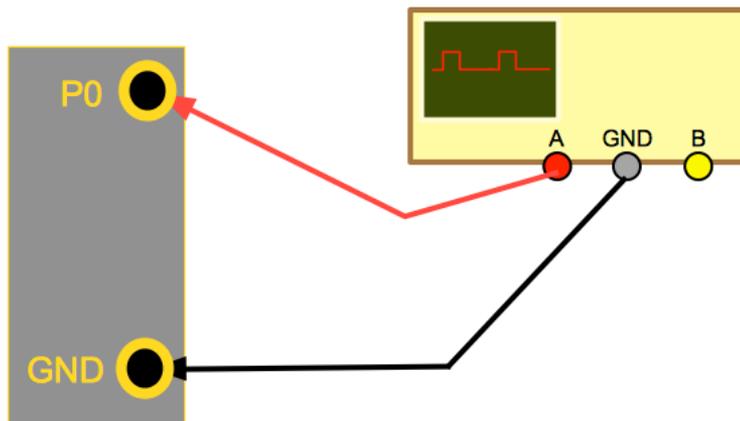
Il numero inserito come valore analogico da fornire in uscita è 300 e V_{Max} è la tensione di alimentazione V_{cc} .

Con $V_{cc} = 3,3 \text{ V}$ si ha una tensione media di:

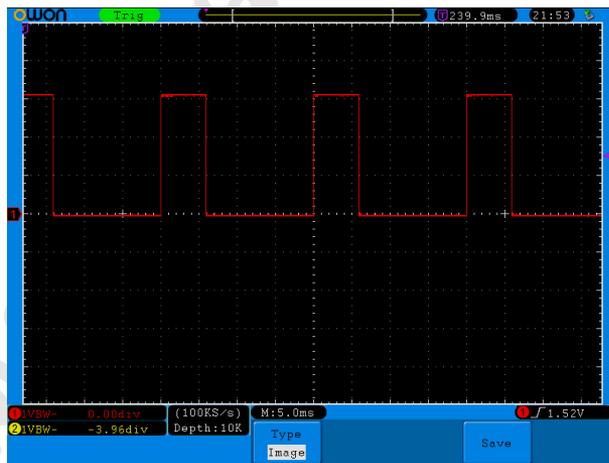
$$V_m = \frac{300}{1023} * 3,3 = 0,97 \text{ V}$$

Misurazioni con l'oscilloscopio

Con un oscilloscopio inserito come dalla figura seguente:



si effettuano misurazioni sul pin0 e si ottiene il seguente grafico:



La modulazione della sua durata permette di ottenere un valore medio variabile fra 0 e V_{cc} .

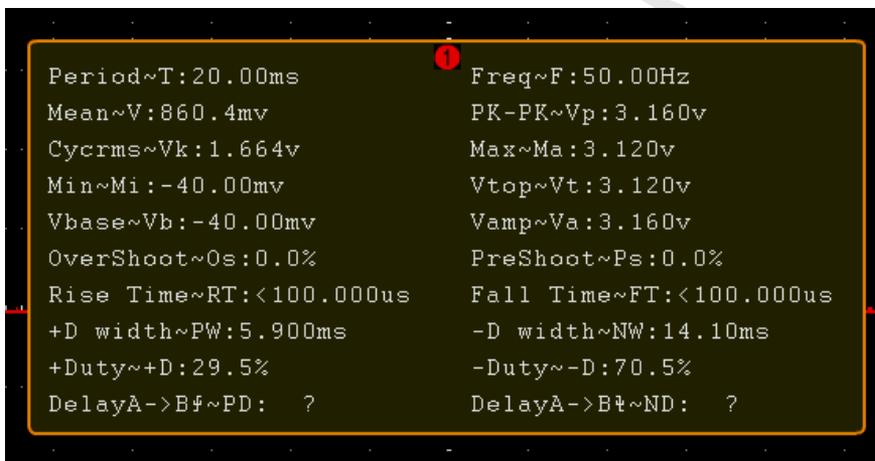
In particolare si possono misurare, con la precisione che un oscilloscopio può consentire,:

- periodo = 20 ms
- Δt (durata impulso) = 6 ms
- $V_{max} = 3,1$ V.

Si ricava un rapporto di intermittenza (detto “duty cycle”):

$$\delta = \frac{\Delta t}{T} = \frac{6}{20} = 0,3 = 30 \%$$

Dal riquadro riassuntivo fornito dall'oscilloscopio si ottengono i seguenti risultati:



Periodo = 20 ms

f (frequenza) = 50 Hz

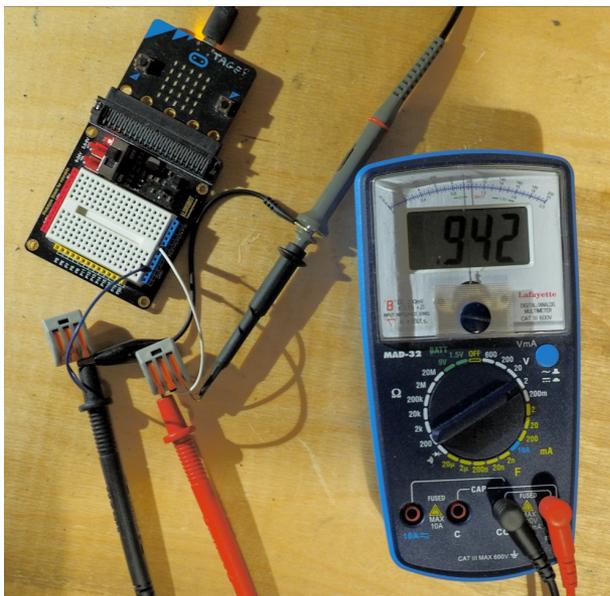
V Max = 3,12V

V medio = 860,4 mV

+D (durata impulso positivo) = 5,9 ms

+Duty (duty cycle) = 29,5 %

Il tester misura una tensione di alimentazione di 3,19 e un valore medio della tensione pari a 0,94 V.



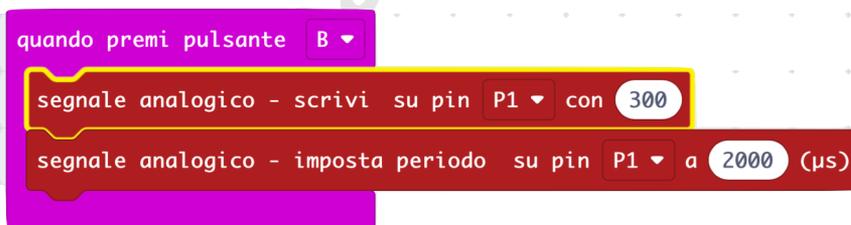
Dato il numero inserito, il valore atteso della tensione media di uscita è:

$$V_m = \frac{300}{1023} * 3,19 = 0,94 \text{ V}$$

che conferma la misurazione.

Cambiare il periodo

Il periodo, e quindi la frequenza degli impulsi, si può cambiare con un comando come nel caso seguente



Cambiando il periodo non cambia il valore medio.

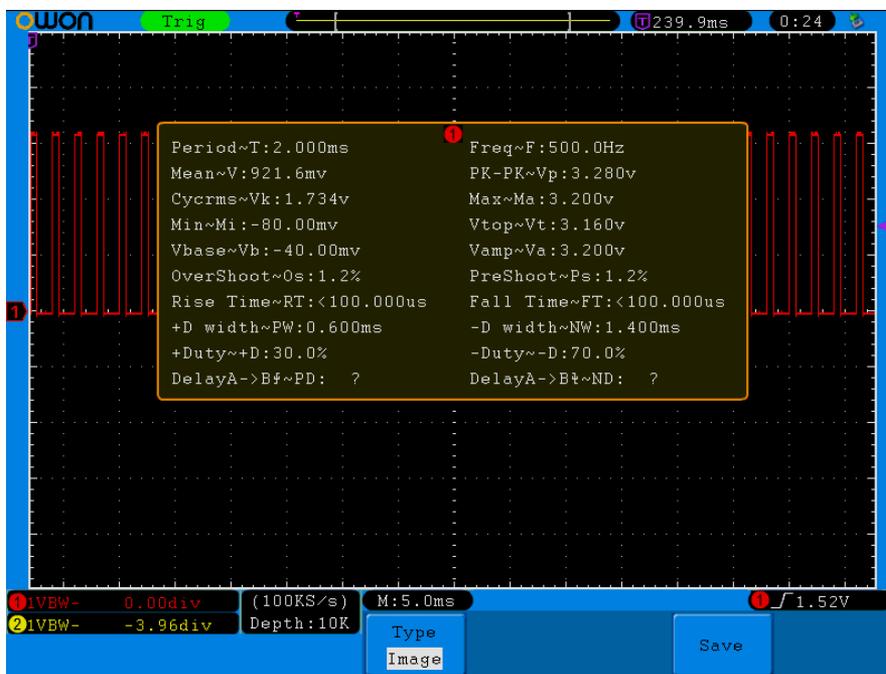
Tutte le uscite analogiche, anche quelle già funzionanti si metteranno a funzionare con lo stesso periodo.

Ai fini della correttezza del comando è importante che il cambio di frequenza avvenga su un pin già impostato per essere una uscita analogica.

Dinamica 2 con Scratch

Nel caso in esame, alla pressione del pulsante B, prima si invia il valore analogico così che la porta P1 viene impostata come uscita analogica e dopo si invia il segnale di periodo.

Con un periodo di 2 ms funziona bene:



In questa immagine, ripresa con la stessa base tempi, si intravedono gli impulsi più brevi ed i valori misurati dall'oscilloscopio:

frequenza 500 Hz

duty = 30%.

Un periodo di 1 s fornisce ovviamente funziona ancora bene ma la tensione è pulsante in modo apprezzabile e l'indice del tester oscilla intorno al valore medio non avendo inerzia e smorzamento sufficienti.

Nota. È stato impostato un periodo di 10 microsecondi. Funziona ancora ma il valore medio non corrisponde.

[Fonte](#)