ON4CRD

Volume 07

Le resistenze



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Note legali

Volume 07 · Le resistenze

Editore del sito web : Radio Club Durnal ON4CRD

Responsabile della pubblicazione : Comitato del Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Note legali

Proprietà intellettuale

Testi, immagini, documenti, loghi e materiali pubblicati sul sito restano di proprietà dei rispettivi autori o del club. Qualsiasi riproduzione o riutilizzo deve rispettare la fonte, i diritti applicabili e qualsiasi autorizzazione dell'autore.

Responsabilità

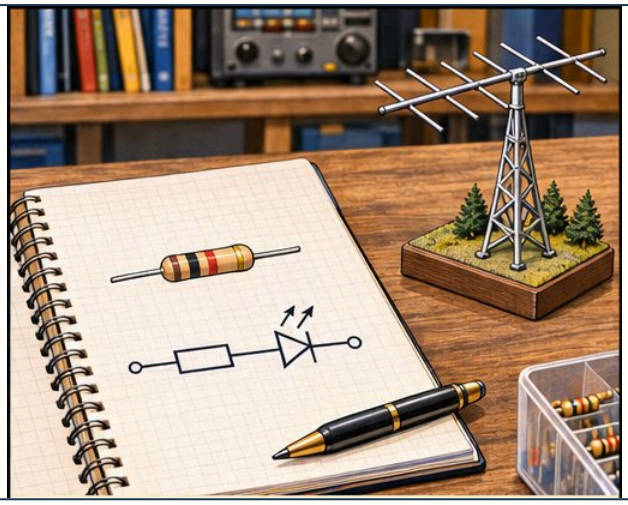
Il club si impegna a pubblicare informazioni utili e verificate, ma non garantisce l'assenza di errori, omissioni o interruzioni. Le informazioni tecniche o normative devono essere confrontate con fonti ufficiali quando supportano una decisione.

Illustrazioni create con l’assistenza dell’intelligenza artificiale.

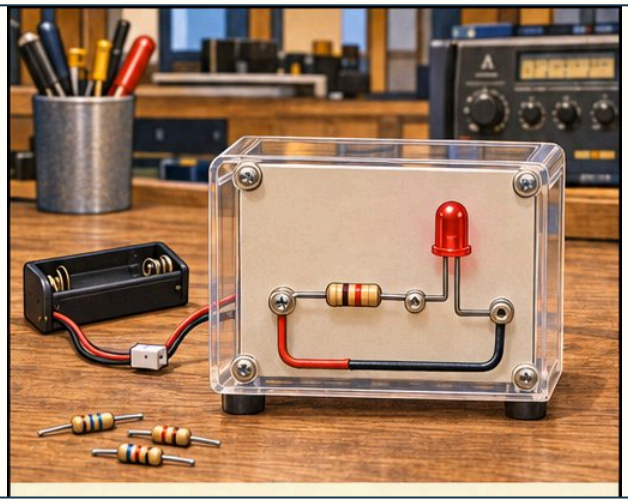
La spia dello stand



Lucas ritrova Henri per preparare lo stand del club.



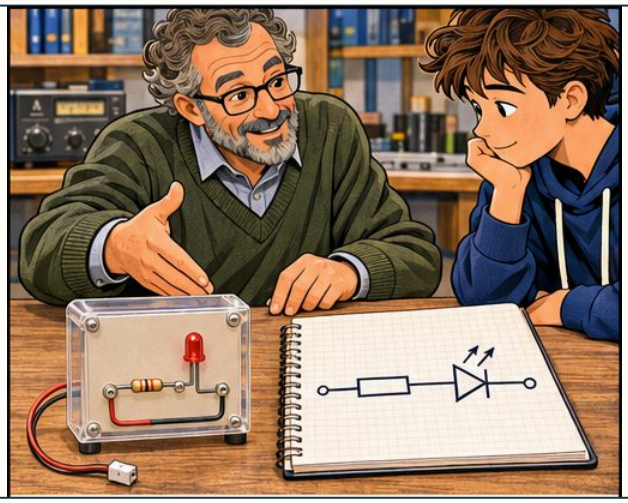
Dopo le antenne, il quaderno accoglie un componente molto più piccolo.



La spia del pannello dimostrativo non si accende più.



«Cambiamo il LED?» propone Lucas aprendo la scatola dei ricambi.

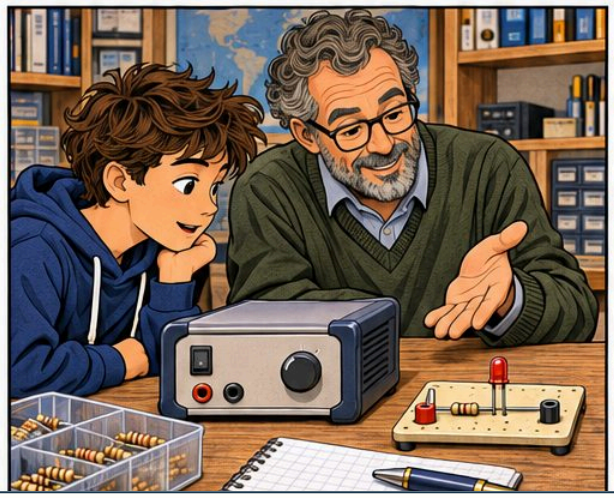


Henri vuole capire il circuito prima di sostituire qualcosa.

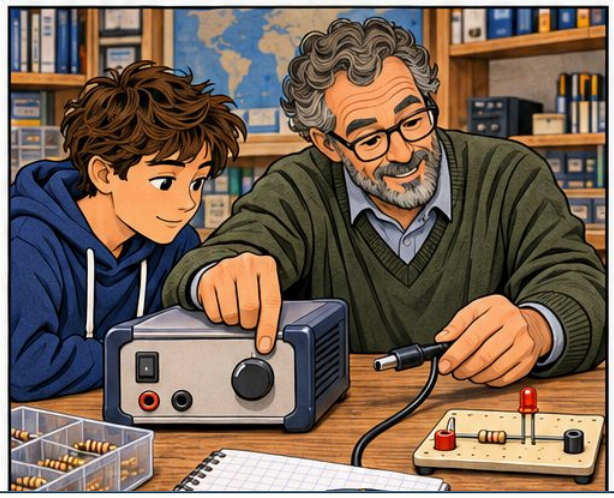


La missione: ripristinare una spia affidabile e spiegare ogni scelta.

Scollegare prima di cercare



Il pannello usa un alimentatore didattico da 5 V con corrente limitata.



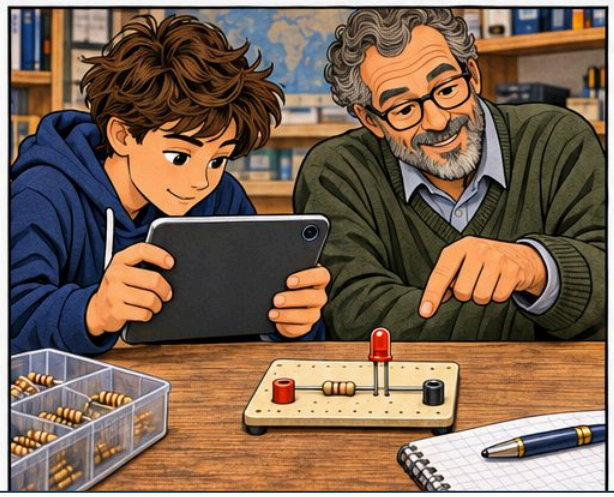
Henri spegne e scollega l'alimentazione prima di intervenire.



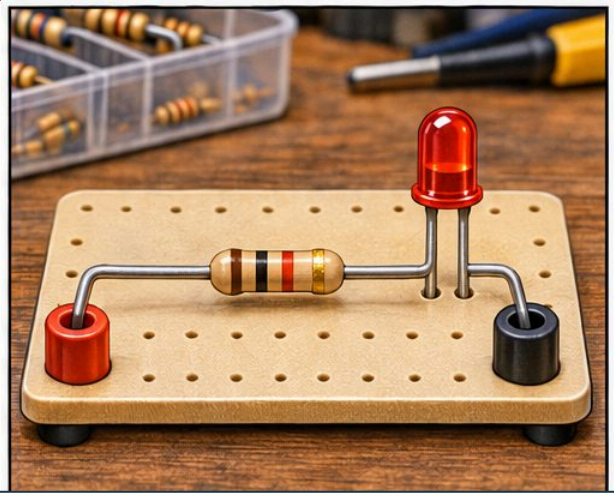
Attendono la scarica prevista e verificano l'assenza di tensione.



Non aprono nessun apparecchio collegato alla rete elettrica.



Lucas fotografa i collegamenti e segue lo schema.



Una piccola resistenza sul percorso del LED attira la sua attenzione.

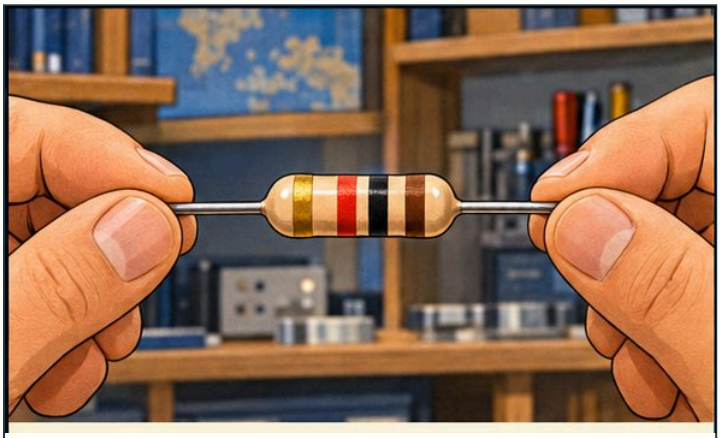
Un nome, due significati



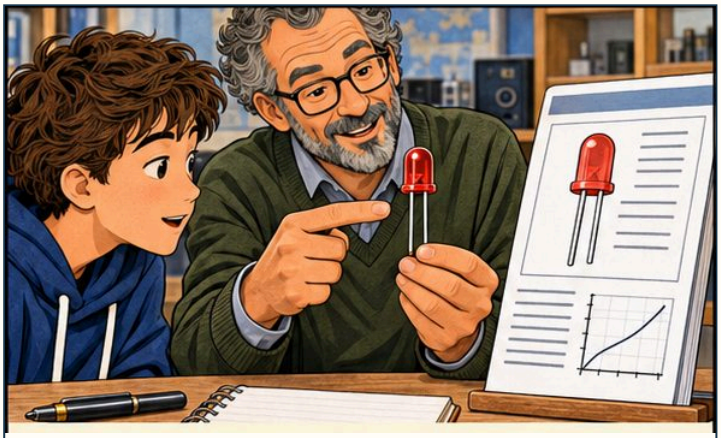
Resistenza indica sia il componente sia la grandezza elettrica R.



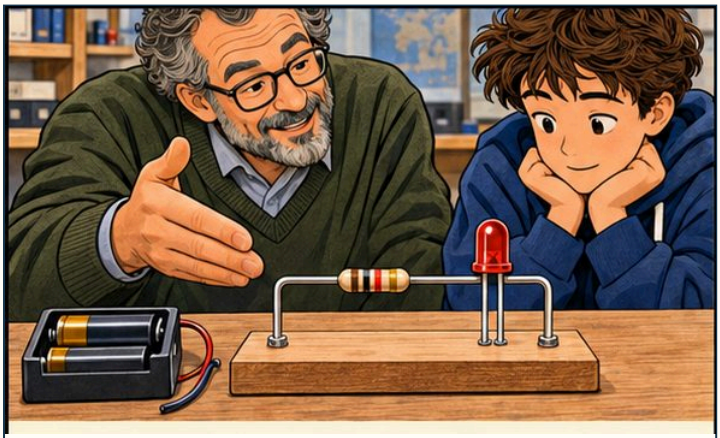
La grandezza si misura in ohm, rappresentati dal simbolo Ω.



Un normale resistore non ha un verso obbligatorio di collegamento.



Il LED, invece, ha una polarità da rispettare.



La resistenza in serie aiuta a limitare la corrente nel LED.

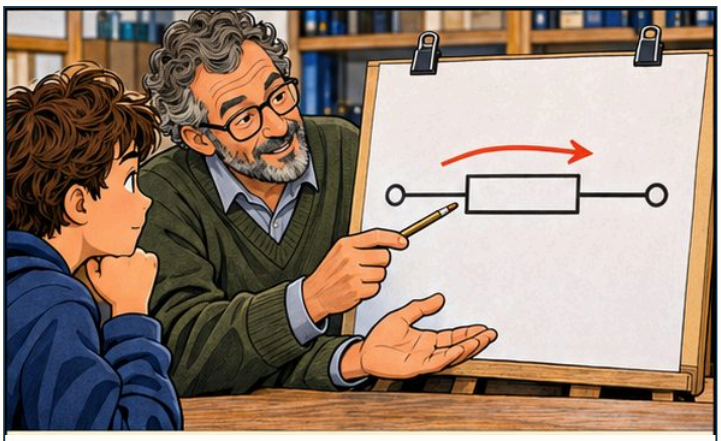


Lucas distingue il ruolo di ogni parte prima di cercare il guasto.

Ritrovare la legge di Ohm



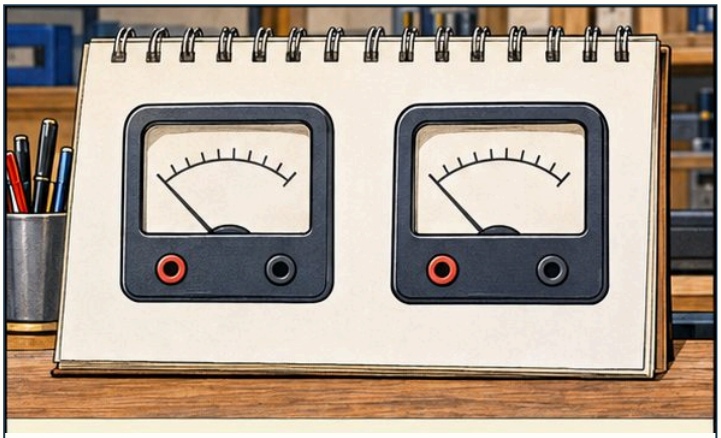
Per un resistore ohmico, a temperatura data, U = R × I.



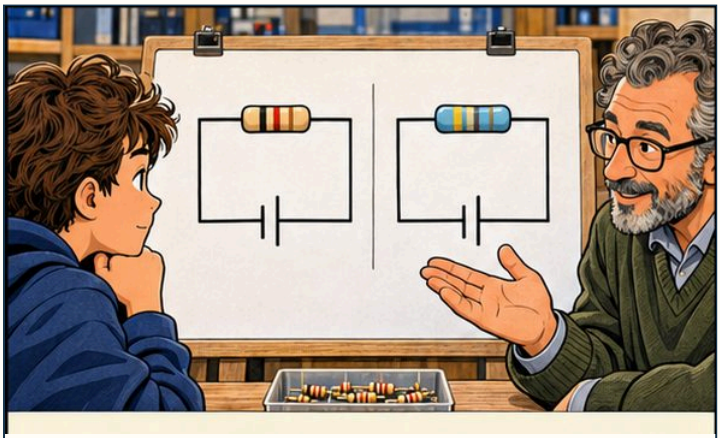
U è la tensione ai capi; I è la corrente che lo attraversa.



Si può anche scrivere I = U / R e R = U / I.



Qui U si esprime in volt e I in ampere.



A tensione uguale, aumentare R riduce la corrente.

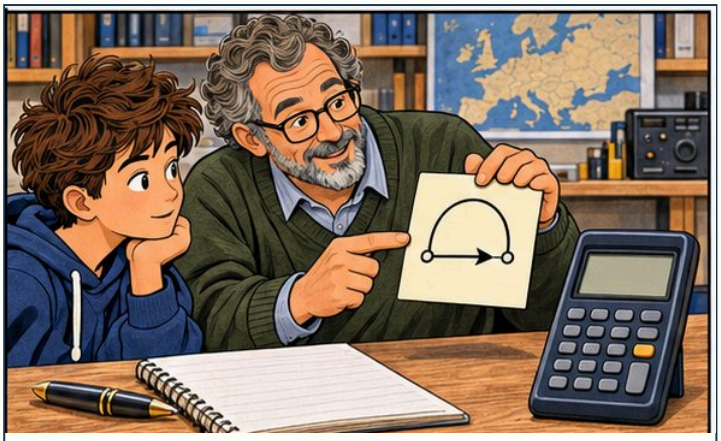


«Il LED non è un resistore ohmico», ricorda Henri.

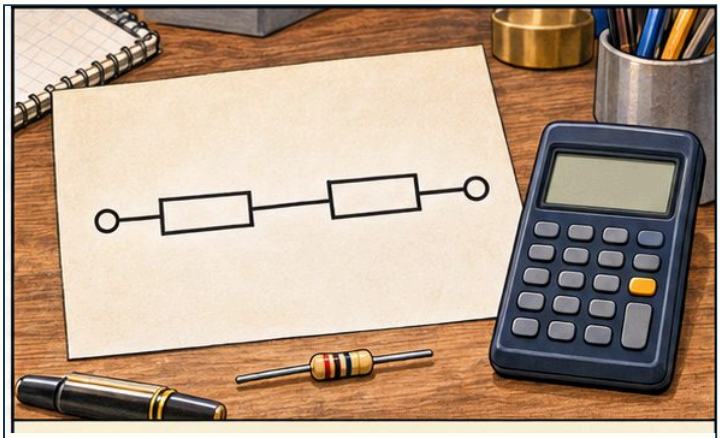
Le unità prima dei numeri



1 kΩ = 1 000 Ω; 1 MΩ = 1 000 000 Ω.



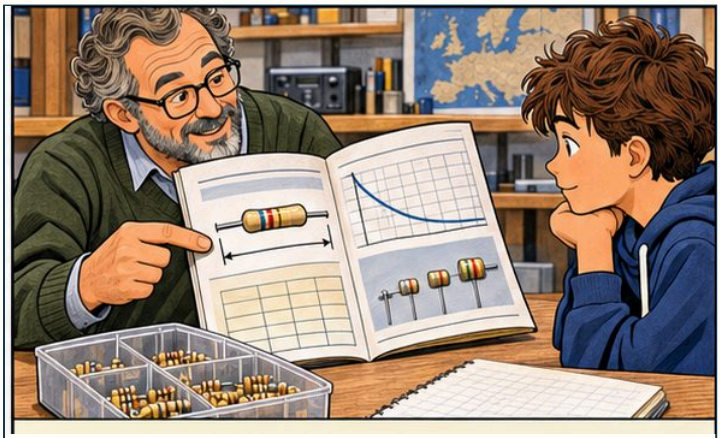
1 mA = 0,001 A: Lucas converte prima di usare la formula.



Con 5 V ai capi di 1 kΩ, il calcolo dà 5 mA.



Su alcuni pezzi, 4K7 indica 4,7 kΩ e 2R2 indica 2,2 Ω.



La marcatura dipende dal componente; la documentazione resta il riferimento.



Lucas cerchia le unità: dimenticare un prefisso può cambiare la scelta.

Leggere prima di misurare



La resistenza del pannello porta anelli colorati.



Henri porta una tabella del fabbricante e una lente.



Prima individuano numero degli anelli e distanza fra loro.



L'anello di tolleranza è spesso separato dagli altri.



Se il verso è ambiguo, verificano riferimento e valore misurato.



Un colore poco illuminato non basta per scegliere un ricambio.

Quattro anelli, quattro ruoli



Nel codice comune a quattro anelli, i primi due danno due cifre.



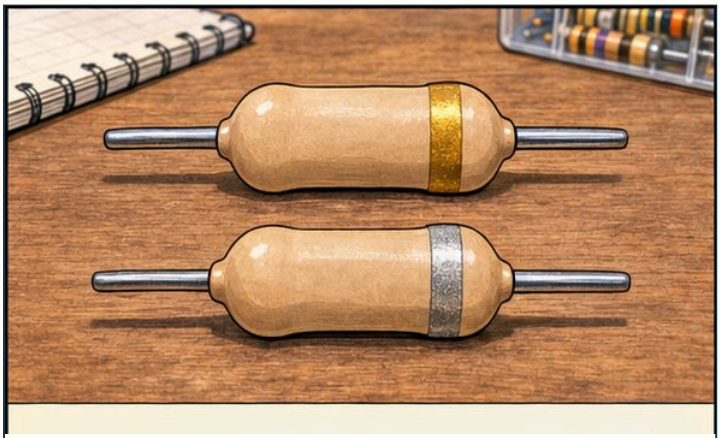
Il terzo anello è il moltiplicatore.



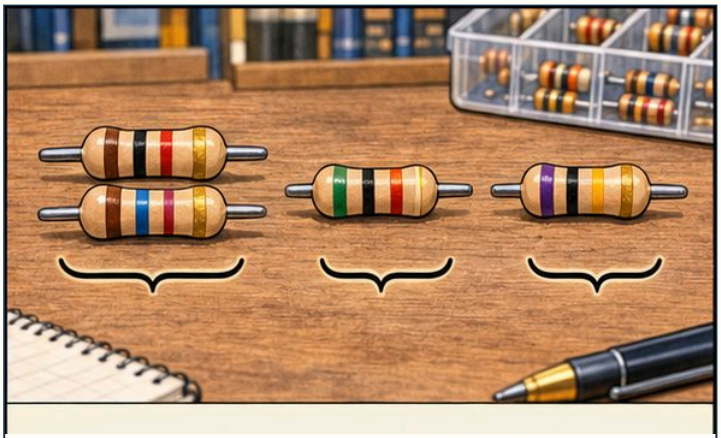
Il quarto indica la tolleranza del valore nominale.



Leggono dall'estremità opposta all'anello di tolleranza.



Qui oro significa ±5%; argento significa ±10%.



«Due cifre, un fattore e un margine», riassume Lucas.

La tavolozza delle cifre



Nero vale 0; marrone 1; rosso 2; arancione 3; giallo 4.



Verde vale 5; blu 6; viola 7; grigio 8; bianco 9.



La posizione del colore ne determina il ruolo nel codice.



Come moltiplicatore, rosso significa ×100 e arancione ×1 000.



Oro e argento possono moltiplicare anche per 0,1 e 0,01.



Lucas tiene vicina la tabella: capire è meglio che indovinare.

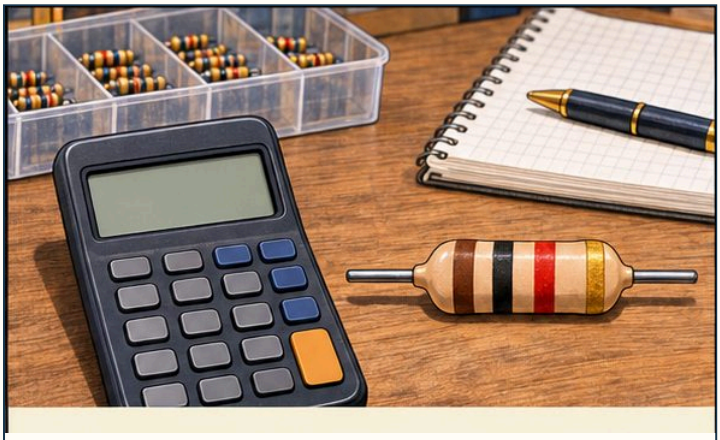
La prima decodifica



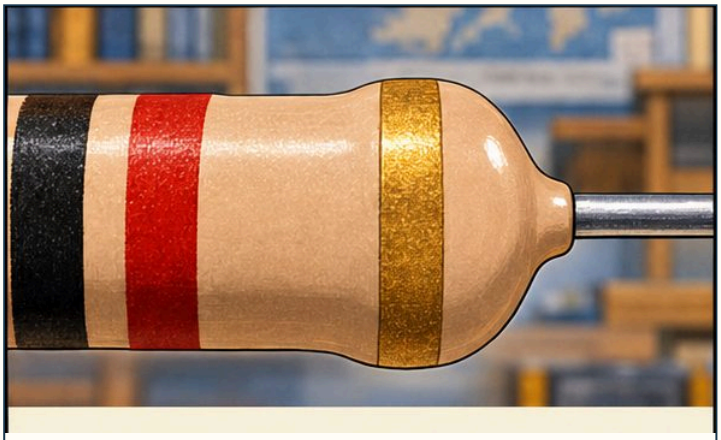
Un esempio porta marrone, nero, rosso e oro.



Marrone e nero danno 10; rosso moltiplica per 100.



10 × 100 = 1 000 Ω, cioè 1 kΩ.



L'anello oro aggiunge una tolleranza di ±5%.



Il valore nominale non promette quindi un valore esatto.

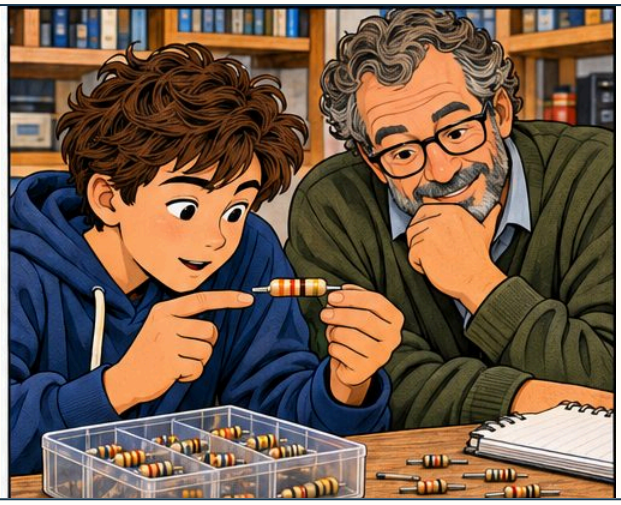


Lucas annota separatamente valore e tolleranza.

Il pezzo della spia



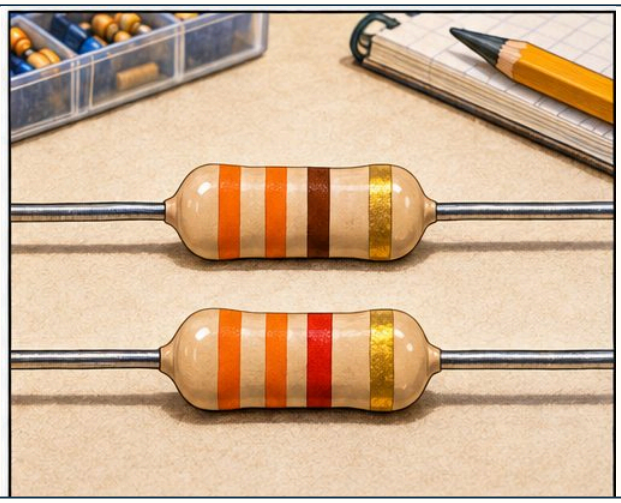
La scheda del pannello prevede arancione, arancione, marrone e oro.



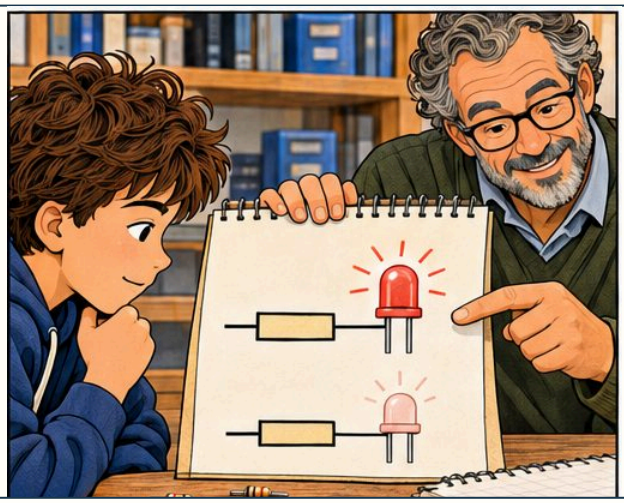
I primi due anelli danno 33; marrone significa ×10.



Il risultato è 330 Ω, con tolleranza di ±5%.



Un terzo anello rosso darebbe 3 300 Ω, cioè 3,3 kΩ.



Quella confusione ridurrebbe molto la corrente della spia.



Henri conserva entrambi gli esempi per il laboratorio dei visitatori.

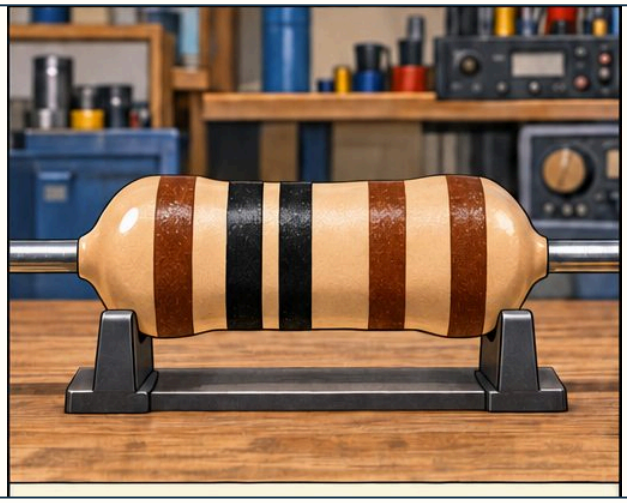
Un anello in più



Il codice comune a cinque anelli inizia con tre cifre significative.



Il quarto moltiplica; il quinto indica la tolleranza.



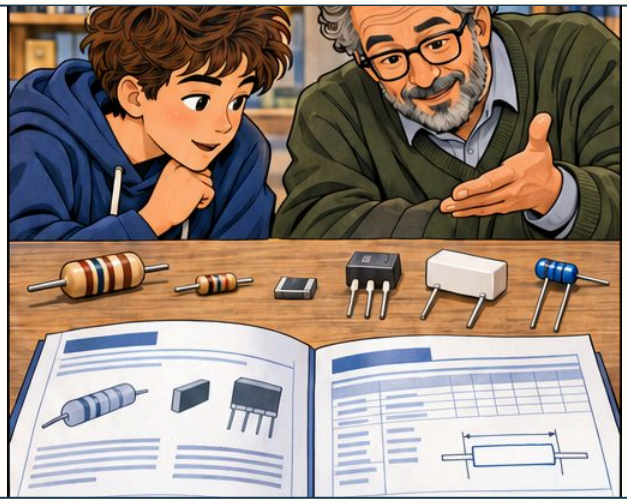
Marrone, nero, nero, marrone, marrone dà 100 × 10 = 1 000 Ω.



L'ultimo anello marrone significa qui ±1%.

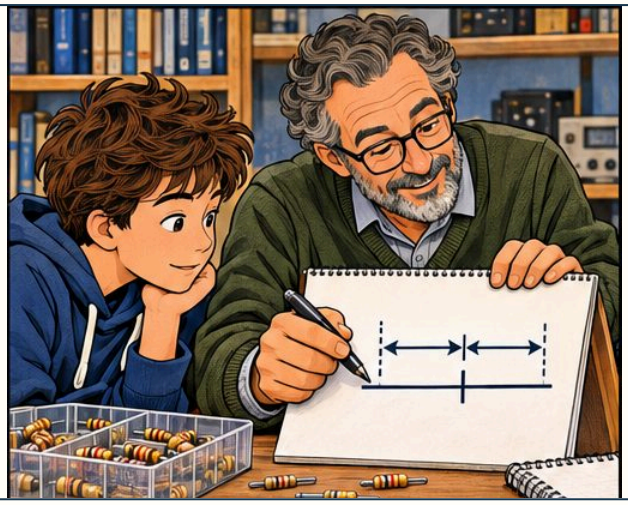


Non leggono cinque anelli come se fossero quattro.



Esistono altre marcature: Henri raccomanda sempre la scheda corretta.

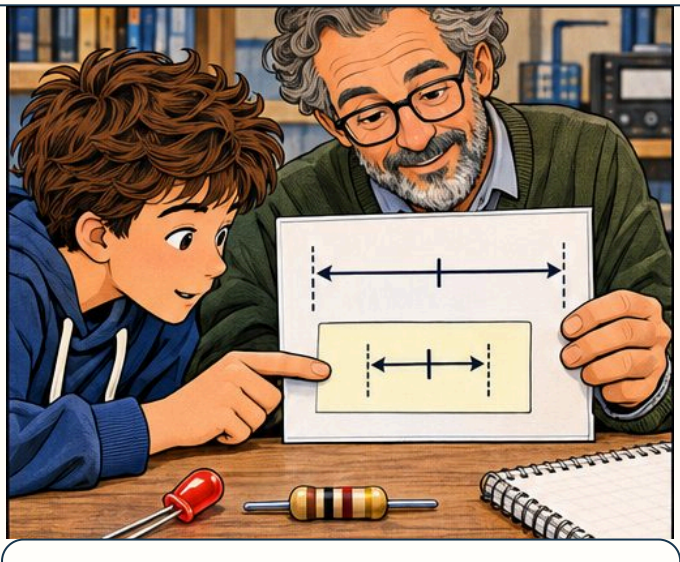
Capire la tolleranza



Per 1 kΩ a ±5%, lo scarto nominale massimo è 50 Ω.



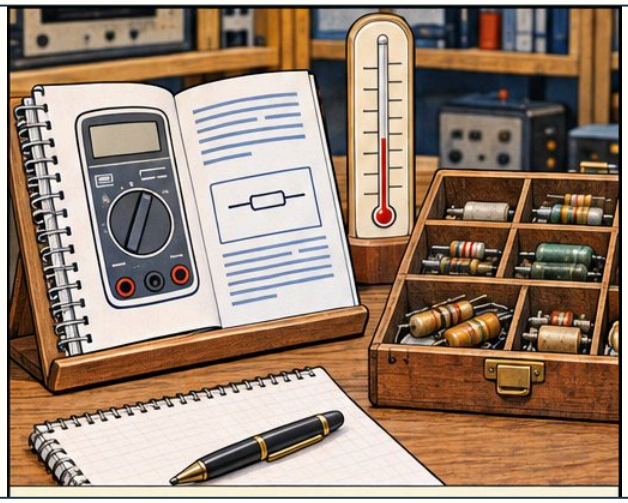
L'intervallo corrispondente va da 950 Ω a 1 050 Ω.



Per 330 Ω a ±5%, va da 313,5 Ω a 346,5 Ω.



Questi limiti valgono nelle condizioni di riferimento del fabbricante.



Contano anche temperatura, invecchiamento e incertezza di misura.



Lucas capisce perché due pezzi buoni possono dare letture diverse.

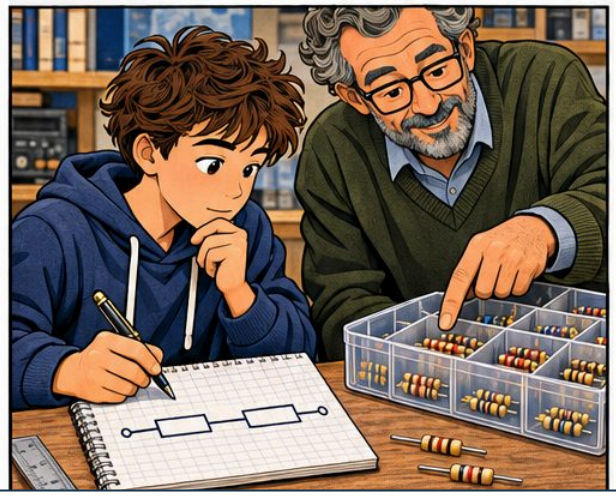
Scegliere un valore disponibile



I fabbricanti offrono serie normalizzate di valori.



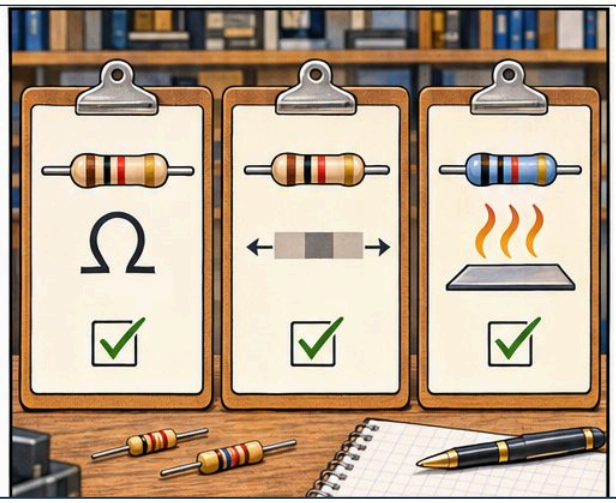
La serie E12 comprende, per esempio, 270 Ω, 330 Ω e 390 Ω.



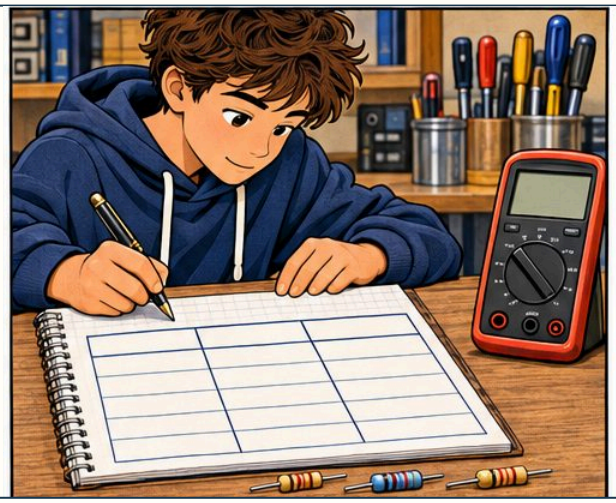
Un risultato di calcolo non corrisponde sempre a un pezzo disponibile.



Scelgono secondo il funzionamento desiderato, poi ricalcolano.



Valore, tolleranza e potenza sono tre criteri differenti.

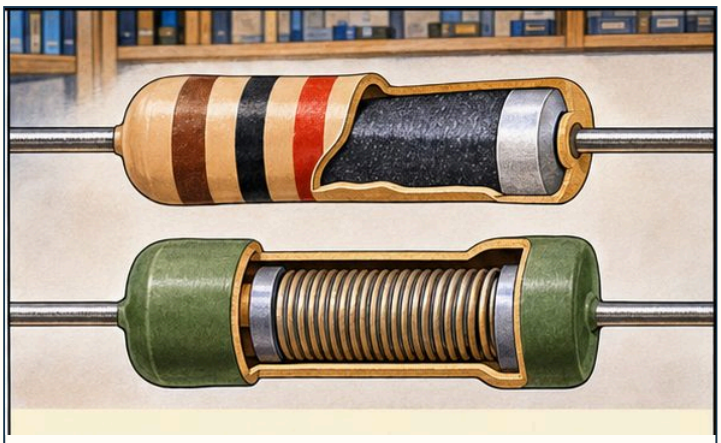


Lucas riserva uno spazio per ciascuno nella lista dei pezzi.

Sotto lo stesso nome



Resistenze di uguale valore possono avere costruzioni diverse.



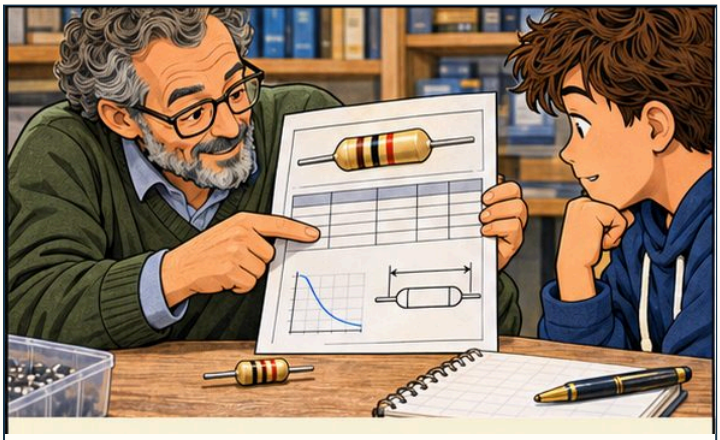
Henri presenta modelli a film e uno a filo avvolto.



Le piccole resistenze SMD si montano direttamente sul circuito stampato.



La sola dimensione non rivela tolleranza né tutti i limiti.

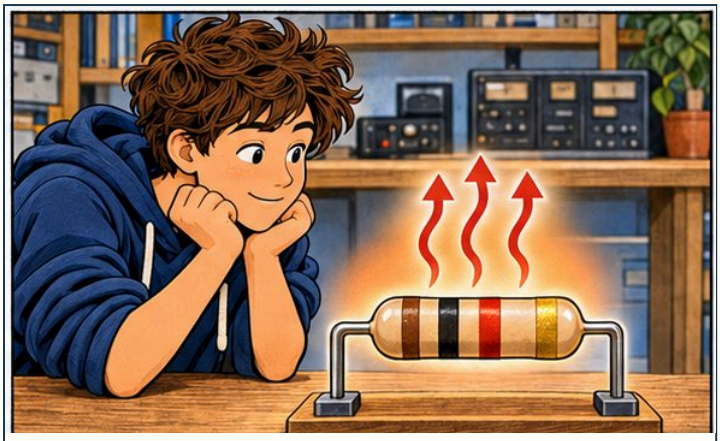


La scheda specifica potenza, tensione massima e condizioni d'impiego.

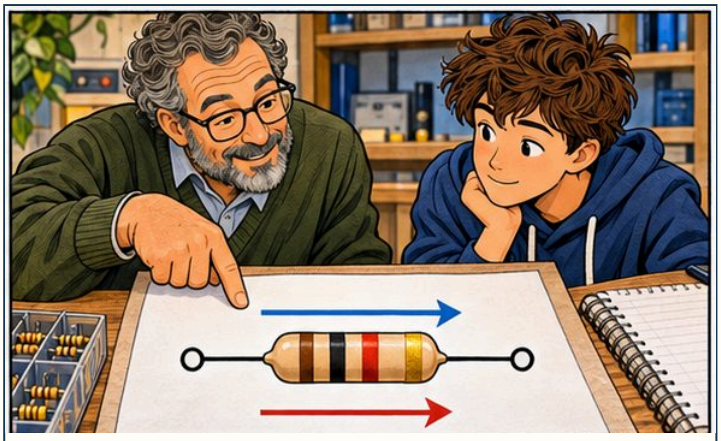


Per la spia scelgono un pezzo identificato e documentato.

Dove va l'energia?



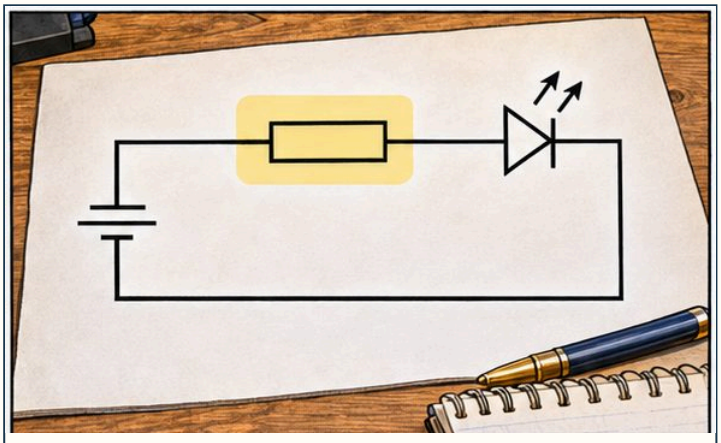
Una resistenza dissipa energia elettrica sotto forma di calore.



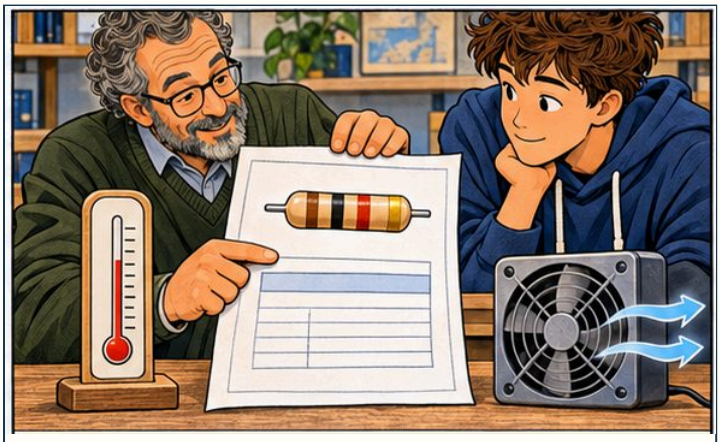
La potenza dissipata è $P = U \times I$.



Con la legge di Ohm: $P = R \times I^2 = U^2 / R$.



Queste U e I appartengono alla resistenza studiata.

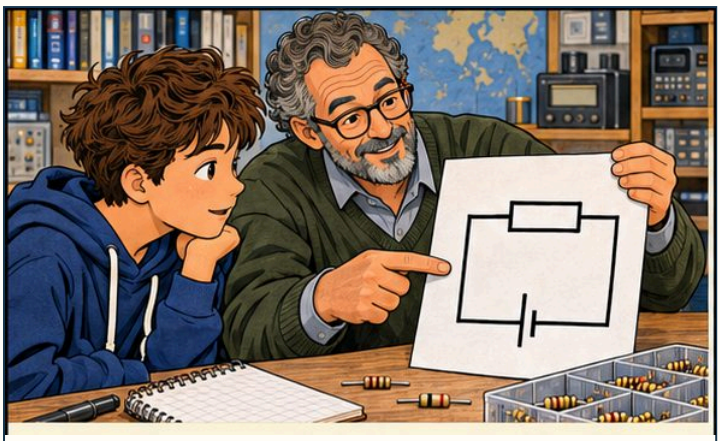


La potenza nominale è un limite definito in determinate condizioni.



«Più watt non significa più ohm», conclude Lucas.

Un esempio che scalda



Sulla carta, 12 V ai capi di 1 kΩ danno 12 mA.



La potenza è 12^2 / 1 000 = 0,144 W.



Un pezzo da 0,25 W può andare se le condizioni lo consentono.



Mantengono un margine e verificano anche la temperatura ambiente.

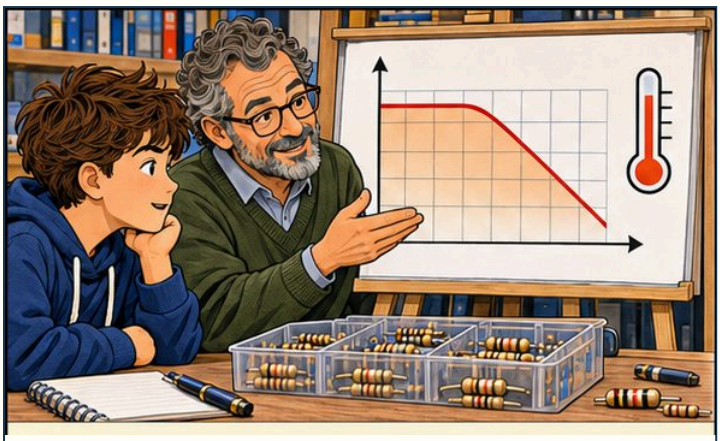


Una scatola chiusa o una fonte di calore vicina può cambiare la scelta.



Non serve una prova termica per capire il calcolo.

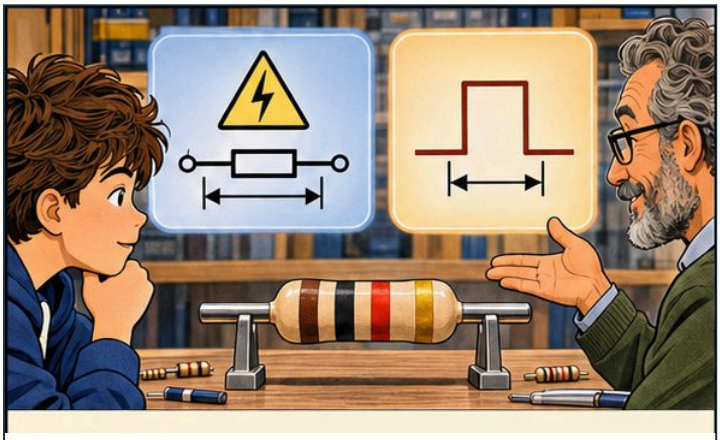
Un limite non è un obiettivo



La curva di derating può ridurre la potenza ammessa quando fa caldo.



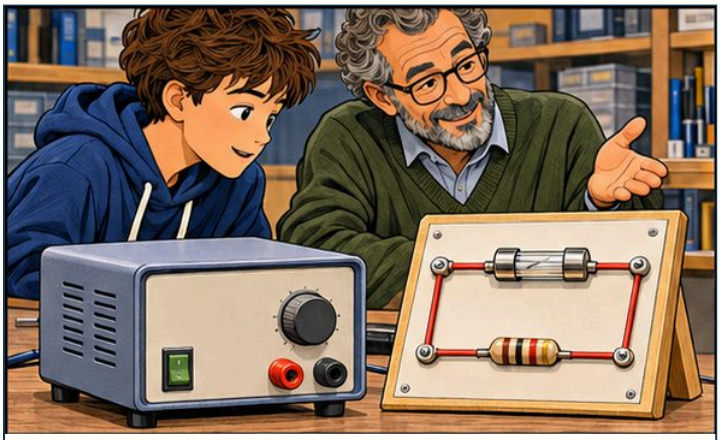
Henri mostra la curva nella scheda del modello scelto.



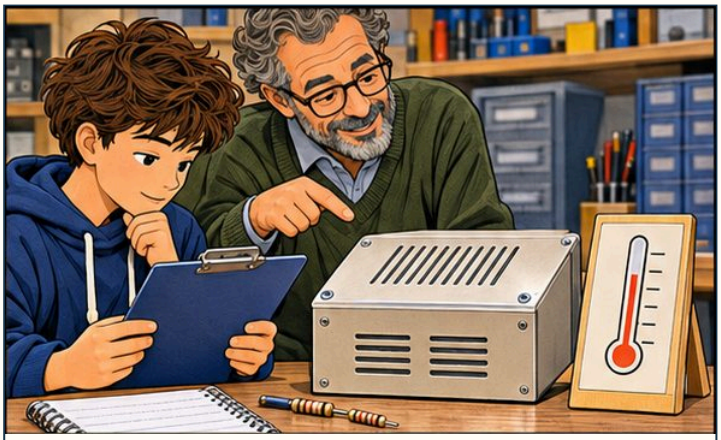
Verificano anche tensione di lavoro ed eventuali impulsi.



Una resistenza dissipatrice non sostituisce un fusibile.

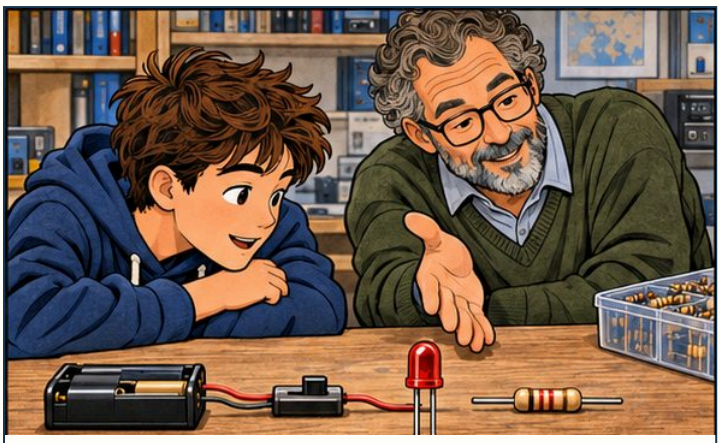


Il piccolo pannello conserva la protezione prevista dal progettista.

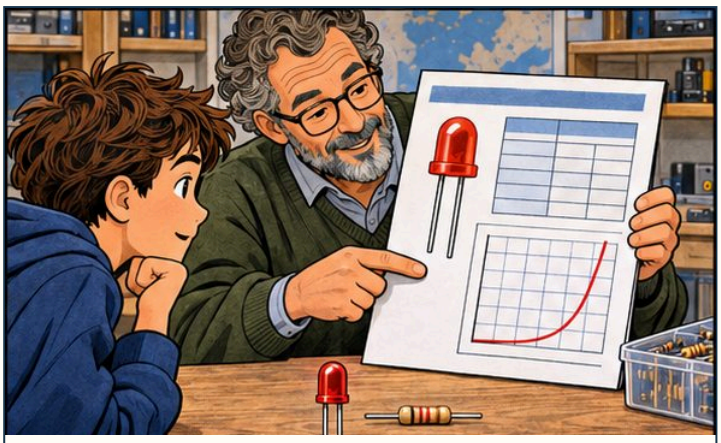


Lucas sceglierà con margine e controllerà le condizioni reali.

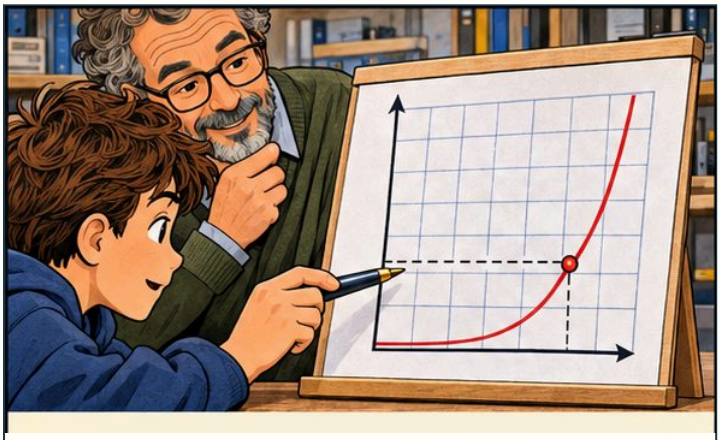
Preparare il calcolo della spia



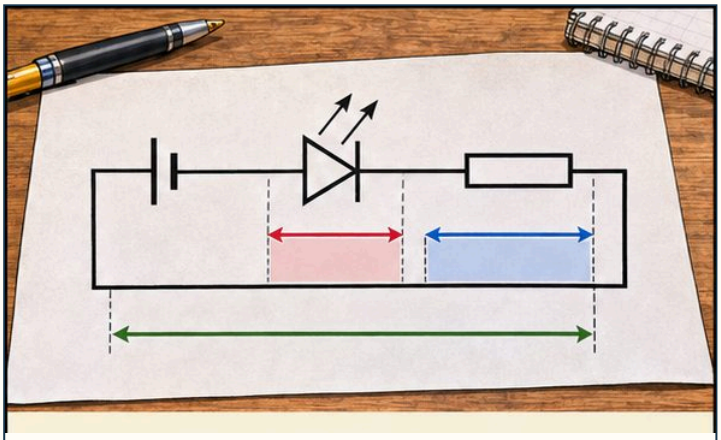
L'esempio usa un'alimentazione da 5 V e un LED rosso.



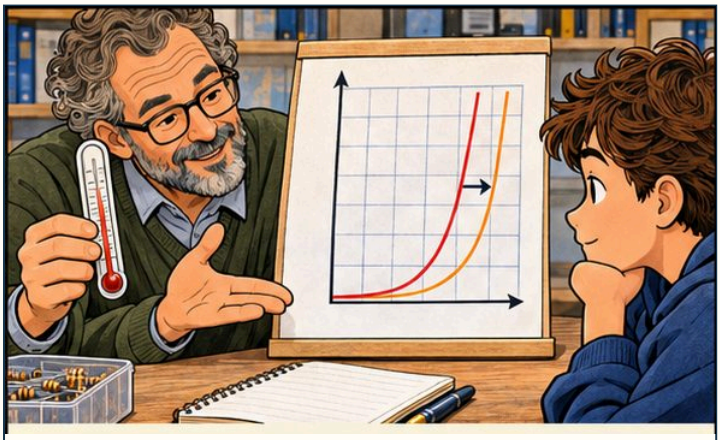
La scheda di questo LED permette circa 2 V alla corrente studiata.



Puntano a 10 mA, nei limiti del modello.



La resistenza serie riceve allora circa 5 − 2 = 3 V.

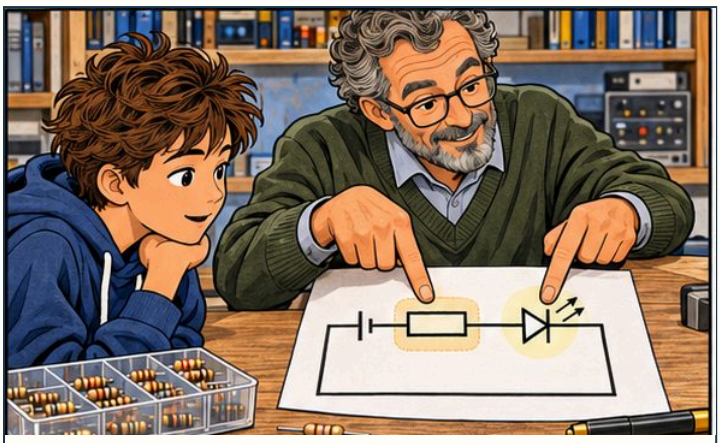


La tensione diretta del LED dipende da corrente e temperatura.

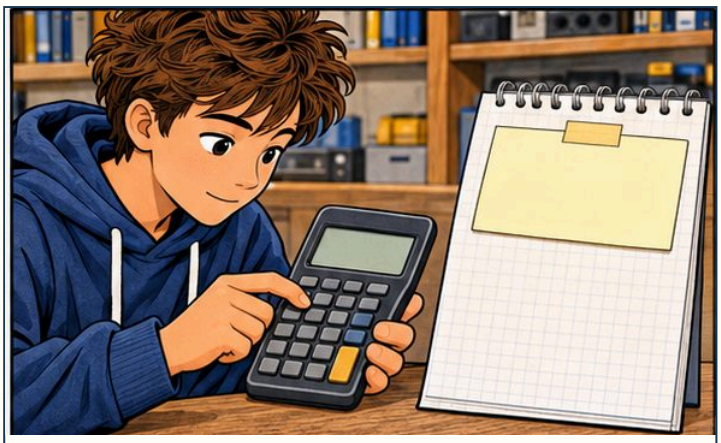


Queste ipotesi servono al calcolo e non valgono per tutti i LED.

Il valore teorico



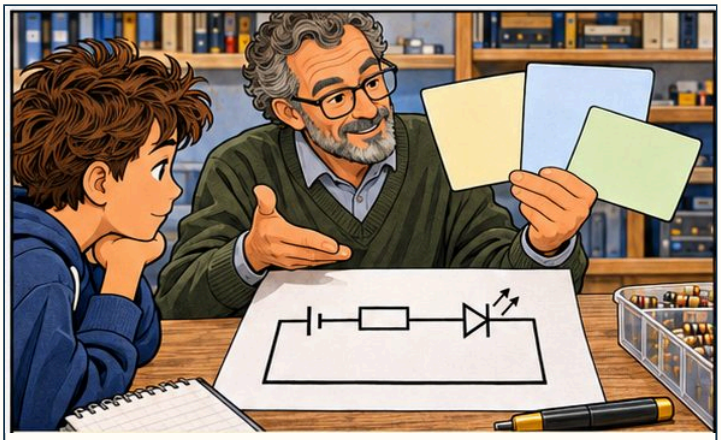
Per la resistenza serie: R = (Ualimentazione − ULED) / I.



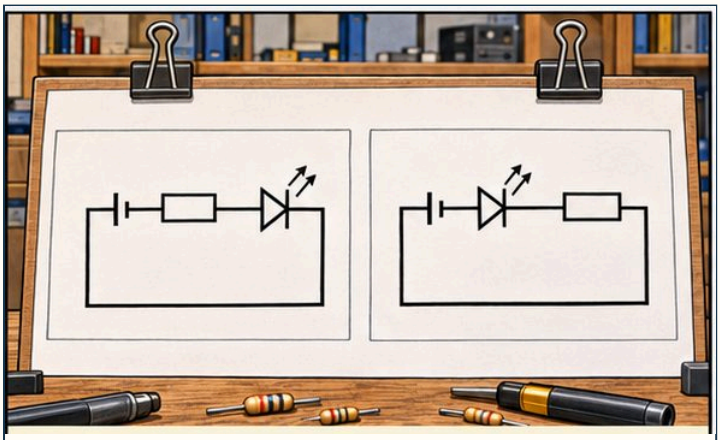
Lucas converte: 10 mA = 0,010 A.



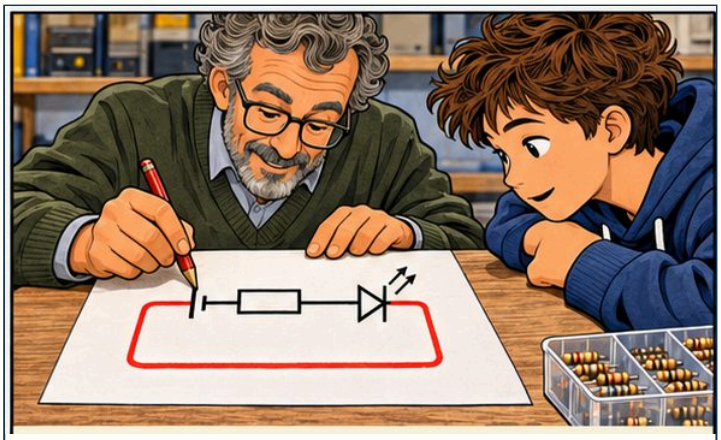
Calcola R = (5 − 2) / 0,010 = 300 Ω.



Il valore presuppone tensioni dell'esempio e corrente desiderata.



La resistenza può stare prima o dopo il LED nella stessa maglia serie.

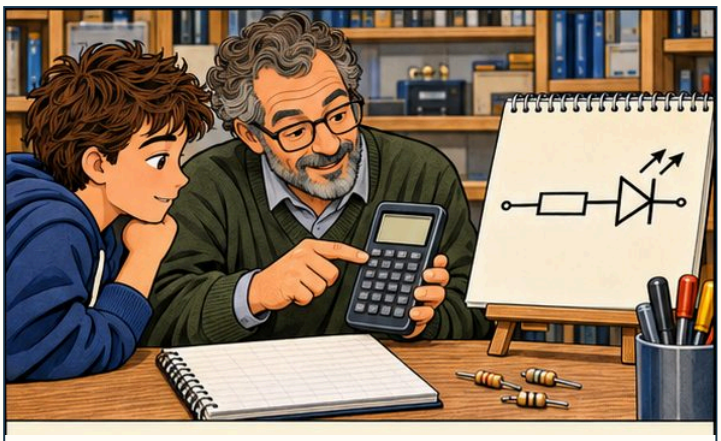


Henri controlla soprattutto che nessun percorso aggiri la resistenza.

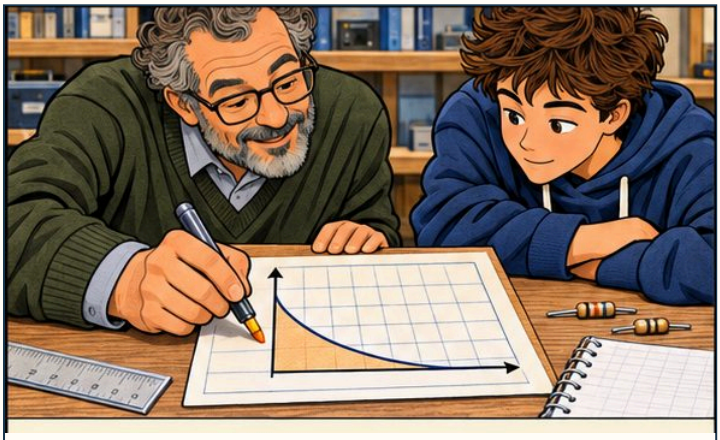
Dal calcolo al cassetto



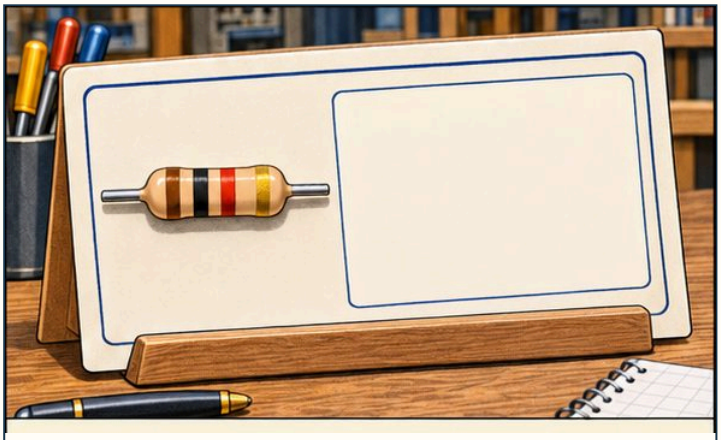
Nel loro assortimento scelgono 330 Ω invece di 270 Ω.



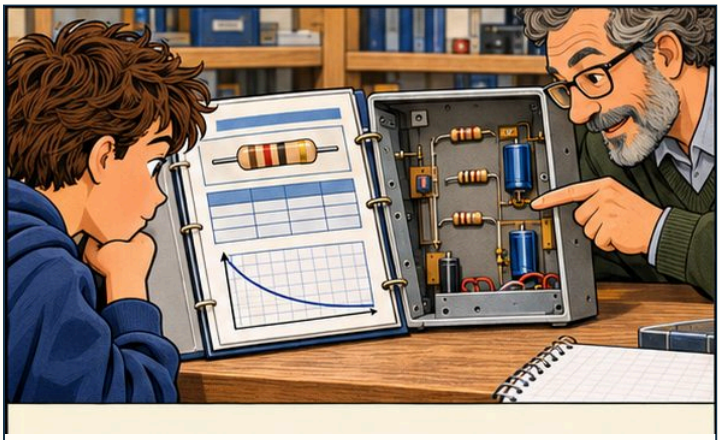
Con le stesse ipotesi, I ≈ 3 / 330 ≈ 9,1 mA.



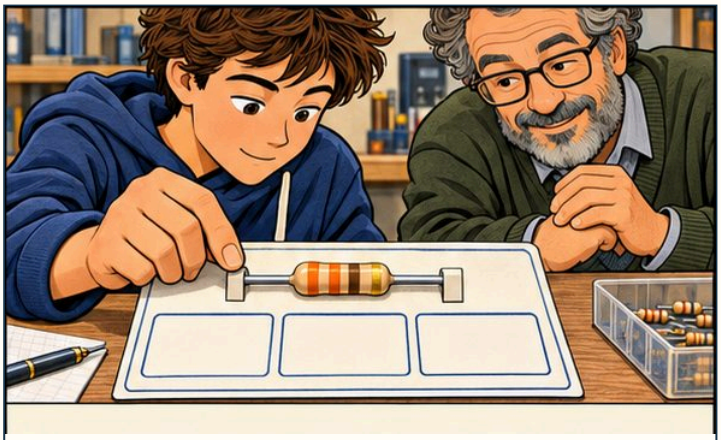
La potenza della resistenza è circa 3^2 / 330 ≈ 0,027 W.



Un pezzo identificato da 0,25 W offre qui un buon margine termico.

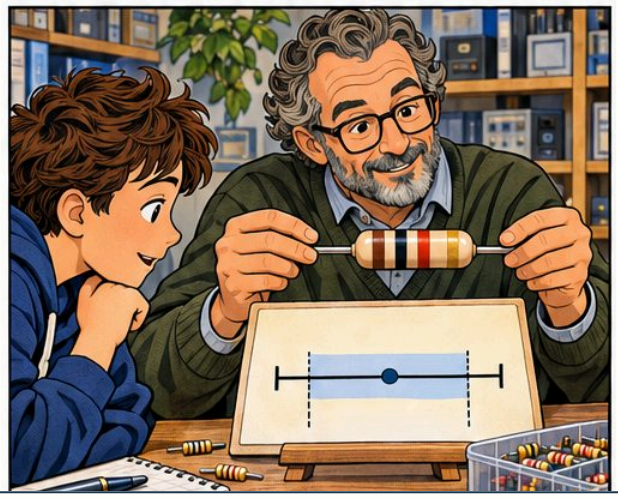


Controllano comunque scheda e condizioni previste nel pannello.



Lucas annota: 330 Ω, ±5%, 0,25 W; i tre criteri sono definiti.

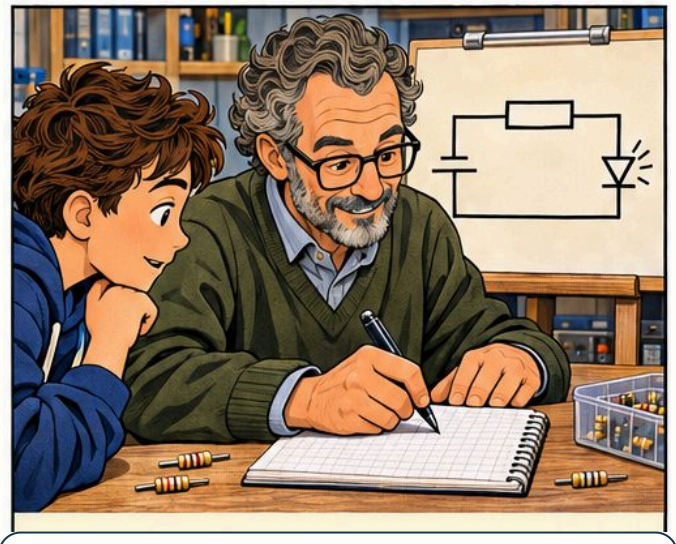
Pensare agli scostamenti



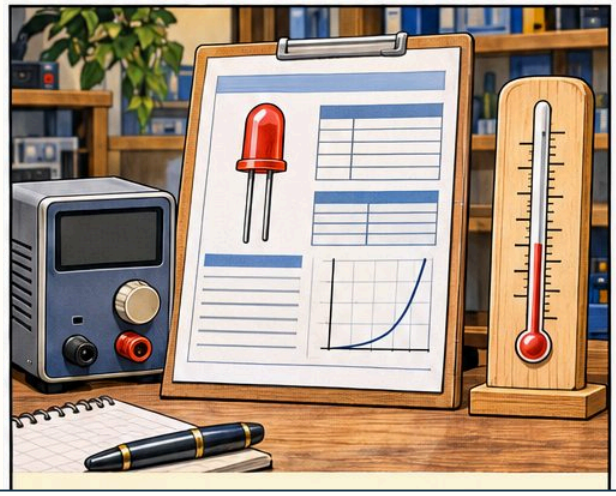
La tolleranza di R modifica già la corrente calcolata.



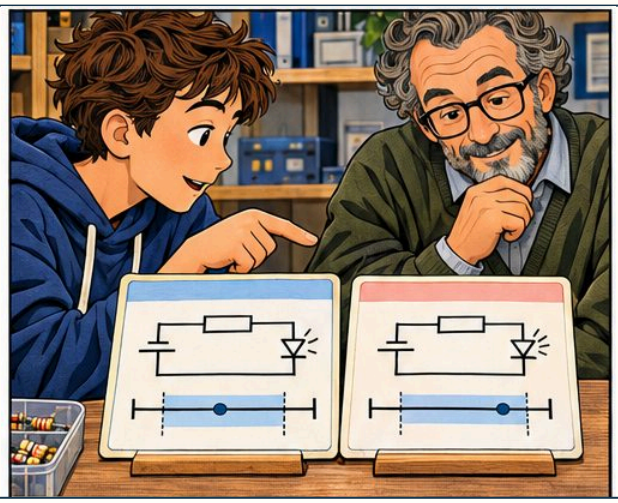
Con 3 V sulla resistenza, 313,5 Ω danno circa 9,57 mA.



Con 346,5 Ω si ottengono circa 8,66 mA.



Anche alimentazione e tensione del LED variano.



In un circuito reale verificano il caso sfavorevole usando le schede.



«Un’approssimazione utile conserva le ipotesi», ricorda Lucas.

Il momento giusto per l'ohmmetro



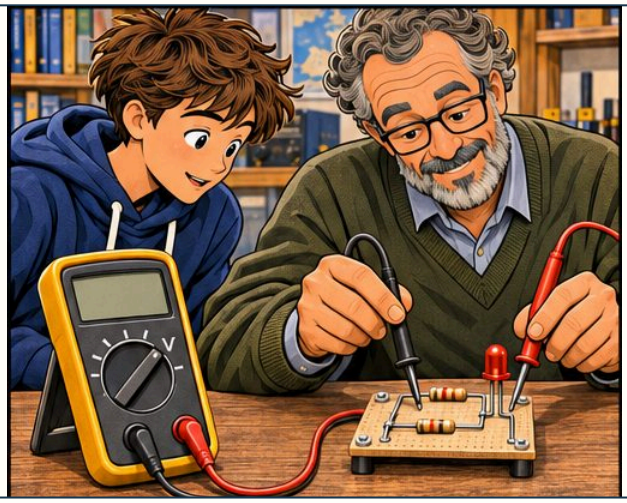
L'ohmmetro inietta un piccolo segnale per determinare la resistenza.



Non va usato su un circuito alimentato.



Henri spegne, scollega e segue la procedura di scarica.



Verifica poi l'assenza di tensione con l'impostazione adatta.



Solo dopo questi controlli passano alla misura di resistenza.



Lucas aggiunge questa sequenza precisa alla scheda diagnostica.

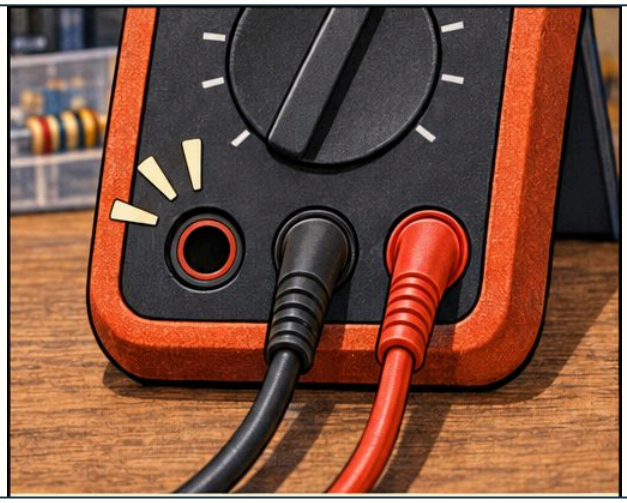
Preparare i puntali



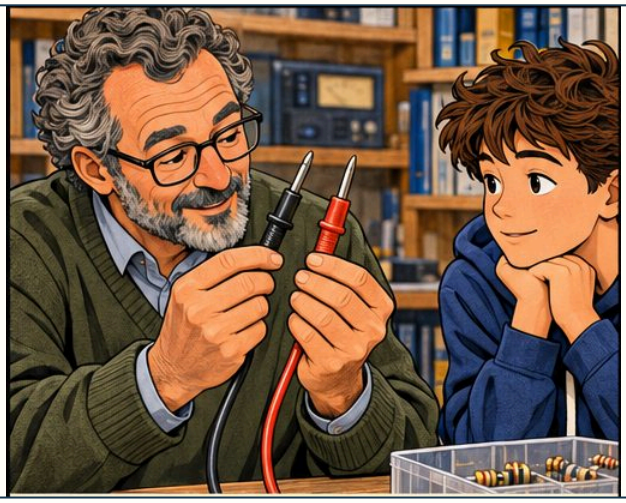
Seguono il manuale del multimetro per boccole e portata.



Il nero va su COM; il rosso sull'ingresso per gli ohm.



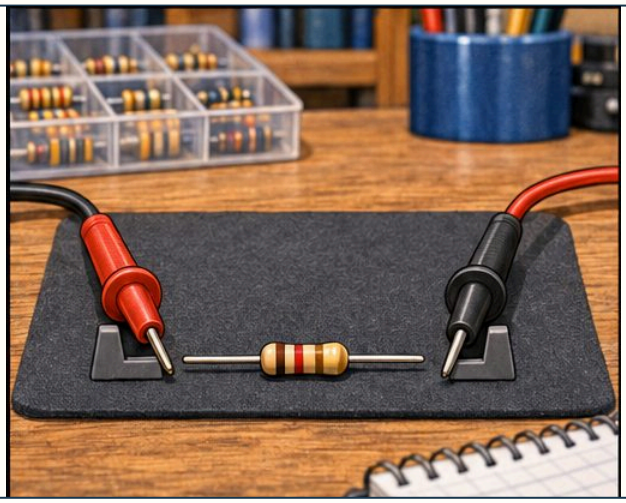
L'ingresso di corrente non si usa per questa misura.



Controllano lo stato dei cavi e il contatto dei puntali.

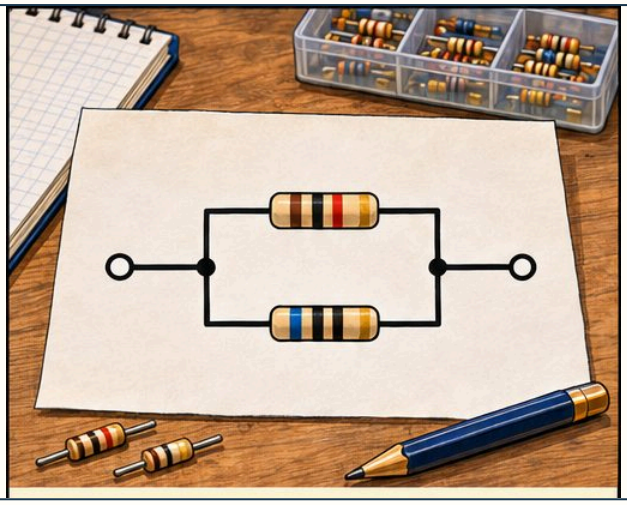


Dita e cattivi contatti possono falsare soprattutto resistenze elevate.

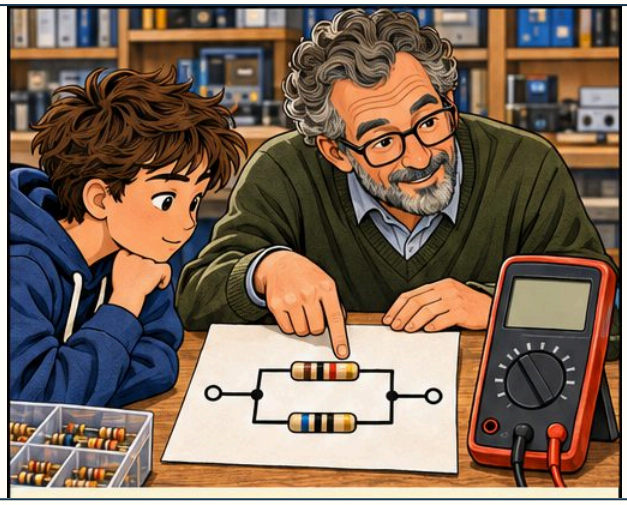


Lucas posa il componente su un isolante e tiene lontane le mani.

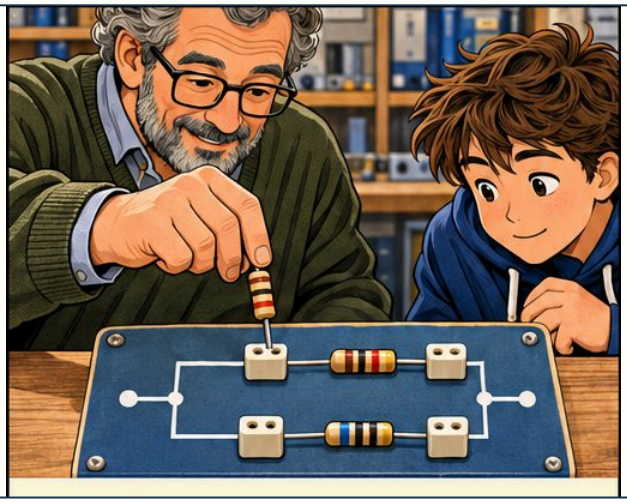
Evitare percorsi nascosti



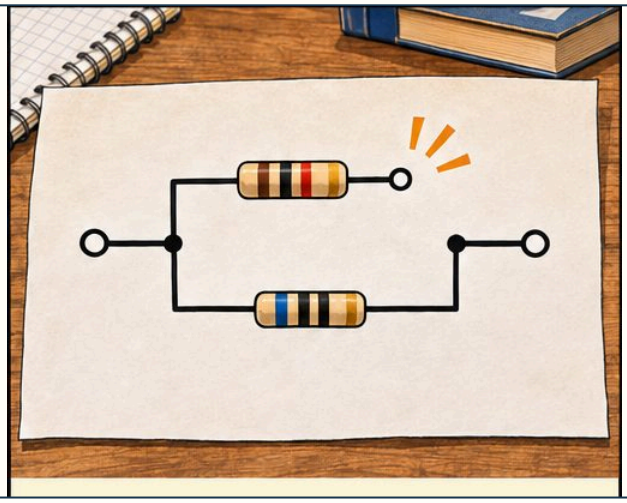
Altri componenti possono offrire percorsi in parallelo.



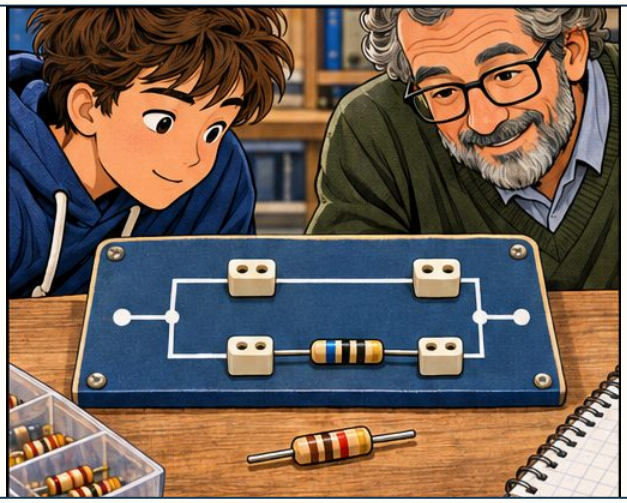
La lettura può quindi non essere il valore della sola resistenza.



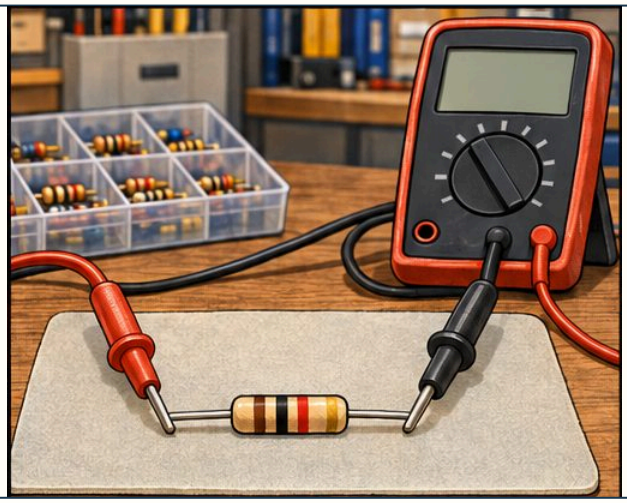
Sul pannello a innesto disalimentato estraggono il pezzo dal supporto.



In altri circuiti può essere necessario isolare un terminale.



Qui non dissaldano nulla: il supporto permette la separazione.

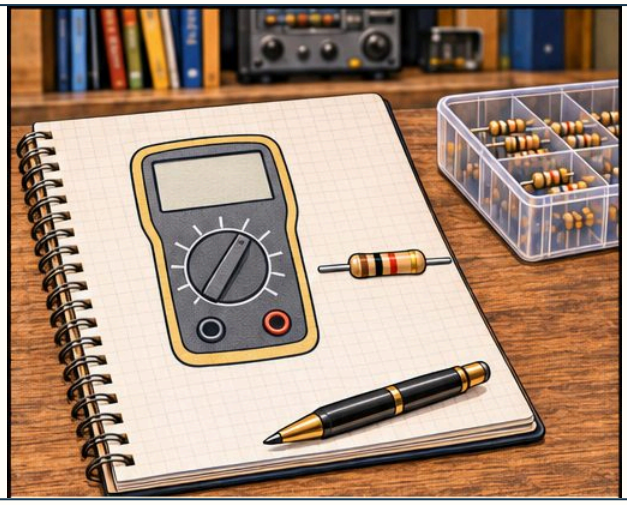


La resistenza rimossa può ora essere misurata da sola.

Leggere senza esagerare



Si esercitano prima con una resistenza nota da 1 kΩ a ±5%.



Il quaderno illustra una lettura possibile: 0,998 kΩ, cioè 998 Ω.



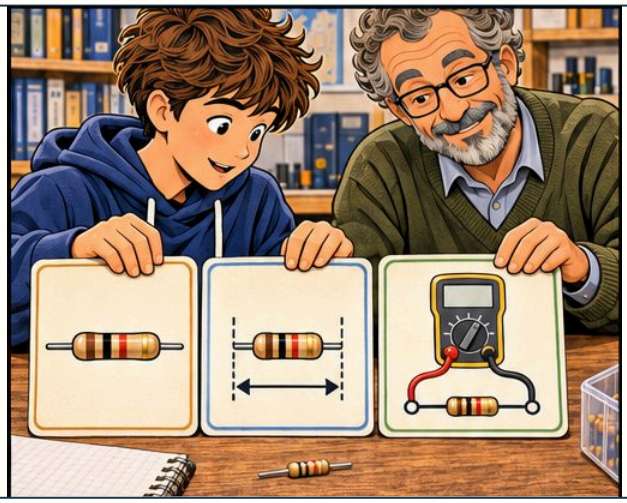
Rientra nell'intervallo nominale da 950 Ω a 1 050 Ω.



Precisione del multimetro e qualità dei contatti limitano la conclusione.



Il segnale di continuità non sostituisce una misura numerica di resistenza.

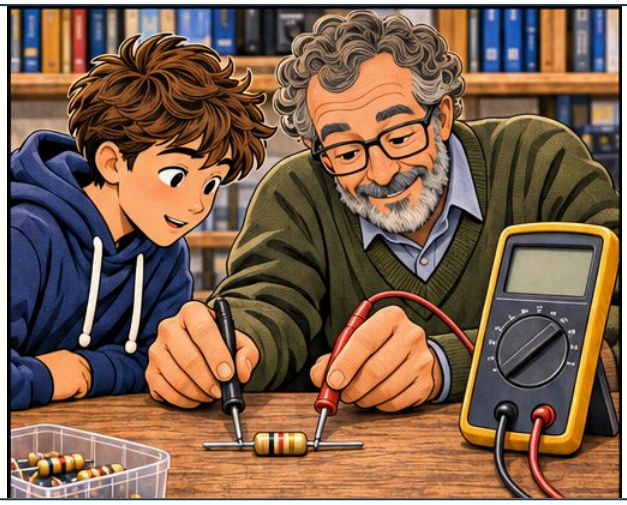


Lucas confronta unità, intervallo atteso e condizioni di misura.

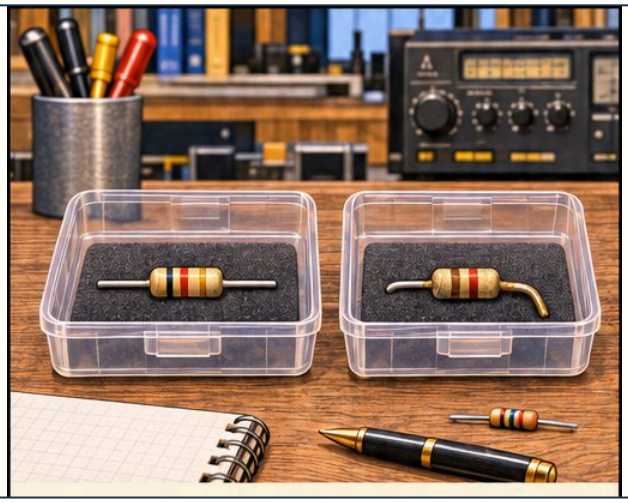
Un indizio, non ancora un verdetto



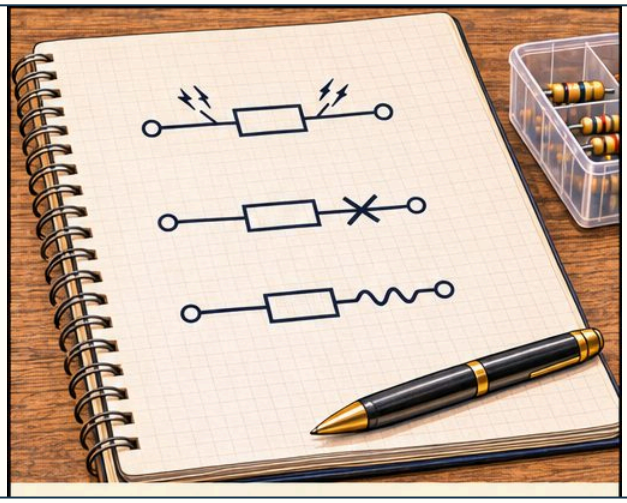
Il pezzo rimosso dalla spia ha un contatto del reoforo danneggiato.



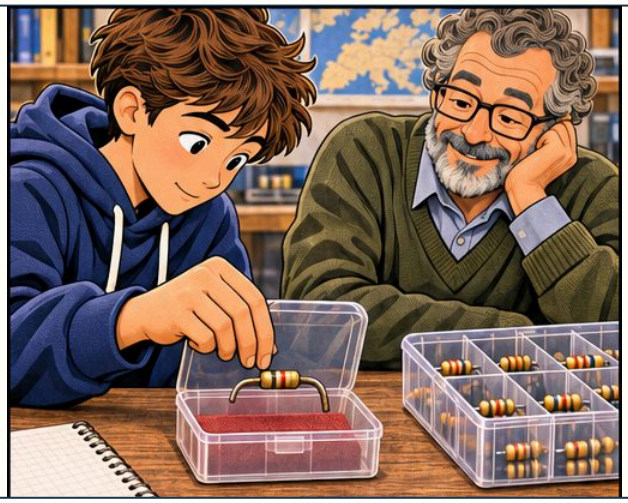
La lettura resta instabile; Henri rifà i contatti di misura.



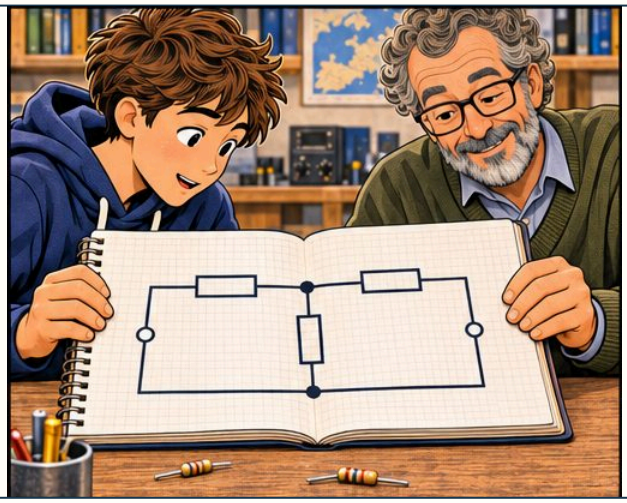
Confrontano questo comportamento con quello del pezzo noto.



Una lettura fuori scala può dipendere da componente, cavi o contatto.



Mettono da parte il sospetto senza dichiarare spiegato l'intero guasto.



Lo schema deve ancora mostrare come lavorano insieme le resistenze.

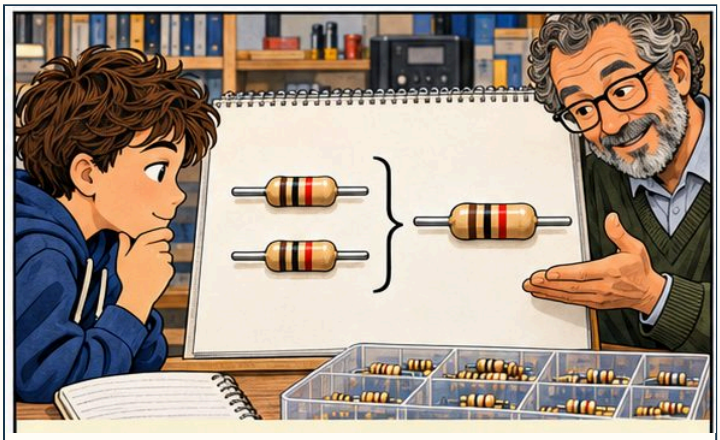
Su un unico percorso



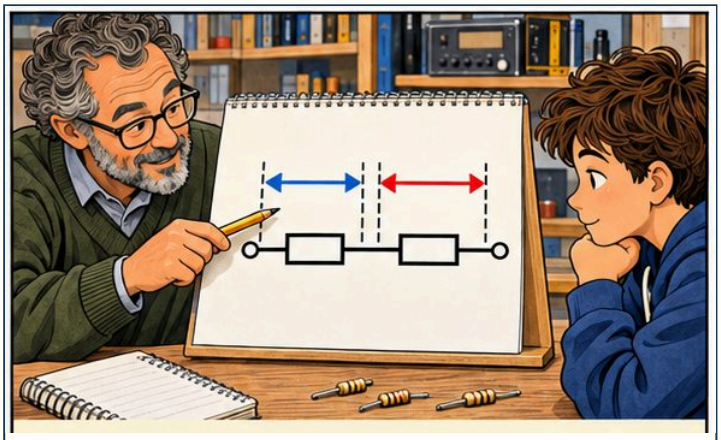
Due resistenze sono in serie se la stessa corrente le attraversa senza derivazioni.



La resistenza equivalente è R = R1 + R2.



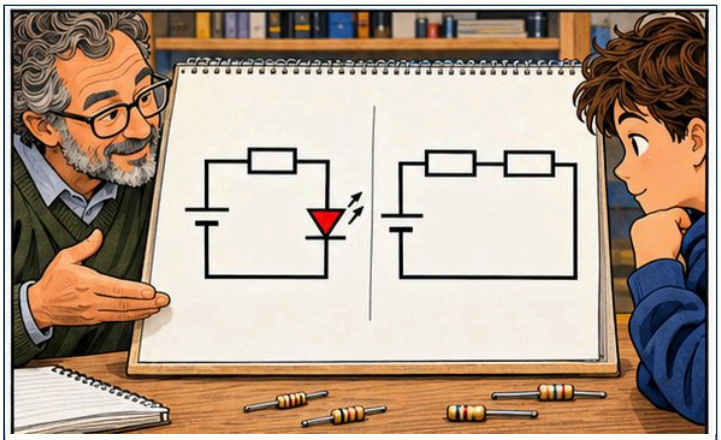
Due resistenze da 1 kΩ in serie danno 2 kΩ.



La tensione totale si divide secondo i loro valori.

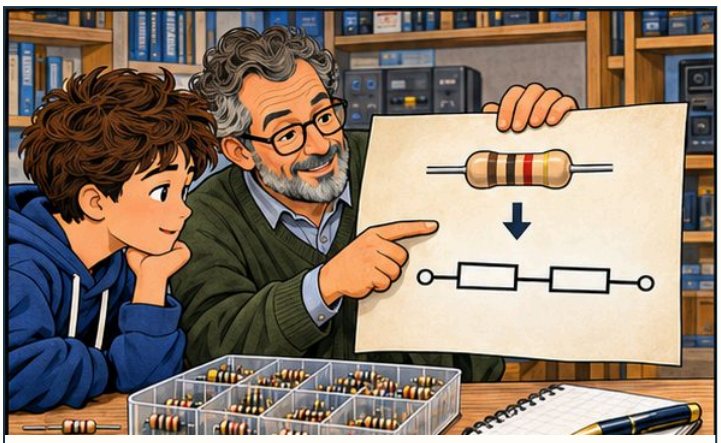


Ogni componente deve sopportare la propria tensione e potenza.

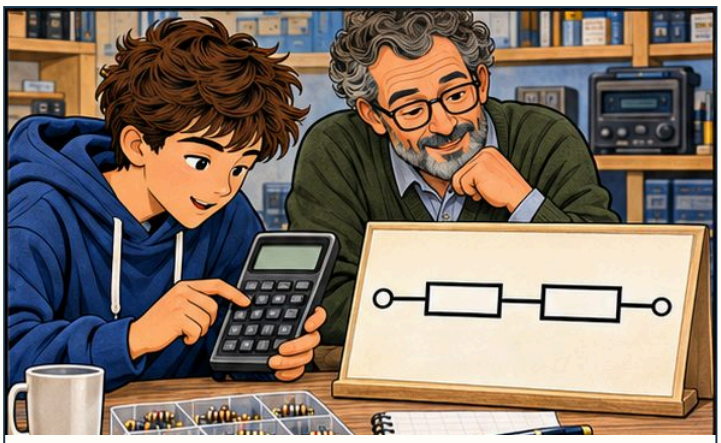


Lucas traccia un percorso e ritrova la resistenza serie del LED.

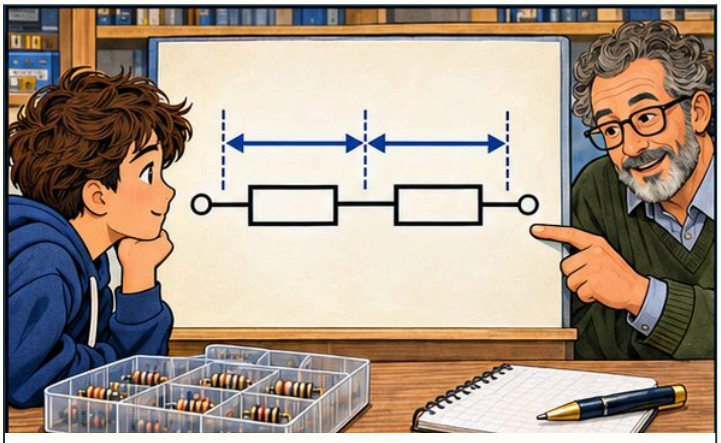
Dividere in serie



Sulla carta, 5 V alimentano due resistenze uguali da 1 kΩ in serie.



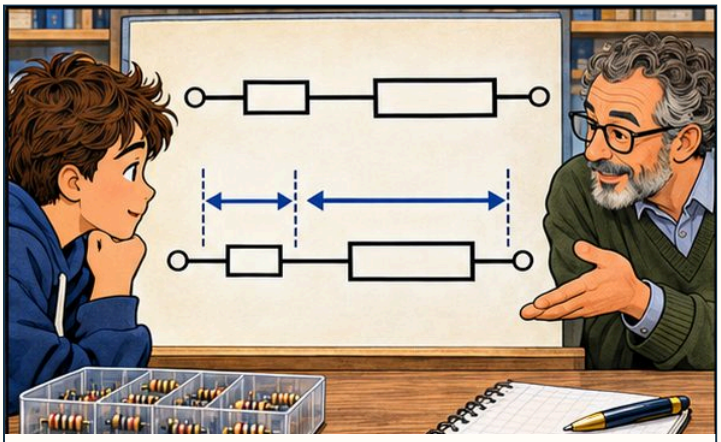
La corrente è 5 / 2 000 = 0,0025 A, cioè 2,5 mA.



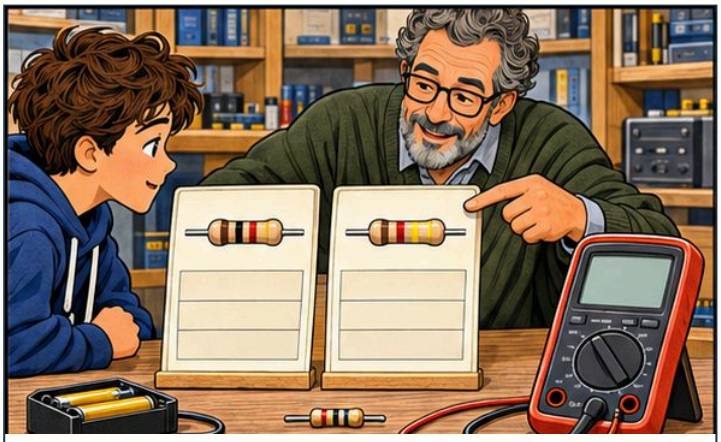
Ogni resistenza riceve 2,5 V nel modello ideale.



Ciascuna dissipa 2,5 × 0,0025 = 0,00625 W.

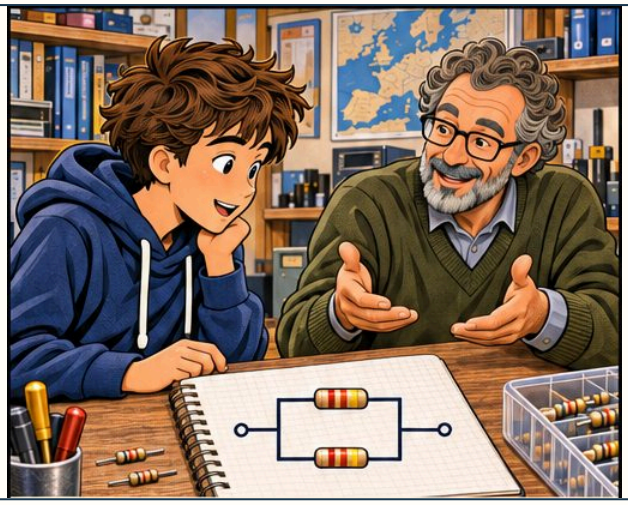


Valori differenti dividerebbero diversamente tensione e potenza.

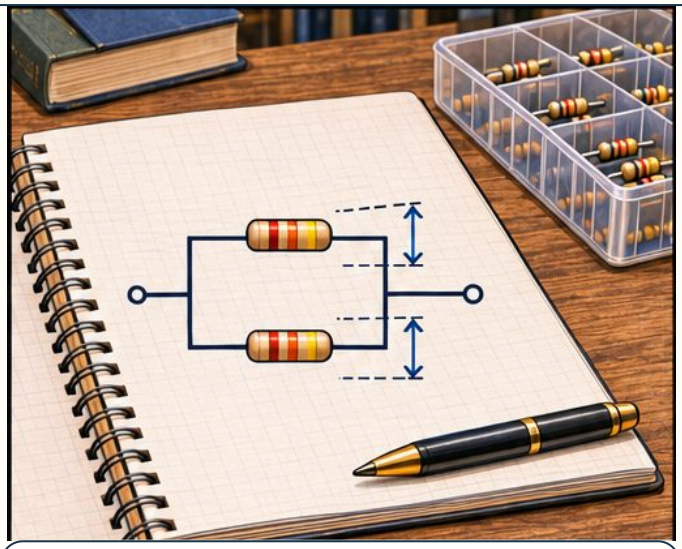


Henri insiste: sommare i watt nominali dei pezzi non basta.

Due percorsi fra due nodi



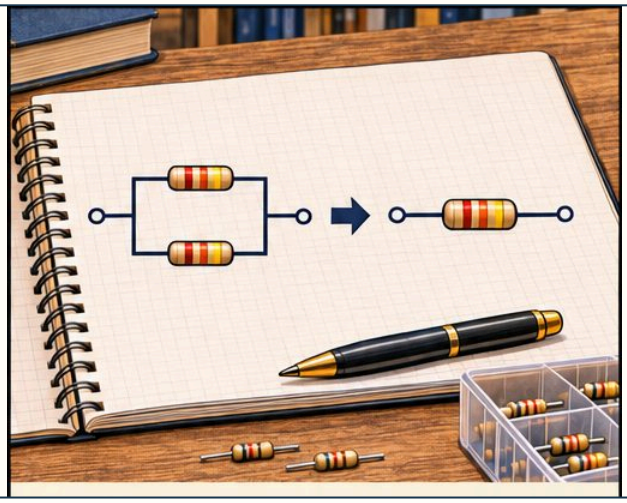
In parallelo, le resistenze si collegano agli stessi due nodi.



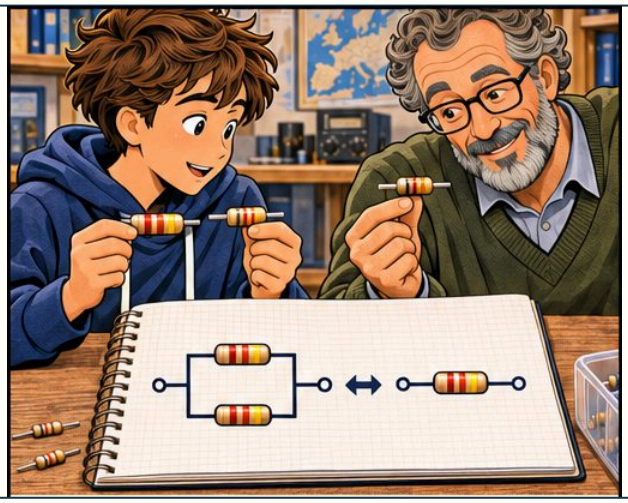
Hanno quindi la stessa tensione ai capi.



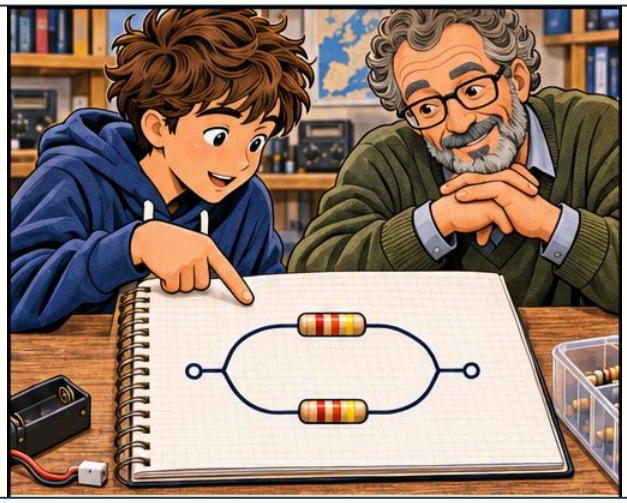
Per due rami: 1 / R = 1 / R1 + 1 / R2.



Due resistenze da 1 kΩ in parallelo danno 500 Ω.

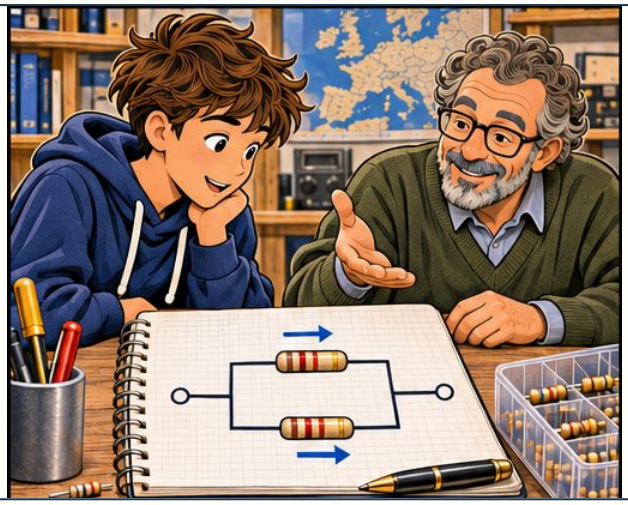


L'equivalente è inferiore alla più piccola resistenza positiva dei rami.

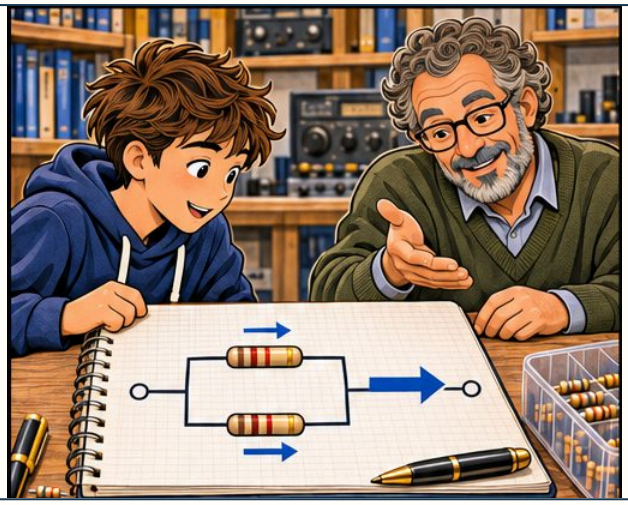


Lucas verifica i nodi; la posizione sul disegno non basta.

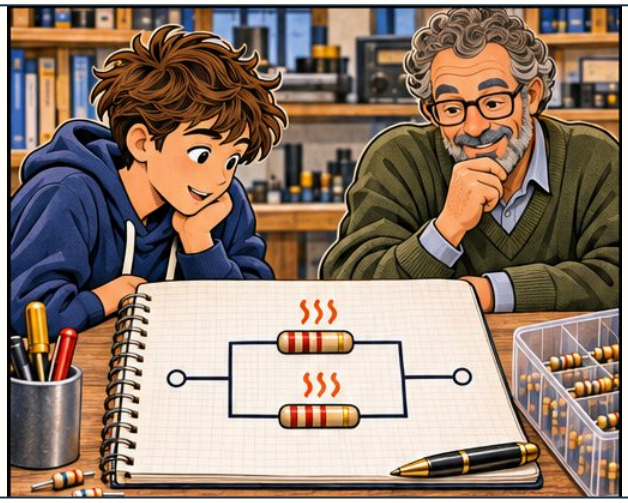
La corrente nei rami



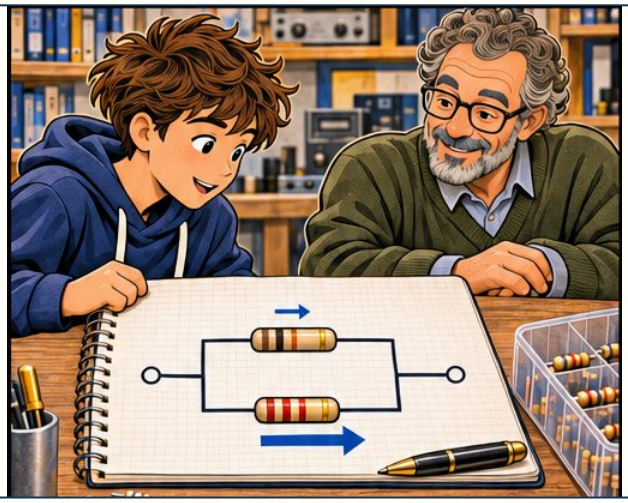
Con 5 V su ogni resistenza da 1 kΩ, ciascun ramo assorbe 5 mA.



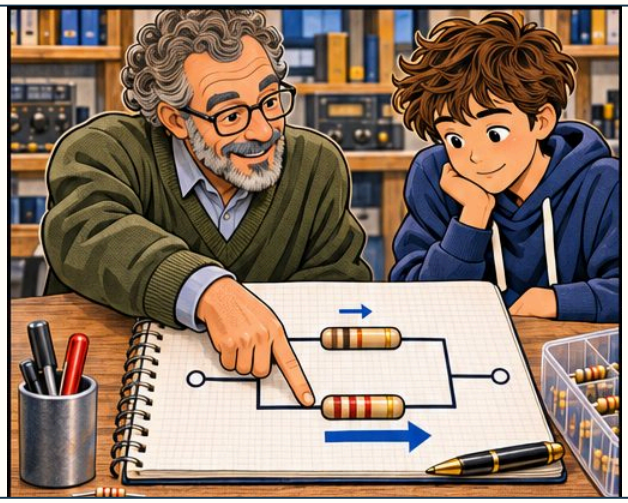
La sorgente fornisce la somma: 10 mA in questo esempio ideale.



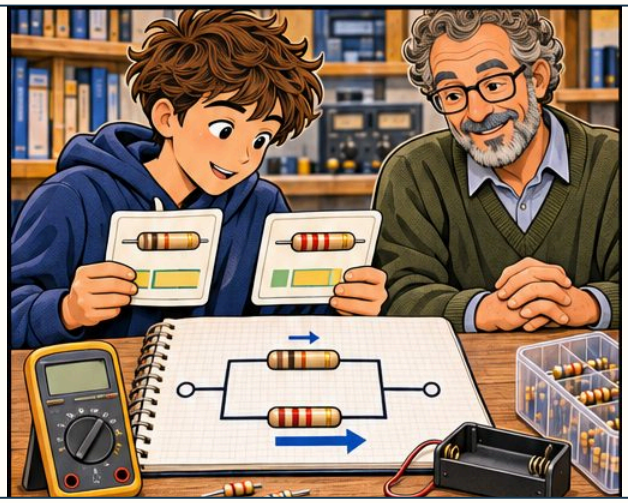
Ogni resistenza dissipa 5^2 / 1 000 = 0,025 W.



Con valori diversi, le correnti non sono più uguali.

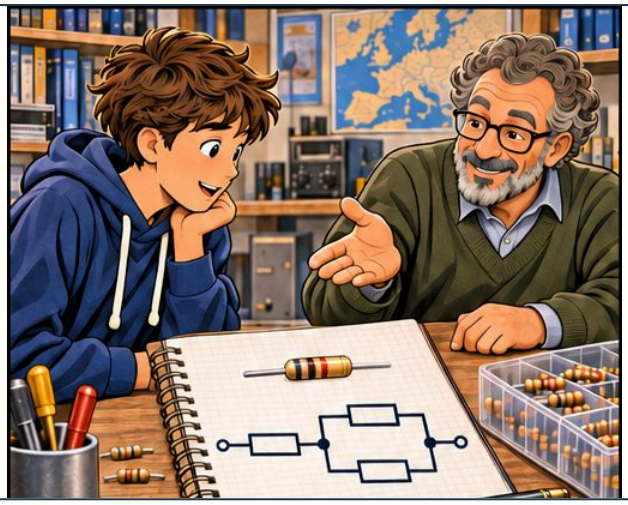


Il ramo con meno resistenza assorbe più corrente a pari tensione.



Lucas comprende perché due resistenze parallele richiedono due controlli.

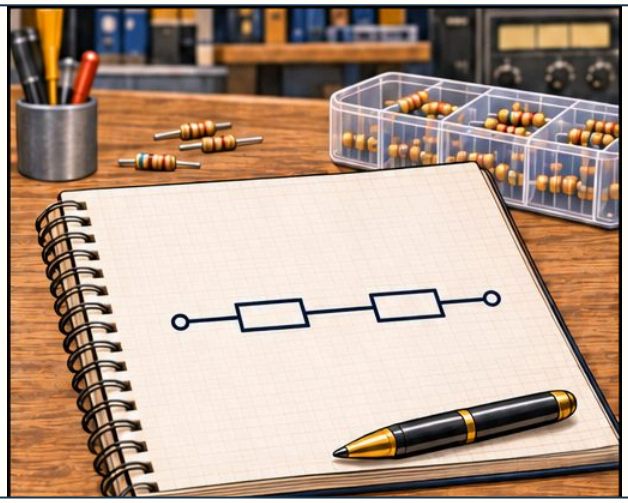
Ridurre senza perdersi



Henri disegna 1 kΩ in serie con due resistenze parallele da 1 kΩ.



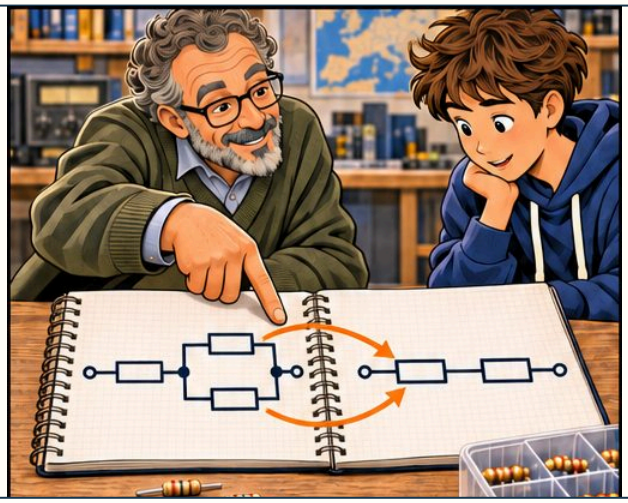
Lucas sostituisce prima la coppia parallela con 500 Ω.



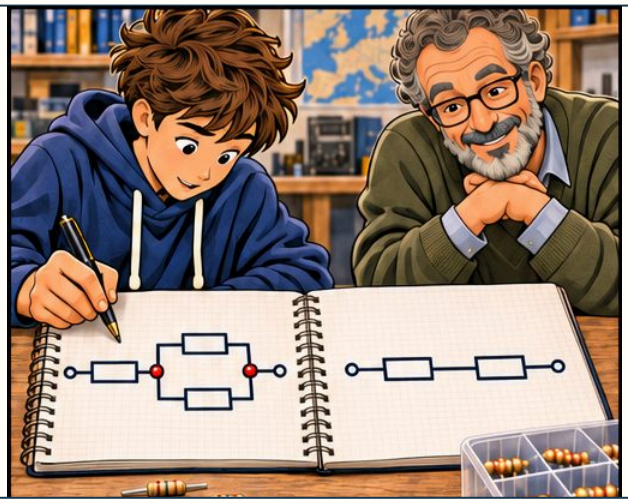
Poi aggiunge la resistenza serie: 1 000 + 500 = 1 500 Ω.



Conserva lo schema originale per ritrovare ogni corrente.



L’equivalente descrive i morsetti senza cancellare i vincoli interni.



Il metodo evita di scegliere formule solo dall’aspetto del disegno.

Creare una tensione intermedia



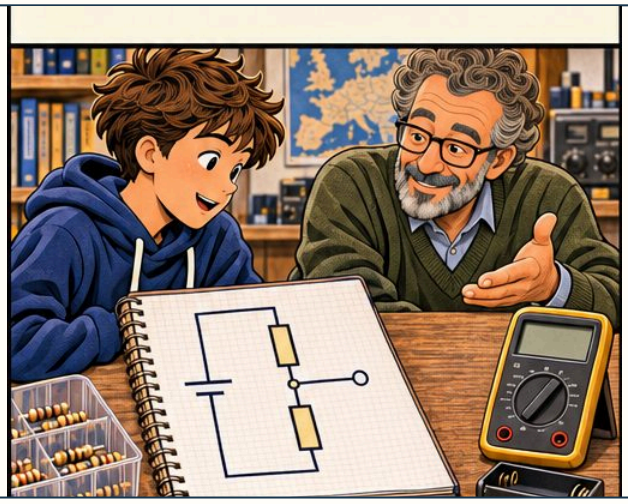
Due resistenze in serie possono formare un partitore di tensione.



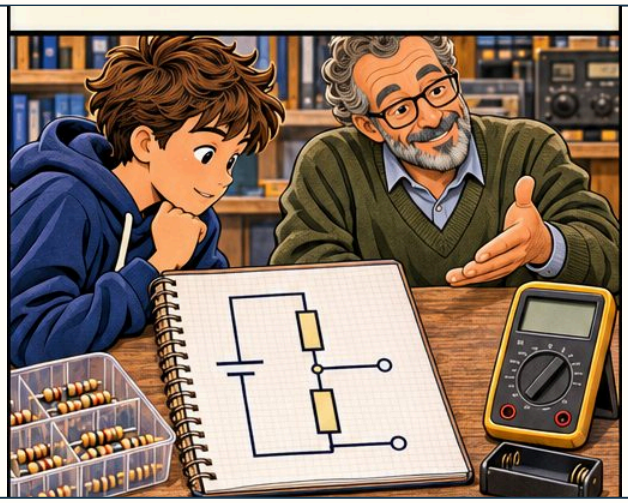
Senza carico: Uuscita = Uingresso × R2 / (R1 + R2).



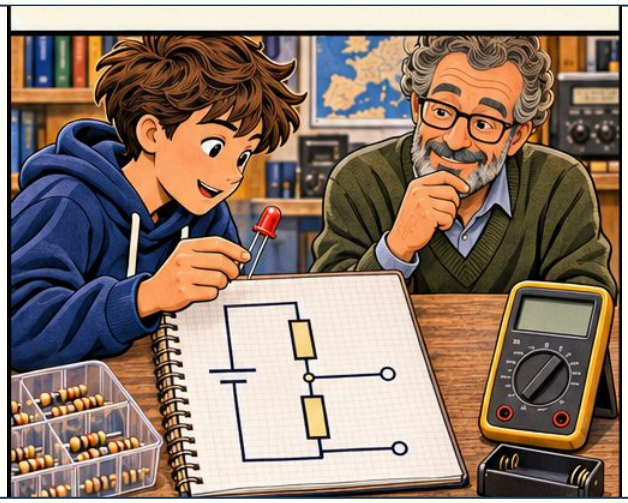
L'uscita si prende su R2, dal punto medio al riferimento.



Con 5 V e due resistenze da 1 kΩ, vale idealmente 2,5 V.

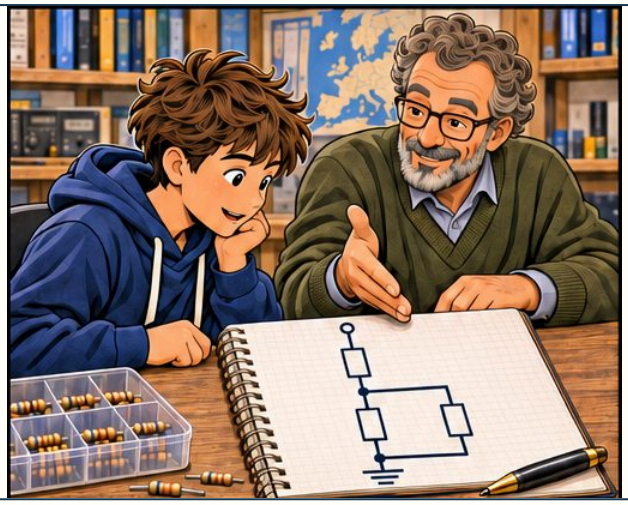


Si presuppone che l'uscita assorba una corrente praticamente nulla.

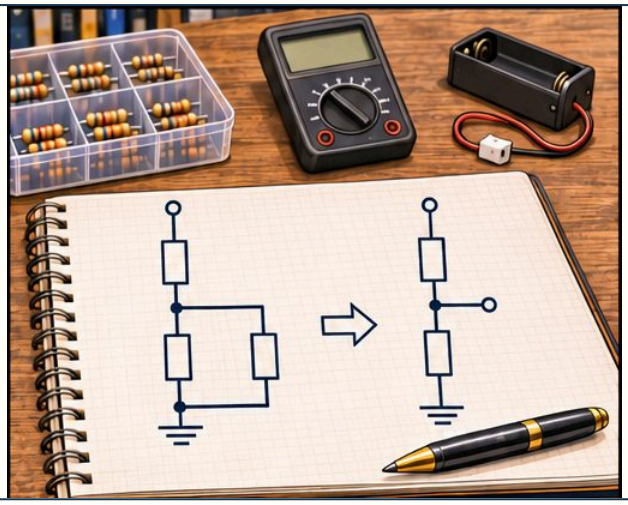


Lucas vorrebbe collegare il LED; Henri mostra cosa cambierebbe.

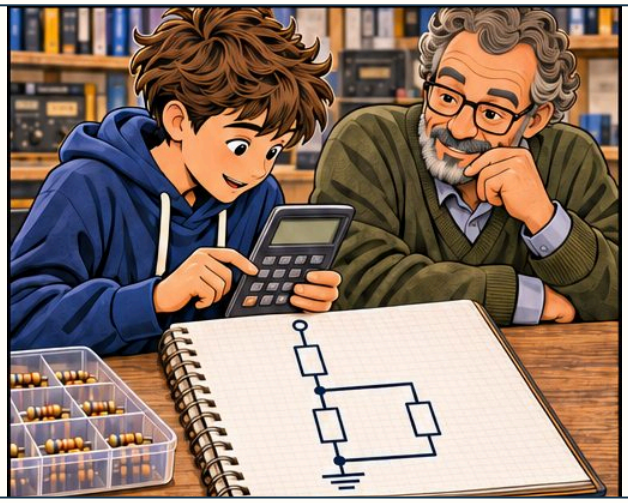
Quando l'uscita è caricata



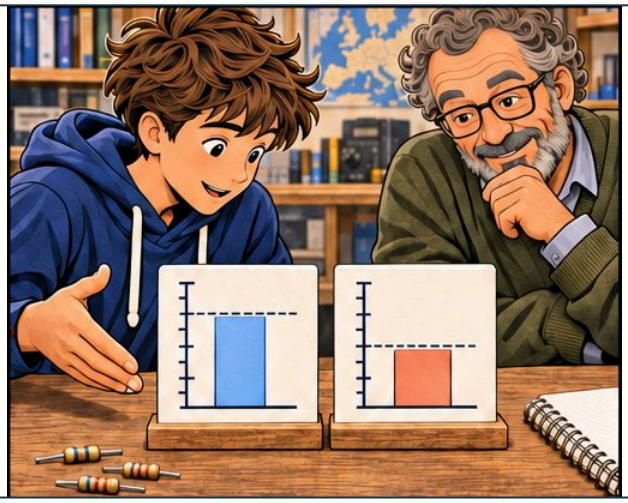
Un carico in uscita si trova in parallelo con R2.



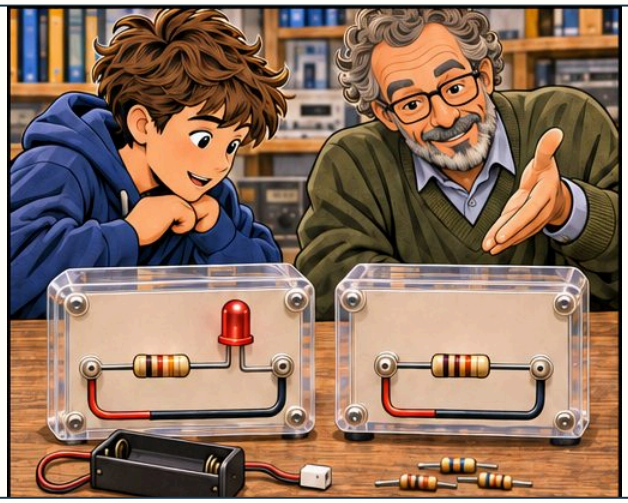
Con un carico da 1 kΩ, R2 da 1 kΩ diventa equivalente a 500 Ω.



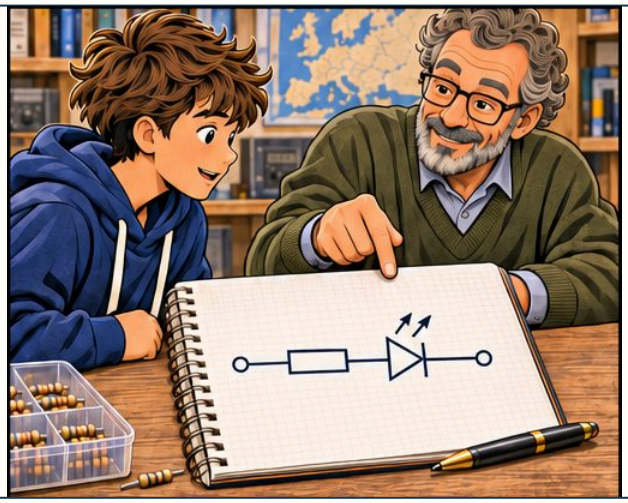
L'uscita diventa 5 × 500 / (1 000 + 500) ≈ 1,67 V.



Non è più 2,5 V: il carico ha modificato il partitore.



Il LED non è un carico ohmico; il calcolo non ne descrive il caso esatto.

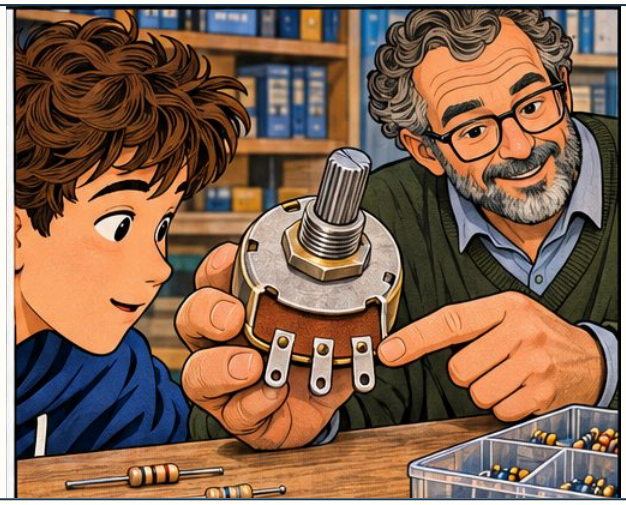


Mantengono il circuito serie previsto senza partitori improvvisati.

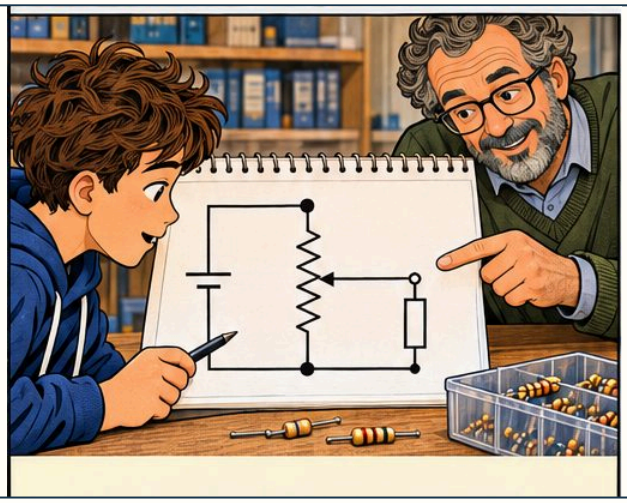
Il cursore del potenziometro



Un potenziometro ha una pista resistiva e un cursore mobile.



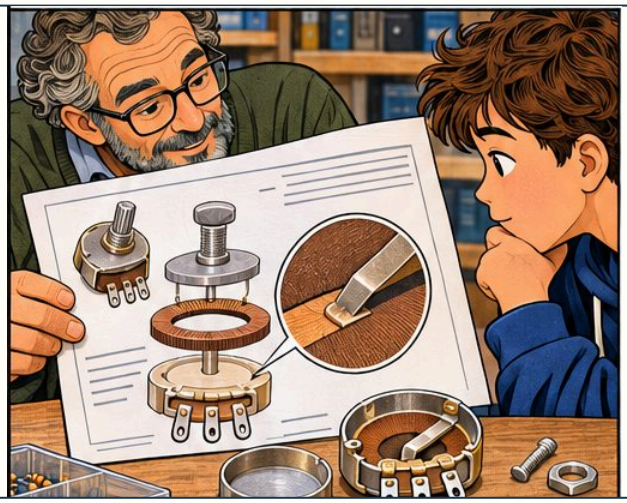
I tre terminali permettono un partitore regolabile.



Il carico influenza anche la tensione prelevata dal cursore.



Con due terminali può servire da resistenza variabile, secondo il circuito.

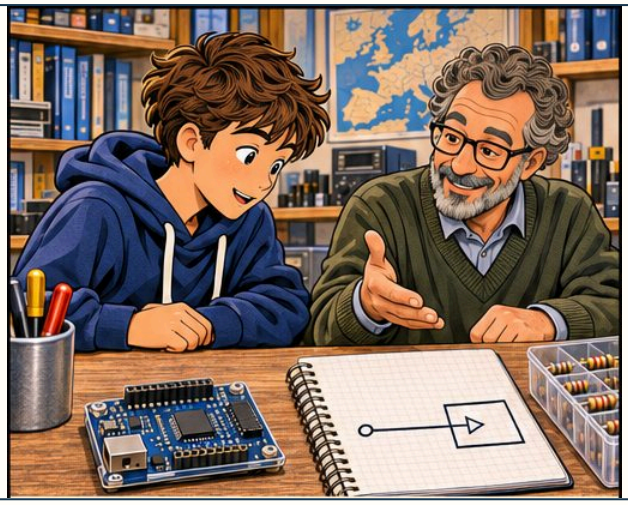


Potenza, corrente del cursore e cablaggio devono essere verificati.

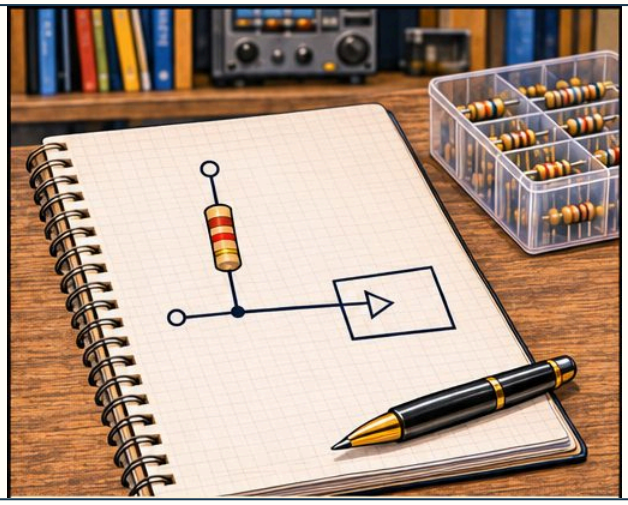


Lucas rifiuta di eliminare la resistenza fissa protettiva del LED.

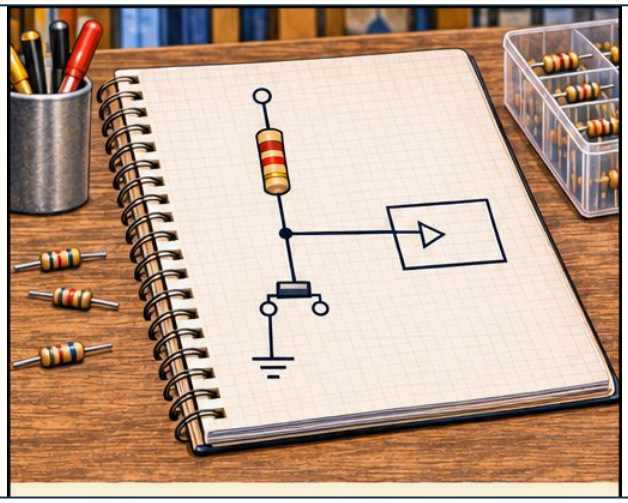
Dare uno stato a un ingresso



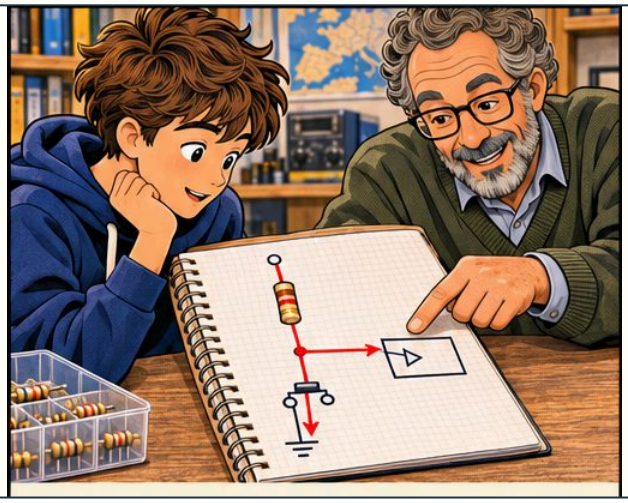
Un ingresso flottante su una scheda didattica può leggere uno stato incerto.



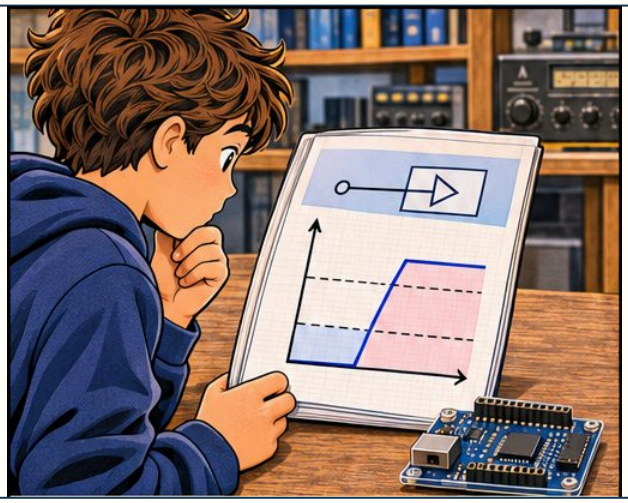
Una resistenza verso l'alimentazione stabilisce uno stato alto a riposo.



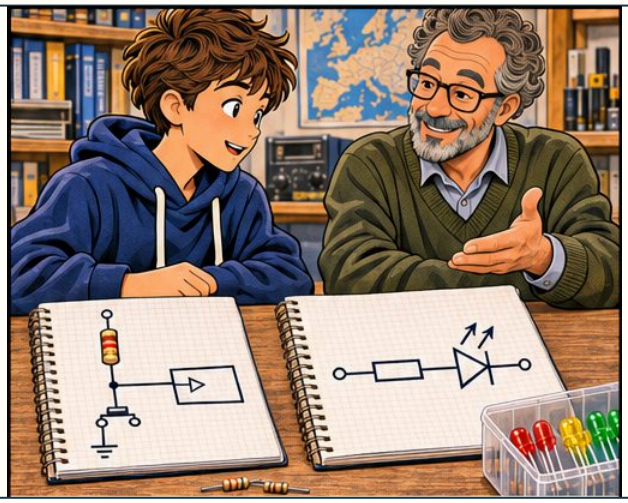
Un pulsante verso riferimento impone uno stato basso quando chiuso.



La resistenza limita allora la corrente fra alimentazione e pulsante.



Il valore dipende da ingresso, soglie e documentazione.

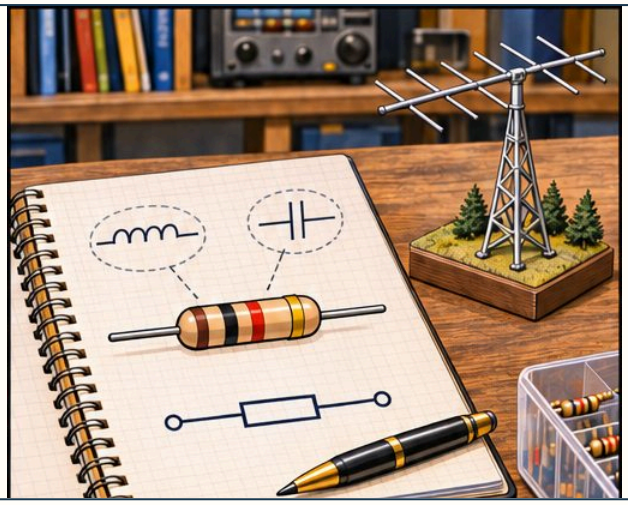


Henri mostra un disegno; la spia conserva il circuito semplice.

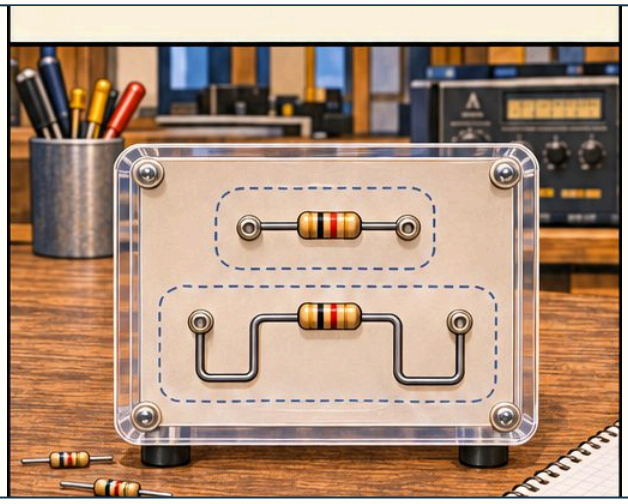
In radio il modello ha limiti



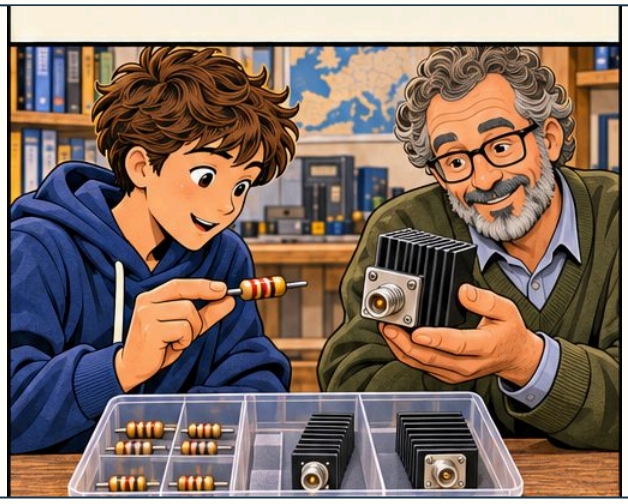
Le resistenze servono anche a polarizzare, attenuare o terminare circuiti radio.



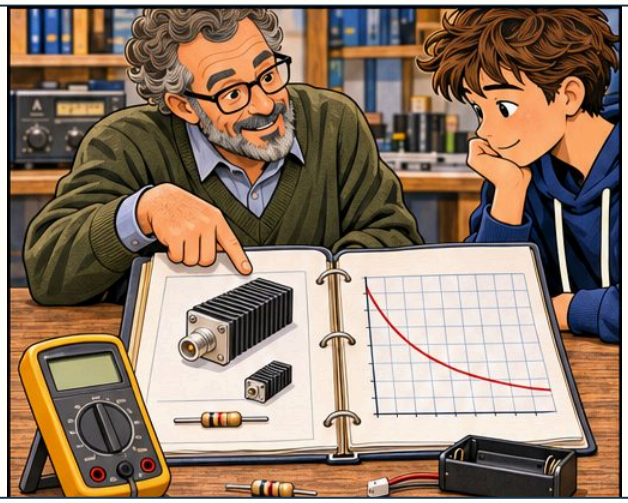
Ad alta frequenza possono contare induttanza e capacità parassite.



Collegamenti e disposizione aggiungono i propri effetti.



Una resistenza qualsiasi da 50 Ω non è necessariamente un buon carico RF.



Frequenza, potenza e costruzione devono essere adatte all'uso.



Lucas ripone gli esempi RF: il laboratorio non trasmette.

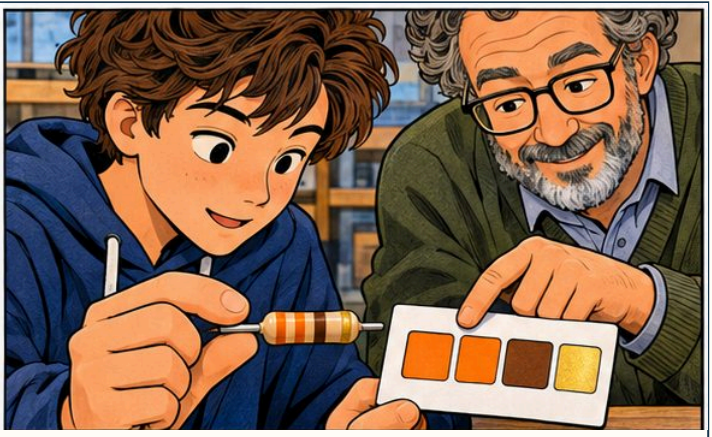
La scheda del ricambio



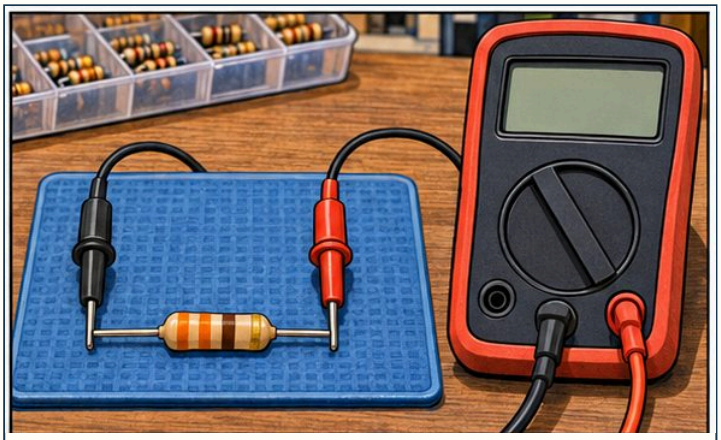
Lucas raccoglie schema e riferimenti di LED e resistenza.



La scelta resta 330 Ω, ±5%, 0,25 W per questo esempio documentato.



Conferma arancione, arancione, marrone e oro con la tabella.



La nuova resistenza si misura sola, fuori da circuiti alimentati.



La lettura deve essere compatibile con tolleranza e incertezza del multimetro.

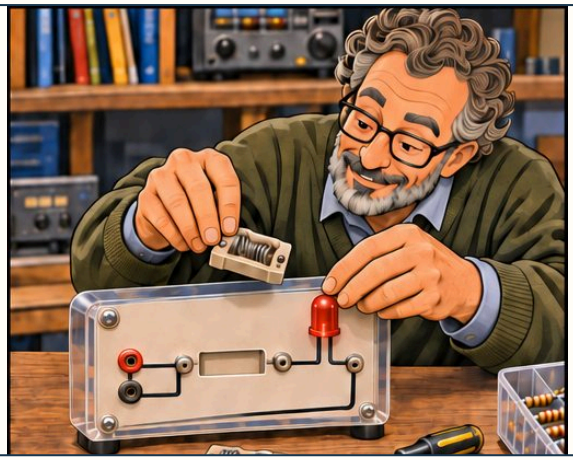


Henri verifica il dossier: calcolare e misurare si completano.

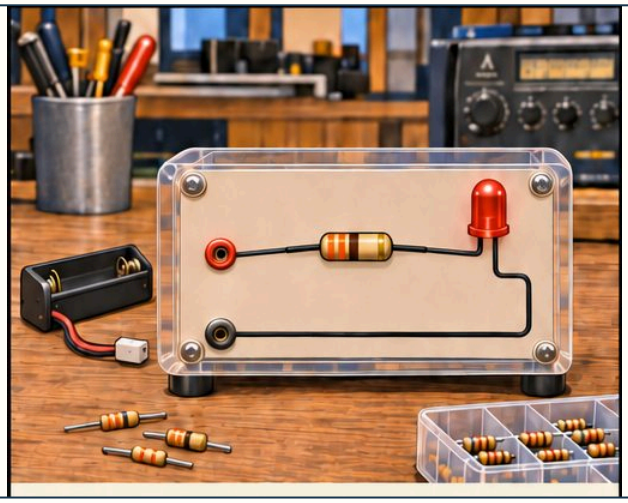
Rimontare con metodo



Il pannello rimane scollegato durante la sostituzione.



Henri controlla il supporto danneggiato e sostituisce l'elemento di connessione previsto.



Inseriscono la nuova resistenza senza forzare né lasciare fili liberi.



Lucas segue la maglia: alimentazione, resistenza, LED, ritorno.

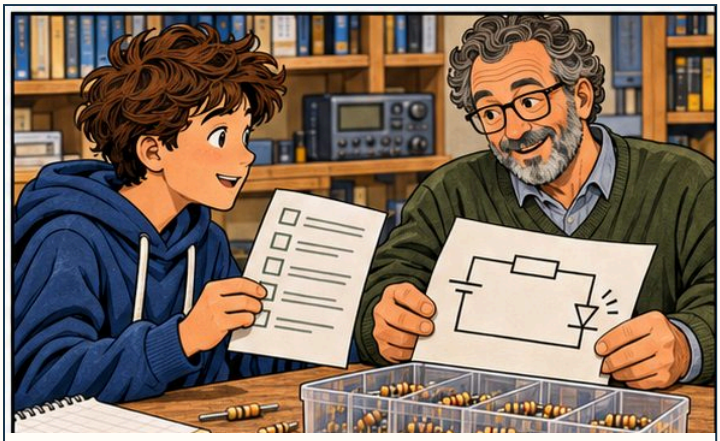


La polarità del LED corrisponde a schema e scheda.

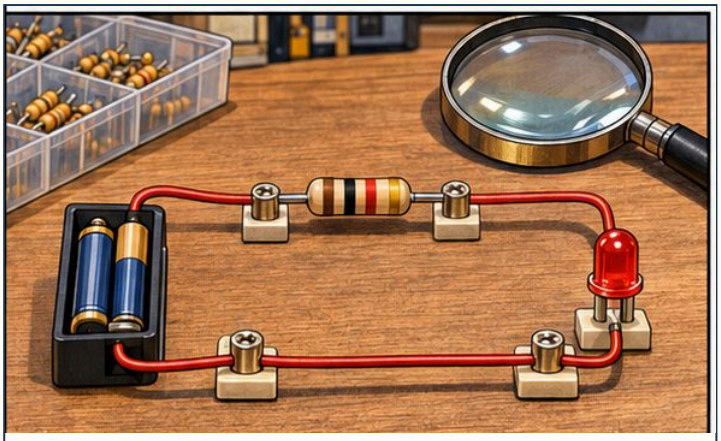


Il pezzo sospetto resta separato con le osservazioni, senza essere riutilizzato.

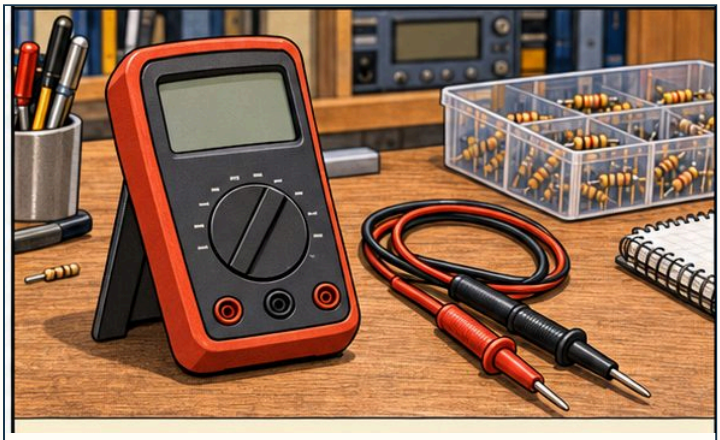
Il controllo incrociato



Prima di alimentare, ciascuno rilegge il lavoro dell'altro.



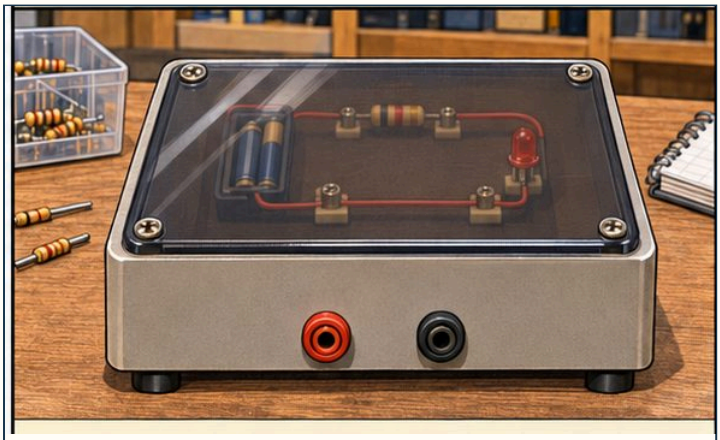
Cercano cortocircuiti, dimenticanze o collegamenti che scavalchino la resistenza.



Rimuovono dal pannello i cavi dell'ohmmetro.



Henri prepara l'alimentazione a 5 V con limitazione adeguata.

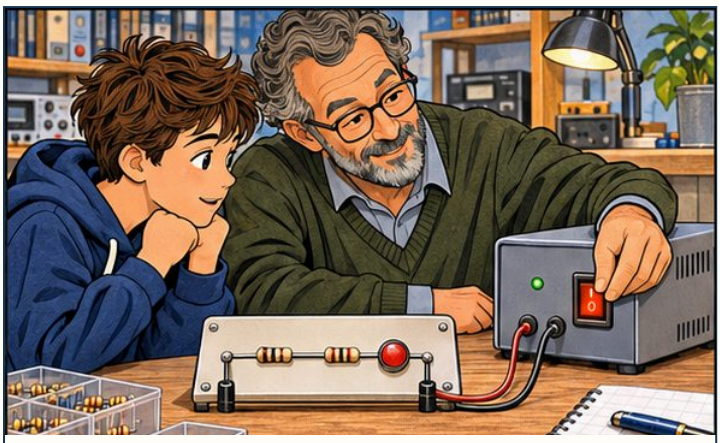


Richiudono il pannello secondo il manuale; le connessioni restano protette.



Lucas prevede una spia visibile con corrente moderata.

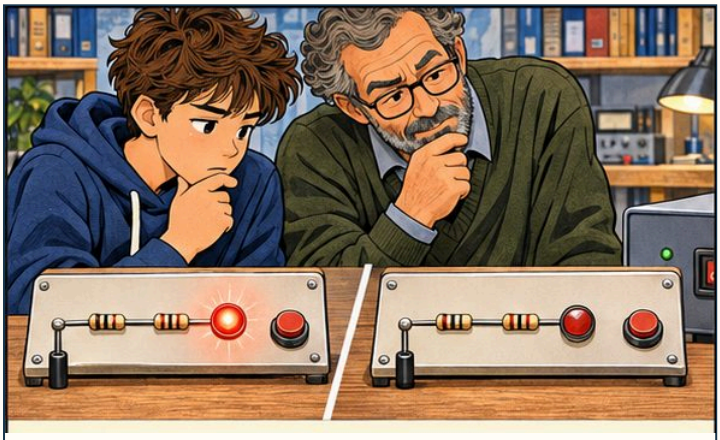
Una prima prova prudente



Henri alimenta il pannello chiuso; nessuno sposta collegamenti.



La spia si accende e si spegne rilasciando il pulsante.



Al nuovo tentativo compare un'incertezza nel funzionamento.



Lucas propone più tensione, poi ricorda il loro metodo.



Spengono e scollegano prima di riprendere la diagnosi.

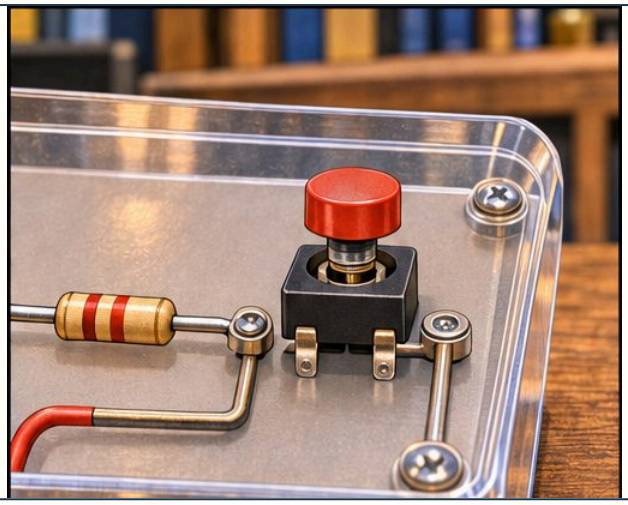


Vedere luce una volta non dimostra che il pannello sia pronto.

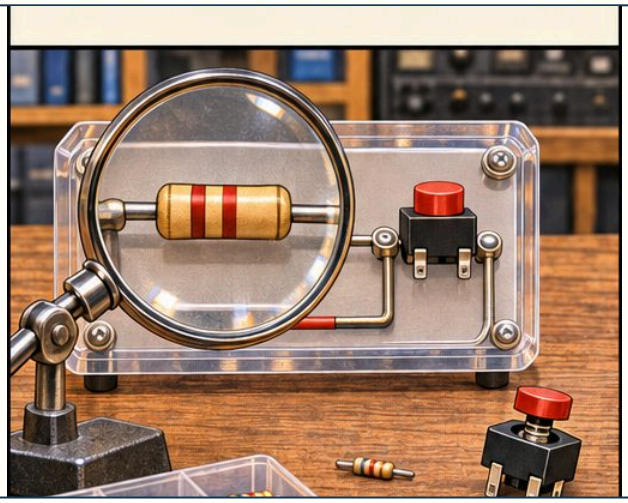
Una seconda causa



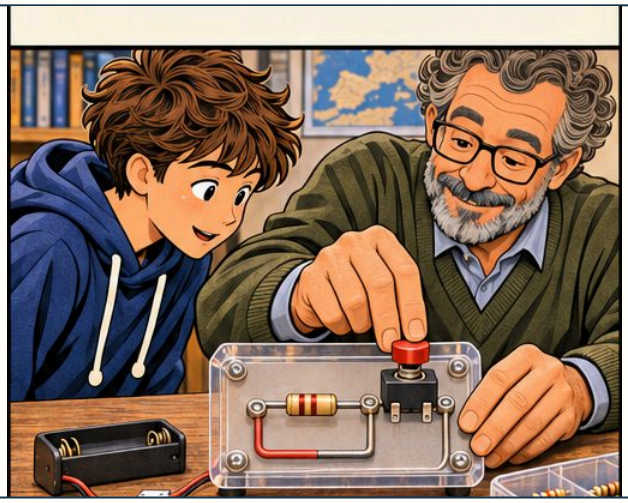
Dopo i controlli di sicurezza, verificano il percorso senza alimentazione.



Un connettore rimovibile del pulsante non è inserito bene.



La resistenza giusta da sola non corregge una cattiva connessione.



Henri riposiziona il connettore e ne verifica la tenuta.



Lucas annota pezzo sospetto e difetto di connessione come indizi distinti.

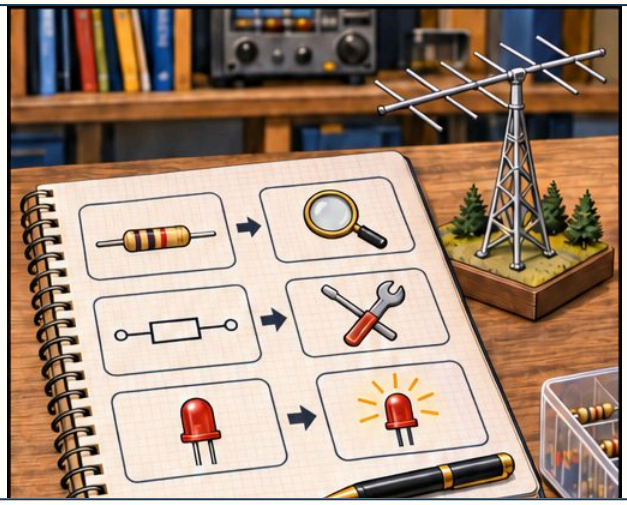


Ripetono il controllo completo prima di una nuova prova.

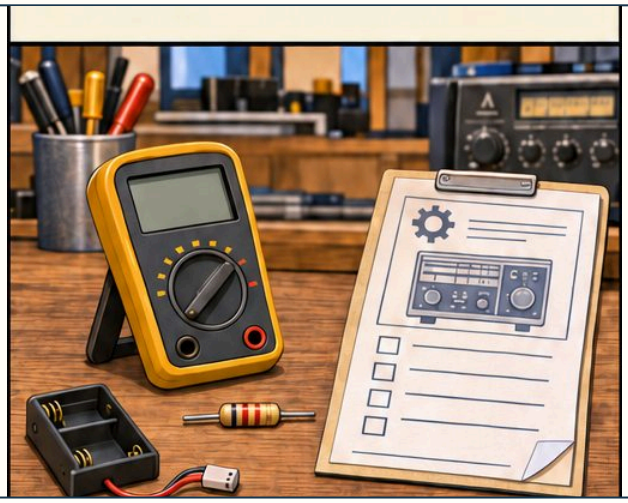
Osservare una cosa alla volta



Non cambiano più diversi pezzi contemporaneamente.



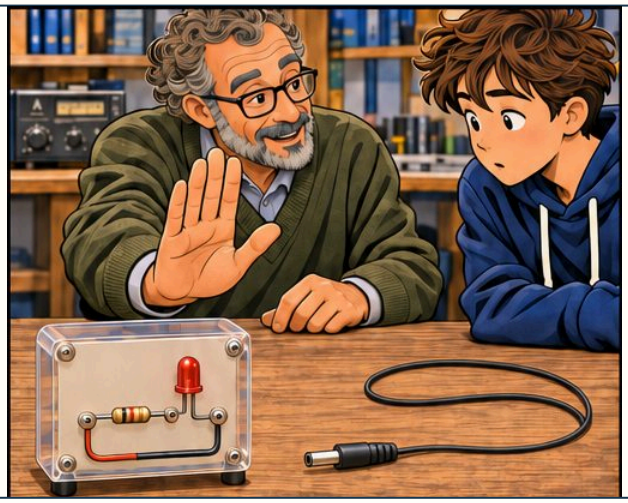
A ogni passo il quaderno conserva sintomo e controllo.



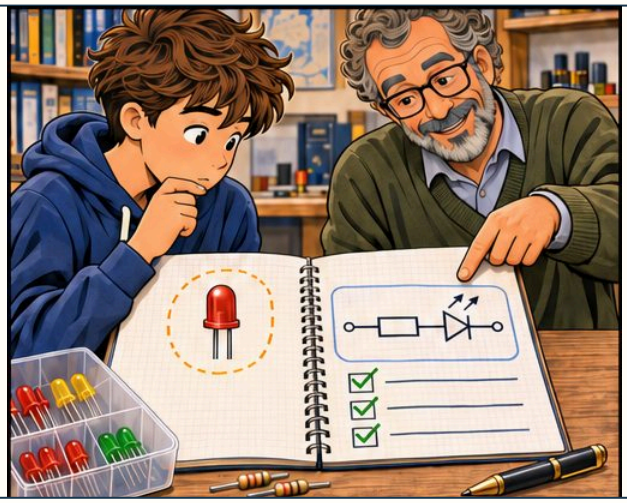
Un valore corretto all'ohmmetro non garantisce ogni comportamento in servizio.



Ispezione, limiti dei pezzi e prova prevista completano la misura.

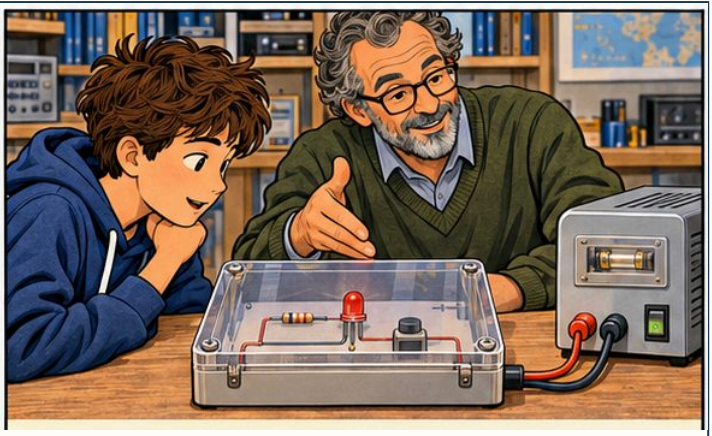


Se compare qualcosa di anomalo, fermano e riprendono senza tensione.



Lucas sa spiegare perché la prima idea era troppo affrettata.

La spia mantiene la promessa



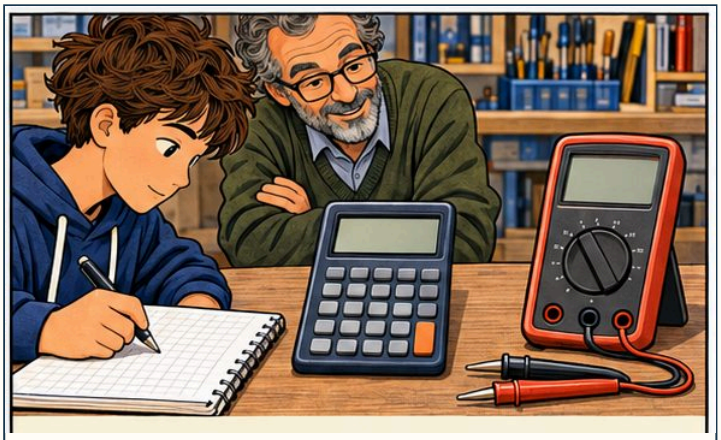
Il pannello richiuso viene alimentato ancora secondo la procedura.



Nella dimostrazione, la spia risponde ora regolarmente al pulsante.



Henri sorveglia; Lucas confronta con il risultato atteso.



Non presentano la corrente calcolata come una misura eseguita.



Il quaderno distingue calcoli, controlli e osservazioni della prova.

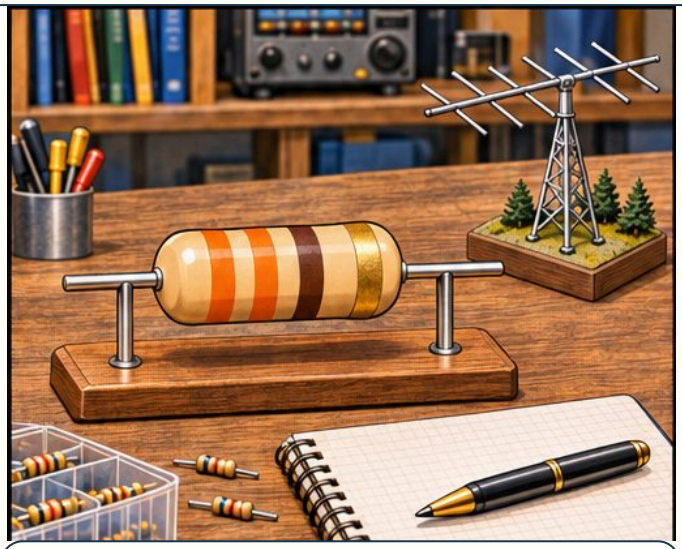


Spengono prima di preparare il trasporto allo stand.

Spiegare la scelta



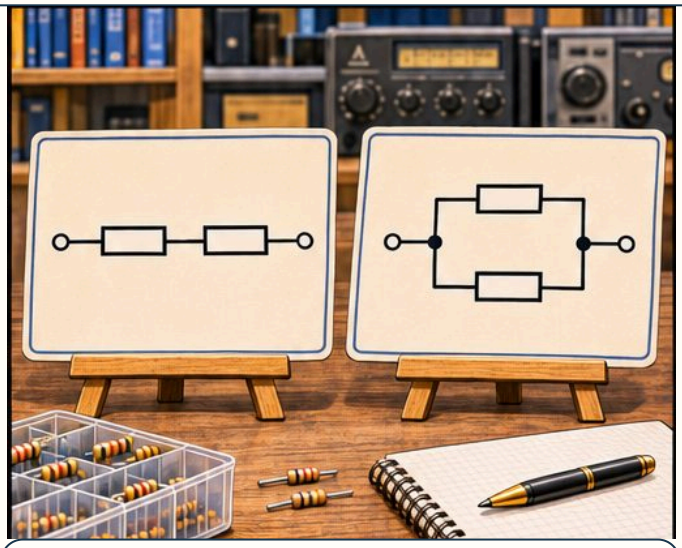
Allo stand Lucas presenta ai visitatori una resistenza ingrandita.



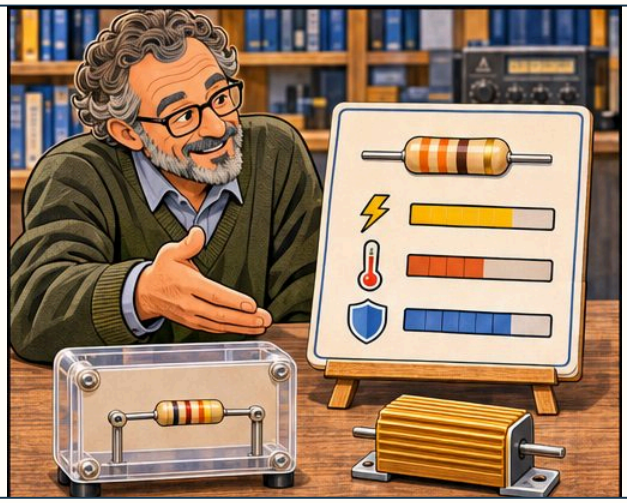
Spiega anelli, valore nominale e tolleranza.



Il disegno mostra la resistenza serie che limita la corrente LED.



Un altro disegno confronta serie e parallelo.



Henri chiede perché ha verificato potenza e condizioni d'impiego.

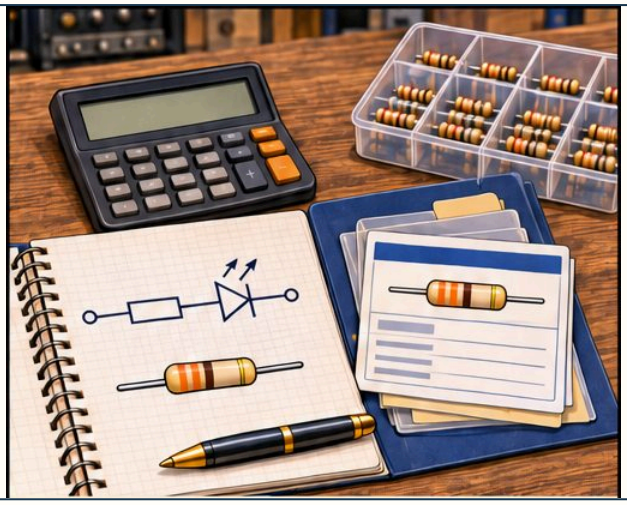


«Per scegliere un pezzo davvero adatto al circuito», risponde Lucas.

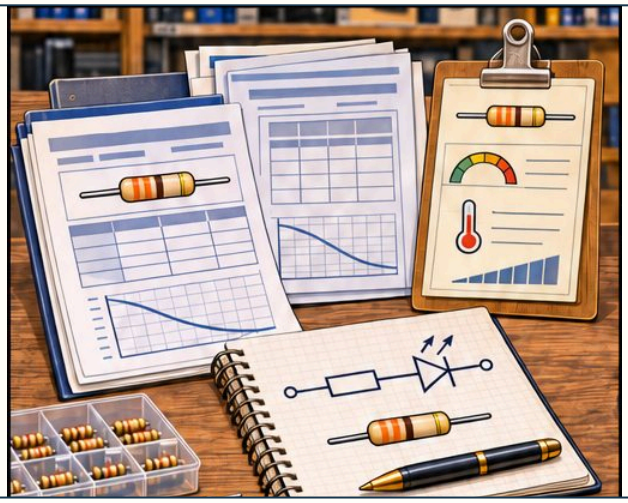
Un quaderno per il prossimo



La scheda comincia dal bisogno: una spia per il pannello didattico.



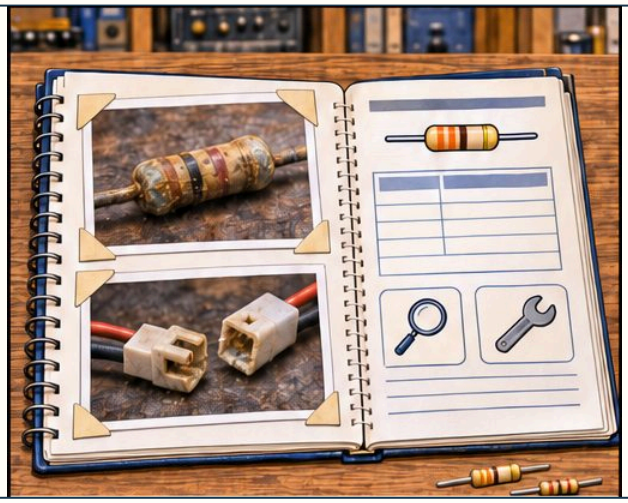
Conserva ipotesi, formula e la scelta di 330 Ω.



Tolleranza, potenza e riferimenti restano insieme allo schema.



La procedura ricorda di misurare senza tensione e isolare se necessario.



Le osservazioni del guasto aiuteranno il prossimo laboratorio a cercare con metodo.

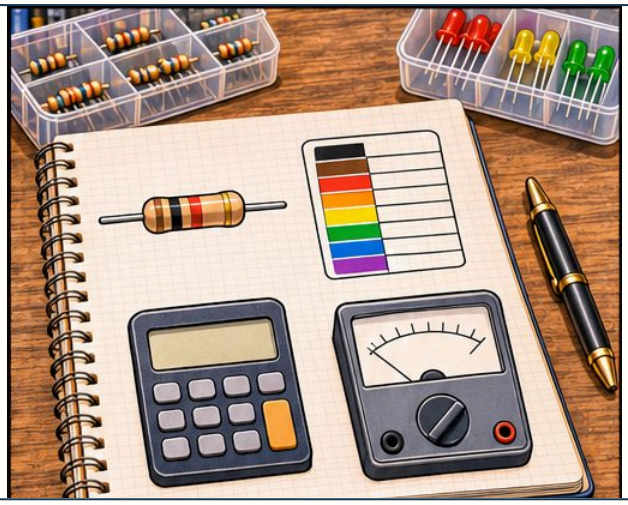


Henri lascia riordinare a Lucas: imparare è diventato condividere.

Un piccolo pezzo, un grande metodo



Lo stand è pronto; Lucas guarda diversamente la piccola resistenza.



Leggere, calcolare, scegliere, misurare: ogni passo risponde a una domanda.



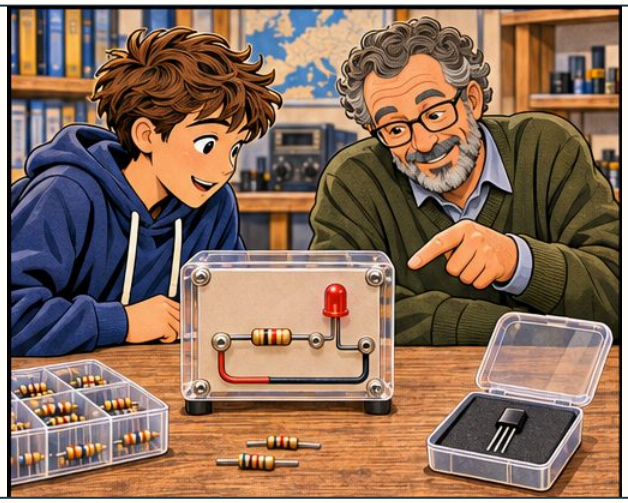
La spia è diventata una spiegazione che può trasmettere.



In un'altra scatola Henri mostra un componente a tre piedini.



«Può comandare una corrente più grande?» chiede Lucas.



La prossima indagine li aspetta nel volume 08: i transistor.