

## Esperienza 4: Prontezza

I fenomeni fisici che si possono misurare hanno un ampio ventaglio di caratteristiche che li contraddistinguono. Una delle più importanti è la **scala temporale** che caratterizza un dato fenomeno. Esistono fenomeni statici, che si protraggono per un tempo apparentemente illimitato; ci sono poi fenomeni variabili, che avvengono su scale temporali lunghe e possono essere misurati con molta calma; infine esistono fenomeni repentini, che richiedono strumenti in grado di effettuare la misura in frazioni di secondo.

Si definisce **prontezza** di uno strumento l'intervallo di tempo necessario allo strumento per fornire una misura. Nel condurre l'esperimento è necessario conoscere, anche in maniera approssimativa, la scala temporale con la quale si ha a che fare, poiché è necessario dotarsi di uno strumento che abbia una prontezza adeguata.

L'uso di Arduino per effettuare una misura non è esente dal problema della prontezza di misura: una volta che il programma viene eseguito, occorre un certo tempo affinché sul monitor inizino a comparire i primi valori misurati. Per misurare questo tempo si può sfruttare un comando apposito all'interno dello script, che fa partire un cronometro interno al suo avvio e mostra il tempo in cui vengono effettuate le diverse azioni. Questo tempo viene misurato aggiungendo la riga di comando `t=micros()`; nel punto del programma desiderato (dopo aver inserito il comando `float t`; all'inizio del codice) e viene stampato sul monitor seriale aggiungendo successivamente il comando `Serial.print(t)`; . Se si inserisce il primo comando appena prima di quello che effettua la misura all'interno di un ciclo, si può scoprire l'istante di tempo in cui ogni misura viene compiuta (soprattutto la prima); il primo tempo ottenuto verrà indicato nella tabella delle misure come **tempo di risposta di Arduino**.

Ma Arduino non è il solo problema: il microprocessore potrebbe essere sufficientemente rapido, ma alcuni sensori richiedono un certo tempo di risposta intrinseco nella fisica del fenomeno che si deve misurare. Per esempio, se il sensore di temperatura viene spostato da un corpo freddo a un corpo caldo, i valori misurati non passeranno istantaneamente a quelli corrispondenti alla temperatura del corpo caldo: occorrerà un certo tempo prima che il sensore si scaldi e i valori misurati si assestino su quelli che ci si aspetta. In sintesi, se cambiamo un elemento del setup sperimentale in un certo istante, questo cambiamento non si vedrà nelle misure istantaneamente, ma in un momento successivo. Il tempo trascorso tra i due istanti (che possiamo misurare per esempio con un cronometro a mano) lo chiameremo il **tempo di risposta del sensore**.

### Setup – Idee

Seguendo le indicazioni riportate nel capitolo introduttivo circa l'utilizzo dei sensori proposti, e adottando gli espedienti che avete proposto nell'*Esperienza 1: Riproducibilità*, vi invitiamo ad esplorare il tempo di risposta dei seguenti sensori:

- Sensore a ultrasuoni
- Sensore di peso
- Sensore di luminosità
- Sensore di temperatura
- Sensore di inclinazione

## Raccolta dati

Riportate le misure effettuate per esplorare la sensibilità dei sensori nella tabella contenuta alla pagina successiva, cercando di distinguere il tempo di risposta di Arduino dal tempo di risposta del sensore. 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 e confrontarne le differenze:

- 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.

Togliete le barre // dai comandi opportuni negli script sopracitati per misurare il tempo di risposta di Arduino e i tempi ai quali vengono eseguite le varie misure, che possono esservi di aiuto se faticate a misurare il tempo di risposta del sensore con il cronometro manuale.

Nel caso di misure con un tempo di risposta “lungo”, suggeriamo di realizzare un grafico in cui inserire i dati ponendo sulle ascisse il tempo e sulle ordinate le misure. Si può anche utilizzare la funzione integrata nel software IDE di Arduino aprendo il plotter seriale all'interno del menù *Strumenti*.

Esempio di tabella compilata:

| Tipo di Misura     | Tempo di risposta del sensore | Tempo di risposta di Arduino | Condizioni di misura                                |
|--------------------|-------------------------------|------------------------------|---|
| Temperatura        | 5 secondi                     | 0.5 secondi                  | temperatura dell'aria della stanza                  |
| Intensità luminosa | incalcolabile                 | 0.1 secondi                  | luce della torcia del cellulare a distanza di 10 cm |

| Tipo di Misura | Tempo di risposta del sensore | Tempo di risposta di Arduino | Condizioni di misura |
|----------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------|
|                |                               |                              |                      |
|                |                               |                              |                      |
|                |                               |                              |                      |
|                |                               |                              |                      |
|                |                               |                              |                      |
|                |                               |                              |                      |
|                |                               |                              |                      |
|                |                               |                              |                      |

## **Spunti di riflessione e approfondimento**

- A. Il tempo in cui il sensore è in grado di rilevare un cambiamento e misurarlo è uguale al tempo di lettura di Arduino?
- B. Si riesce a misurare la prontezza dei vari sensori in maniera precisa? Se no, quali difficoltà si incontrano? Si riesce almeno a dare una stima dell'ordine di grandezza del tempo di risposta dei sensori?
- C. In base alle conclusioni, si riesce a stabilire per quali sensori il tempo di risposta di Arduino è influente o meno?
- D. Se è stato realizzato il grafico dei dati in funzione del tempo, che andamento ha? Come possiamo usarlo per conoscere il tempo di risposta del sensore?
- E. Come può influire un tempo di risposta lungo sul setup di un esperimento? Come fare in modo di non misurare tempi di risposta sbagliati?

## **Possibili sviluppi**

- I. Come si può includere la prontezza dello strumento nella comprensione dell'evoluzione nel tempo di un fenomeno? Per esempio, quando si misura la distanza di un corpo in movimento, come si può essere sicuri che il sensore stia misurando abbastanza velocemente per descrivere bene questo moto?
- II. Ci sono fenomeni che il sensore non riesce a rilevare perché troppo brevi? Se sì, quali e per quali sensori?