ON4CRD

Zväzok 07

Rezistory



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Právne upozornenia

Zväzok 07 · Rezistory

Vydavateľ webovej stránky : Radio Club Durnal ON4CRD

Manažér publikácie : Výbor Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Právne upozornenia

Duševné vlastníctvo

Texty, obrázky, dokumenty, logá a materiály zverejnené na stránke zostávajú majetkom ich príslušných autorov alebo klubu. Akákoľvek reprodukcia alebo opätovné použitie musí rešpektovať zdroj, príslušné práva a akékoľvek povolenie autora.

Zodpovednosť

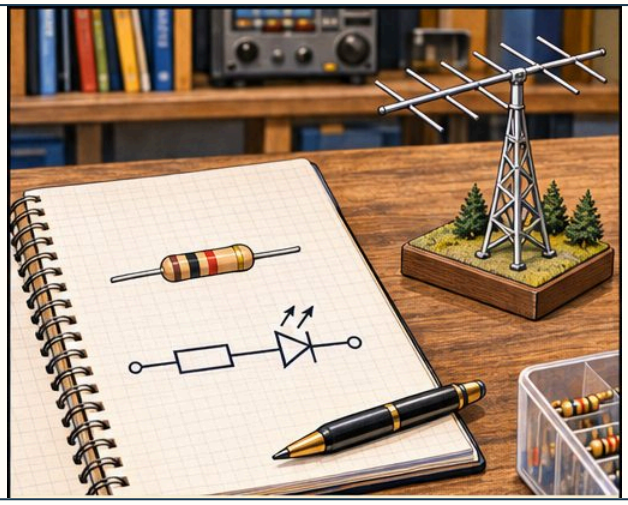
Klub pracuje na zverejňovaní užitočných a overených informácií, ale nezaručuje absenciu chýb, opomenutí alebo prerušení. Technické alebo regulačné informácie musia byť porovnané s oficiálnymi zdrojmi, keď podporujú rozhodnutie.

Ilustrácie vytvorené s pomocou umelej inteligencie.

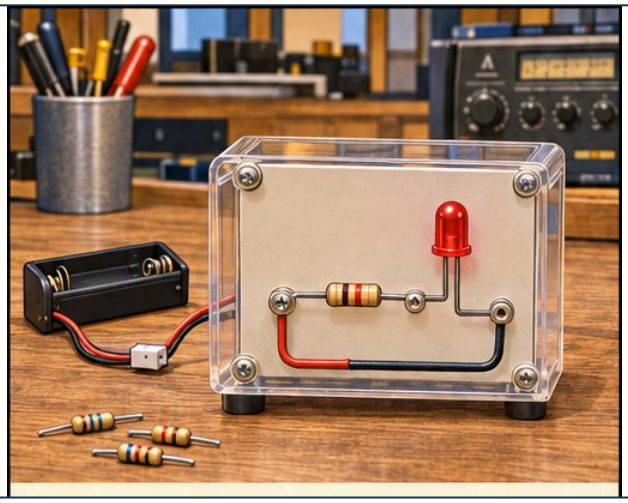
Kontrolka na stánku



Lucas sa stretáva s Henrim, aby pripravili klubový stánok.



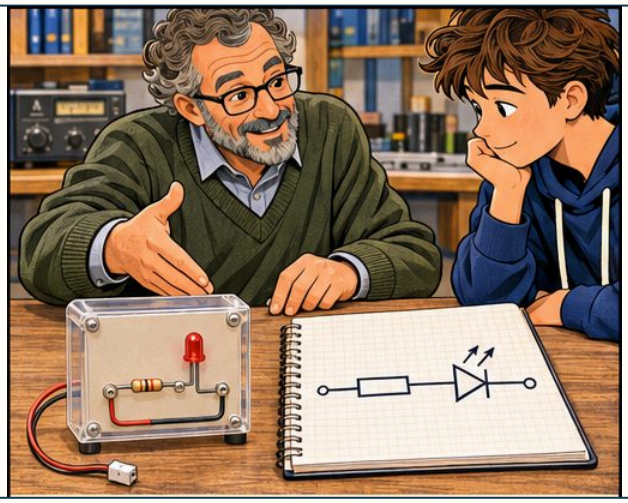
Po anténach pribudne do ich zošita oveľa menšia súčiastka.



Kontrolka malého ukážkového panela už nesvieti.



„Vymeníme LED?“ navrhuje Lucas a otvára škatuľku súčiastok.

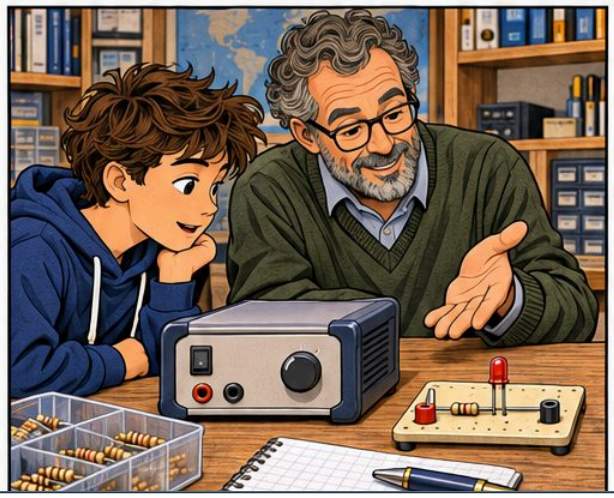


Henri chce najprv pochopiť zapojenie a až potom niečo meniť.

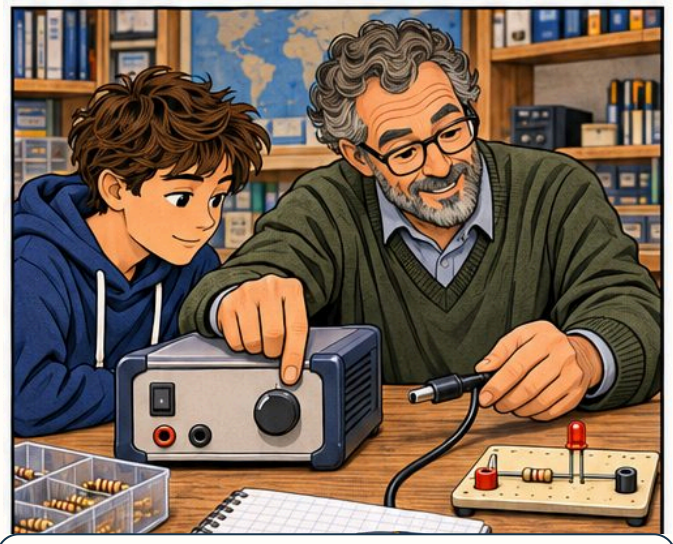


Ich úloha: spoľahlivá kontrolka a vysvetlenie každej voľby.

Odpojiť pred hľadaním



Panel používa výučbový zdroj 5 V s obmedzením prúdu.



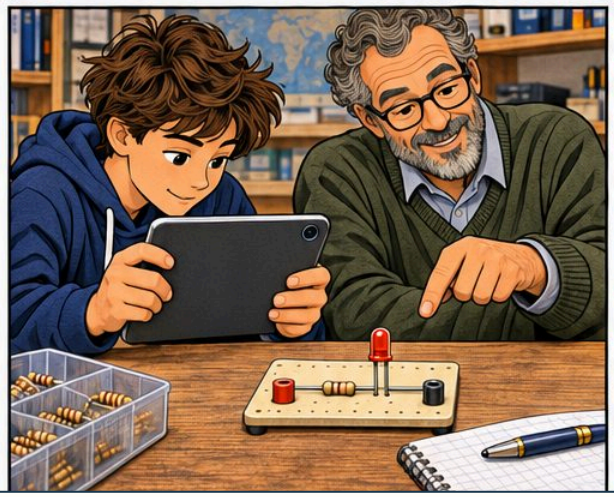
Henri pred zásahom zdroj vypne a odpojí.



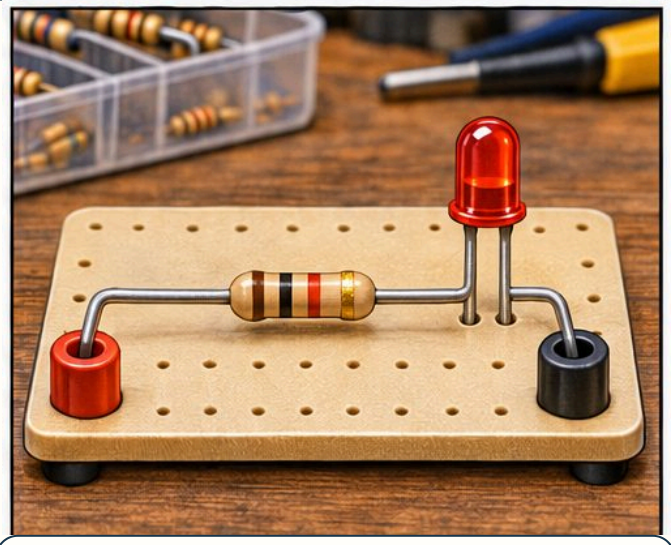
Počkajú na predpísané vybitie a overia neprítomnosť napätia.



V tejto dielni neotvárajú prístroje pripojené do siete.



Lucas fotografuje spoje a sleduje schému panela.



Na ceste k LED ho zaujme malý rezistor.

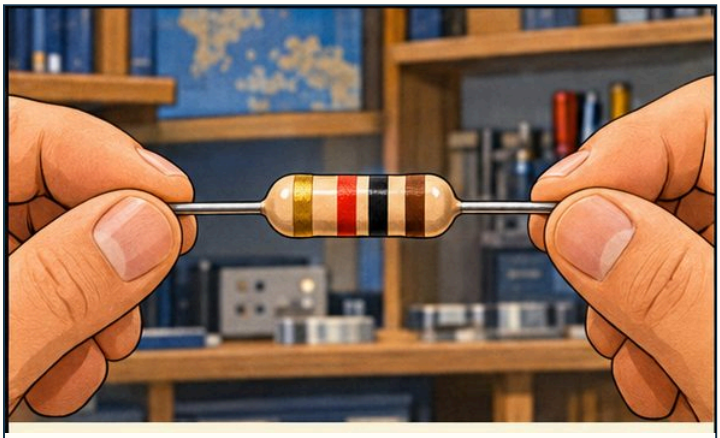
Jeden názov, dva významy



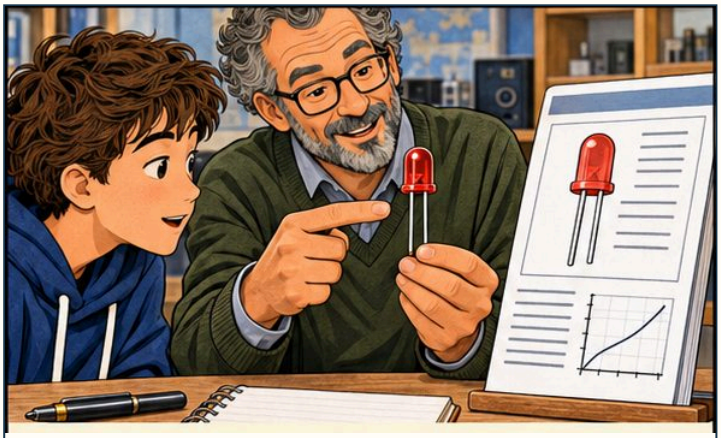
Rezistor je súčiastka, odpor je elektrická veličina R.



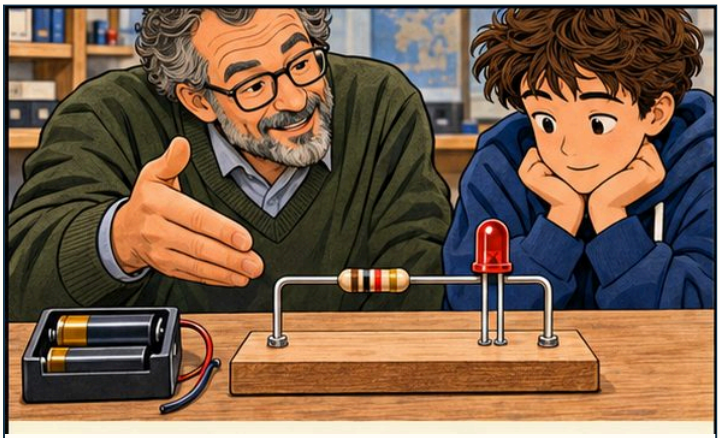
Vyjadruje sa v ohmoch so symbolom Ω.



Bežný rezistor nemá predpísanú polaritu.



LED má polaritu, ktorú treba dodržať.



Sériový rezistor pomáha obmedziť prúd cez LED.

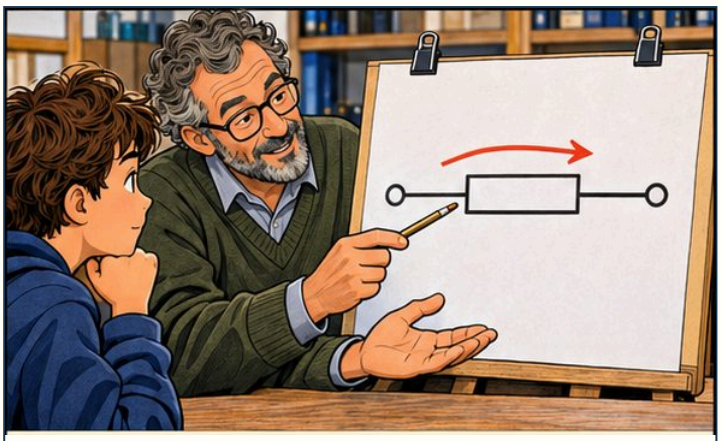


Lucas rozlišuje úlohu každej súčiastky ešte pred hľadaním chyby.

Návrat k Ohmovmu zákonu



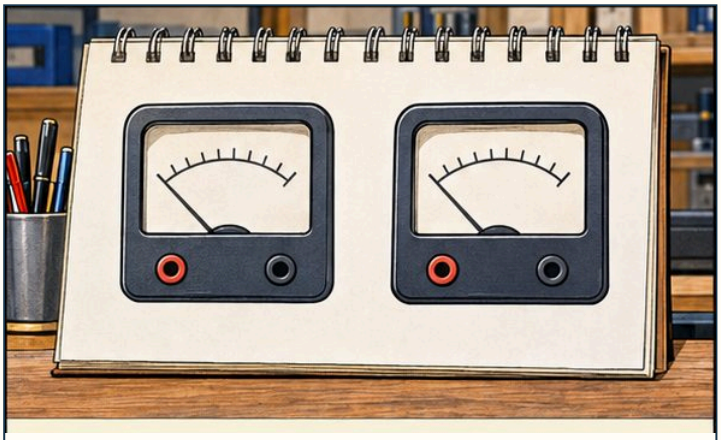
Pre ohmický rezistor pri danej teplote platí U = R × I.



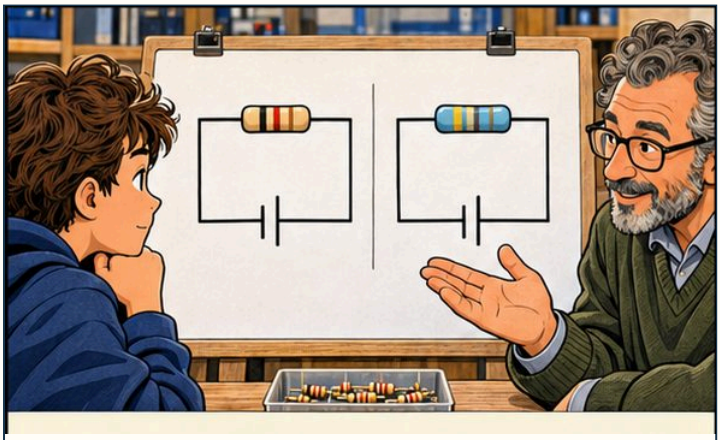
U je napätie na jeho svorkách; I je prúd, ktorý ním tečie.



Možno písať aj I = U / R a R = U / I.



V týchto výpočtoch je U vo voltoch a I v ampéroch.



Pri rovnakom napätí zväčšenie R znižuje prúd.

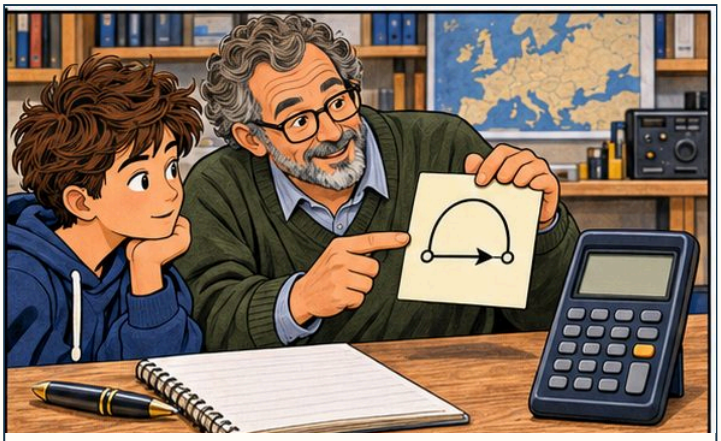


„LED nie je ohmický rezistor," pripomína Henri.

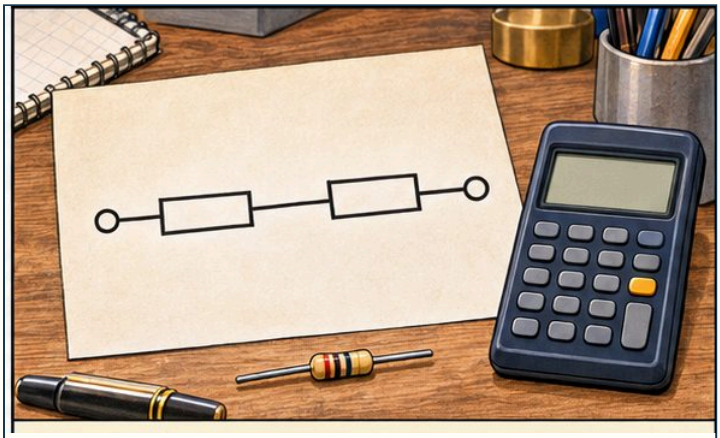
Jednotky pred číslami



1 kΩ = 1 000 Ω; 1 MΩ = 1 000 000 Ω.



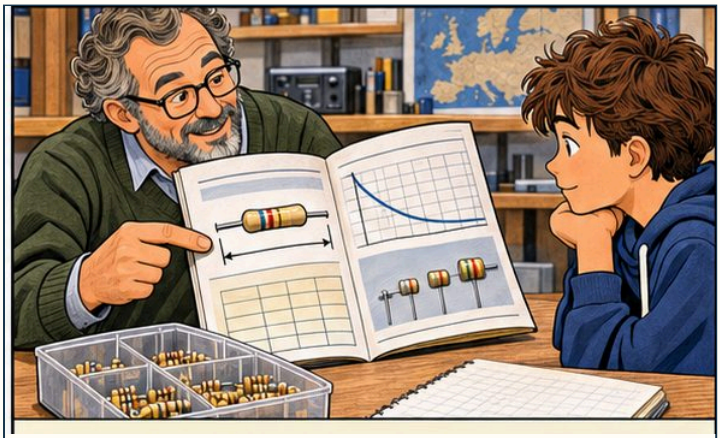
1 mA = 0,001 A: Lucas prevádza jednotky pred použitím vzorca.



Pri 5 V na 1 kΩ vyjde výpočtom 5 mA.



Na niektorých dieloch 4K7 znamená 4,7 kΩ a 2R2 znamená 2,2 Ω.



Označenie závisí od súčiastky; rozhoduje jej dokumentácia.



Lucas krúžkuje jednotky: zabudnutá predpona môže zmeniť celý výber.

Čítať pred meraním



Rezistor panela má farebné prúžky.



Henri prinesie kartu výrobcu a lupu.



Najprv určia počet prúžkov a rozostupy.



Prúžok tolerancie býva oddelený od ostatných.



Ak smer nie je jasný, overia typ aj nameranú hodnotu.



Zle osvetlená farba nestačí na výber náhrady.

Štyri prúžky, štyri úlohy



V bežnom štvorprúžkovom kóde prvé dva určujú číslice.



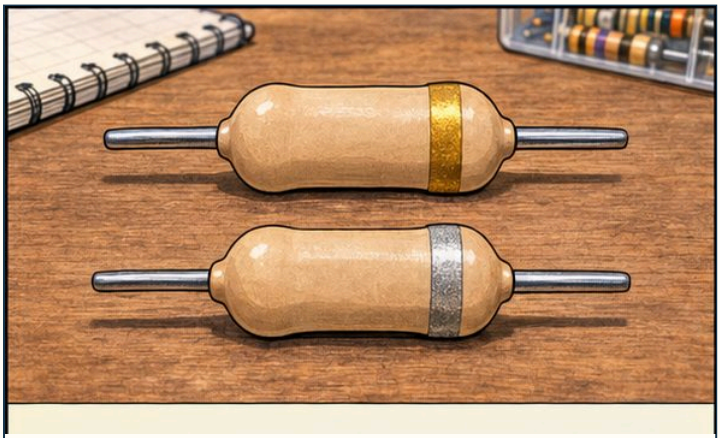
Tretí prúžok je násobiteľ.



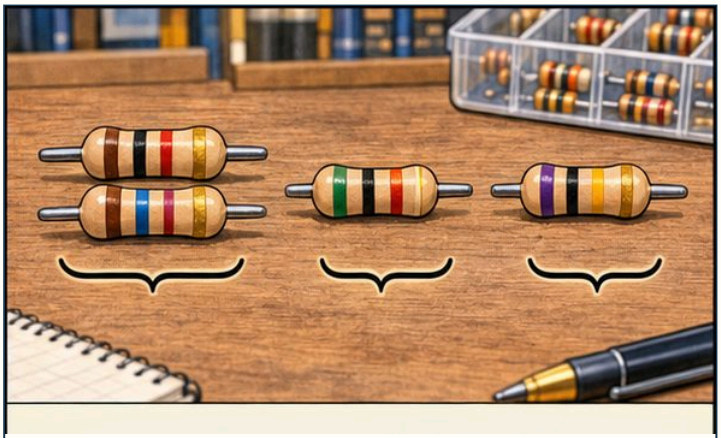
Štvrtý udáva toleranciu menovitej hodnoty.



Čítajú od konca oproti prúžku tolerancie.



Zlatá tu znamená ±5 %; strieborná ±10 %.



„Dve číslice, násobiteľ a rezerva," zhŕňa Lucas.

Paleta číslic



Čierna znamená 0; hnedá 1; červená 2; oranžová 3; žltá 4.



Zelená znamená 5; modrá 6; fialová 7; sivá 8; biela 9.



Poloha farby určuje jej úlohu v kóde.



Ako násobiteľ červená znamená ×100 a oranžová ×1 000.



Zlatá a strieborná môžu násobiť aj 0,1 a 0,01.



Lucas má kartu poruke: lepšie je rozumieť než hádať.

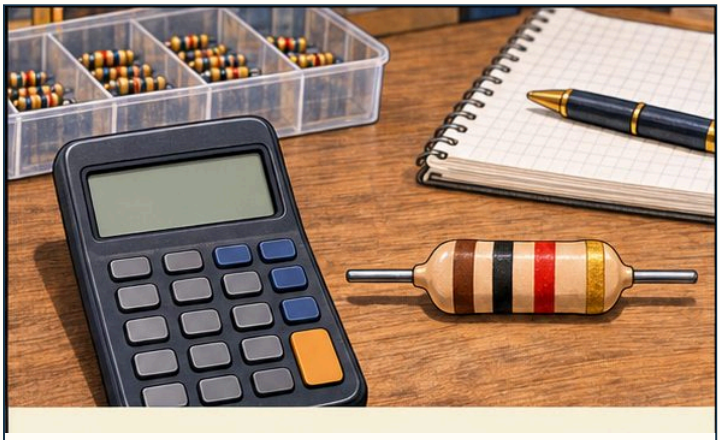
Prvé rozlúštenie



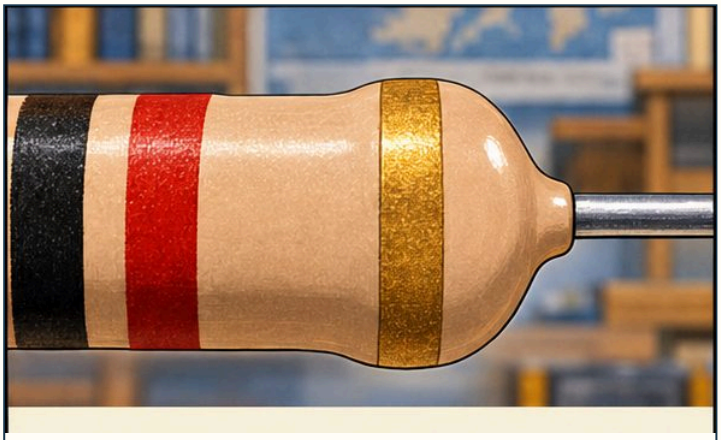
Príklad: hnedá, čierna, červená, zlatá.



Hnedá a čierna dávajú 10; červená násobí 100.



10 × 100 = 1 000 Ω, teda 1 kΩ.



Zlatý prúžok pridáva toleranciu ±5 %.



Menovitá hodnota teda nesľubuje presnú hodnotu.

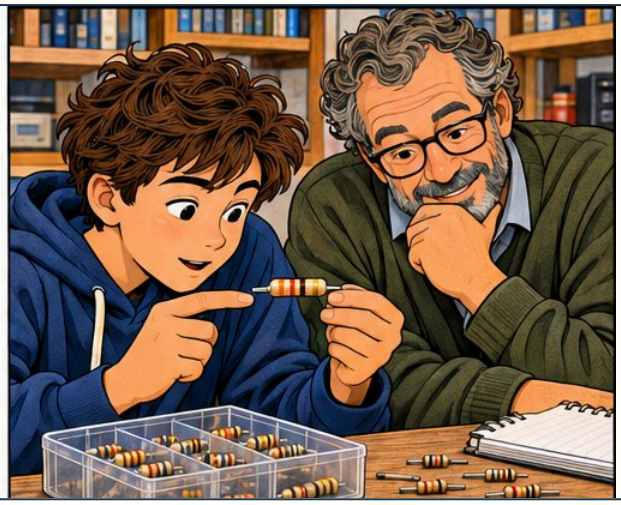


Lucas si zapisuje hodnotu a toleranciu osobitne.

Súčiastka kontrolky



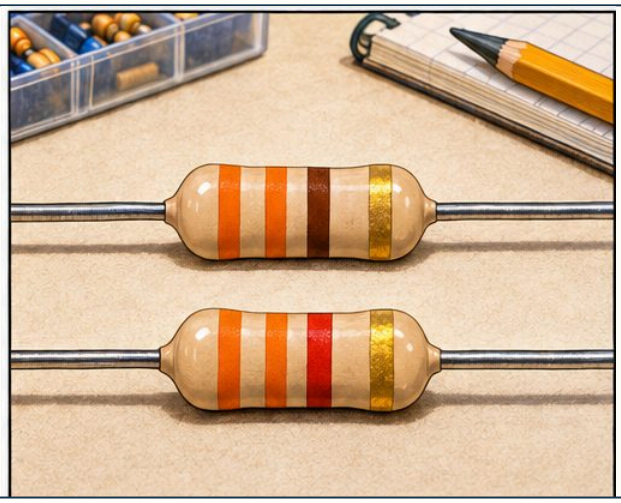
Dokumentácia panela predpisuje oranžovú, oranžovú, hnedú, zlatú.



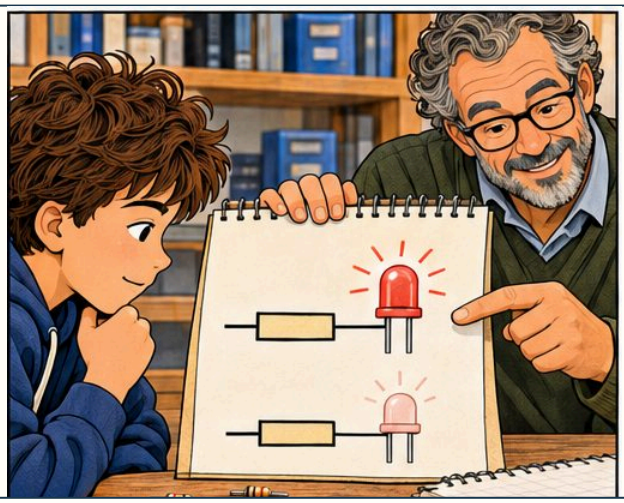
Prvé dva prúžky dávajú 33; hnedá znamená ×10.



Výsledok je 330 Ω s toleranciou ±5 %.



Červený tretí prúžok by dal 3 300 Ω, teda 3,3 kΩ.



Taká zámena by výrazne znížila prúd kontrolky.



Henri odkladá oba príklady na budúcu dielňu pre návštevníkov.

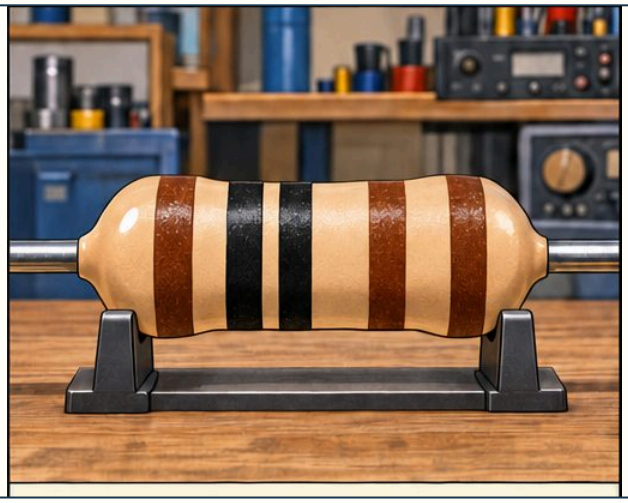
O prúžok viac



Bežný päťprúžkový kód sa začína tromi platnými číslicami.



Štvrtý prúžok násobí; piaty udáva toleranciu.



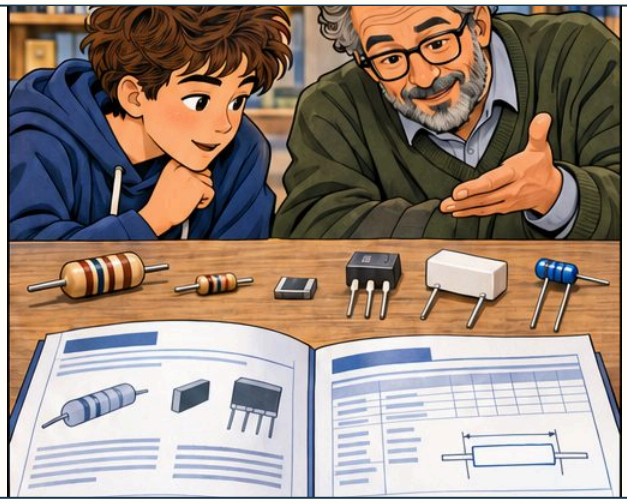
Hnedá, čierna, čierna, hnedá, hnedá dáva 100 × 10 = 1 000 Ω.



Posledný hnedý prúžok tu znamená ±1 %.

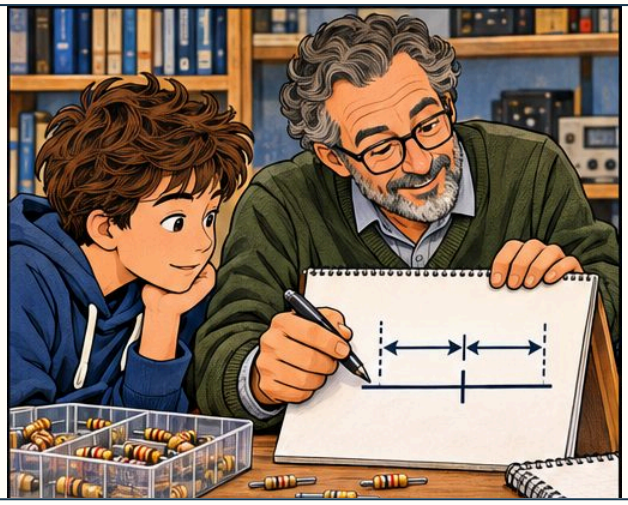


Päť prúžkov teda nečítajú ako štyri.



Existujú aj iné označenia: Henri odporúča správny údajový list.

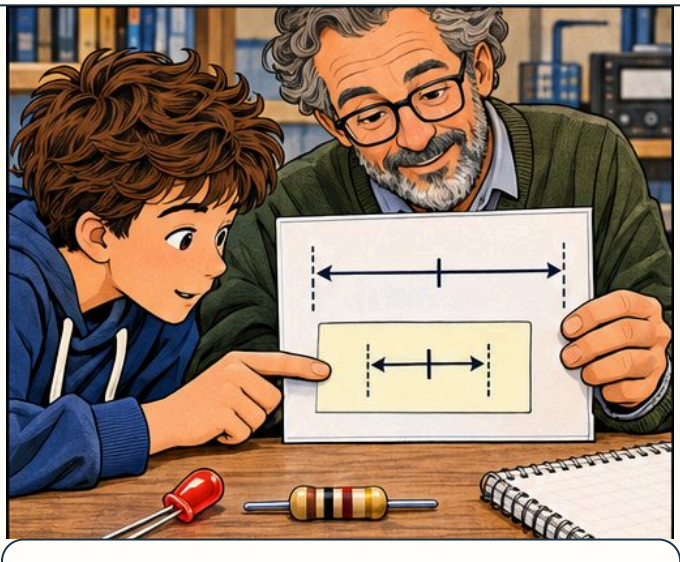
Pochopiť toleranciu



Pri 1 kΩ s ±5 % je najväčšia menovitá odchýlka 50 Ω.



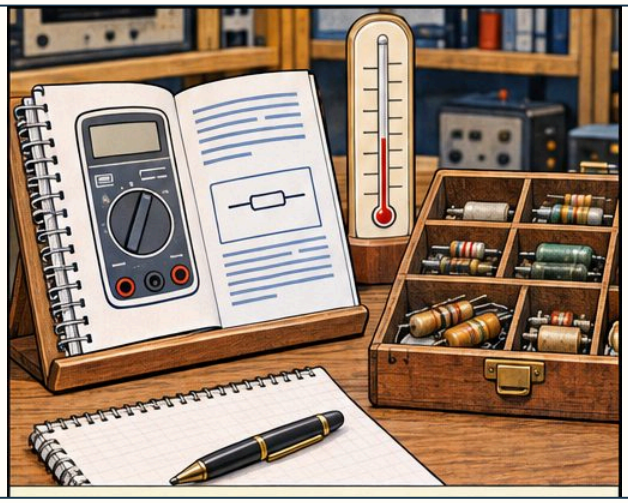
Zodpovedajúci interval je od 950 Ω do 1 050 Ω.



Pri 330 Ω s ±5 % je od 313,5 Ω do 346,5 Ω.



Hranice platia v referenčných podmienkach výrobcu.



Dôležitá je aj teplota, starnutie a neistota merania.



Lucas chápe, prečo dve dobré súčiastky môžu dať rôzne údaje.

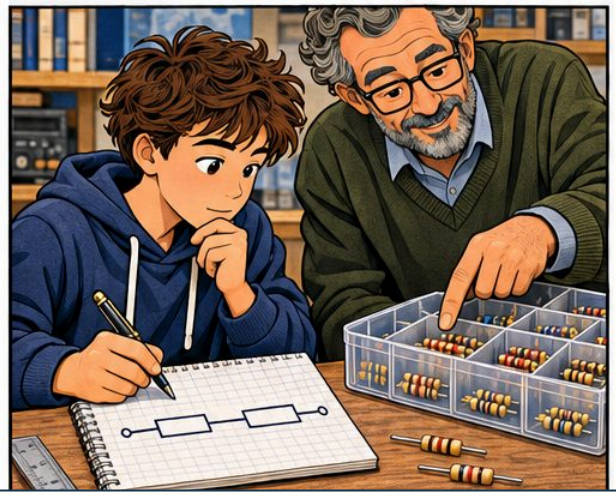
Vybrať dostupnú hodnotu



Výrobcovia ponúkajú rady normalizovaných hodnôt.



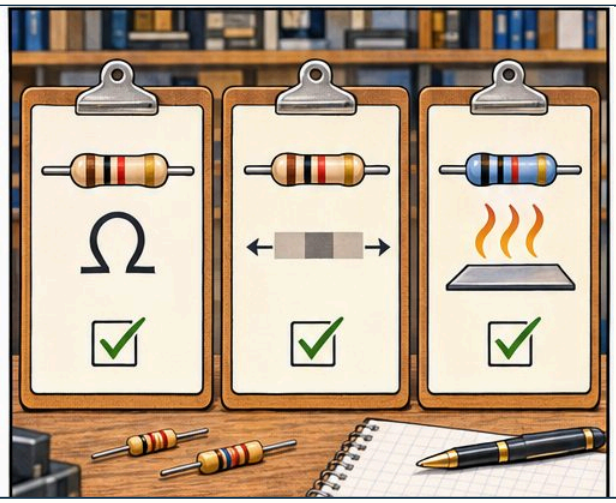
V rade E12 nájdeme napríklad 270 Ω, 330 Ω a 390 Ω.



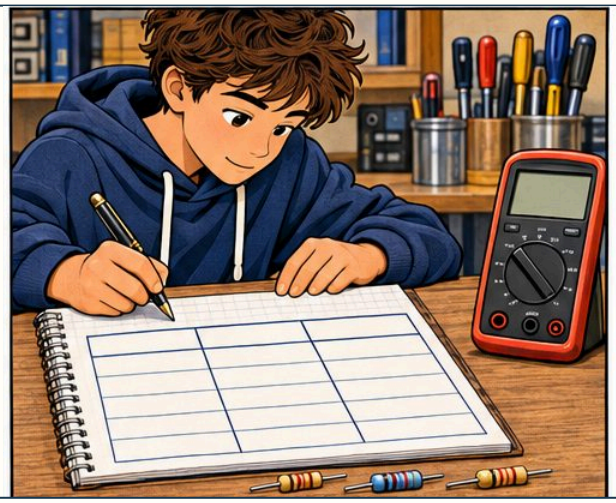
Vypočítaná hodnota nemusí zodpovedať súčiastke v zásuvke.



Vyberú podľa požadovanej funkcie a potom prepočítajú.



Hodnota, tolerancia a výkon sú tri odlišné kritériá.

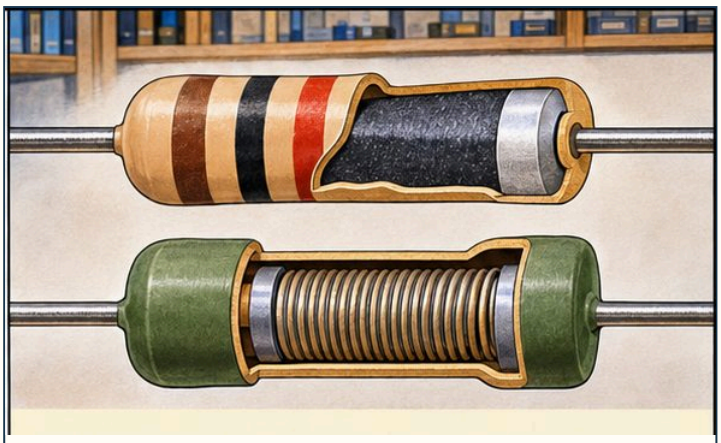


Lucas nechá každému miesto v zozname súčiastok.

Pod rovnakým názvom



Rezistory rovnakej hodnoty môžu mať odlišnú konštrukciu.



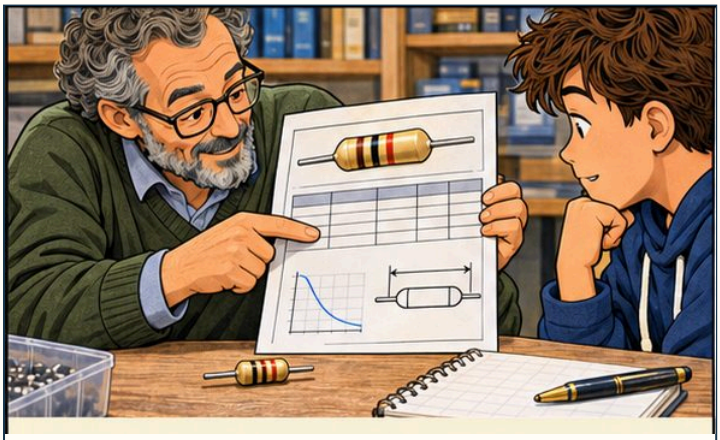
Henri ukazuje vrstvové modely aj drôtový rezistor.



Malé rezistory SMD sa montujú priamo na dosku plošných spojov.



Veľkosť sama neprezradí toleranciu ani všetky obmedzenia.

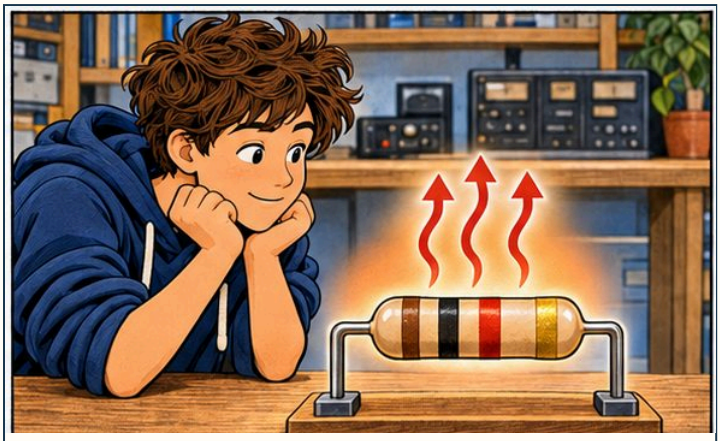


Údajový list určuje výkon, najvyššie napätie a podmienky použitia.

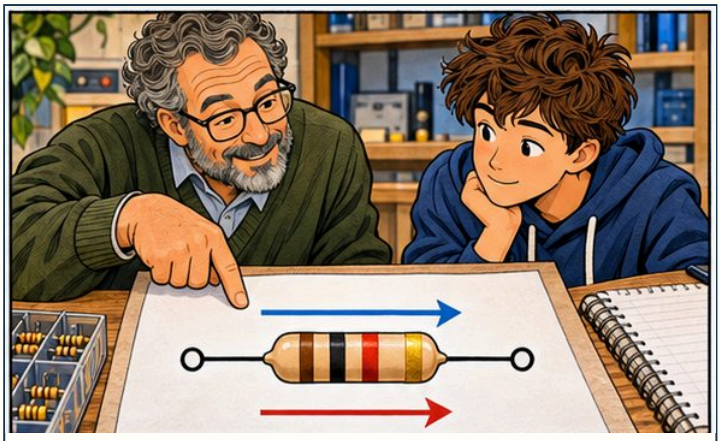


Pre kontrolku vyberajú identifikovanú súčiastku s dokumentáciou.

Kam ide energia?



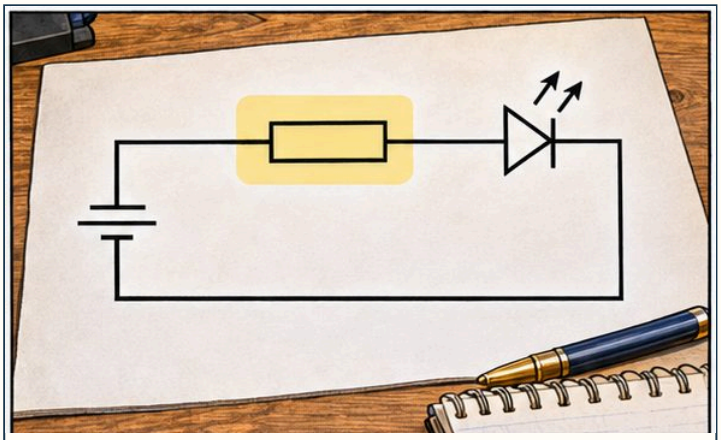
Rezistor rozptyľuje elektrickú energiu ako teplo.



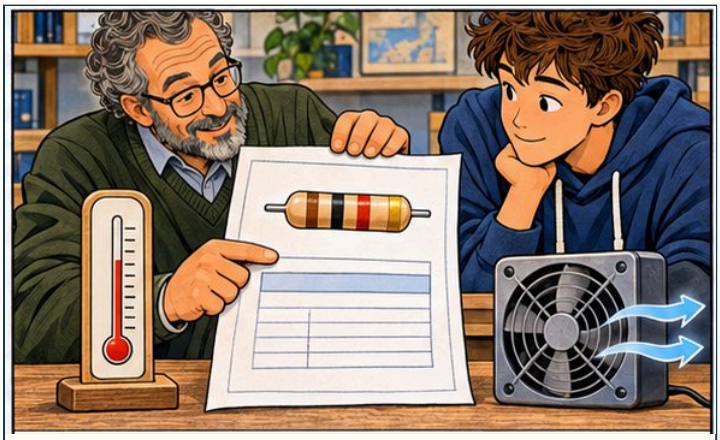
Jeho stratový výkon je $P = U \times I$.



Podľa Ohmovho zákona: $P = R \times I^2 = U^2 / R$.



Tieto U a I patria skúmanému rezistoru.

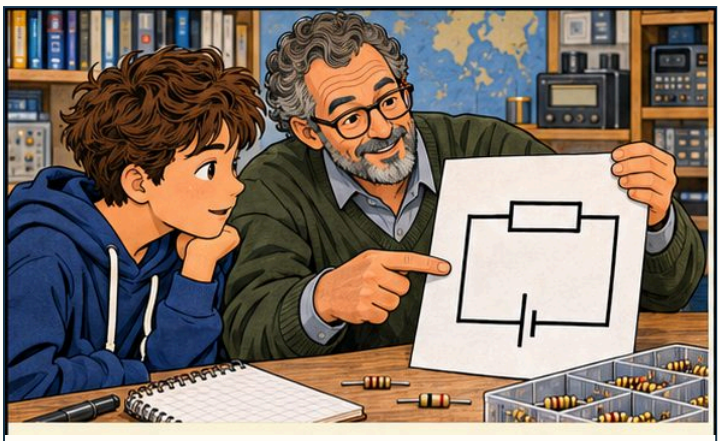


Menovitý výkon je hranica určená pre isté podmienky.



„Viac wattov neznamená viac ohmov," uzatvára Lucas.

Príklad s teplom



Na papieri počítajú: 12 V na 1 kΩ dáva 12 mA.



Výkon je 12^2 / 1 000 = 0,144 W.



Súčiastka 0,25 W môže vyhovovať, ak to dovolia podmienky použitia.



Nechávajú rezervu a overujú aj teplotu okolia.

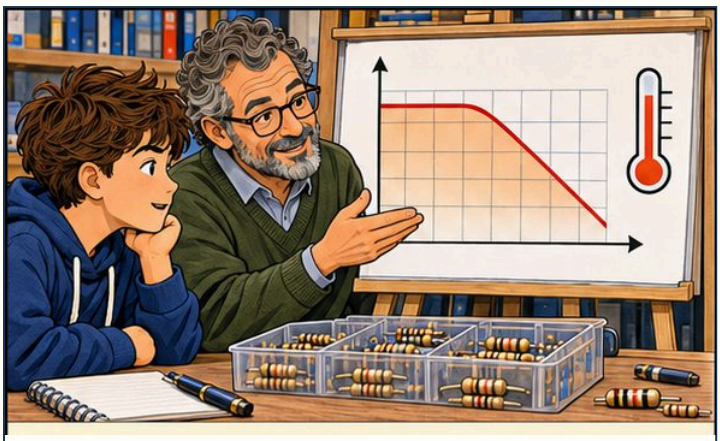


Uzavretý kryt či blízky zdroj tepla môže voľbu zmeniť.



Na pochopenie výpočtu netreba skúšku zahrievania.

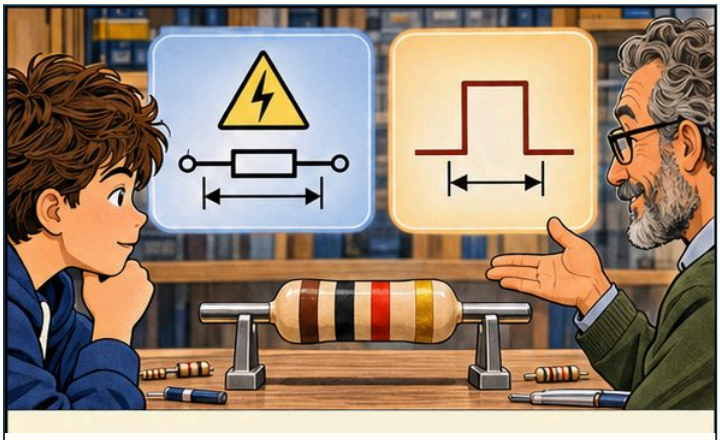
Hranica nie je cieľ



Krivka znižovania zaťaženia môže v teple obmedziť prípustný výkon.



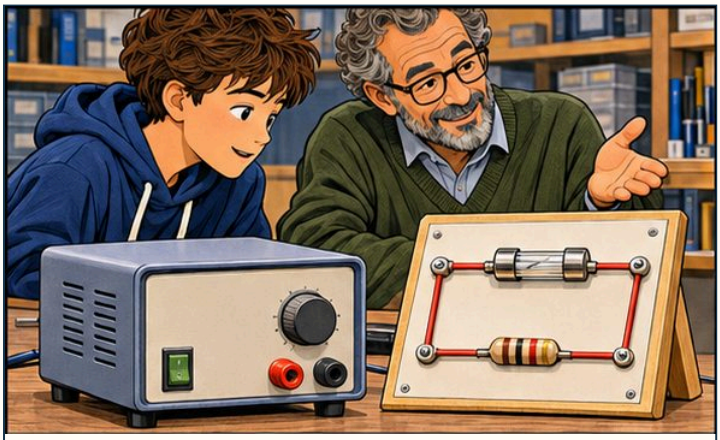
Henri ukazuje krivku v liste zvoleného modelu.



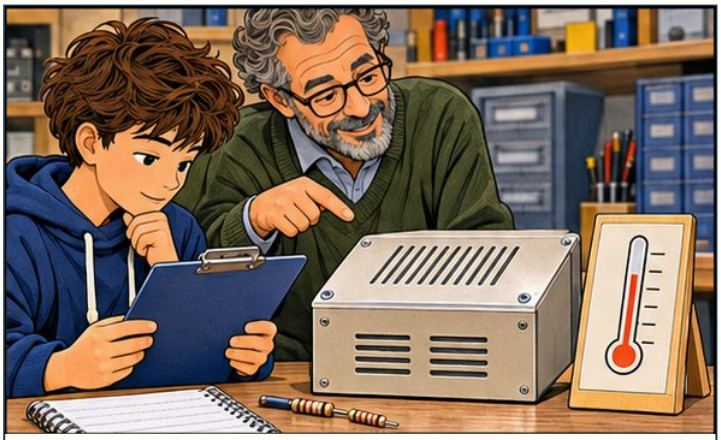
Overujú aj pracovné napätie a prípadné impulzy.



Rezistor určený na rozptyl energie nenahrádza poistku.

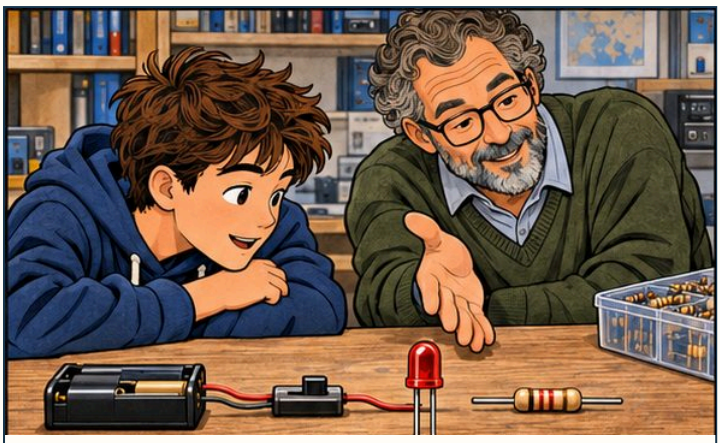


Panel si ponecháva ochranu navrhnutú konštruktérom.

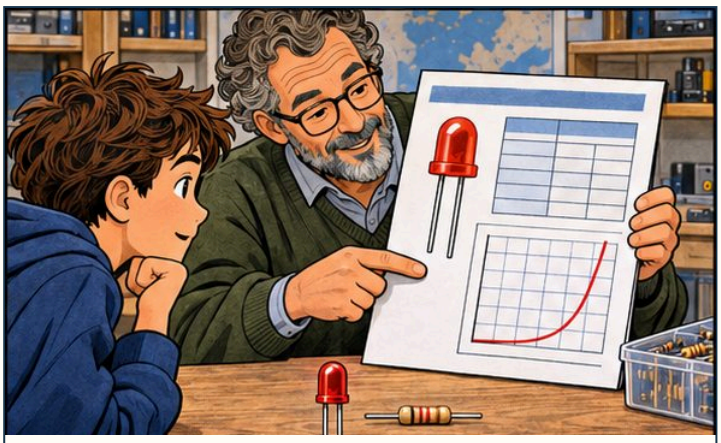


Lucas zvolí rezervu a potom skontroluje skutočné podmienky.

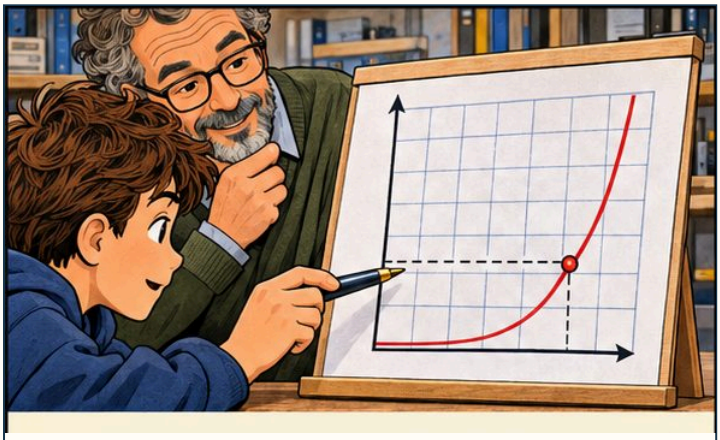
Príprava výpočtu kontrolky



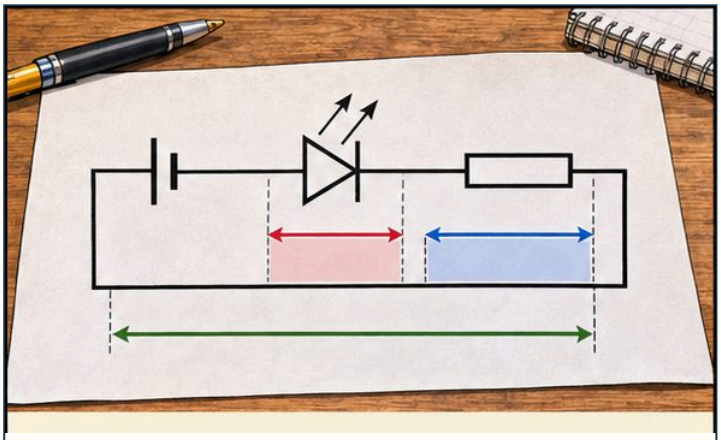
Príklad používa napájanie 5 V a červenú LED.



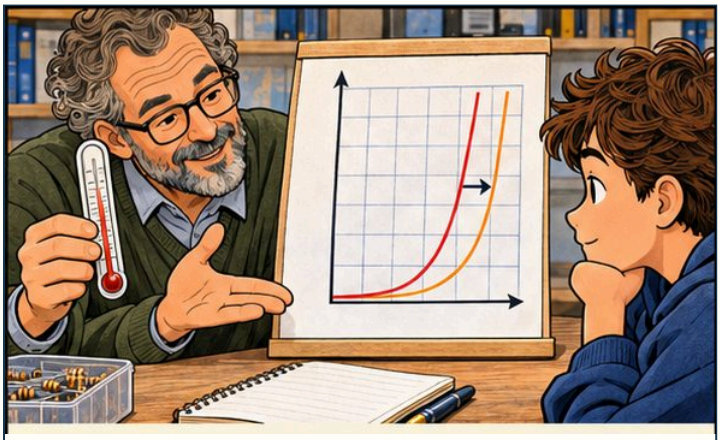
Údajový list tejto LED umožňuje rátať približne s 2 V pri danom prúde.



Cieľ je 10 mA v medziach tohto modelu.



Sériový rezistor má potom približne 5 − 2 = 3 V.

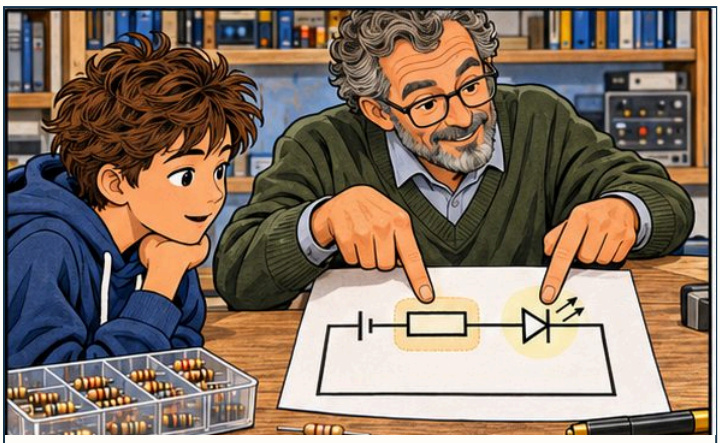


Priepustné napätie LED závisí od prúdu a teploty.

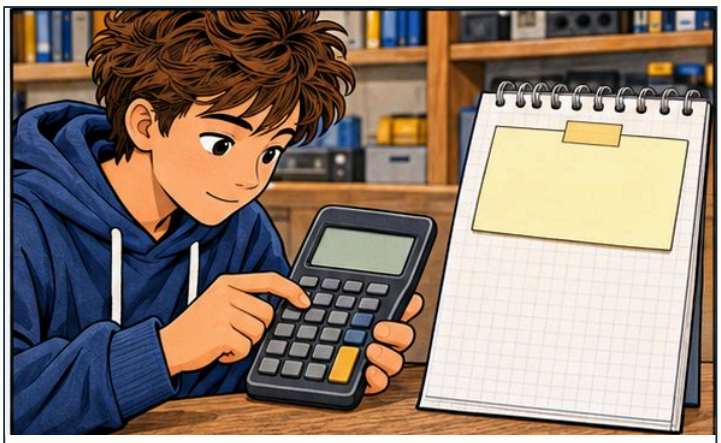


To sú predpoklady výpočtu, nie údaje platné pre všetky LED.

Teoretická hodnota



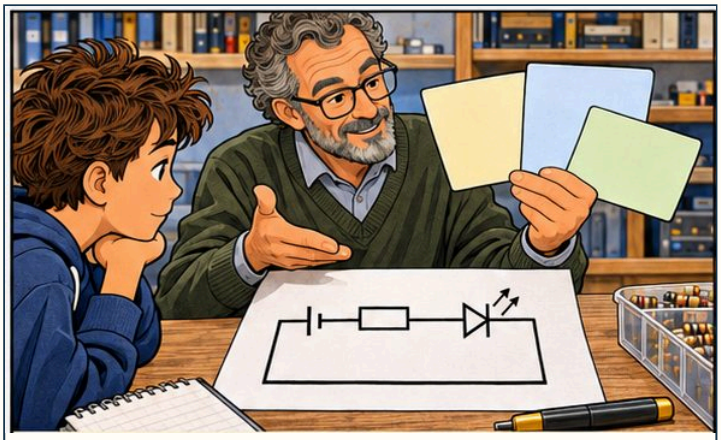
Pre sériový rezistor: R = (Unapájania − ULED) / I.



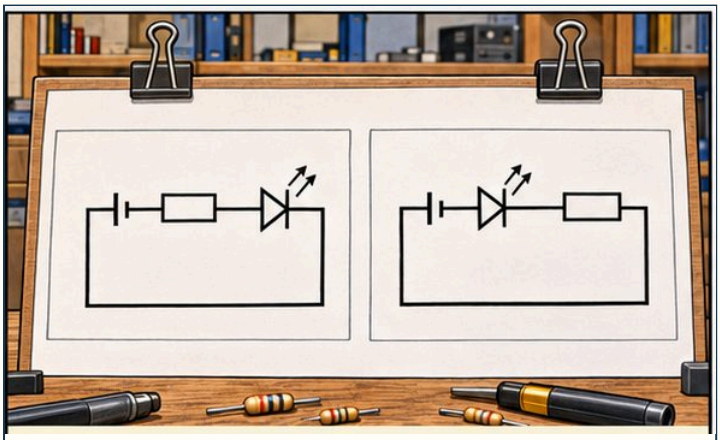
Lucas prevádza: 10 mA = 0,010 A.



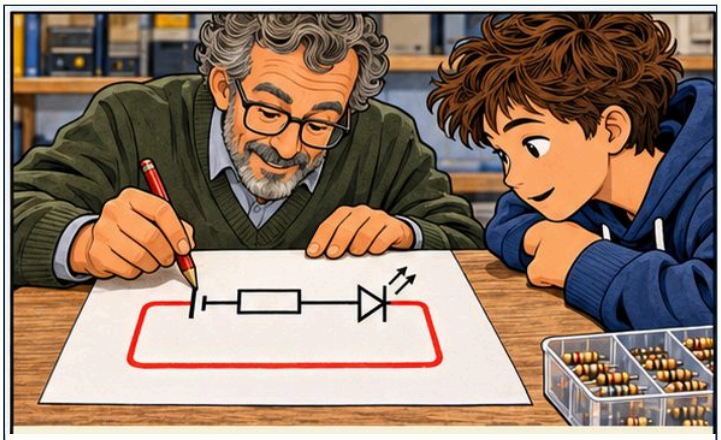
Počíta R = (5 − 2) / 0,010 = 300 Ω.



Hodnota predpokladá napätia príkladu a zamýšľaný prúd.



Rezistor môže byť pred LED aj za ňou v tej istej sériovej slučke.

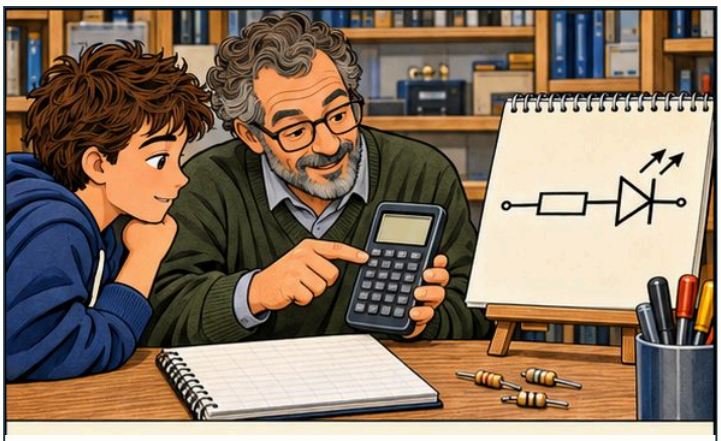


Henri overuje schému, najmä či žiadna cesta neobchádza rezistor.

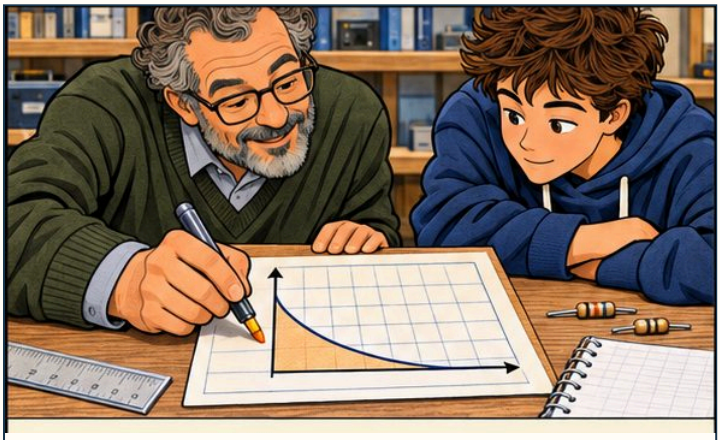
Od výpočtu k zásuvke



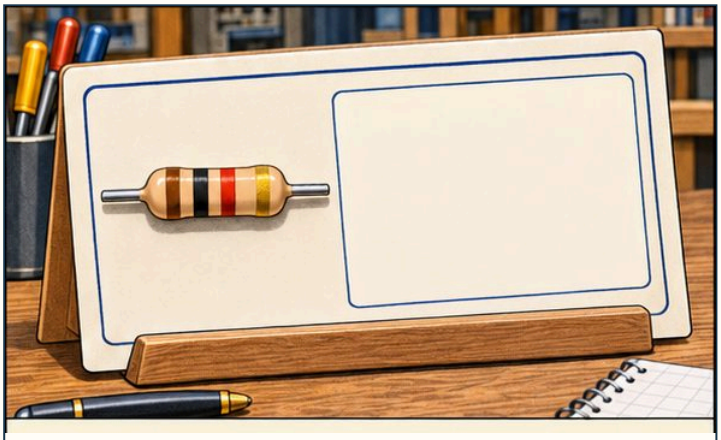
Zo zásob vyberajú 330 Ω namiesto 270 Ω.



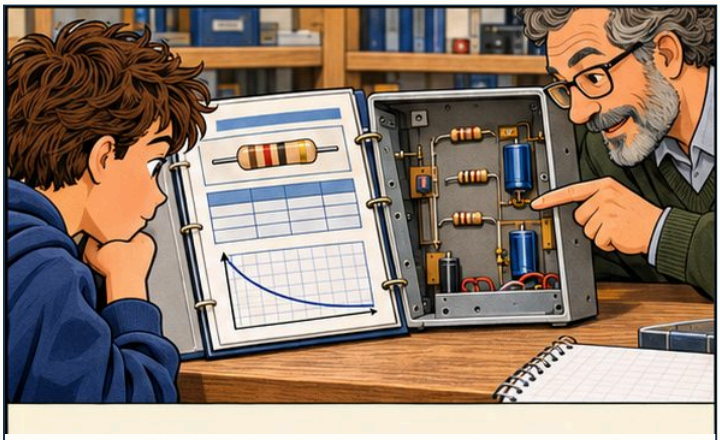
Pri rovnakých predpokladoch I ≈ 3 / 330 ≈ 9,1 mA.



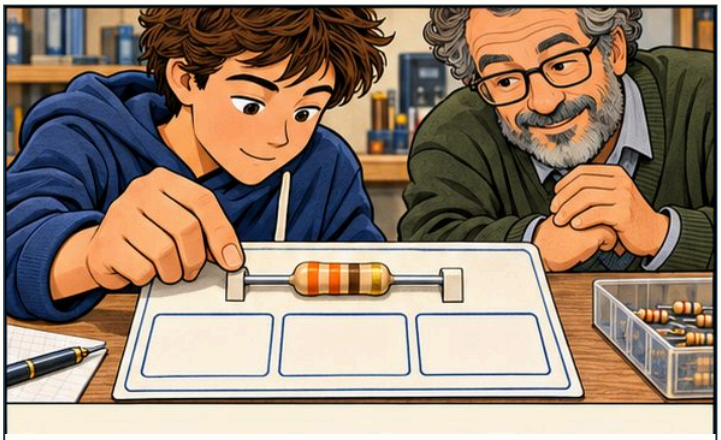
Výkon rezistora je približne 3^2 / 330 ≈ 0,027 W.



Identifikovaná súčiastka 0,25 W tu poskytuje pohodlnú tepelnú rezervu.

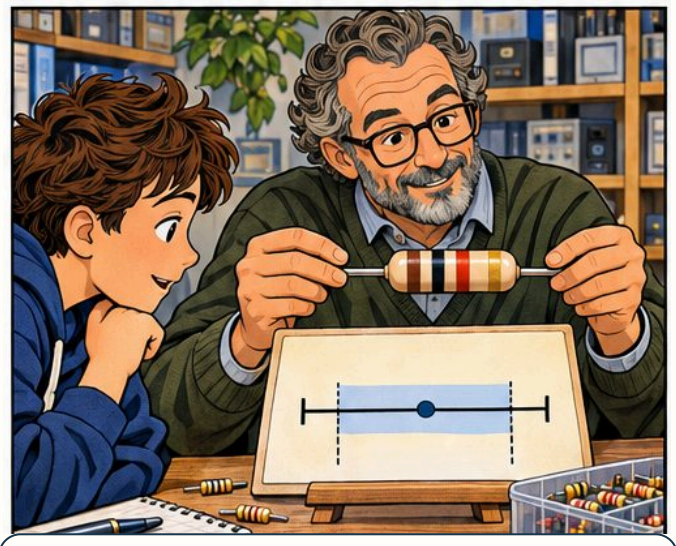


Aj tak overujú údajový list a plánované podmienky v paneli.



Lucas zapisuje: 330 Ω, ±5 %, 0,25 W; všetky tri kritériá sú určené.

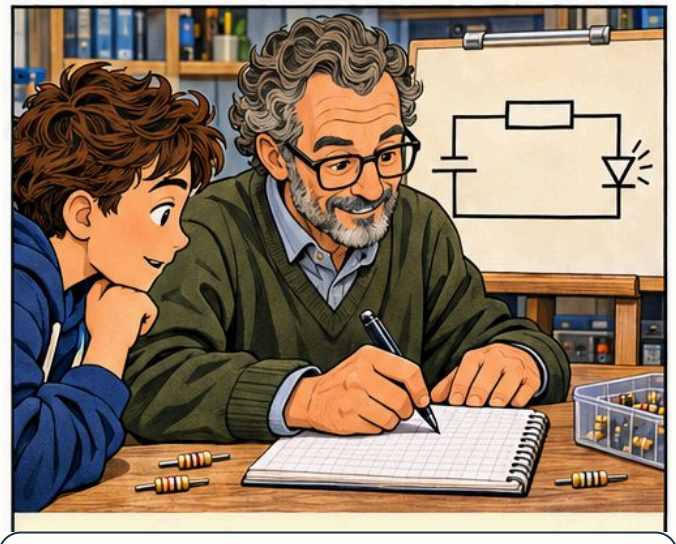
Myslieť na odchýlky



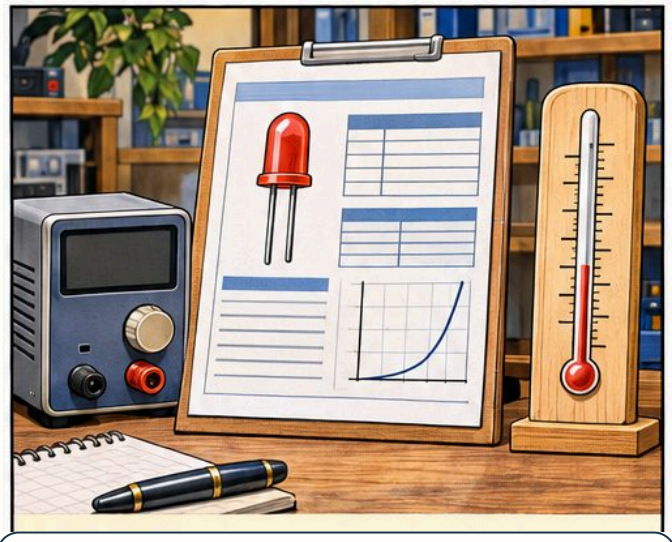
Už tolerancia R mení vypočítaný prúd.



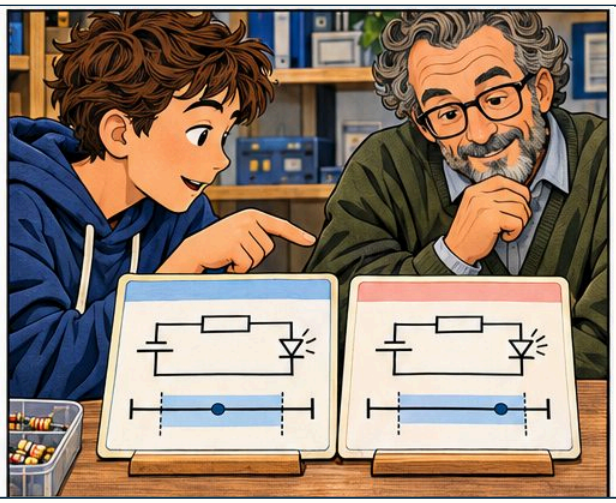
Pri 3 V na rezistore dáva 313,5 Ω približne 9,57 mA.



Pri 346,5 Ω vyjde približne 8,66 mA.



Kolíše aj napájanie a napätie LED.



V reálnom zapojení sa podľa listov preverí nepriaznivý prípad.



„Užitočné priblíženie si zachováva predpoklady," pamätá si Lucas.

Správny čas pre ohmmeter



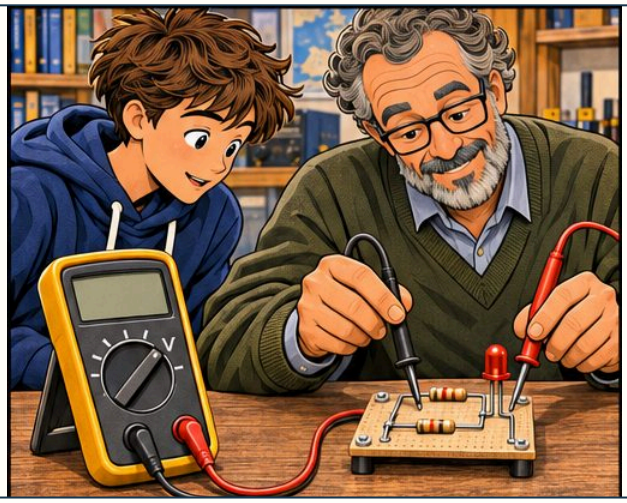
Ohmmeter privádza malý signál na určenie odporu.



Nepoužíva sa na napájanom obvode.



Henri vypne, odpojí a dodrží postup vybitia panela.



Potom vhodným nastavením overí neprítomnosť napätia.



Až po týchto kontrolách prejdú na meranie odporu.



Lucas pridáva presné poradie do diagnostického listu.

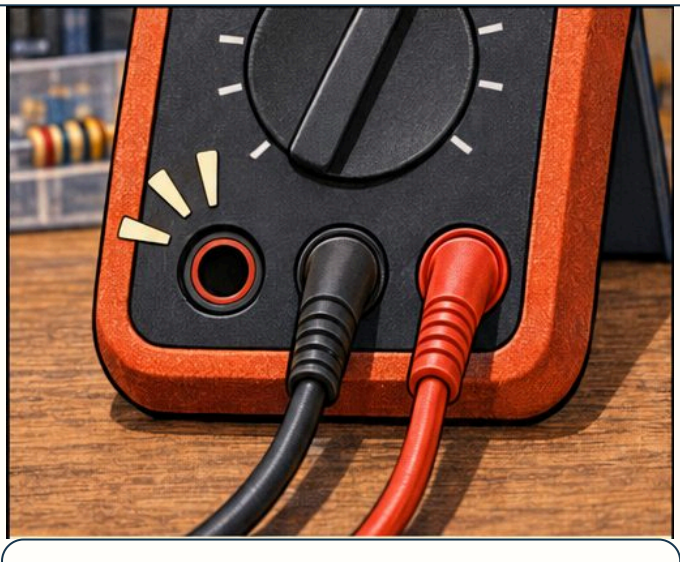
Príprava hrotov



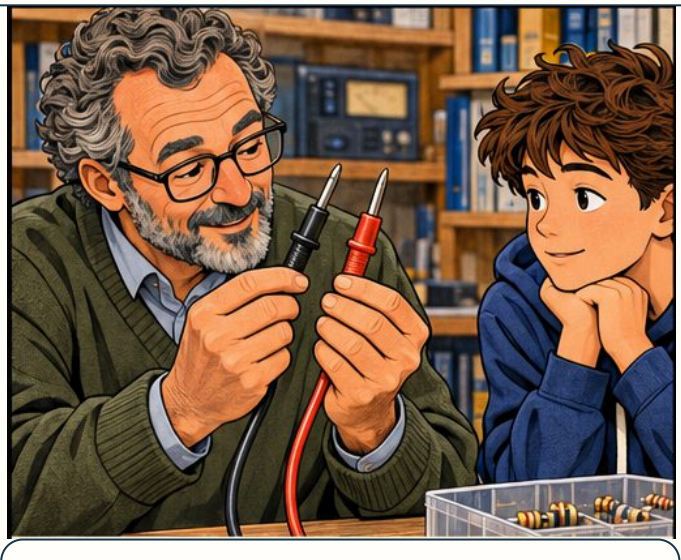
Pri svorkách a rozsahu postupujú podľa návodu multimetra.



Čierna zástrčka patrí do COM; červená do vstupu pre ohmy.



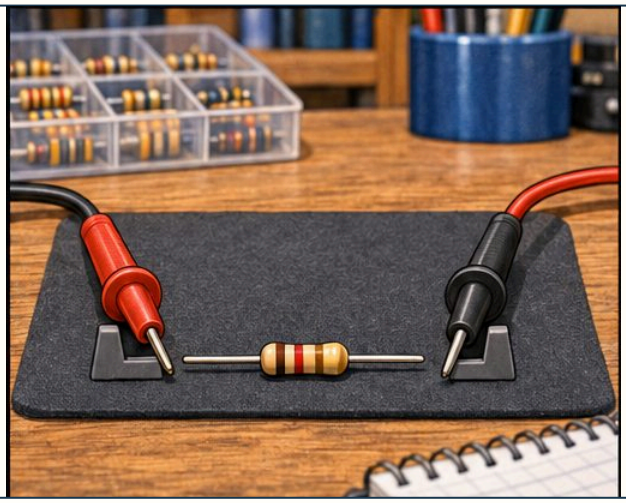
Prúdový vstup sa na toto meranie nepoužíva.



Kontrolujú stav káblov a kontakt hrotov.

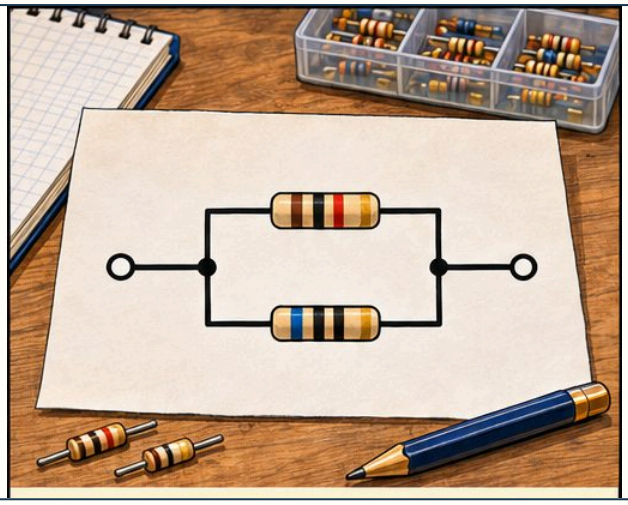


Prsty a zlé kontakty môžu skresliť údaj, najmä pri veľkom odpore.

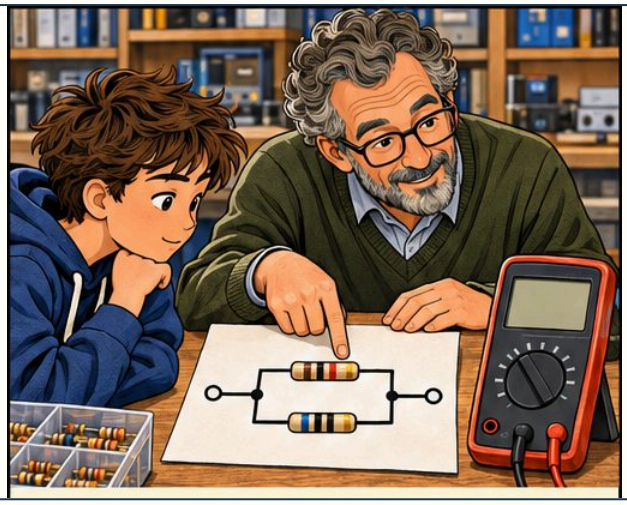


Lucas položí súčiastku na izolačnú podložku a ruky nechá bokom.

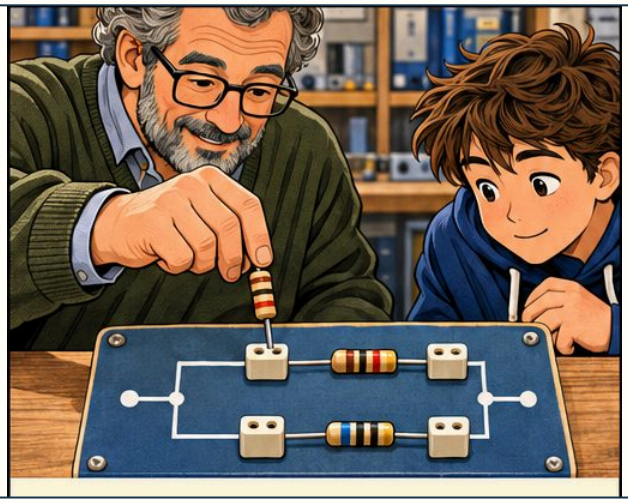
Vyhnúť sa skrytým cestám



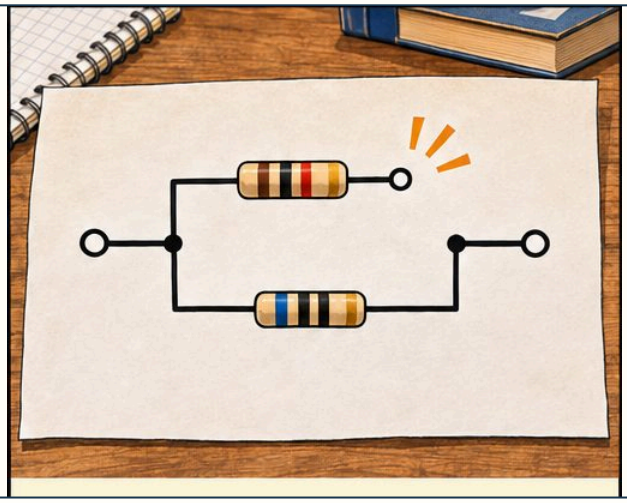
Iné súčiastky môžu v obvode vytvárať paralelné cesty.



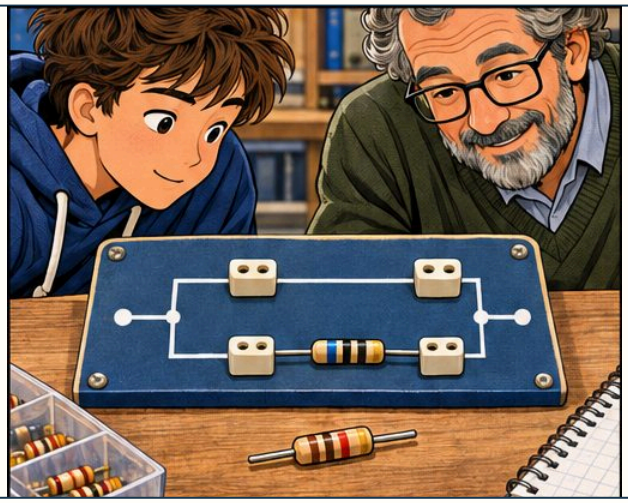
Údaj potom nemusí byť hodnotou samotného rezistora.



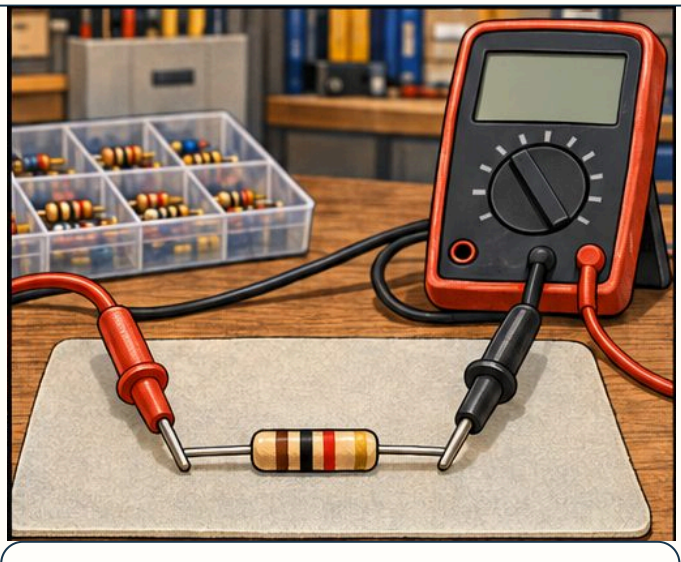
Z odpojeného zásuvného panela vyberú diel z držiaka.



V iných zapojeniach môže byť potrebné izolovať jednu svorku.



Nič tu neodpájkujú: držiak umožňuje oddelenie.

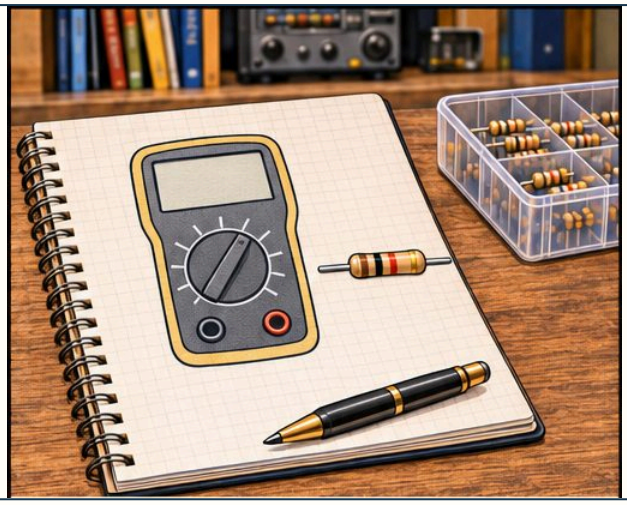


Vybratý rezistor sa už dá merať samostatne.

Čítať bez prehnaných záverov



Najprv cvičia so známym rezistorom 1 kΩ s ±5 %.



Zošit ukazuje možný údaj: 0,998 kΩ, teda 998 Ω.



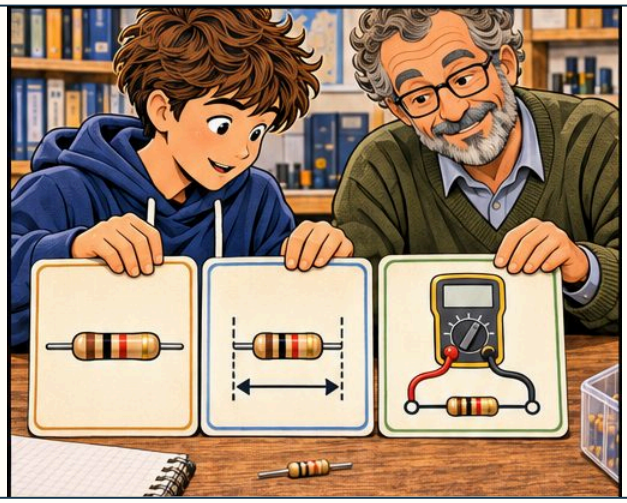
Hodnota je v menovitom intervale od 950 Ω do 1 050 Ω.



Presnosť multimetra a kvalita kontaktov obmedzujú záver.



Pípnutie priechodnosti nenahrádza číselné meranie odporu.

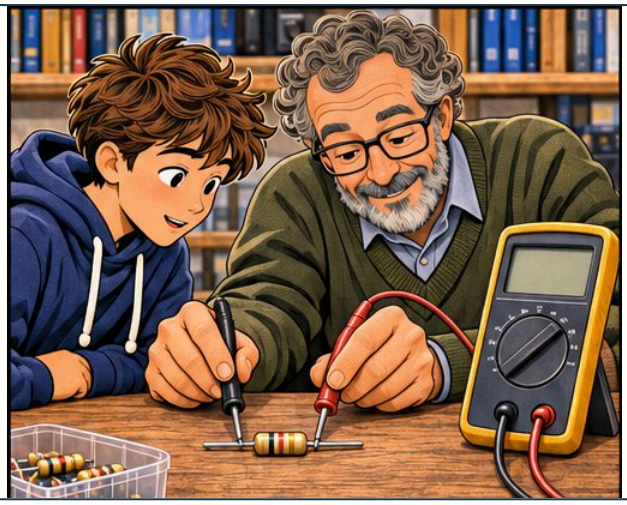


Lucas porovnáva jednotku, očakávaný rozsah aj podmienky merania.

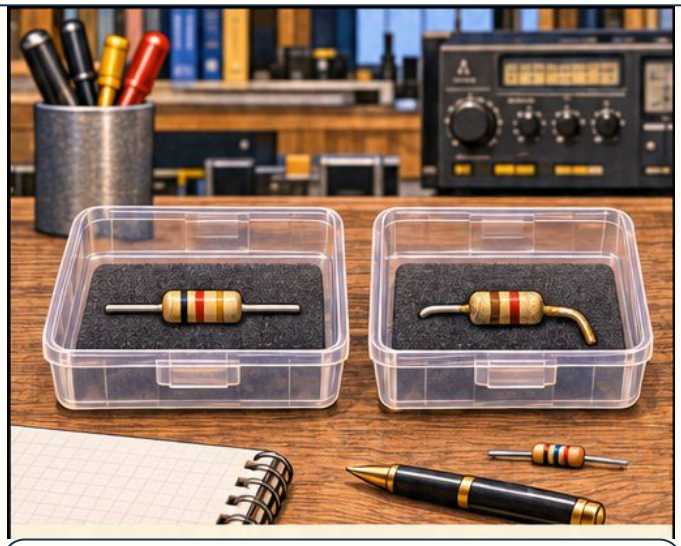
Stopa, ešte nie verdikt



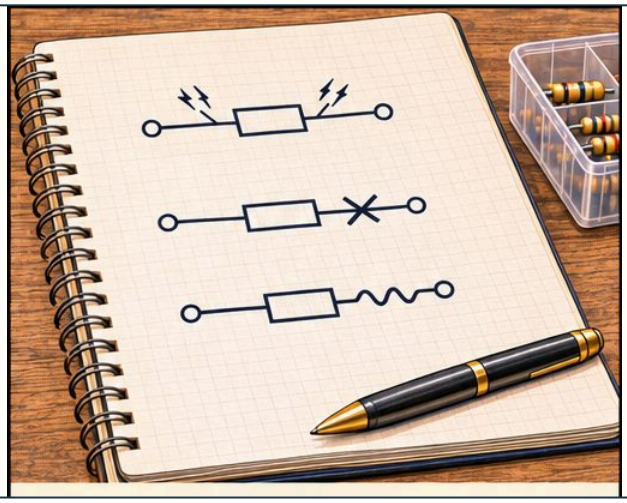
Súčiastka vybratá z kontrolky má poškodený kontakt vývodu.



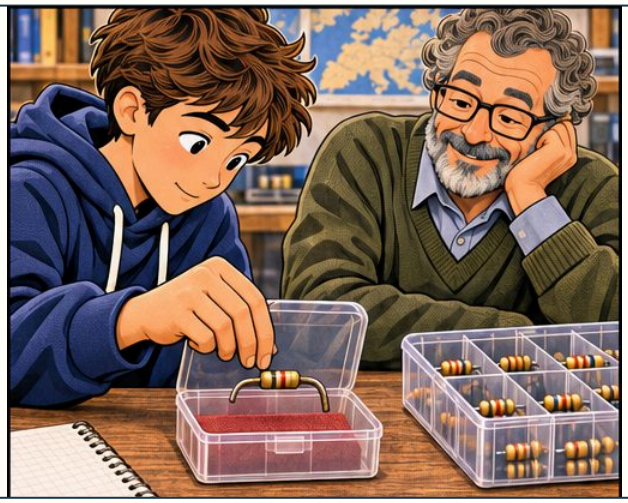
Údaj je nestály; Henri obnovuje meracie kontakty.



Správanie porovnávajú so známou súčiastkou.



Údaj mimo rozsahu môže spôsobiť diel, káble aj kontakt.



Podozrivý diel odkladajú bez tvrdenia, že našli celú poruchu.

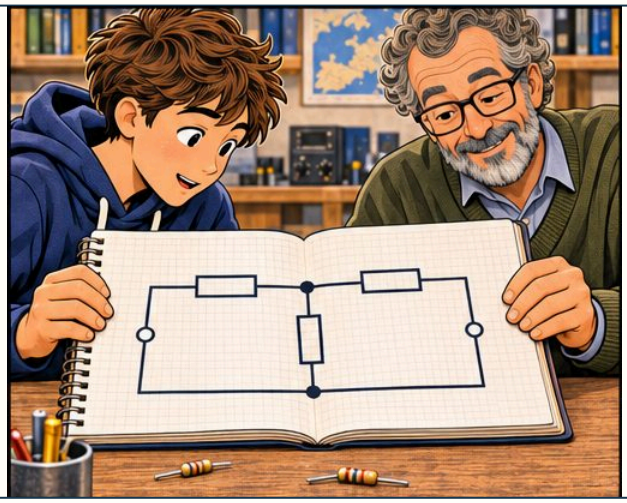


Schéma im ešte musí ukázať spoluprácu rezistorov.

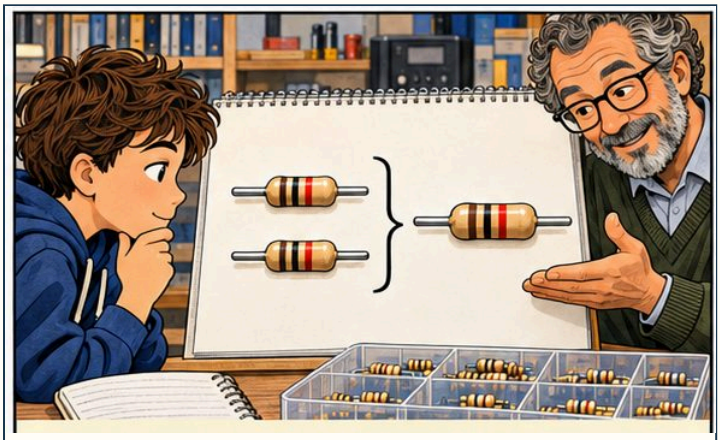
Na jednej ceste



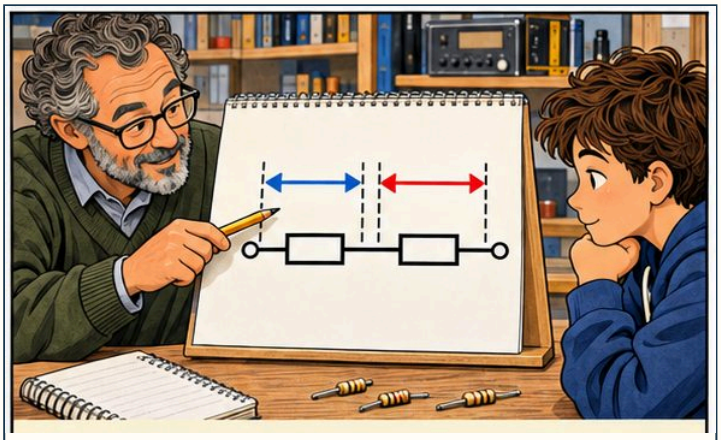
Rezistory sú v sérii, ak nimi tečie rovnaký prúd bez odbočky.



Ich výsledný odpor je R = R1 + R2.



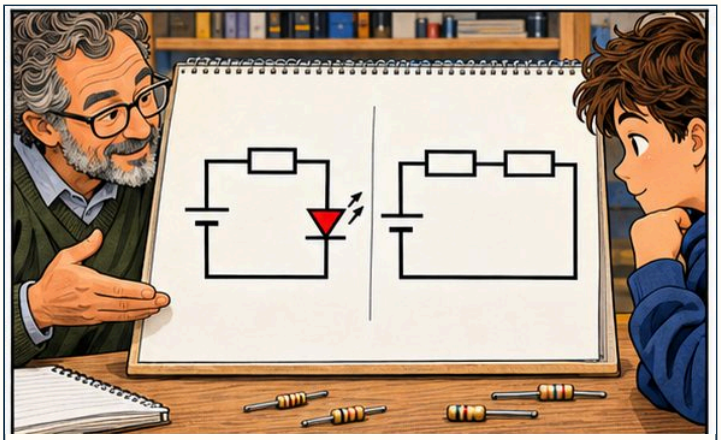
Dva rezistory 1 kΩ v sérii dávajú 2 kΩ.



Celkové napätie sa delí podľa ich hodnôt.

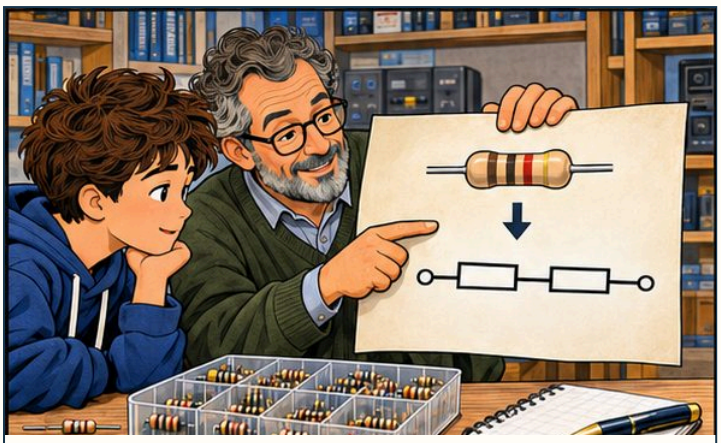


Každá súčiastka musí zniesť vlastné napätie a výkon.

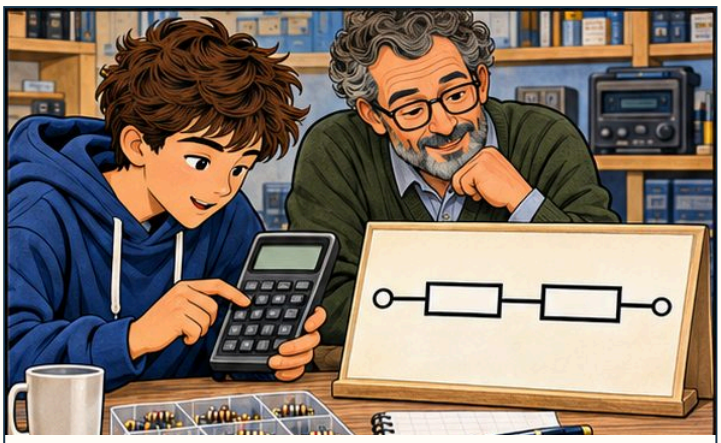


Lucas kreslí jednu cestu a nachádza sériový rezistor LED.

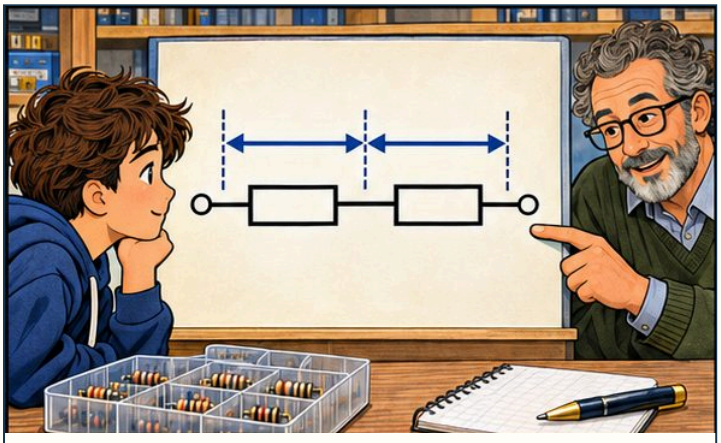
Delenie v sérii



Na papieri napája 5 V dva rovnaké rezistory 1 kΩ v sérii.



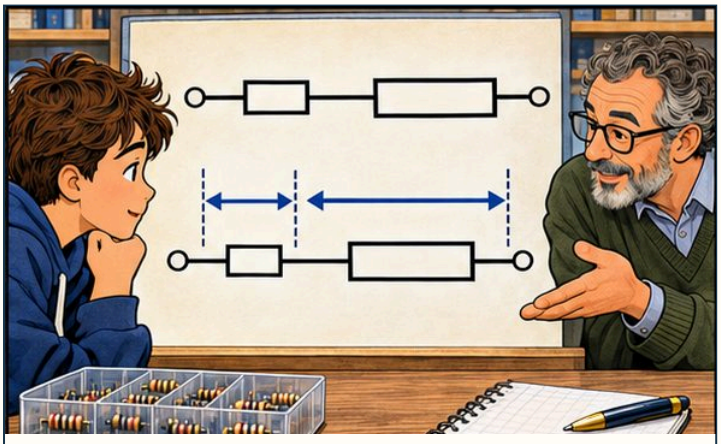
Prúd je 5 / 2 000 = 0,0025 A, teda 2,5 mA.



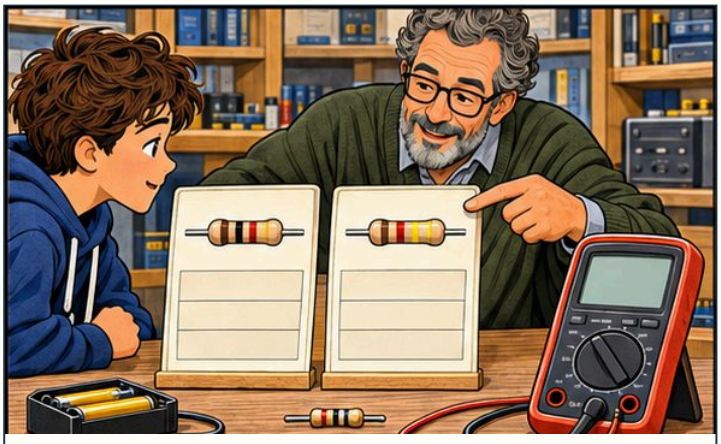
Každý rezistor má v ideálnom modeli 2,5 V.



Každý rozptyľuje 2,5 × 0,0025 = 0,00625 W.

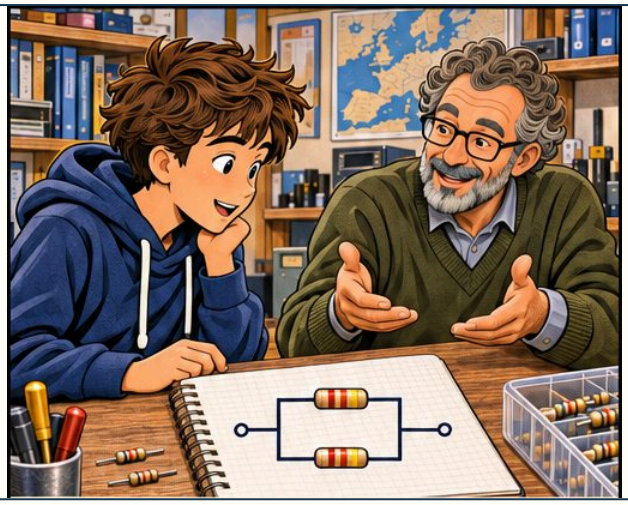


Odlišné hodnoty by rozdelili napätie a výkon inak.

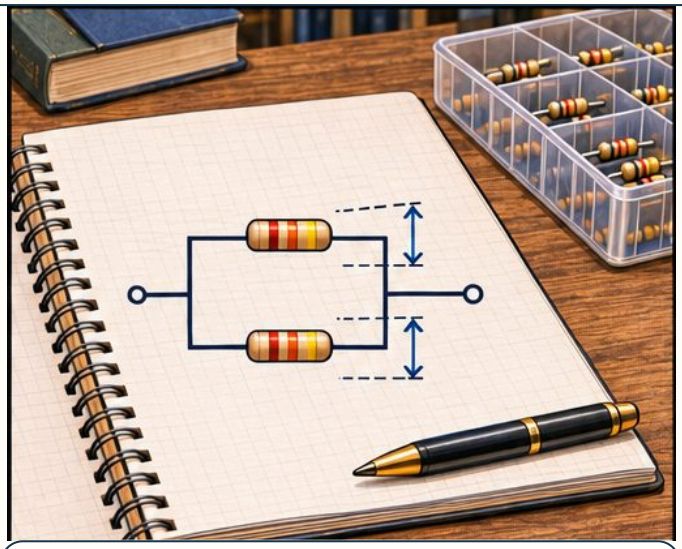


Henri zdôrazňuje: sčítať watty puzdier na výber nestačí.

Dve cesty medzi dvoma svorkami



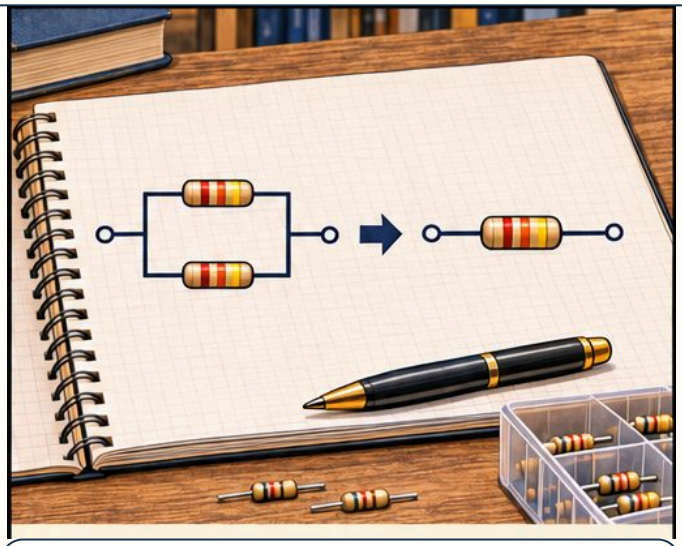
V paralelnom spojení sú rezistory medzi rovnakými dvoma uzlami.



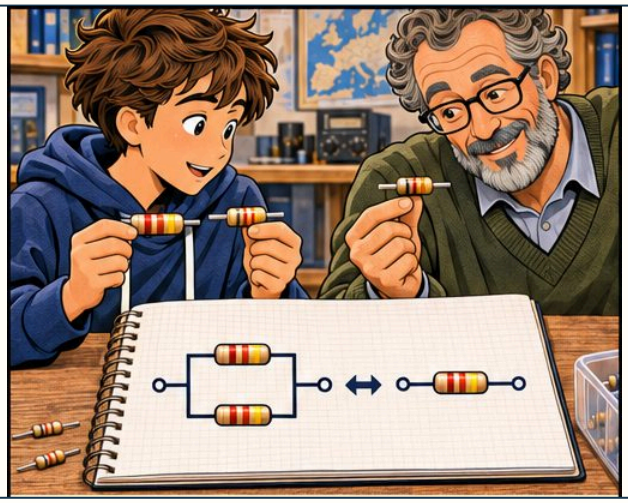
Na svorkách majú teda rovnaké napätie.



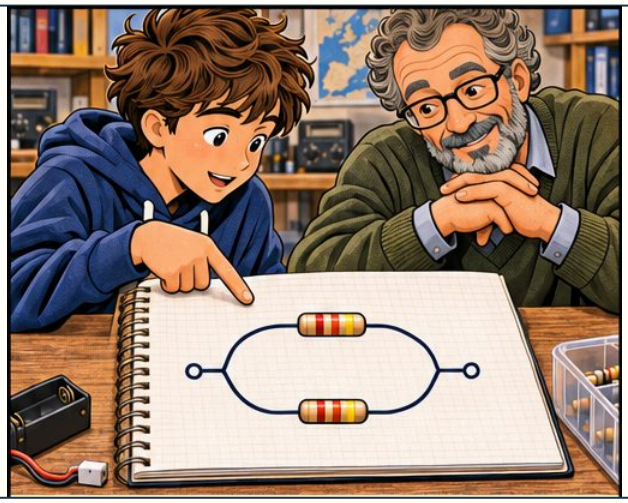
Pre dve vetvy: 1 / R = 1 / R1 + 1 / R2.



Dva rezistory 1 kΩ paralelne dávajú 500 Ω.

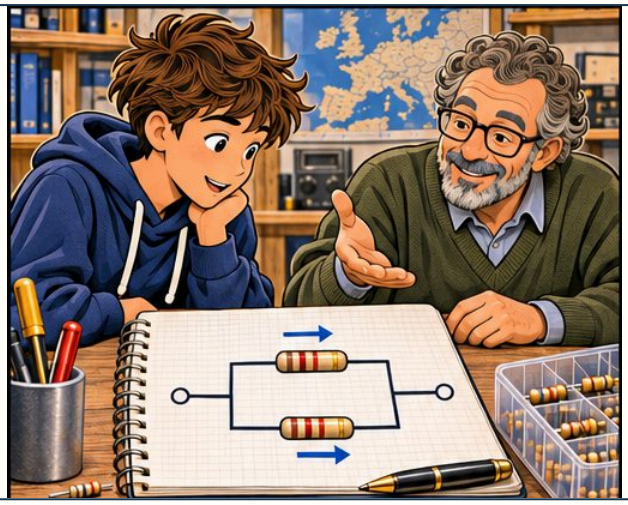


Výsledok je menší než najmenší kladný odpor vetiev.

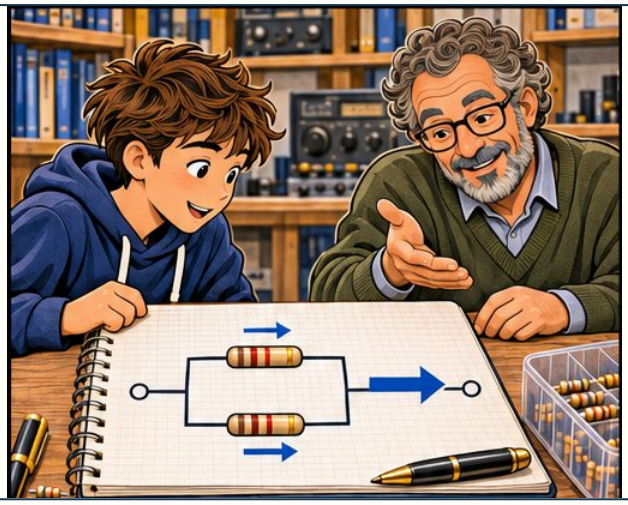


Lucas preveruje uzly; poloha na obrázku nestačí.

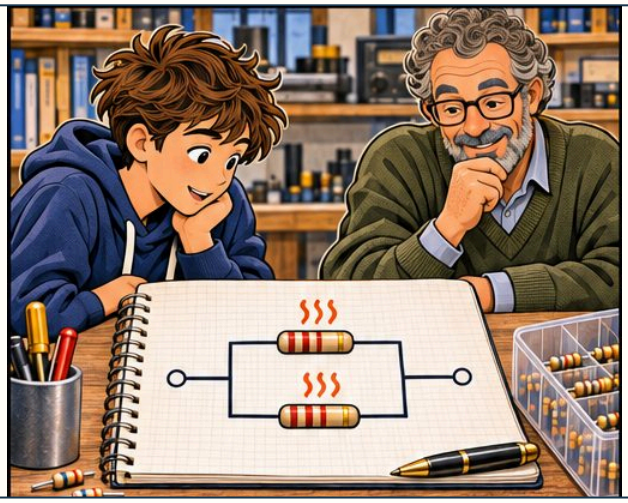
Prúd vo vetvách



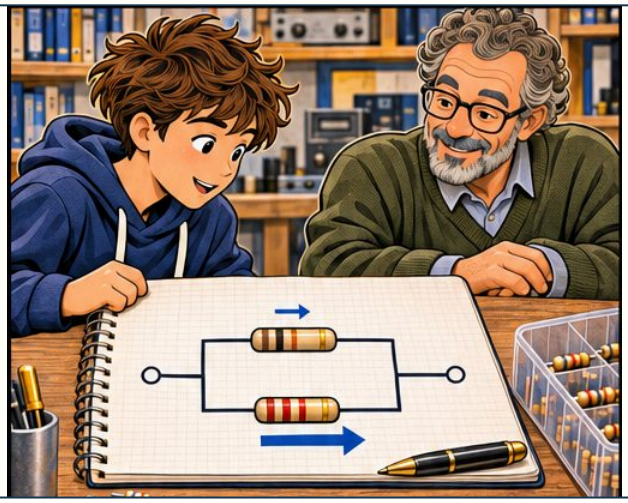
Pri 5 V na každom rezistore 1 kΩ má každá vetva 5 mA.



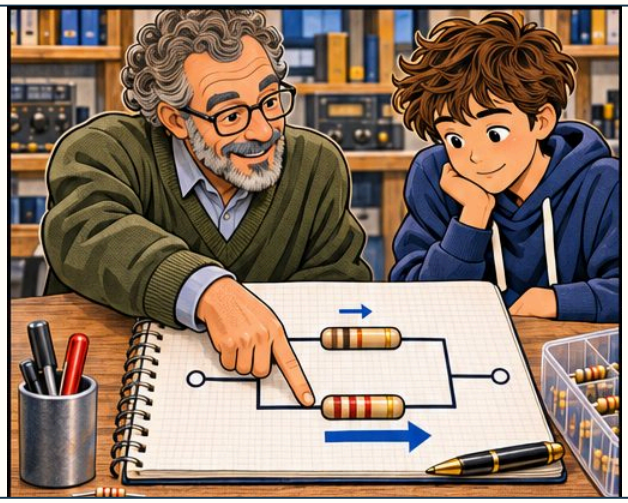
Zdroj dodáva súčet: 10 mA v tomto ideálnom príklade.



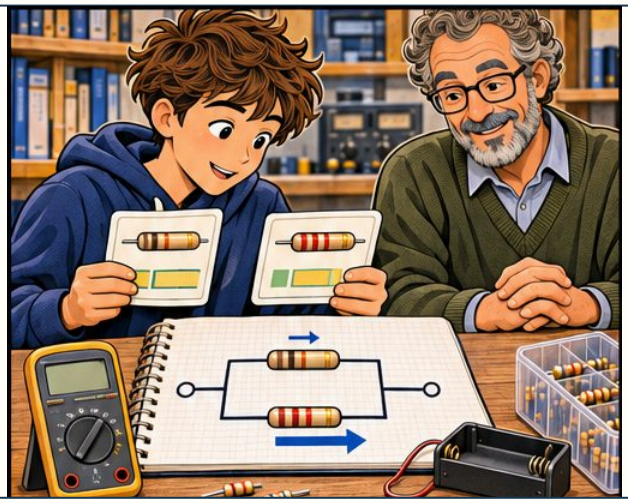
Každý rezistor rozptyľuje 5^2 / 1 000 = 0,025 W.



Pri odlišných hodnotách už prúdy nie sú rovnaké.

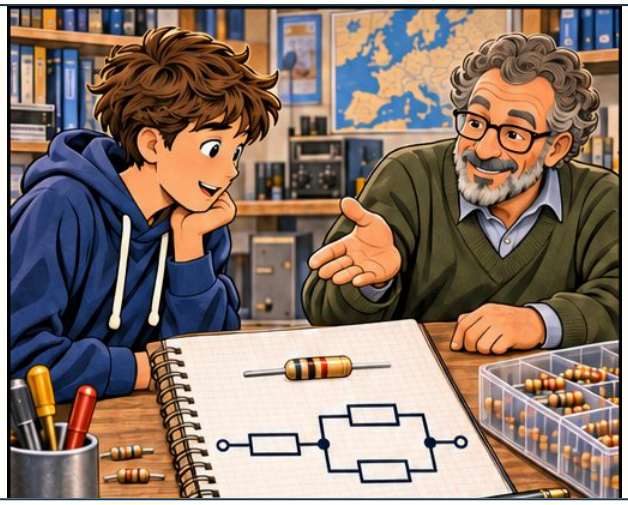


Vetva s menším odporom má pri rovnakom napätí väčší prúd.



Lucas chápe, prečo treba oba paralelné rezistory preveriť osobitne.

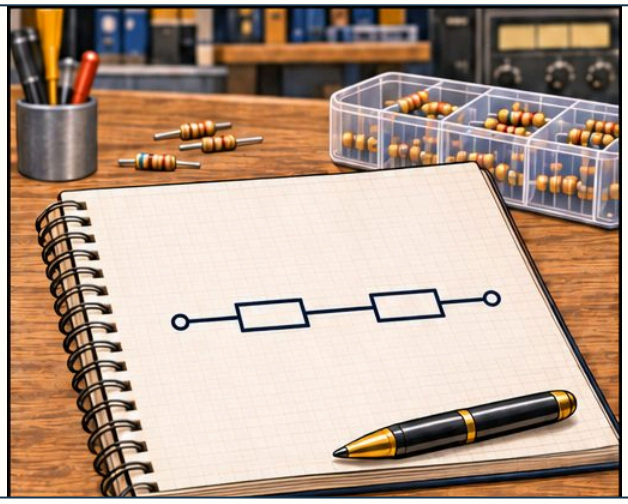
Zjednodušiť bez stratenia cesty



Henri kreslí 1 kΩ v sérii s dvoma rezistormi 1 kΩ paralelne.



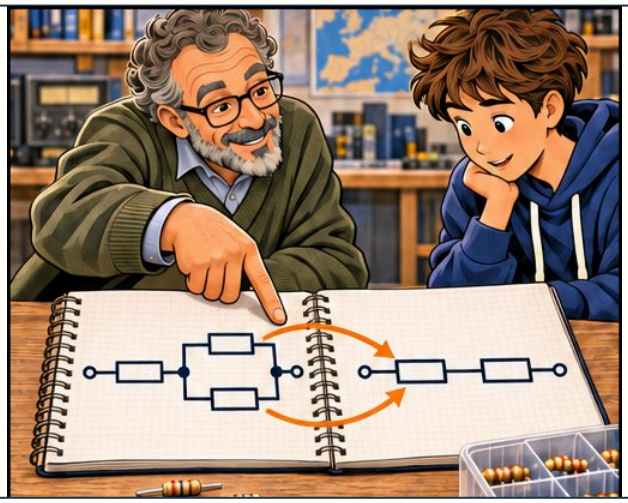
Lucas najprv nahradí paralelnú dvojicu hodnotou 500 Ω.



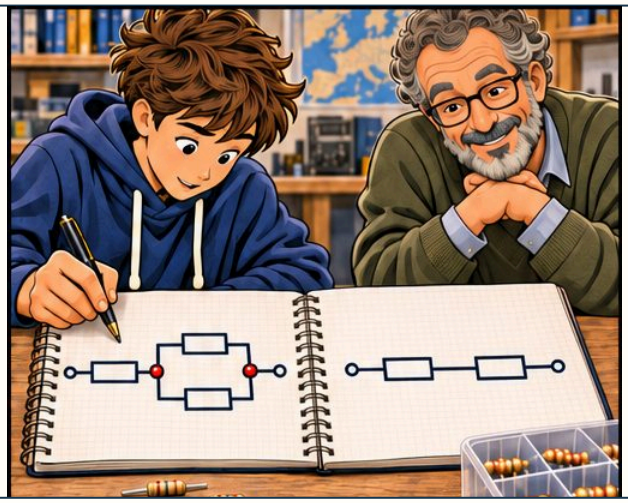
Potom pripočíta sériový odpor: 1 000 + 500 = 1 500 Ω.



Ponechá pôvodný obrázok na určenie prúdu každej súčiastky.



Výsledný odpor opisuje svorky, neodstraňuje však vnútorné obmedzenia.



Metóda bráni výberu vzorca len podľa vzhľadu schémy.

Vytvoriť medzinapätie



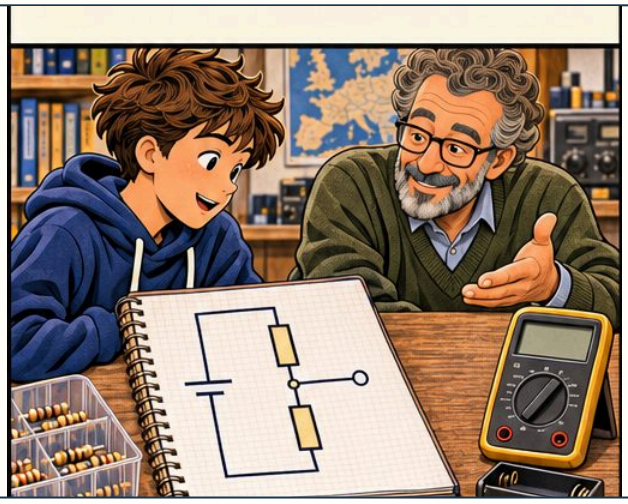
Dva sériové rezistory môžu vytvoriť delič napätia.



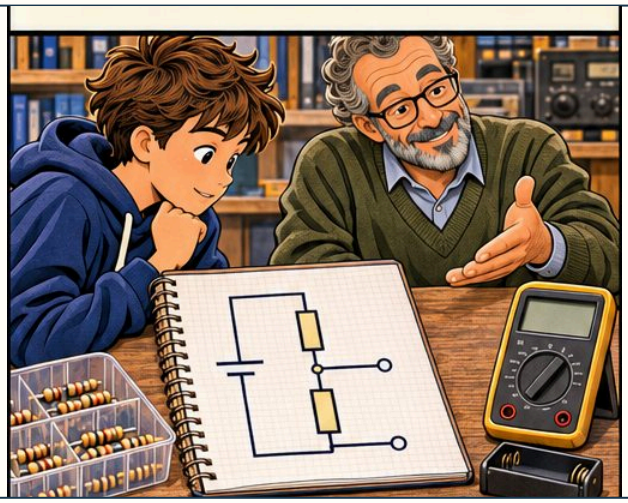
Bez záťaže: Uvýstup = Uvstup × R2 / (R1 + R2).



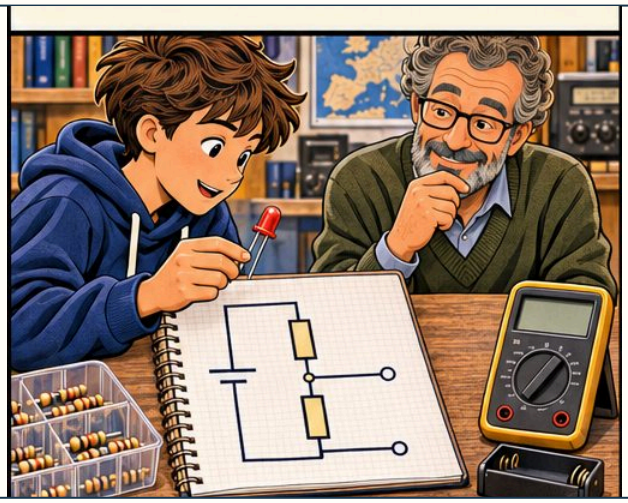
Výstup je na R2, od stredného bodu k referencii.



Pri 5 V a dvoch rezistoroch 1 kΩ je ideálne 2,5 V.

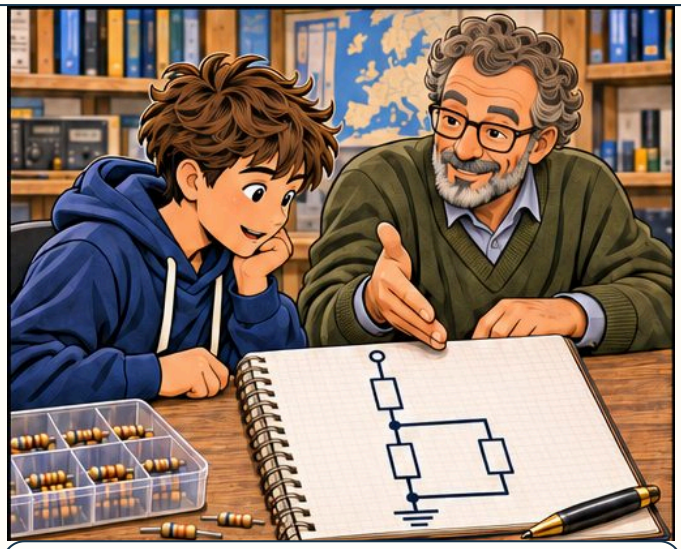


Výsledok predpokladá prakticky nulový odber z výstupu.

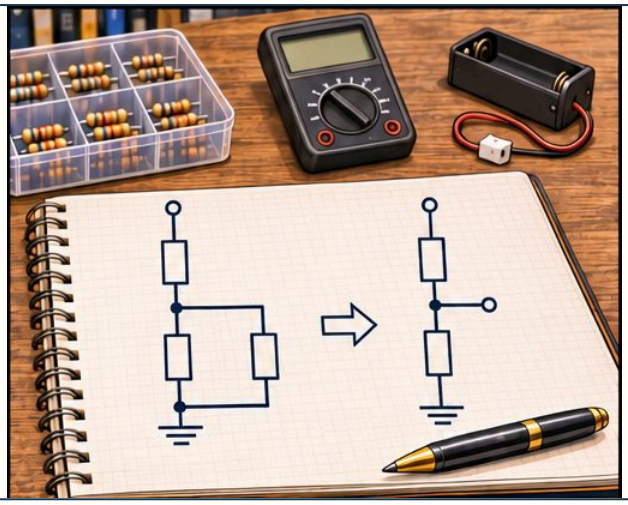


Lucas chce pripojiť LED; Henri ukazuje, čo by sa zmenilo.

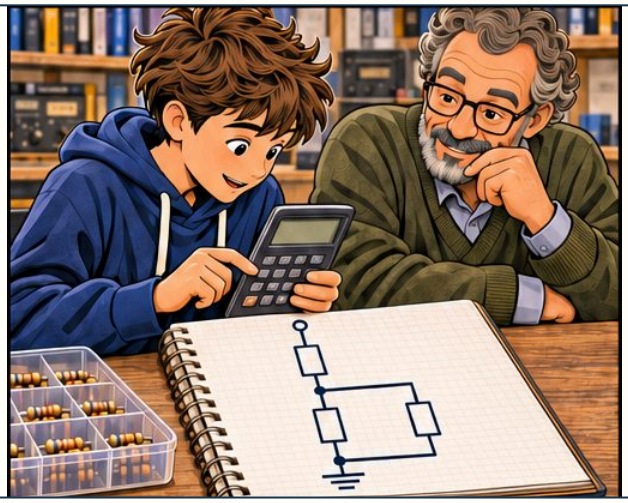
Keď je výstup zaťažený



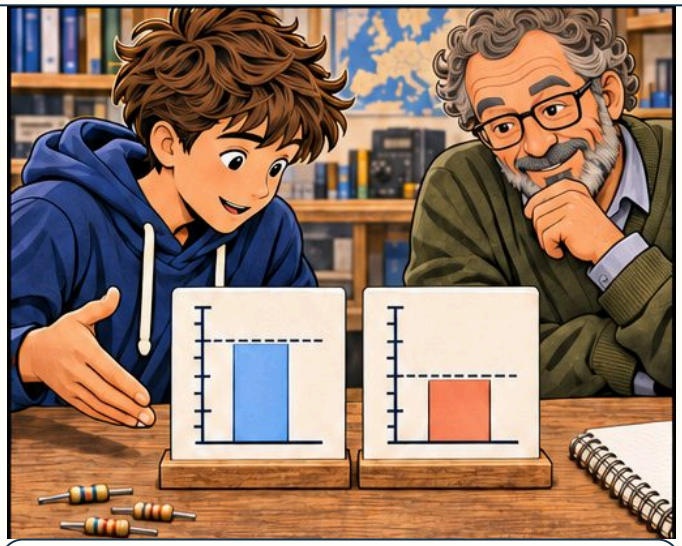
Záťaž na výstupe je paralelne s R2.



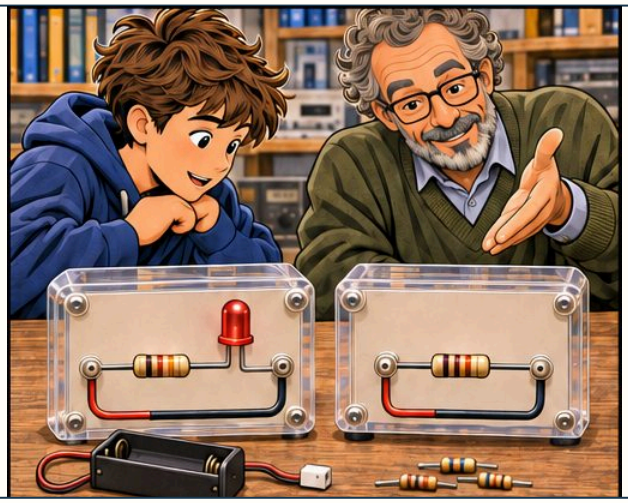
So záťažou 1 kΩ tvorí R2 s 1 kΩ výsledných 500 Ω.



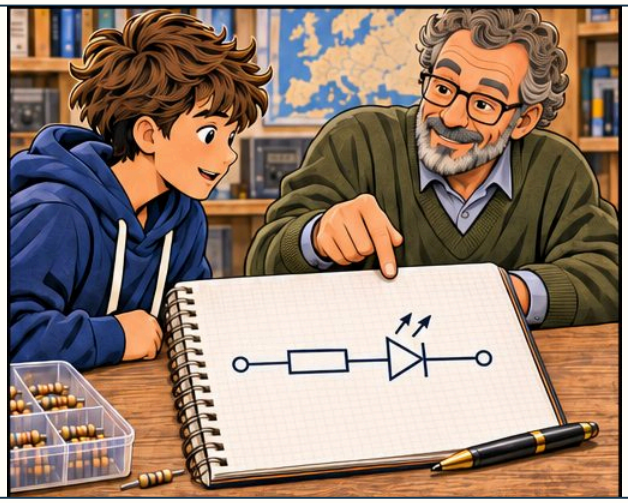
Výstup potom je 5 × 500 / (1 000 + 500) ≈ 1,67 V.



Už to nie je 2,5 V: záťaž zmenila delič.



LED nie je ohmická záťaž, preto výpočet jej prípad presne neopisuje.



Pre kontrolku nechajú plánovaný sériový obvod bez improvizovaného deliča.

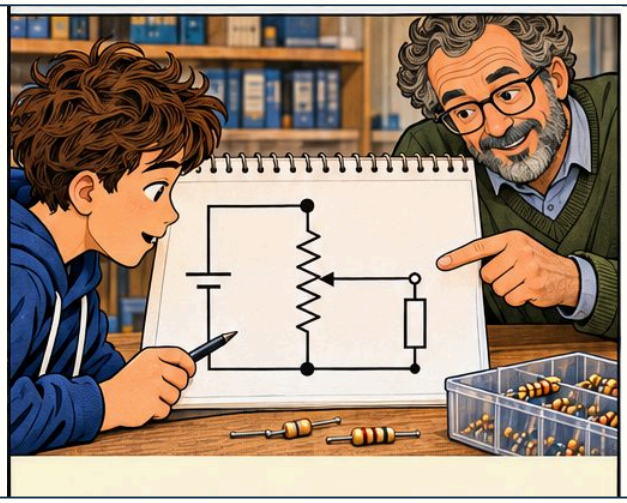
Bežec potenciometra



Potenciometer má odporovú dráhu a pohyblivý bežec.



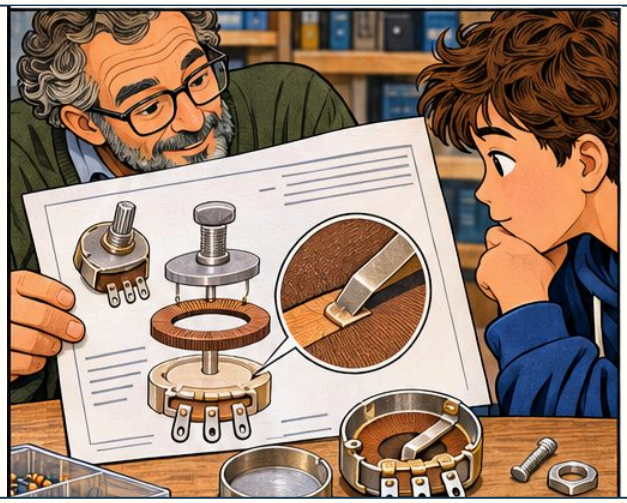
Jeho tri svorky umožňujú nastaviteľný delič.



Záťaž ovplyvňuje aj napätie odoberané z bežca.



S dvoma svorkami môže podľa zapojenia slúžiť ako premenlivý rezistor.

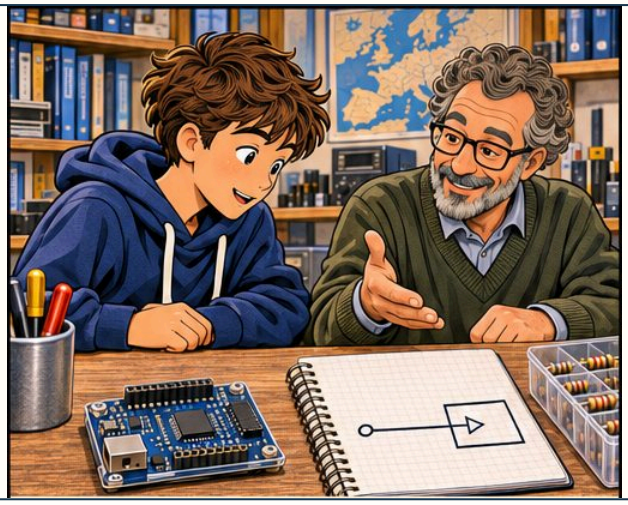


Treba preveriť výkon, prúd bežca a zapojenie.

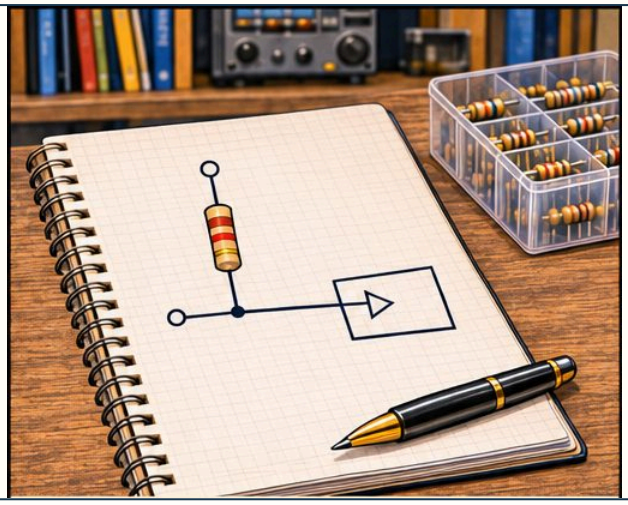


Lucas odmieta odstrániť pevný ochranný rezistor LED.

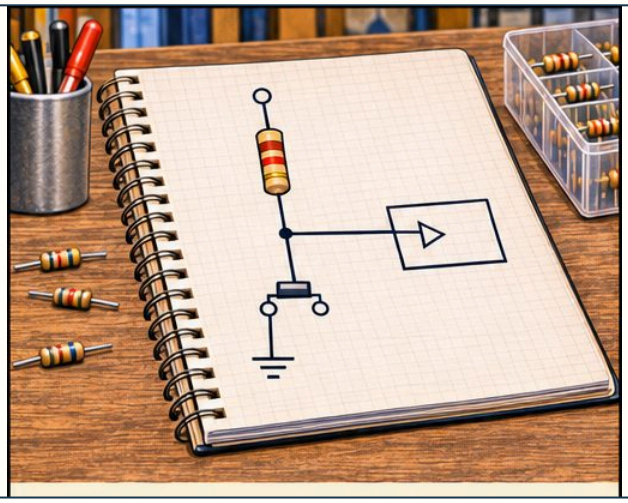
Určiť stav vstupu



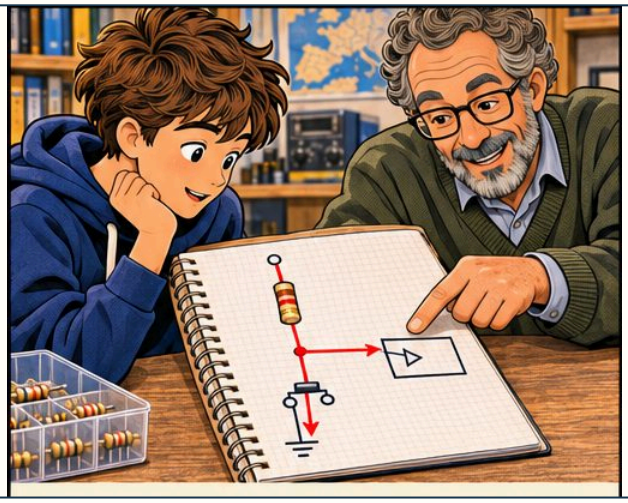
Na výučbovej doske môže nezapojený vstup čítať neurčitý stav.



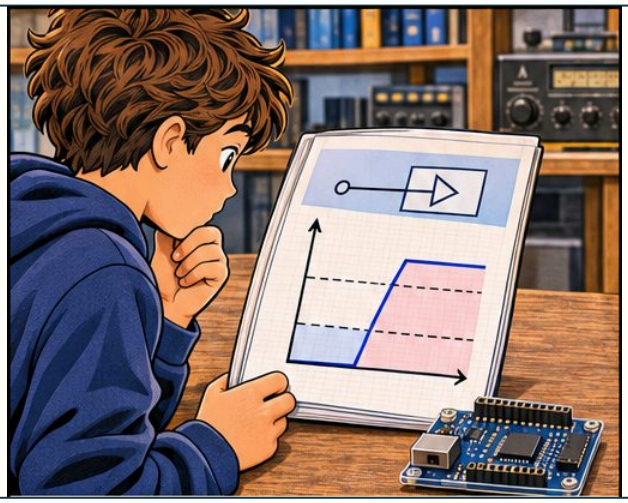
Priťahovací rezistor k napájaniu určí v pokoji vysoký stav.



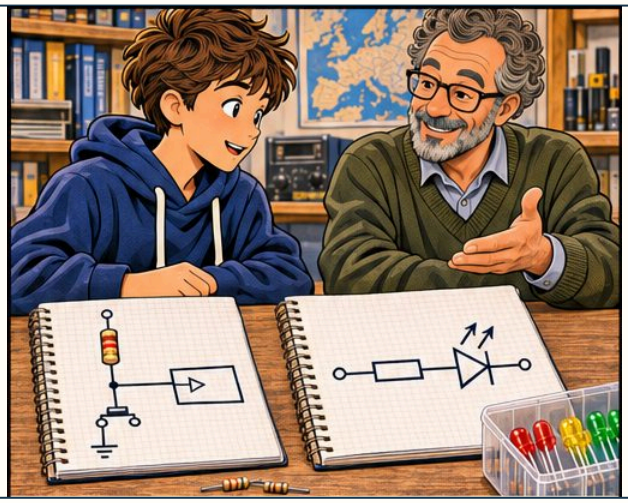
Tlačidlo k referencii po zopnutí vynúti nízky stav.



Rezistor vtedy obmedzí prúd medzi napájaním a tlačidlom.



Hodnota závisí od vstupu, prahov a dokumentácie.

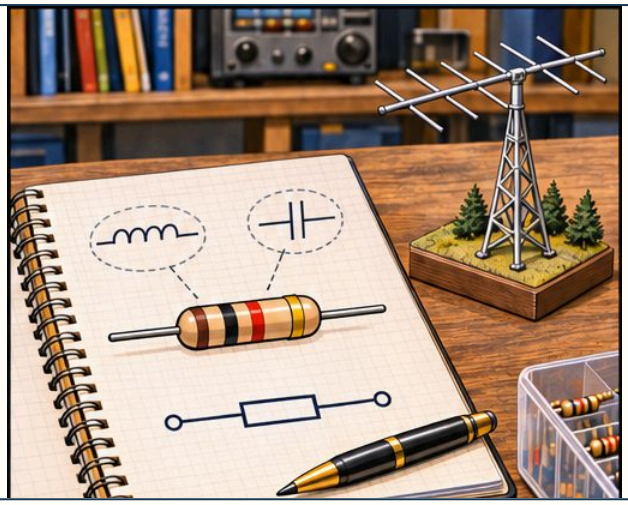


Henri ukazuje úlohu na obrázku; zapojenie kontrolky zostáva jednoduché.

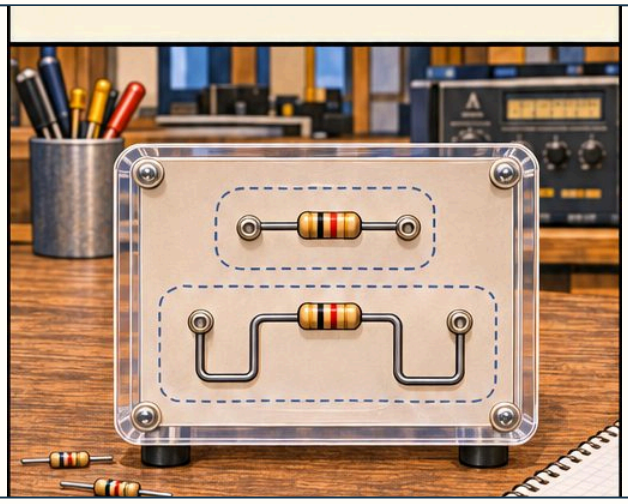
V rádiu má model hranice



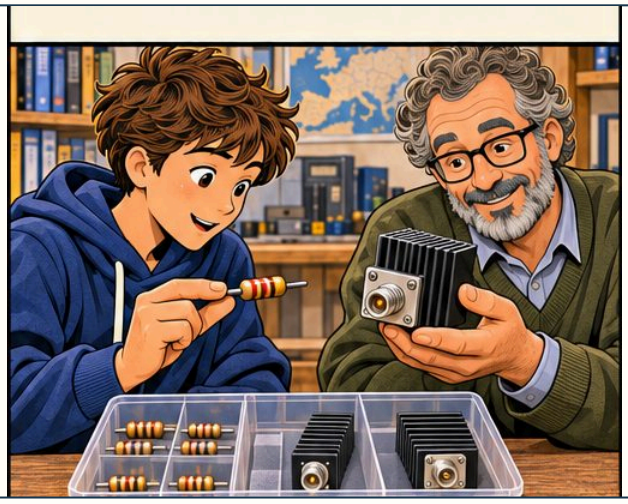
Rezistory slúžia aj na predpätie, útlm a zakončenie rádiových obvodov.



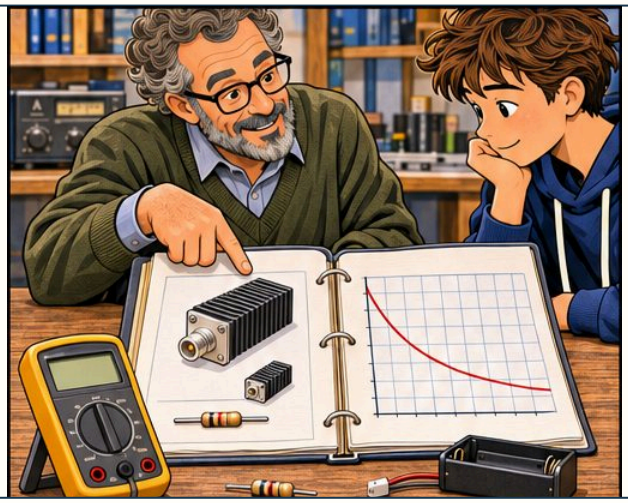
Pri vysokej frekvencii môžu byť dôležité parazitná indukčnosť a kapacita.



Svoje účinky pridávajú aj spoje a rozmiestnenie.



Ľubovoľný rezistor 50 Ω nemusí byť dobrou VF záťažou.



Frekvenčné pásmo, výkon a konštrukcia musia zodpovedať použitiu.



Lucas odkladá VF modely: v dielni sa nevysiela.

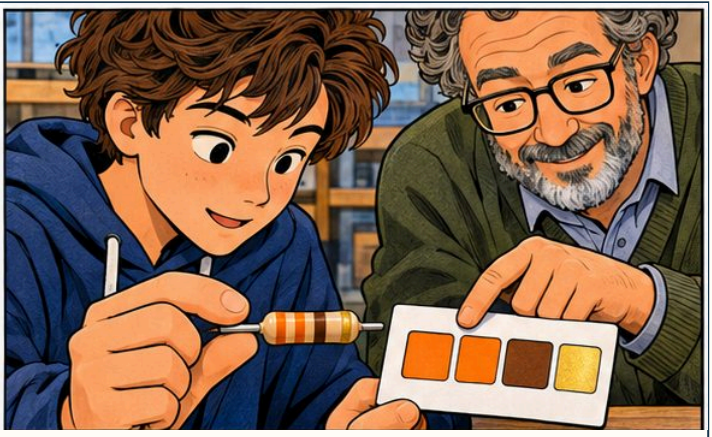
List náhradnej súčiastky



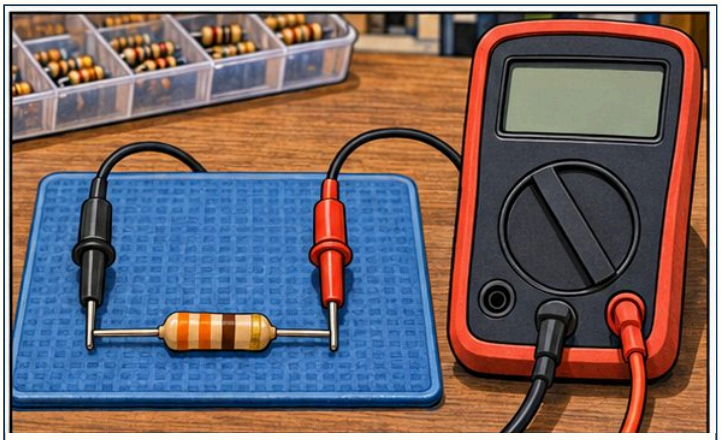
Lucas zhromažďuje schému, označenie LED aj rezistora.



Voľba zostáva 330 Ω, ±5 %, 0,25 W pre doložený príklad.



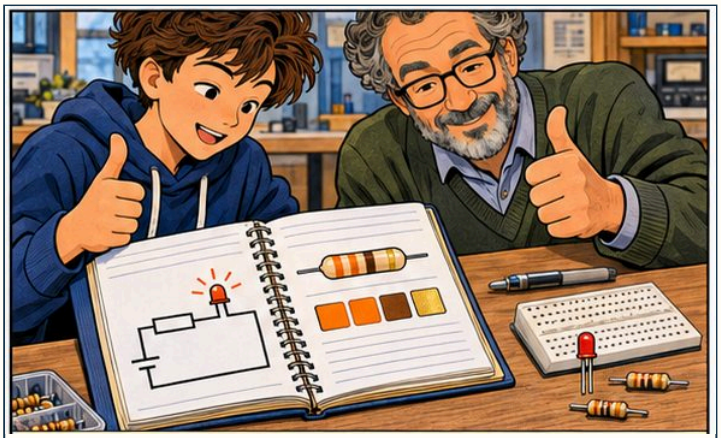
Podľa karty potvrdzuje oranžovú, oranžovú, hnedú, zlatú.



Nový rezistor merajú samostatne mimo napájaného obvodu.

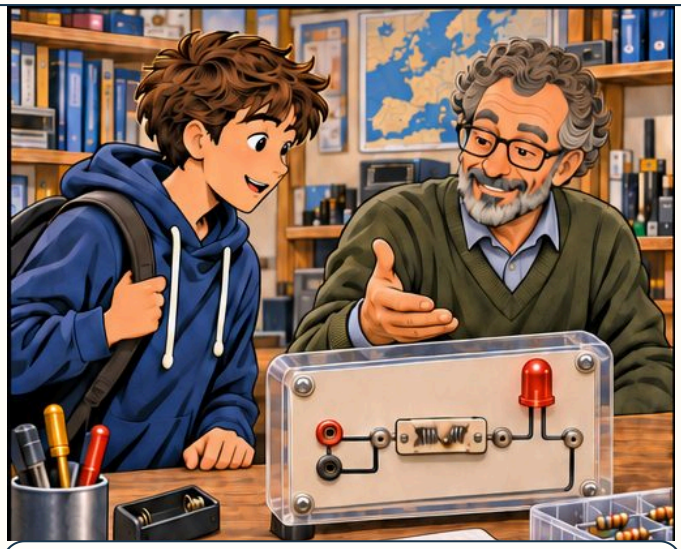


Údaj musí zodpovedať tolerancii a neistote multimetra.

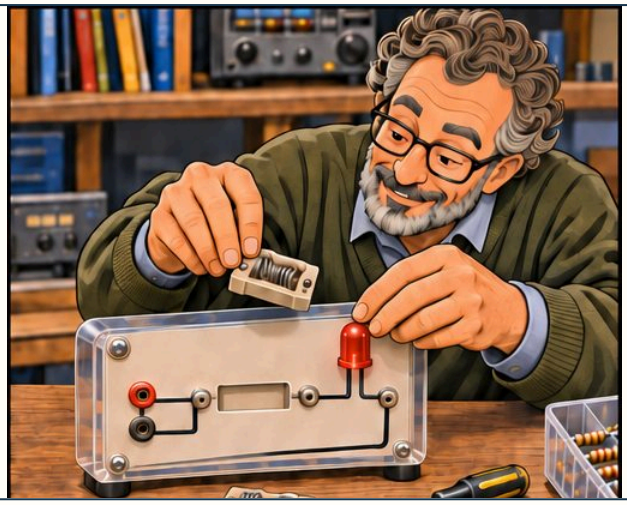


Henri kontroluje dokumentáciu: výpočet a meranie sa dopĺňajú.

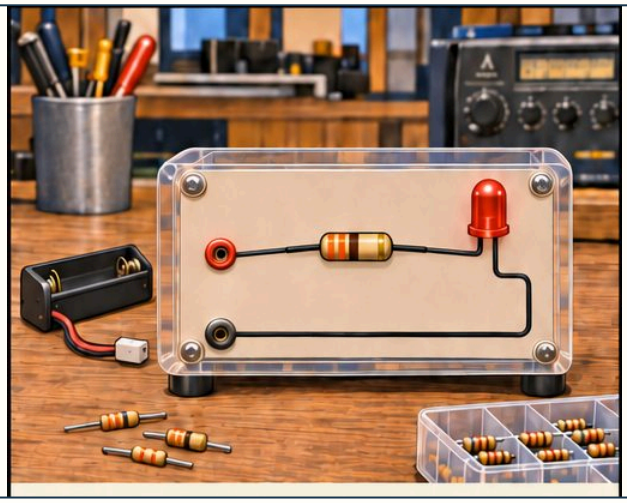
Zostaviť s metódou



Počas výmeny je panel odpojený.



Henri kontroluje poškodený držiak a mení určenú spojovaciu časť.



Vložia nový rezistor bez násilia a voľných vodičov.



Lucas sleduje slučku: napájanie, rezistor, LED, návrat.

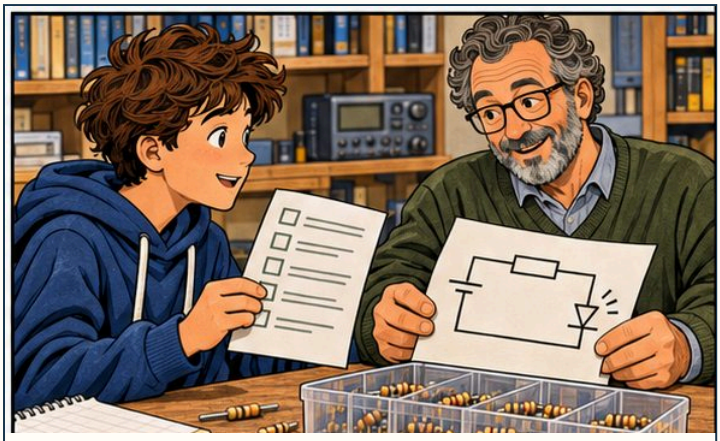


Polarita LED zodpovedá schéme a údajovému listu.

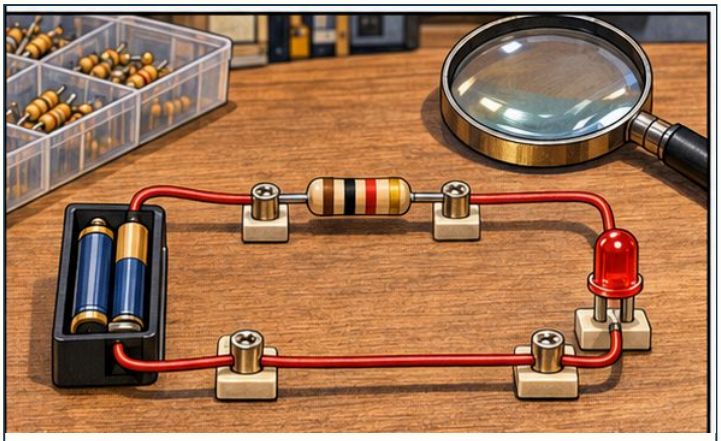


Podozrivý diel zostáva bokom s poznámkami, bez ďalšieho použitia.

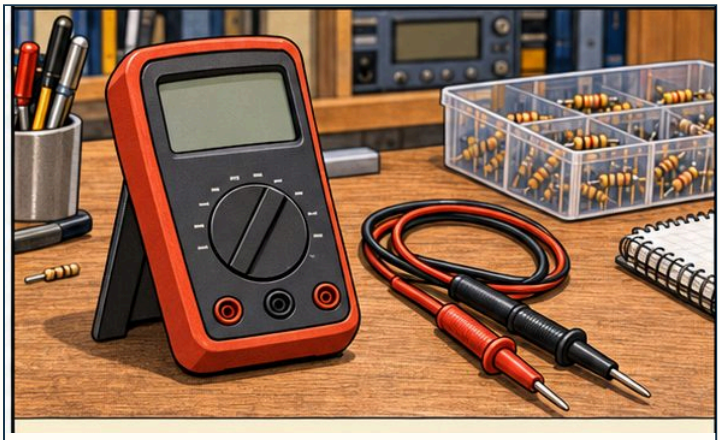
Vzájomná kontrola



Pred zapnutím si navzájom skontrolujú prácu.



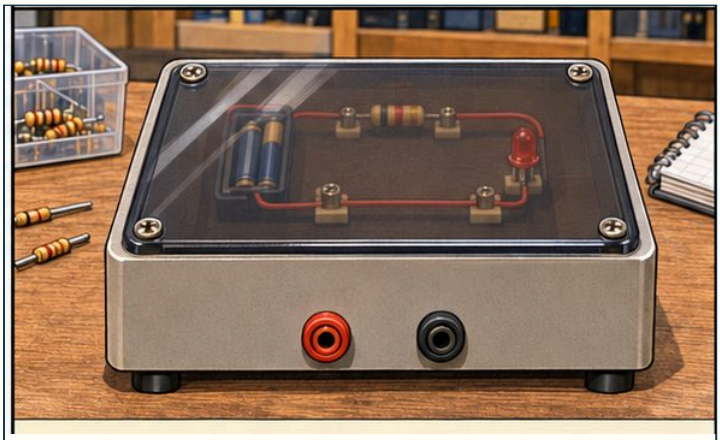
Hľadajú skrat, zabudnutý spoj či cestu obchádzajúcu rezistor.



Vodiče ohmmetra sú z panela odstránené.



Henri pripraví zdroj nastavený na 5 V s vhodným obmedzením.

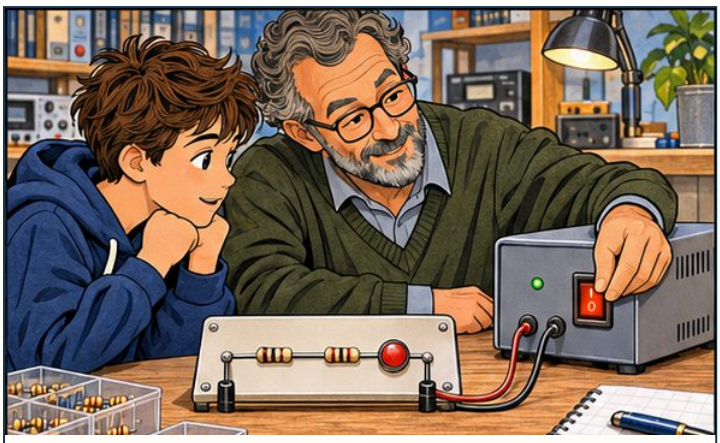


Panel zatvoria podľa návodu; spoje zostávajú chránené.



Lucas povie očakávaný výsledok: viditeľná kontrolka s miernym prúdom.

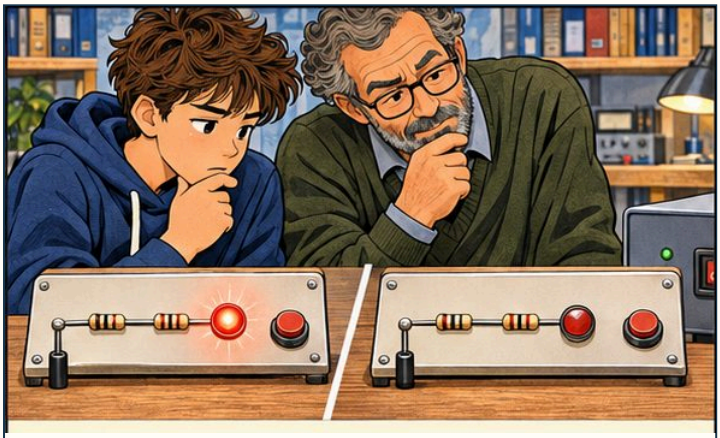
Prvá opatrná skúška



Henri zapne zatvorený panel; nikto neposúva spoje.



Kontrolka svieti a po uvoľnení tlačidla zhasne.



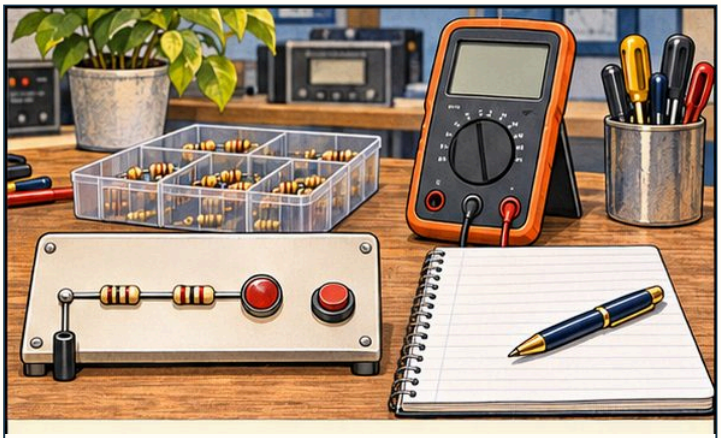
Pri ďalšej skúške sa objaví nepravidelnosť.



Lucas navrhne zvýšiť napätie, no spomenie si na metódu.



Pred ďalšou diagnostikou vypnú a odpoja.

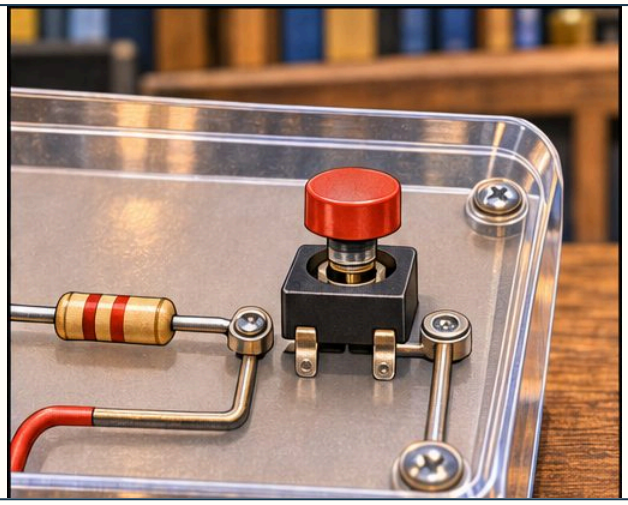


Jediné rozsvietenie nestačí na vyhlásenie pripravenosti panela.

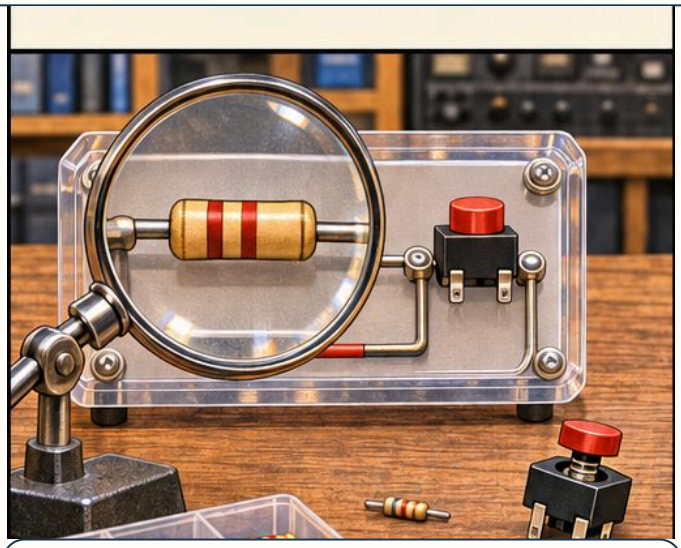
Druhá príčina



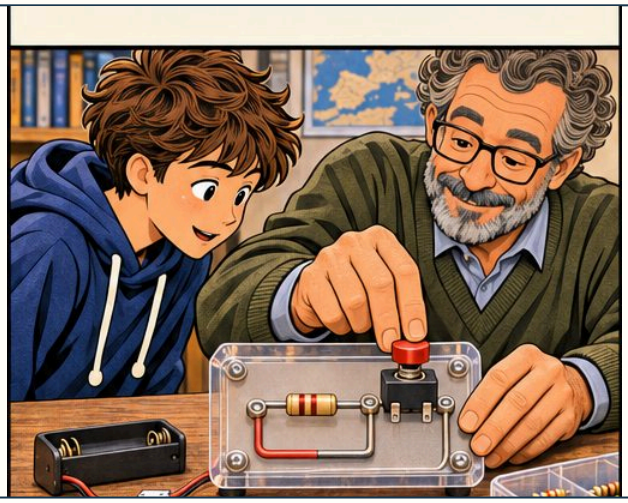
Po bezpečnostných kontrolách sledujú cestu prúdu bez napájania.



Odnímateľný konektor tlačidla nie je celkom zasunutý.



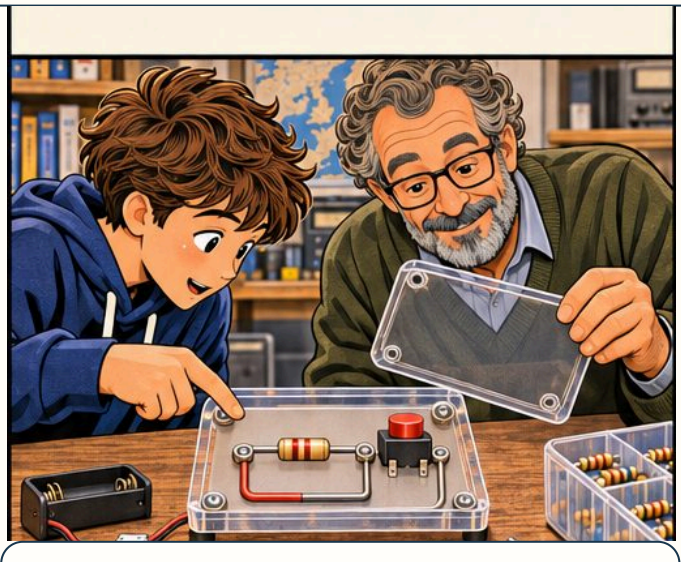
Správny rezistor sám neopraví zlý spoj.



Henri zasunie konektor a preverí jeho upevnenie.



Lucas doplní list: podozrivý diel a zlý spoj sú dve stopy.

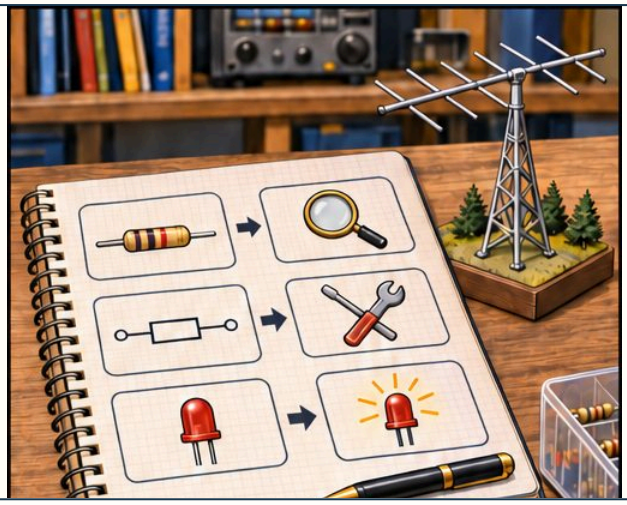


Pred ďalšou skúškou zopakujú úplnú kontrolu.

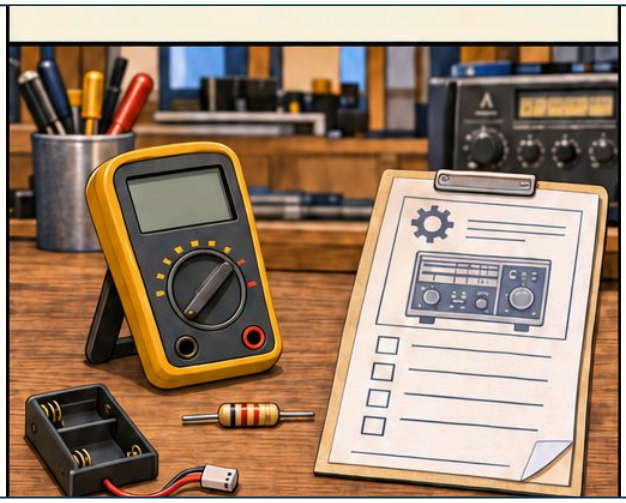
Pozorovať po jednej veci



Už nemenia viac súčiastok naraz.



Zošit pri každom kroku uchováva príznak a vykonanú kontrolu.



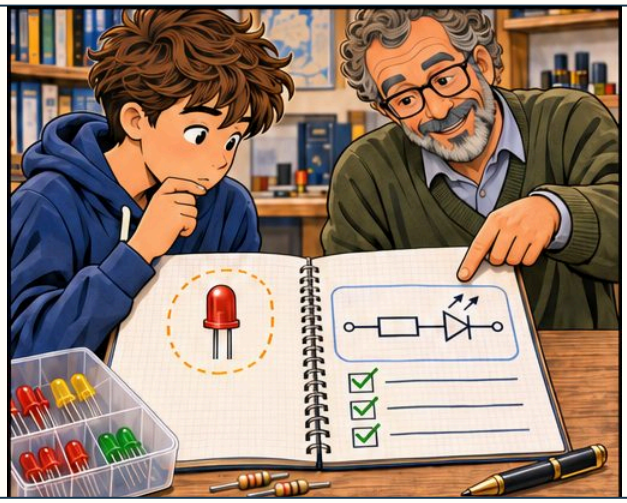
Správny údaj ohmmetra nezaručuje všetko správanie pri prevádzke.



Prehliadka, obmedzenia dielov a plánovaná skúška dopĺňajú meranie.

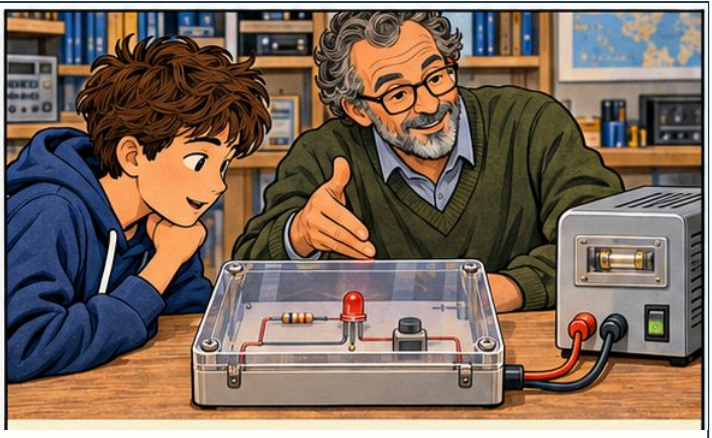


Pri nezvyčajnom príznaku zastavia a hľadajú bez napájania.



Lucas už vie vysvetliť, prečo bol jeho prvý nápad unáhlený.

Kontrolka plní sľub



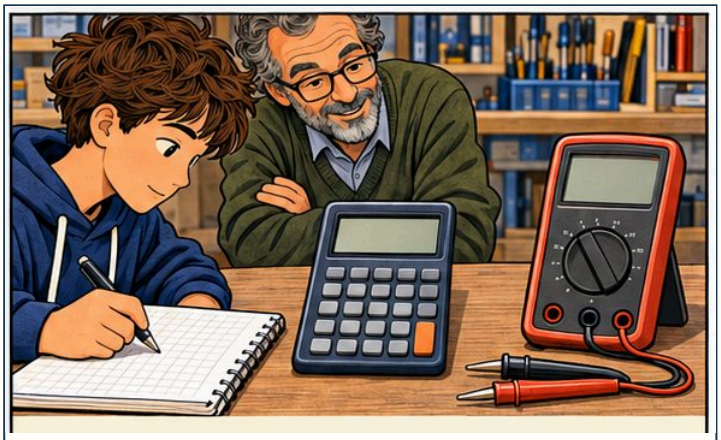
Zatvorený panel znovu napoja podľa postupu.



Pri ukážke už kontrolka pravidelne reaguje na tlačidlo.



Henri sleduje chod; Lucas porovnáva s očakávaním.



Vypočítaný prúd neprezentujú ako vykonané meranie.



Zošit odlišuje výpočty, kontroly a pozorovania skúšky.

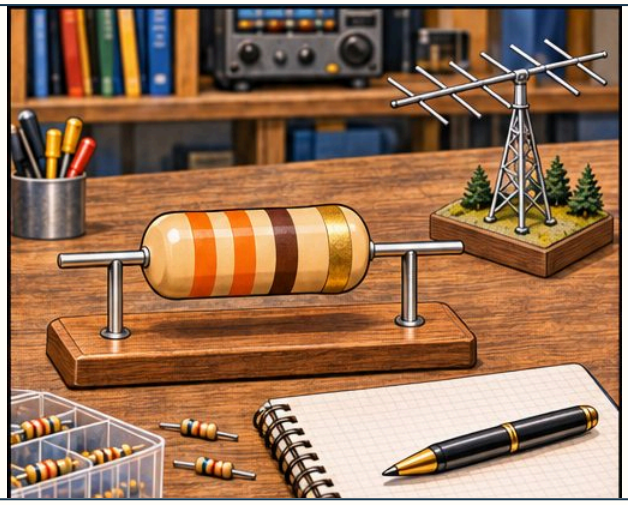


Pred prípravou prevozu na stánok napájanie vypnú.

Vysvetliť voľbu



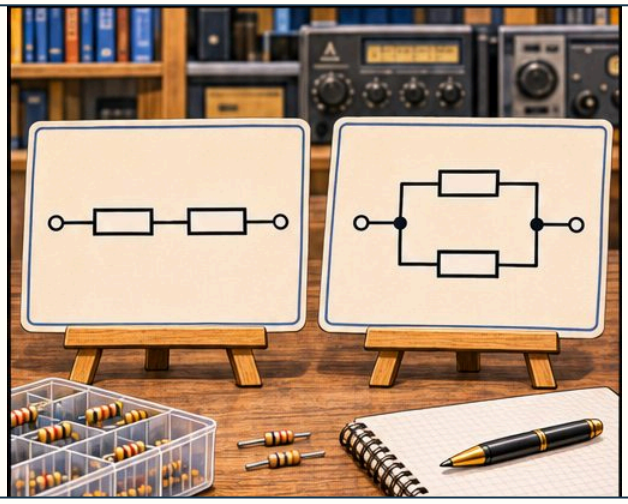
Na stánku Lucas ukazuje návštevníkom zväčšený rezistor.



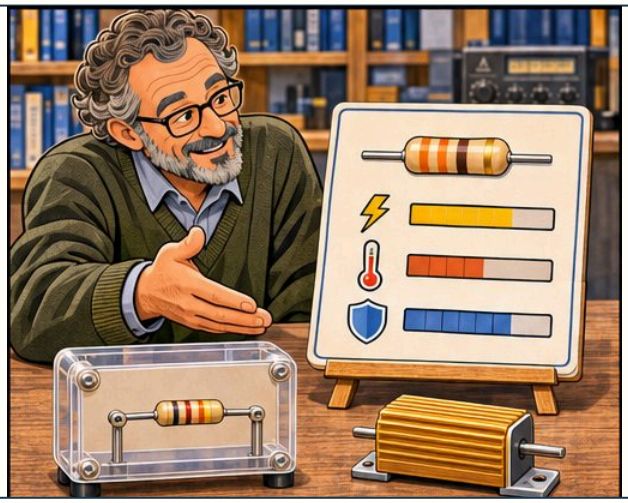
Vysvetľuje prúžky, menovitú hodnotu a toleranciu.



Obrázok ukazuje sériový rezistor obmedzujúci prúd LED.



Druhý obrázok porovnáva sériové a paralelné spojenie.



Henri sa pýta, prečo overil výkon a podmienky použitia.

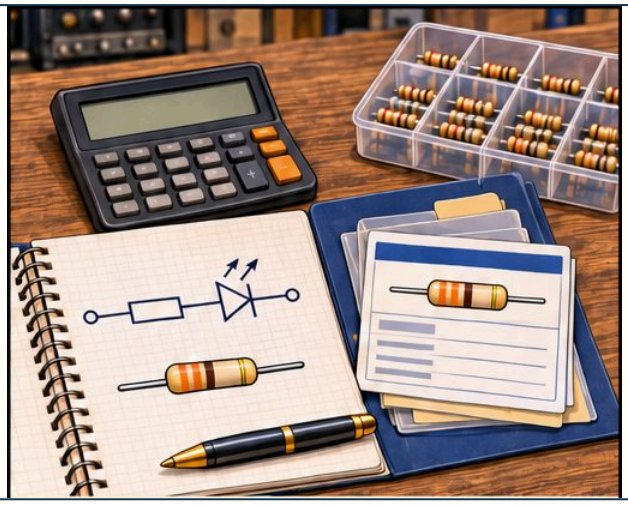


„Aby som vybral diel vhodný do zapojenia," odpovedá Lucas.

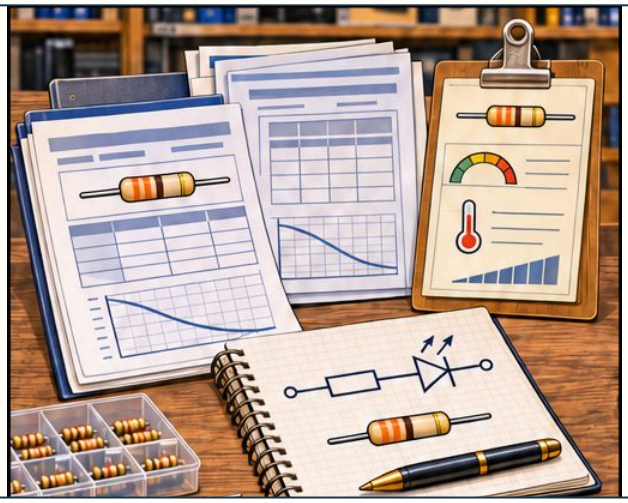
Zošit pre ďalšieho



List začína potrebou: kontrolkou výučbového panela.



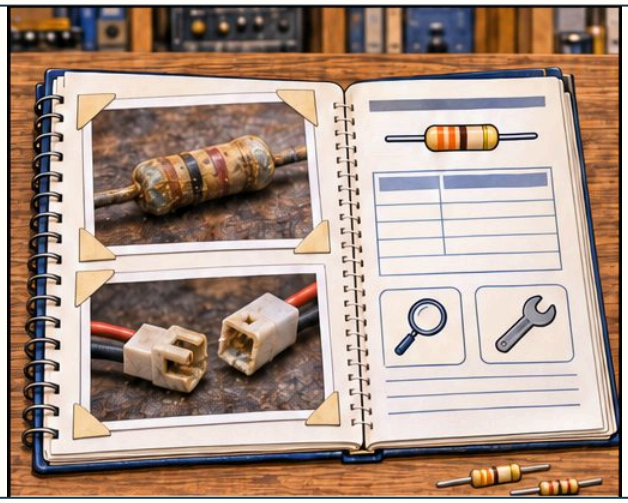
Uchováva predpoklady, vzorec a voľbu 330 Ω.



Tolerancia, výkon a označenia súčiastok zostávajú pri schéme.



Postup pripomína meranie bez napájania a podľa potreby oddelene.



Pozorovania poruchy pomôžu ďalšej dielni hľadať s metódou.

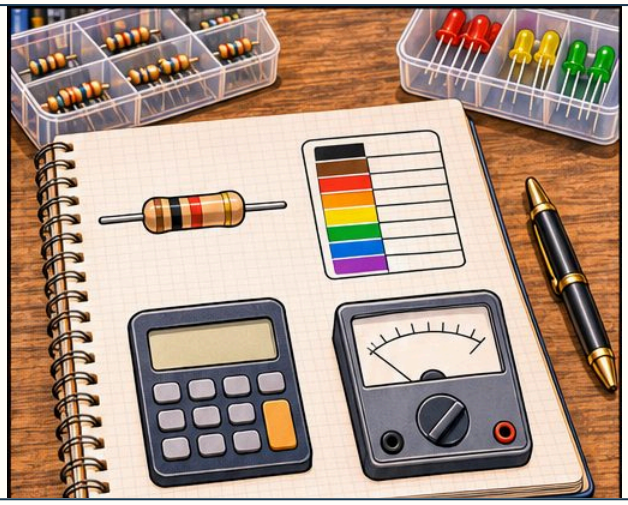


Henri nechá Lucasa uložiť dokumentáciu: učenie sa zmenilo na zdieľanie.

Malá súčiastka, veľká metóda



Stánok je pripravený; Lucas vidí malý rezistor inak.



Čítať, počítať, vybrať, merať: každý krok odpovedá na otázku.



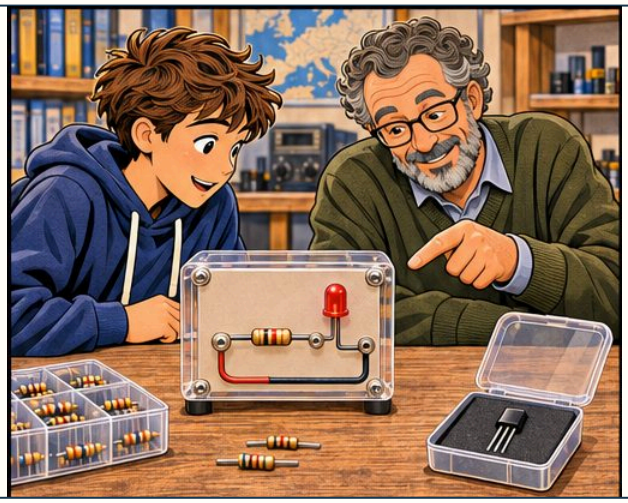
Kontrolka je aj vysvetlením, ktoré dokáže odovzdať.



V inej škatuľke Henri ukáže súčiastku s tromi vývodmi.



„Môže ovládať väčší prúd?“ pýta sa Lucas.



Ďalšie pátranie ich čaká v zväzku 08: tranzistory.