

Esperienza 3: Portata e Sensibilità

La **portata** è uno dei parametri più immediati ed essenziali di uno strumento e rappresenta il limite superiore dell'utilizzo dello stesso. In termini appropriati, la portata è *“il massimo valore che è possibile misurare, detto anche fondo scala”*.

La **sensibilità** invece è definita come la *“minima variazione della grandezza fisica che è possibile misurare”*.

Sebbene per alcuni strumenti la **portata** sia di immediata comprensione, come nel caso di un righello o di un termometro a colonnina di mercurio, nel caso di altri è di più difficile interpretazione.

Per gli strumenti digitali, *il fondo scala è legato alla disponibilità di cifre di memoria*. A complicare una situazione in apparenza semplice è il fatto che la portata potrebbe essere talvolta piccola o talvolta enorme, in base alle grandezze fisiche in esame in un dato fenomeno. Nel caso di Arduino e della lettura analogica, sappiamo che gli ingressi del primo lavorano a 10 bit e quindi hanno a disposizione valori su una scala che va da 0 a 1023 (vedere scheda 0.1 per ulteriori spiegazioni). Nella scheda *Esperienza 2: Taratura*, abbiamo visto come ricavare il corrispettivo di questi valori in unità di misura del Sistema Internazionale. Tuttavia occorre porsi un'altra domanda: si riesce a raggiungere sempre il valore massimo? E a quanto corrisponde?

Analogamente per la **sensibilità**: lavorando con strumenti digitali si sa che la minima variazione che si può sperare di misurare è un bit. Ma a quanto corrisponde? In altre parole, quanto è sensibile il nostro sensore nelle unità note?

Avere uno strumento molto sensibile sembrerebbe il sogno di ciascun ricercatore, ma è veramente indispensabile? Inoltre, migliorare il più possibile la sensibilità dello strumento racchiude anche qualche inconveniente.

Setup – Idee

Seguendo le indicazioni riportate nella *Guida rapida ad Arduino* circa l'utilizzo dei sensori proposti, e adottando gli espedienti che proposti dalla classe nell'*Esperienza 1: Riproducibilità*, vi invitiamo a esplorare il valore della portata e della sensibilità dei seguenti sensori:

- Sensore di distanza
- Sensore di peso
- Sensore di intensità luminosa
- Sensore di temperatura
- Sensore di inclinazione

Raccolta dati – Portata

Riportare le misure effettuate per esplorare la portata dei sensori nella tabella alla pagina seguente. Alla luce di quanto fatto nell'*Esperienza 2: Taratura*, convertire i valori in bit ottenuti in unità misura del Sistema Internazionale appropriata alla grandezza, utilizzando la formula di conversione trovata o quella fornita nella scheda tecnica del sensore; alternativamente, ripetere la misura con uno strumento che fornisca valori in unità di misura nota (per esempio, il righello nel caso del sensore di distanza).

Consigliamo di usare i seguenti script:

- Con il sensore di **distanza**: *Dist_tantemedie.ino*
- Con il sensore di **intensità luminosa**: *IntLum_tantemedie.ino*, oppure: *_mediaconerrore.ino*
- Con il sensore di **temperatura**: *Temp_tantemedie.ino*, oppure: *_mediaconerrore.ino*
- Con il sensore di **peso**: *Peso_tantemedie.ino*

Se, come ci si aspetta, è già stata effettuata la procedura di taratura, consigliamo di utilizzare anche gli script:

- con la dicitura *_distanza*, anziché *_tempo*, o *_taratura* se preferite utilizzare la formula da voi trovata in precedenza per convertire i valori da bit a lunghezza, per il sensore a ultrasuoni;
- con la dicitura *_Celsius*, ed eventualmente *_Kelvin* e *_Fahrenheit* o *_taratura*, per il sensore di temperatura.

Esempio di tabella compilata:

| Tipo di Misura | Valore massimo in bit | Valore in unità di misura S. I. | Condizioni di misura |
|----------------|-----------------------|---------------------------------|--|
| Distanza | 1023 | 3,53 m ± 0.01 m | Sensore puntato su un libro che viene spostato manualmente |
| Luce | 1015 | non nota | Torcia cellulare a massima potenza appoggiata al sensore |
| Peso | 1023 | 5,4 kg ± 0,1 kg | 2 dizionari |

Raccolta dati – Sensibilità

Riportare le misure effettuate per esplorare la sensibilità dei sensori nella seguente tabella. Alla luce di quanto fatto nell'*Esperienza 2: Taratura*, convertire i valori in bit ottenuti in unità misura del Sistema Internazionale appropriata alla grandezza, utilizzando la formula di conversione trovata o quella fornita nella scheda tecnica del sensore; alternativamente, ripetere la misura con uno strumento che fornisca valori in unità di misura nota (per esempio, il righello nel caso del sensore di distanza).

Scegliere lo script più adeguato tra quelli utilizzati nelle esperienze precedenti, possibilmente facendo uso anche di quelli riportati nella sezione relativa alla portata.

Esempio di tabella compilata:

| Tipo di Misura | Valore minimo rilevabile | Valore in unità di misura S. I. | Condizioni di misura |
|-----------------------|---------------------------------|--|---|
| Distanza | 1 | 4 mm \pm 1 mm | Sensore puntato su un libro |
| Peso | 1 | 10 g \pm 1 g | Acqua aggiunta ad un contenitore appoggiato sul sensore |

Spunti di riflessione e approfondimento

- A. È stato trovato un sensore per il quale non è possibile stabilire o raggiungere il fondo scala? Perché?
- B. Quanto vale la portata dello strumento calcolata usando la formula di conversione ricavata nella scheda 2? Corrisponde al valore che misurato? E quanto vale la sensibilità?
- C. Si riesce a rilevare variazioni di 1 bit per tutti i sensori?
- D. Una sensibilità abbastanza buona del sensore permette di rilevare oscillazioni del segnale non desiderate, come constatato nell'*Esperienza 1: Riproducibilità*. In base alle misure effettuate, è possibile determinare la sensibilità dei sensori utilizzati guardando semplicemente le oscillazioni presenti durante una singola misura?
- E. La sensibilità si mantiene costante lungo tutta la scala? Ovvero la differenza di un bit ha sempre lo stesso valore in unità di misura se ci si trova tra 1 e 2 bit o se ci trova tra 500 e 501 bit?
- F. Si può pensare che la sensibilità sia la portata/1023? Questo vale in ogni caso?

Possibili sviluppi

- I. Sfida tra gruppi: vince il gruppo che riesce a misurare un valore di 1023 con almeno un sensore. (Attenzione ad aver ben collegato il circuito).
Chi ci riesce poi spiega alla classe come è riuscito ad ottenere il valore massimo e si discute dei possibili limiti dello strumento.
- II. Se non già fatto convertire i bit in metri e in gradi centigradi in base al sensore che è stato usato, cercando anche degli aiuti online. (vedi scheda numero 2)