

MISURIAMO LA VELOCITÀ CON I ROBOT

Indice argomenti del video

- INTRODUZIONE TEORICA
 - Il concetto di velocità
 - Il moto rettilineo uniforme
 - Come si costruisce il grafico spazio-tempo
 - Che cos'è l'errore di misura
- ESPERIENZA DI LABORATORIO
 - Preparazione del materiale
 - Esperimento 1: calcolare la velocità del robot e costruire un grafico spazio-tempo
 - Esperimento 2: gli errori di misura

INTRODUZIONE TEORICA

Il concetto di velocità

La velocità è una grandezza che esprime il rapporto tra lo spazio percorso da un corpo in movimento e il tempo impiegato a percorrerlo. Quindi nel caso di due robot, a parità di spazio percorso è più veloce quello che impiega il tempo minore per raggiungere la linea di arrivo.

Il moto rettilineo uniforme

Un corpo si muove con moto rettilineo uniforme quando si sposta lungo una retta con velocità costante. In un moto rettilineo uniforme la velocità non cambia col passare del tempo. Comunque si scelga un intervallo Δt , la velocità media del corpo è sempre la stessa ed è uguale alla velocità istantanea v .

Poiché la velocità è costante, gli spostamenti Δs sono proporzionali agli intervalli di tempo Δt in cui avvengono. Infatti, per la definizione di velocità si ha:

$$v = \Delta s / \Delta t$$

e quindi

$$(1) \quad \Delta s = v \Delta t$$

L'unità di misura della velocità è m/s, anche se spesso si utilizza km/h, come per esempio nei tachimetri delle macchine.

Le caratteristiche del moto uniforme sono contenute nella sua equazione oraria. Se un corpo si muove lungo una retta con velocità costante v e all'istante $t_0 = 0$ s occupa la posizione s_0 , al generico istante t la sua posizione è data dalla formula:

$$(2) \quad s = s_0 + vt$$

detta **legge oraria** del moto rettilineo uniforme.

Per dimostrare la (2), consideriamo un corpo che si muove di moto rettilineo uniforme dalla posizione iniziale s_0 all'istante t_0 e che raggiunge la posizione s nel generico istante t . In queste ipotesi, $\Delta s = s - s_0$ e $\Delta t = t - t_0$ e l'equazione (1) diviene:

$$s - s_0 = v(t - t_0)$$

Se poniamo $t_0 = 0$ s, si ha

$$s - s_0 = vt$$

da cui si ottiene la (2):

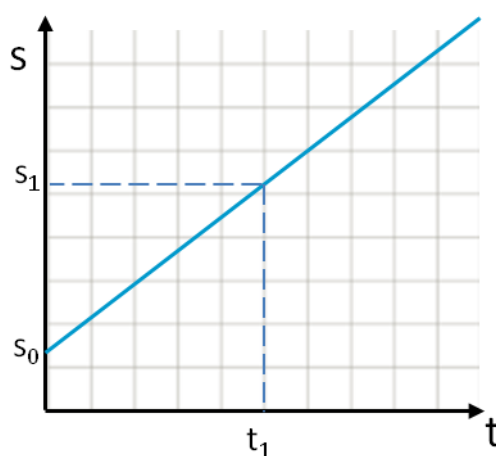
$$s = s_0 + vt$$

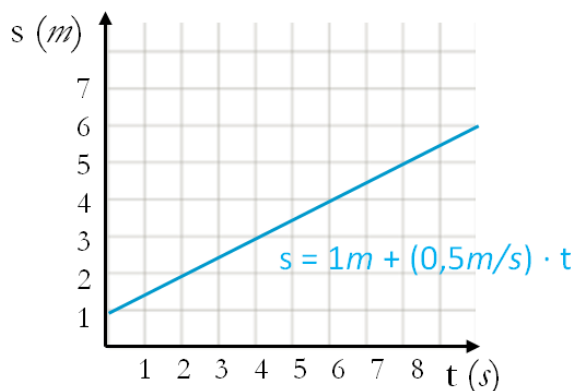
Il grafico spazio-tempo

La velocità è la pendenza del grafico spazio-tempo: se la velocità è costante allora anche la pendenza del grafico spazio-tempo è costante. L'unica curva che ha pendenza costante è la retta; quindi il grafico spazio-tempo di un moto rettilineo uniforme è una **retta**.

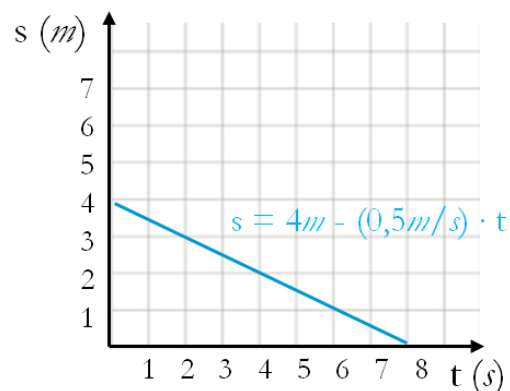
Le caratteristiche fisiche della legge oraria ($s = s_0 + vt$) corrispondono alle proprietà geometriche del suo grafico spazio-tempo:

- la posizione s_0 all'istante $t = 0$ s è l'ordinata del punto di intersezione fra la retta e l'asse verticale;
- la velocità v è la pendenza della retta; la pendenza è positiva se il corpo si muove nel verso positivo dello spostamento, è negativa se si muove con verso opposto.





A.



B.

Grafico A.: Il corpo si muove con velocità $0,5 \text{ m/s}$ nel verso positivo dello spostamento. Nell'istante $t = 0\text{s}$ la sua posizione è $+1 \text{ m}$ rispetto all'origine.

Grafico B.: Il corpo si muove con velocità $-0,5 \text{ m/s}$ nel verso negativo dello spostamento. Nell'istante $t = 0\text{s}$ la sua posizione è $+4 \text{ m}$ rispetto all'origine.

L'errore di misura

L'errore è, per definizione, la differenza tra il valore vero e il valore misurato della grandezza in esame. Gli errori che si possono compiere durante una misura sono molteplici, ma possono essere raggruppati in due categorie fondamentali: errori sistematici ed errori accidentali.

Gli **errori sistematici** sono quelli che compaiono ad ogni singola misura e possono essere di diversi tipi:

- Errori strumentali, legati allo strumento utilizzando, che magari è poco preciso o mal tarato;
- Errori soggettivi, che invece dipendono dallo sperimentatore;
- Errori ambientali, determinati da fattori esterni, come ad esempio la presenza di un magnete che può rendere poco affidabile la misura di una bussola.

Gli errori sistematici influiscono sulla misurazione sempre nello stesso senso e, solitamente, per una stessa quantità. Più lo strumento che stiamo utilizzando è di buona qualità minore sarà questo tipo di errore.

Gli **errori accidentali (o casuali)** non si possono né prevedere né evitare e affliggono la misura con valori che possono risultare a volte minori e a volte maggiori di quelli reali. Questo tipo di errore può essere ridotto al minimo ripetendo più volte la misura e facendo poi la media aritmetica dei valori trovati.

ESPERIENZA DI LABORATORIO

In questa fase, porre alcune domande per stimolare l'interesse degli studenti per un argomento che può sembrare banale, ma che in realtà affronta molti contenuti. Gli studenti possono interrogarsi su

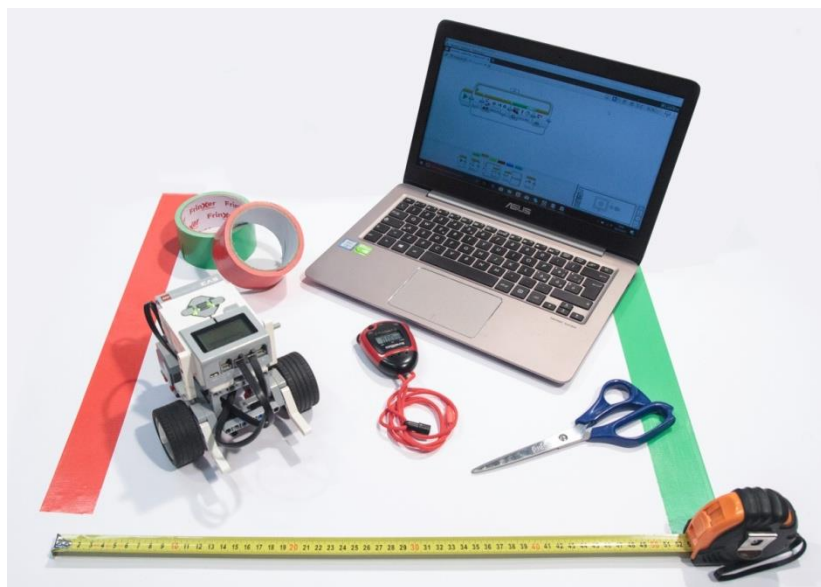
come si calcola la velocità, quale sia la relazione tra velocità, spazio e tempo e chiedersi cosa significa compiere errori di misura. Per far questo possiamo chiederci:

- Che cosa significa che un robot/auto/persona è più veloce di un'altra?
- Che relazione c'è tra spazio percorso e tempo?
- Esiste una misura "vera" in assoluto?
- Come ridurre al minimo l'errore della misura?

Preparazione del materiale

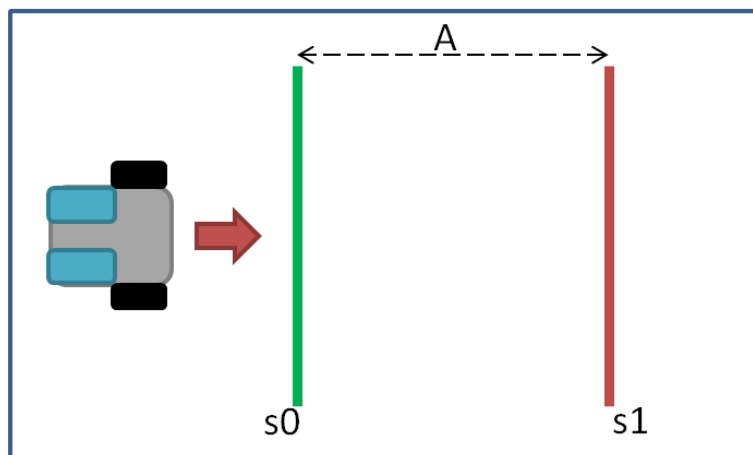
Occorrente:

- Robot
- Cronometro/orologio
- Cartellone da costruire come da figura
- Nastro colorato/pennarelli
- PC



Utilizzare il robot in dotazione. Nel caso del video sarà utilizzato Lego Mindstorms EV3, montato secondo il modello base che trovate nel manuale cartaceo presente nella confezione.

Possiamo utilizzare un cartellone bianco (o il pavimento se chiaro e uniforme). Con il nastro colorato o un pennarello possiamo segnare alcune linee parallele a distanze note di diverso colore (ad esempio verde e rosso).

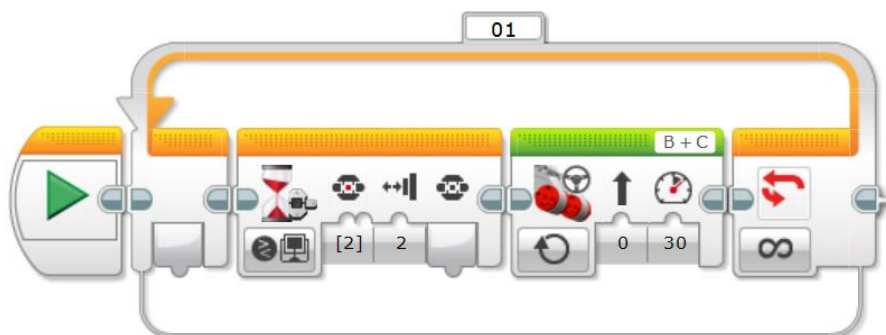


Esperimento 1

L'obiettivo del nostro esperimento è il calcolo della velocità del robot.

Per fare questo dobbiamo:

- Porre il robot all'inizio del percorso e farlo partire a velocità costante.
- Azionare il cronometro quando il robot supera la linea verde (s0).
- Fermare il cronometro quando il robot supera la linea rossa (s1).

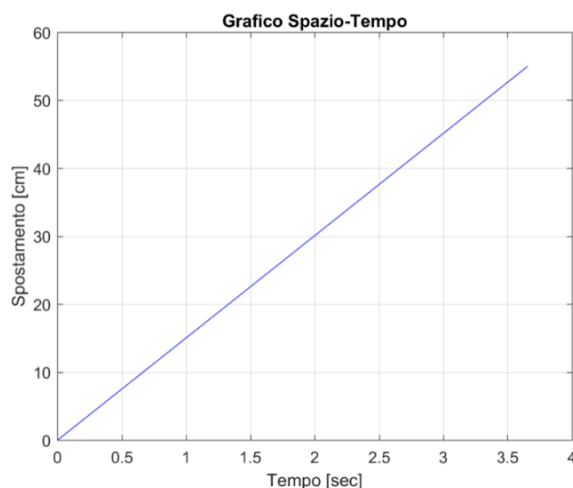


Per costruire il grafico spazio-tempo abbiamo bisogno del valore dello spazio (misurate la distanza A tra le due linee con un metro) e del tempo (è il valore misurato con il cronometro).

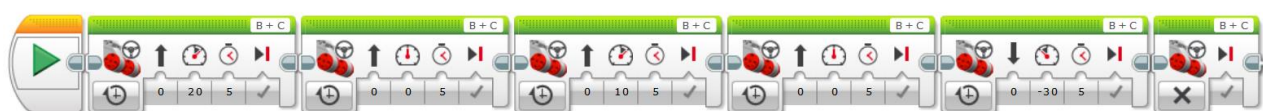
Possiamo quindi disegnare il grafico spazio-tempo: sull'asse y (ordinate) mettiamo i valori dello spazio, mentre sull'asse x (ascisse) vanno inseriti i valori del tempo. La pendenza della retta corrisponde al valore della velocità.

Facciamo partire il robot prima della linea verde in modo che raggiunga una velocità costante, che non è immediatamente a regime già alla partenza.

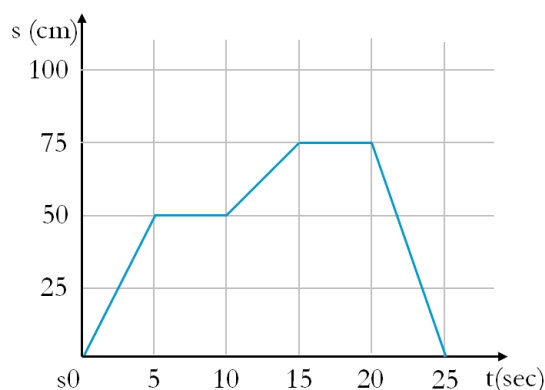
Spazio (cm)	Tempo (s)	Velocità (cm/s)
0	0	15,03
55	3,66	



Il grafico spazio-tempo può poi essere anche più complesso e descrivere un comportamento più articolato del nostro robot, ad esempio possiamo programmare il robot in modo che percorra distanze diverse a velocità diverse, magari alternando movimenti in avanti e indietro. Provate a programmare un comportamento complesso e poi costruirne il grafico. Ad esempio nel video abbiamo costruito il grafico spazio tempo di questo comportamento (ricorda, nel programma EV3 non viene impostato lo spazio, ma la potenza del motore):

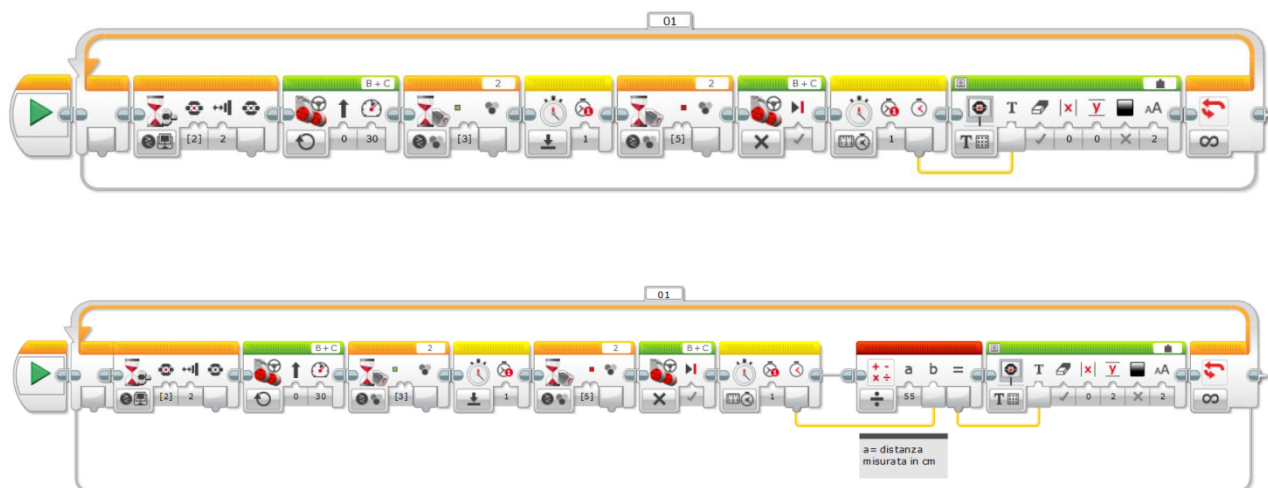


Spazio	Tempo	Velocità
50	5	10
0	5	0
25	5	5
0	5	0
-75	5	-15



Possiamo anche eseguire l'esperimento utilizzando alcune caratteristiche aggiuntive del kit robotico: il sensore di colore e il cronometro interno. Il robot è dotato di un cronometro interno che può registrare, ad esempio, il tempo che intercorre tra il passaggio sulle due linee, questo ci permette di far misurare il tempo direttamente al robot. Per questo esperimento è possibile utilizzare

il sensore di colore in dotazione al kit: esso è in grado di rilevare il colore della linea quando il robot ci passa sopra. Possiamo quindi programmare in modo da attivare e fermare il cronometro interno del robot quando il sensore rileva la linea verde e quella rossa rispettivamente. Inoltre, il robot può calcolare direttamente la velocità. In questo caso è necessario inserire nel programma il valore della distanza tra le linee.

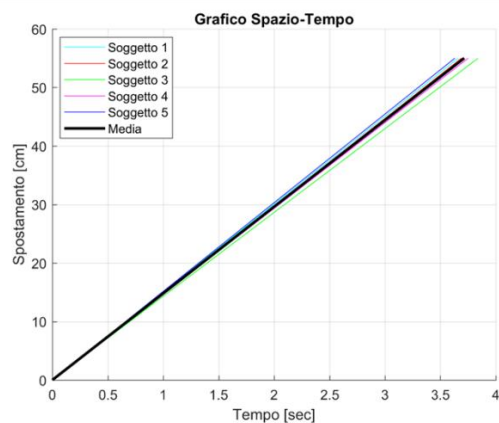


Esperimento 2

Proviamo a ripetere più volte l'esperimento annotando i diversi tempi misurati, facendo prendere la misura a studenti diversi e misurando il tempo con strumenti diversi (cronometro, orologio da polso, cellulare ...)

I valori ottenuti saranno probabilmente diversi tra loro, proprio a causa della presenza, inevitabile, degli errori di misura. Sarà probabilmente presente un certo errore strumentale: forse il vostro strumento non è molto preciso; il cronometro interno al robot avrà un errore strumentale diverso rispetto al vostro cronometro manuale, ma anche questo inevitabile. Altri errori saranno accidentali: diversi studenti avranno preso tempi diversi. Questo tipo di errore può essere ridotto al minimo ripetendo più volte la misura e facendo poi la media aritmetica dei valori trovati.

Soggetto	Tempo (s)	Velocità (cm/s)
1	3,66	15,03
2	3,69	14,90
3	3,84	14,32
4	3,75	14,67
5	3,63	15,15
MEDIA	3,71	14,81



Conducendo gli esperimenti, gli studenti calcoleranno la velocità del robot e ricaveranno la legge oraria del moto, modificando di volta in volta le diverse variabili (velocità, spazio e tempo).

Gli studenti potranno inoltre apprezzare il concetto di errore di misura, misurando più volte il tempo sullo stesso percorso, facendo rilevare le misure a persone diverse e utilizzando strumenti di misura diversi.

A questo punto, con in mano i dati ricavati, è utile rafforzare i concetti con una parte più teorica (che per semplicità abbiamo inserito all'inizio del documento) e integrando l'esperienza pratica con i contenuti del libro di testo.

Note per l'insegnante

Questo percorso è pensato per essere indipendente dalla piattaforma utilizzata. A questo scopo può essere utilizzato qualunque robot in dotazione alla scuola, in grado di muoversi a velocità costante, preferibilmente in cui sia possibile variare la velocità.

Per completezza alleghiamo la programmazione software del kit Lego MindstormsEV3 da noi utilizzato nel video dell'esperimento. Ricordiamo che la programmazione non è univoca e sono possibili alcune variazioni nel programma, senza che questo cambi il valore dell'esperienza.

È possibile lavorare con l'intero gruppo classe e un singolo robot, tuttavia consigliamo di lavorare a piccoli gruppi con più robot, in modo da coinvolgere attivamente tutti gli studenti.

Una o due ore sono più che sufficienti per l'esperimento, la fase di spiegazione teorica e rielaborazione delle nozioni apprese, potrà poi essere ampliata secondo i criteri del docente.

Riferimenti bibliografici

- *Fisica e realtà*, Claudio Romeni
<http://ebook.scuola.zanichelli.it>
- *La Chimica facile*, Sandro Barbone e Luigi Altavilla
<http://online.scuola.zanichelli.it/chimicafacile>
- *Guida all'utente Lego Mindstorms EV3*
<https://www.lego.com/en-us/mindstorms/downloads/user-guide>