ON4CRD

Svazek 07

Rezistory



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Právní upozornění

Svazek 07 · Rezistory

Vydavatel webových stránek : Radio Club Durnal ON4CRD

Manažer publikace : Výbor Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Právní upozornění

Duševní vlastnictví

Texty, obrázky, dokumenty, loga a materiály zveřejněné na těchto stránkách zůstávají majetkem příslušných autorů nebo klubu. Jakákoli reprodukce nebo opětovné použití musí respektovat zdroj, příslušná práva a veškerá svolení autora.

Odpovědnost

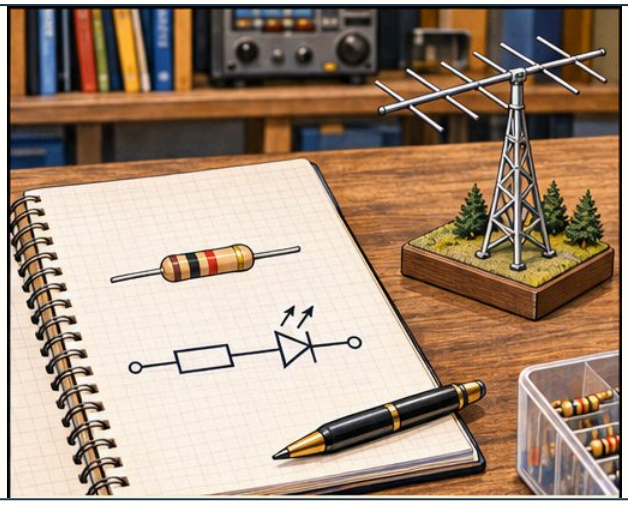
Klub pracuje na zveřejňování užitečných a ověřených informací, ale nezaručuje absenci chyb, opomenutí nebo přerušení. Technické nebo regulační informace musí být porovnány s oficiálními zdroji, pokud podporují rozhodnutí.

Ilustrace vytvořené s pomocí umělé inteligence.

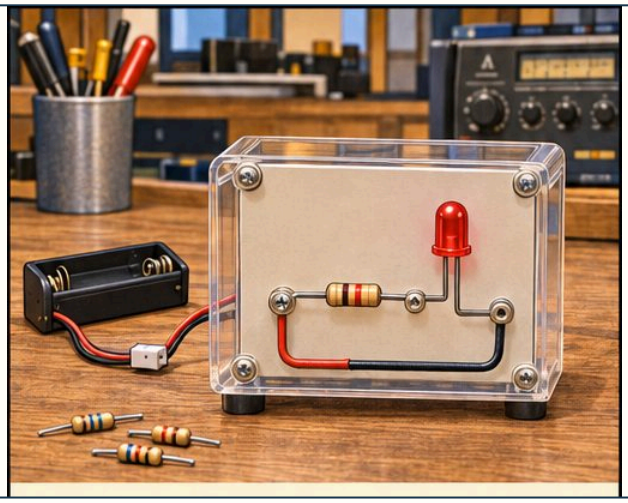
Kontrolka na stánku



Lucas a Henri se znovu scházejí k přípravě klubového stánku.



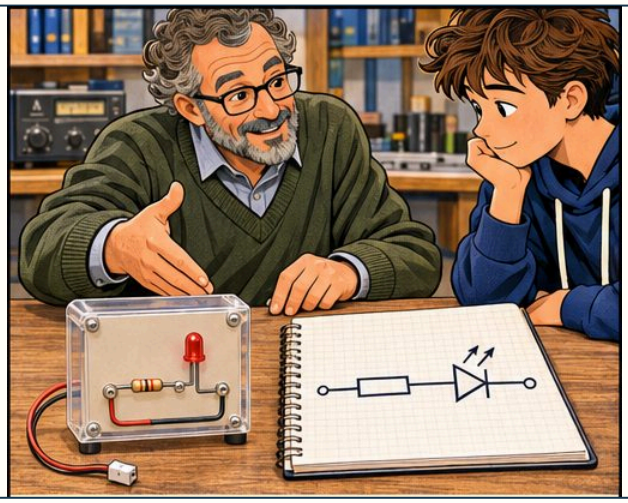
Po anténách do jejich sešitu přichází mnohem menší součástka.



Kontrolka malého ukázkového panelu už nesvítí.



«Vyměníme LED?» navrhuje Lucas a otevírá krabičku součástek.

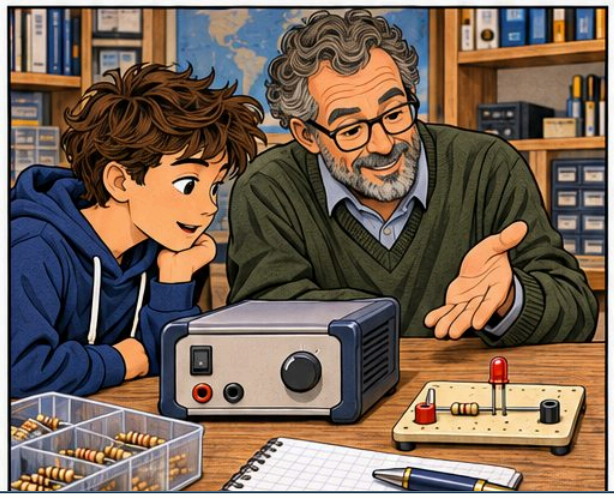


Henri chce nejprve pochopit obvod, teprve pak něco měnit.

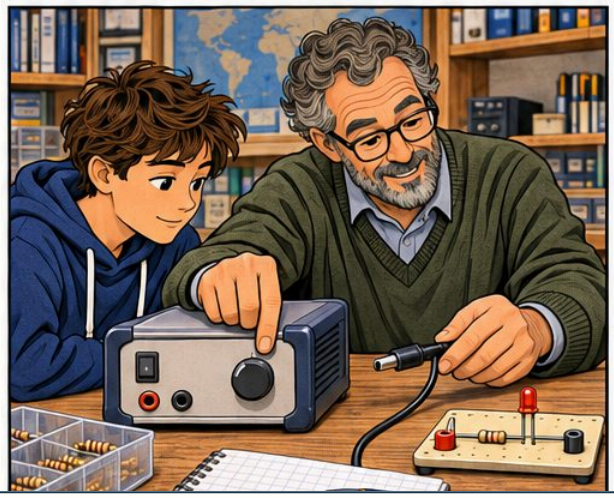


Úkol je obnovit spolehlivou kontrolku a vysvětlit každou volbu.

Před hledáním odpojit



Panel používá výukový zdroj 5 V s omezením proudu.



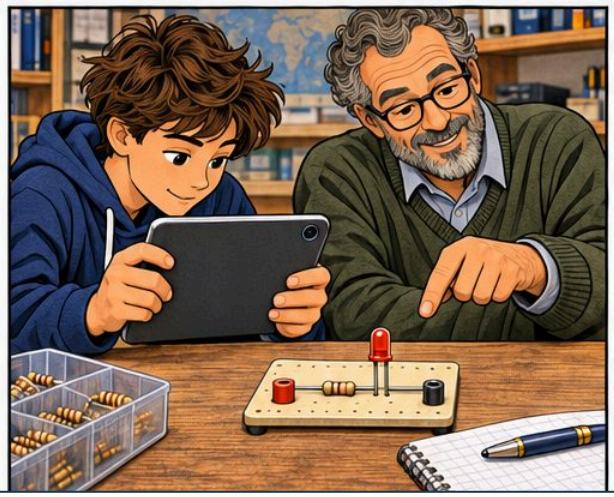
Henri jej před každým zásahem vypne a odpojí.



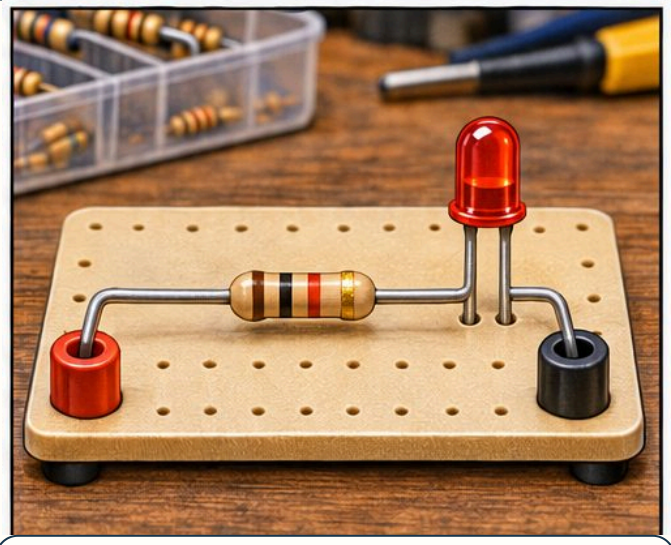
Počkají na předepsané vybití a ověří nepřítomnost napětí.



V dílně neotevírají žádný přístroj připojený k síti.



Lucas vyfotí zapojení a sleduje schéma panelu.



Na cestě LED si všimne malého rezistoru.

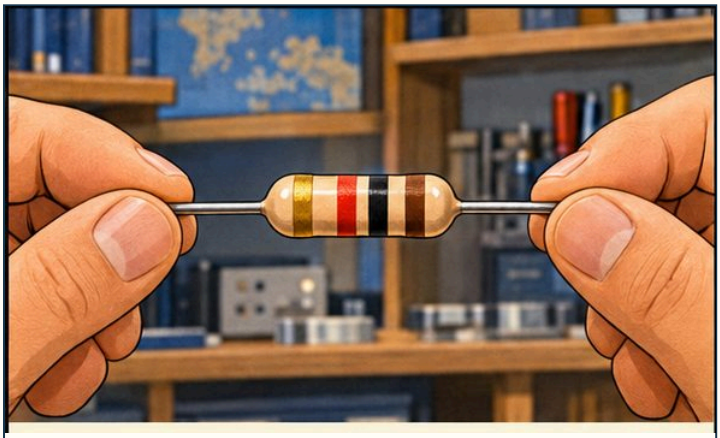
Součástka a veličina



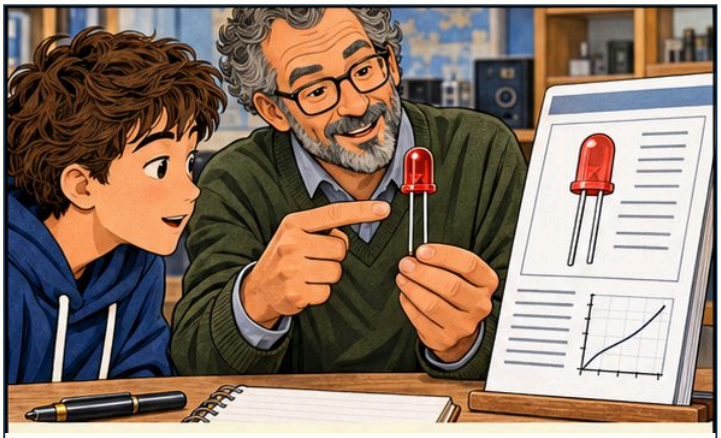
Rezistor je součástka a elektrický odpor je veličina R.



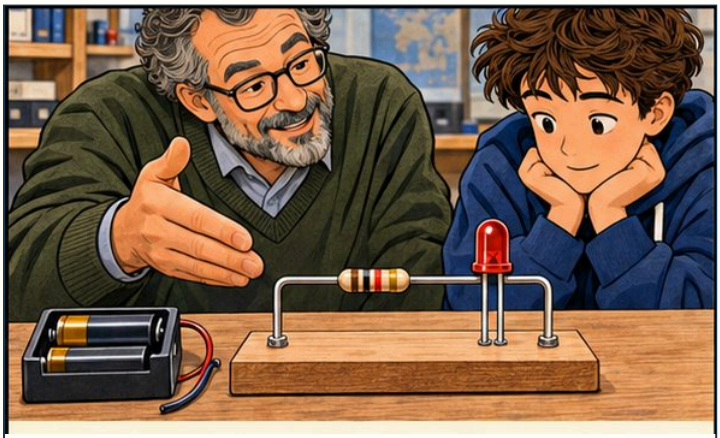
Vyjadřuje se v ohmech se symbolem Ω.



Běžný rezistor nemá předepsaný směr zapojení.



LED však má polaritu, kterou je nutné dodržet.



Sériový rezistor pomáhá omezit proud procházející LED.

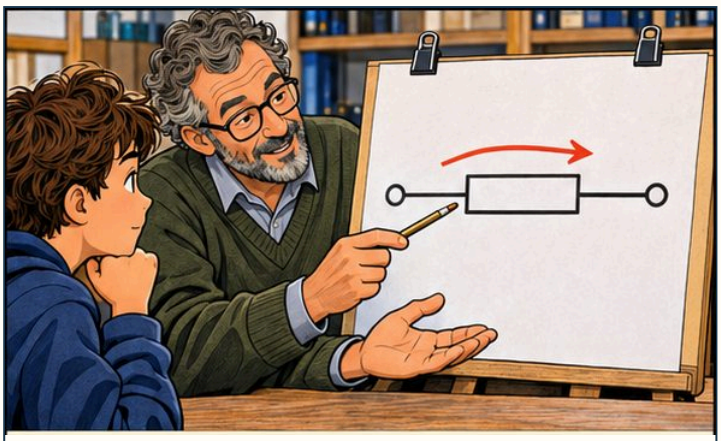


Lucas si před hledáním závady ujasní úlohu každé části.

Připomenout Ohmův zákon



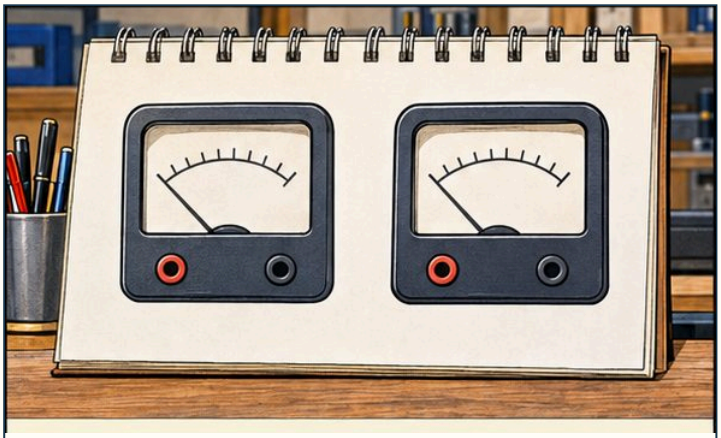
Pro ohmický rezistor při dané teplotě platí U = R × I.



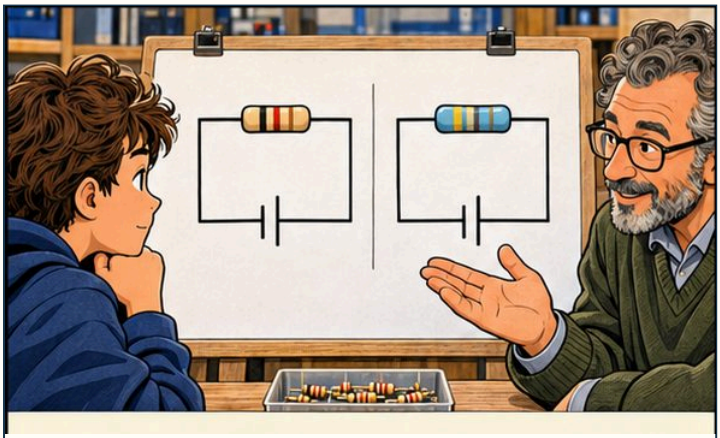
U je napětí na jeho vývodech, I proud, který jím protéká.



Lze také psát I = U / R a R = U / I.



V těchto výpočtech je U ve voltech a I v ampérech.



Při stejném napětí větší R znamená menší proud.

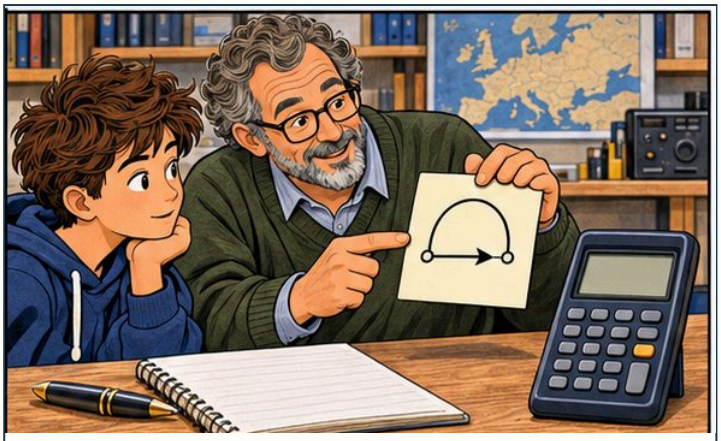


«LED není ohmický odpor,» připomíná Henri.

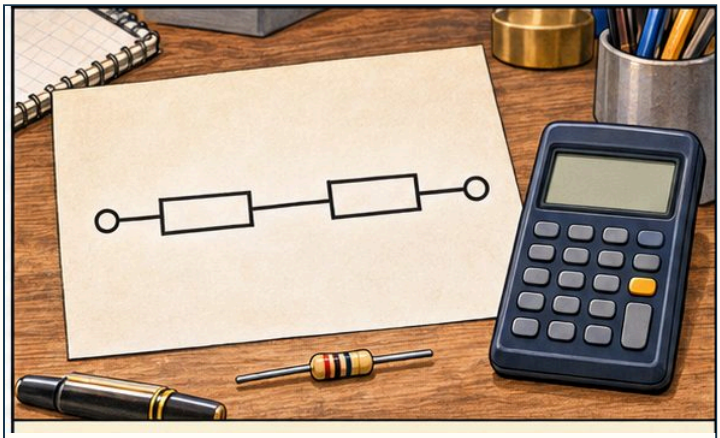
Jednotky před čísly



1 kΩ = 1 000 Ω; 1 MΩ = 1 000 000 Ω.



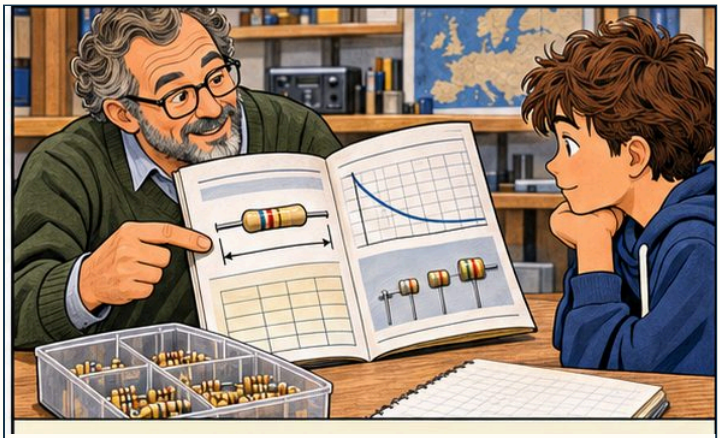
1 mA = 0,001 A: Lucas převádí před použitím vzorce.



Při 5 V na 1 kΩ vychází 5 mA.



Na některých dílech 4K7 znamená 4,7 kΩ a 2R2 znamená 2,2 Ω.



Značení závisí na součástce; rozhoduje její dokumentace.



Lucas zakroužkuje jednotky: zapomenutá předpona může změnit celou volbu.

Číst před měřením



Rezistor panelu má barevné proužky.



Henri přináší tabulku výrobce a lupu.



Nejprve určují počet proužků a jejich rozestupy.



Proužek tolerance bývá oddělený od ostatních.



Pokud je směr nejasný, ověří typ a naměřenou hodnotu.



Špatně osvětlená barva nestačí k rozhodnutí o náhradě.

Čtyři proužky, čtyři role



V běžném čtyřproužkovém kódu dávají první dva dvě číslice.



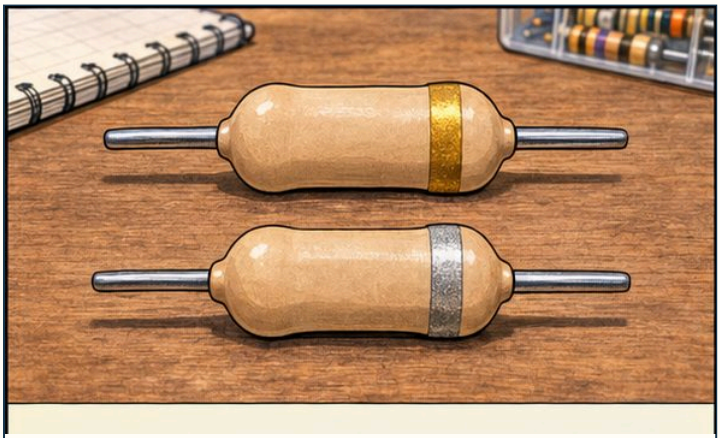
Třetí proužek je násobitel.



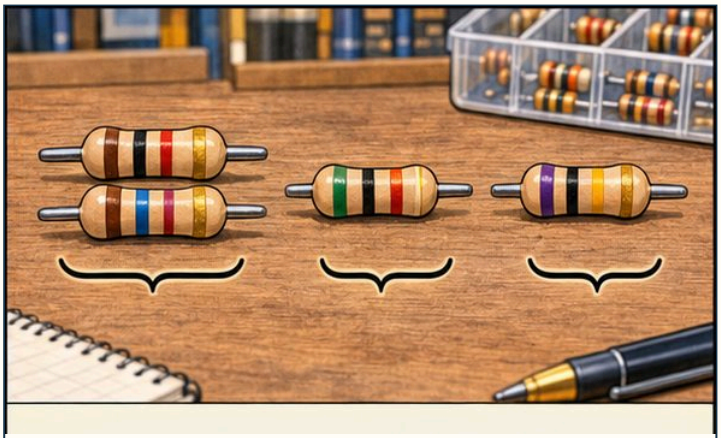
Čtvrtý udává toleranci jmenovité hodnoty.



Čtou od konce naproti proužku tolerance.



Zlatá zde odpovídá ±5 %, stříbrná ±10 %.



«Dvě číslice, násobek, mez,» shrnuje Lucas.

Paleta číslic



Černá je 0; hnědá 1; červená 2; oranžová 3; žlutá 4.



Zelená je 5; modrá 6; fialová 7; šedá 8; bílá 9.



Poloha barvy určuje její úlohu v kódu.



Jako násobitel červená znamená ×100, oranžová ×1 000.



Zlatá a stříbrná mohou násobit také 0,1 a 0,01.



Lucas má tabulku po ruce: rozumět je lepší než hádat.

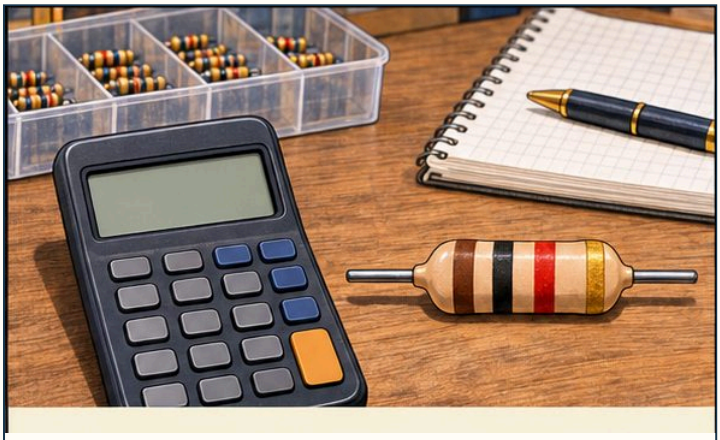
První rozluštění



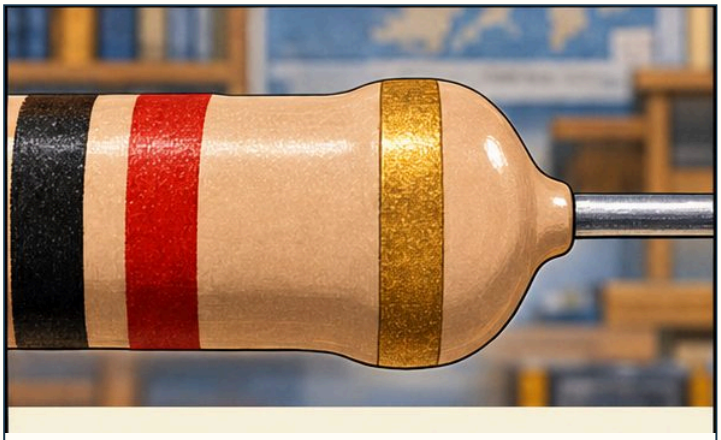
Příklad: hnědá, černá, červená, zlatá.



Hnědá a černá dávají 10; červená násobí 100.



10 × 100 = 1 000 Ω, tedy 1 kΩ.



Zlatý proužek přidává toleranci ±5 %.



Jmenovitá hodnota tedy neslibuje zcela přesnou hodnotu.

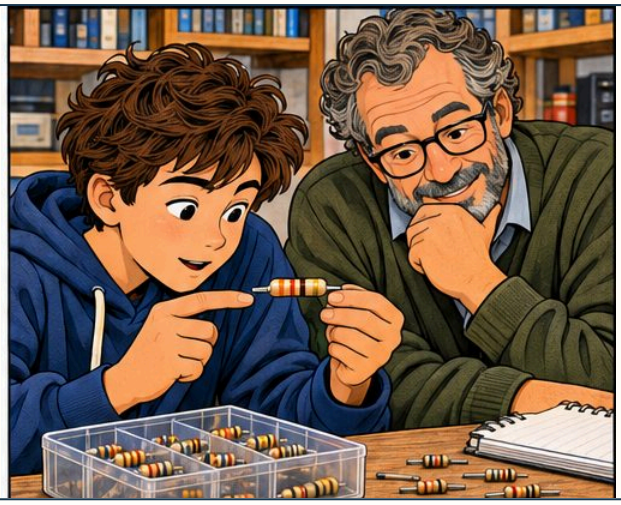


Lucas zapisuje hodnotu a toleranci odděleně.

Součástka kontrolky



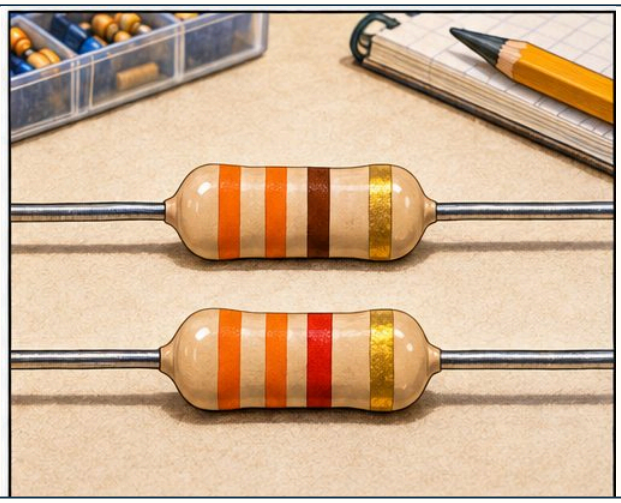
Dokumentace panelu uvádí oranžovou, oranžovou, hnědou, zlatou.



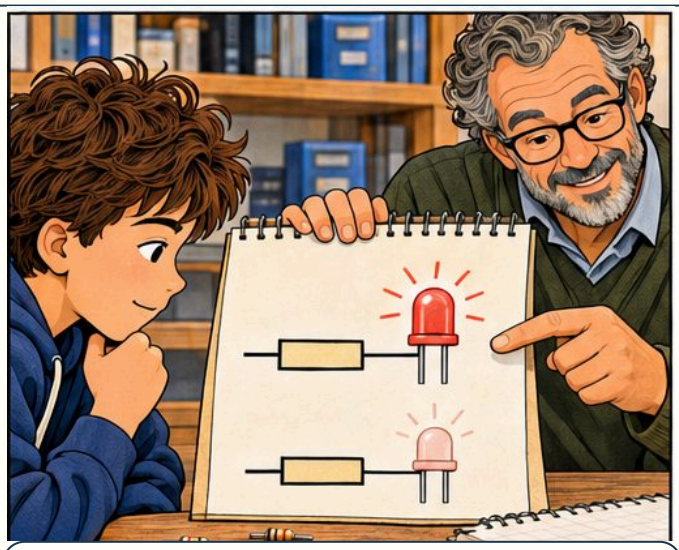
První dva proužky dávají 33; hnědá znamená ×10.



Výsledek je 330 Ω s tolerancí ±5 %.



Červený třetí proužek by dal 3 300 Ω, tedy 3,3 kΩ.



Záměna by výrazně snížila proud kontrolky.



Henri schová oba příklady pro budoucí dílnu návštěvníků.

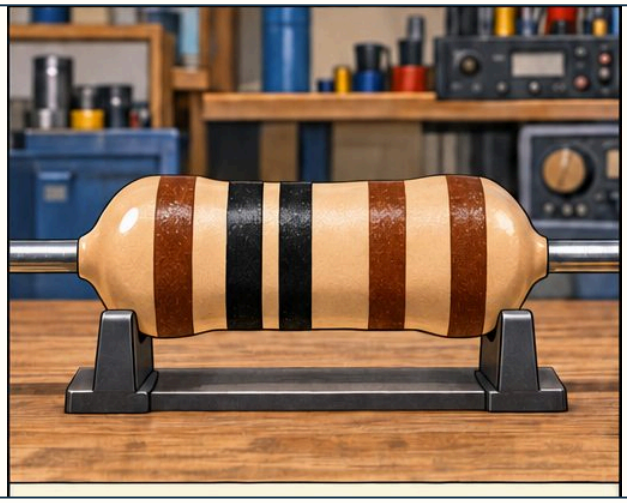
O proužek více



Běžný pětiproužkový kód začíná třemi platnými číslicemi.



Čtvrtý násobí, pátý udává toleranci.



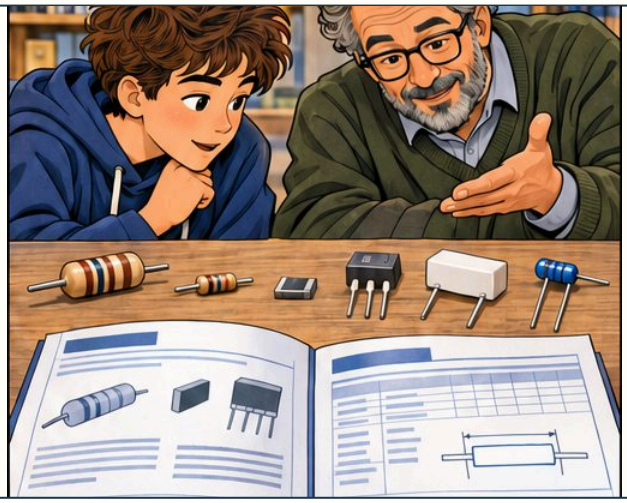
Hnědá, černá, černá, hnědá, hnědá dává 100 × 10 = 1 000 Ω.



Poslední hnědý proužek zde znamená ±1 %.

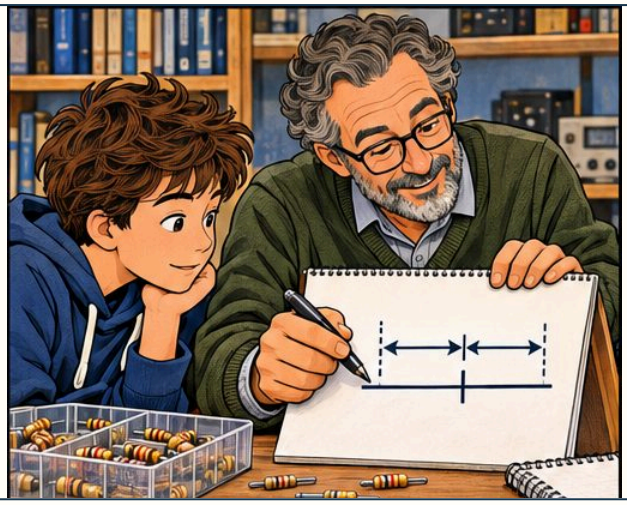


Pět proužků proto nečtou jako pouhé čtyři.



Existují i jiná značení: Henri vždy doporučuje správný list.

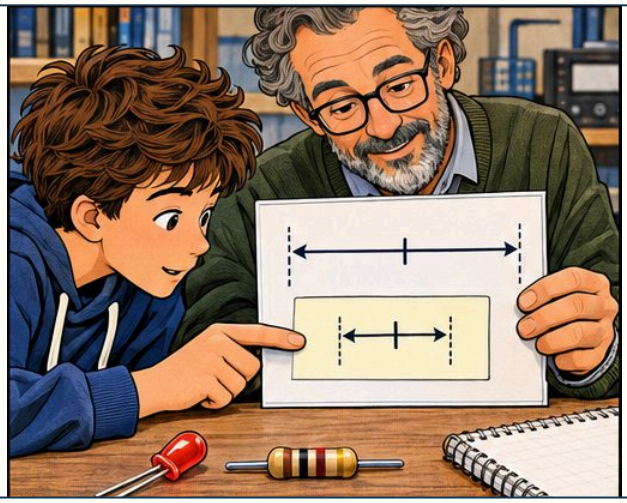
Pochopit toleranci



Pro 1 kΩ při ±5 % je největší jmenovitá odchylka 50 Ω.



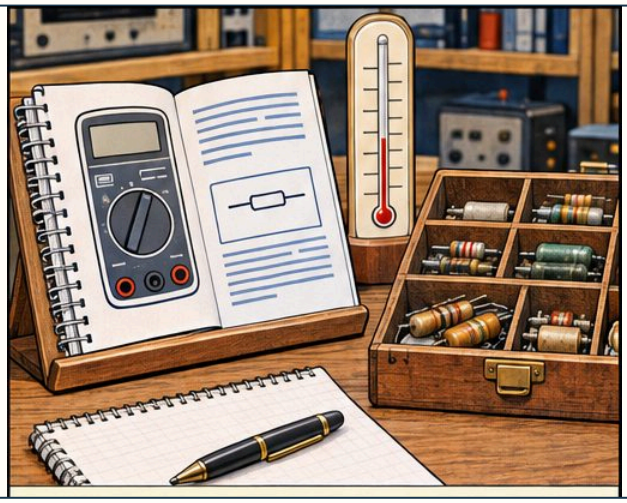
Odpovídající interval je od 950 Ω do 1 050 Ω.



Pro 330 Ω při ±5 % je od 313,5 Ω do 346,5 Ω.



Meze platí za referenčních podmínek výrobce.



Záleží i na teplotě, stárnutí a nejistotě měření.



Lucas chápe, proč dva dobré díly mohou ukázat různé hodnoty.

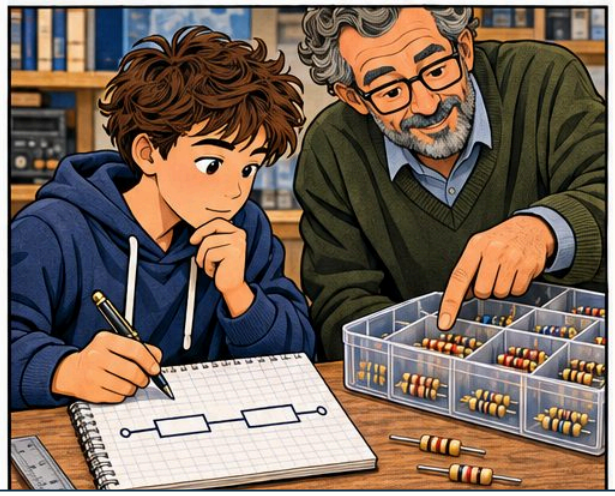
Vybrat dostupnou hodnotu



Výrobci nabízejí normalizované řady hodnot.



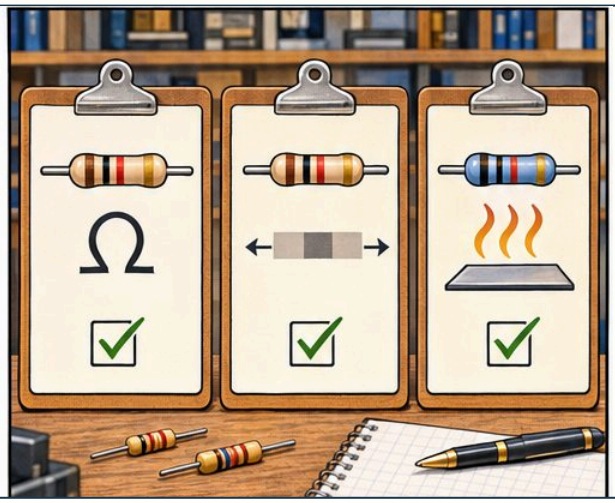
V řadě E12 jsou například 270 Ω, 330 Ω a 390 Ω.



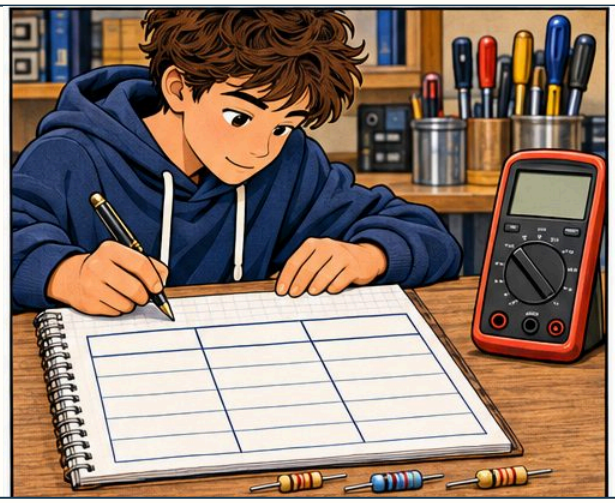
Výsledek výpočtu nemusí odpovídat dílu v zásuvce.



Vybírají podle požadované funkce, poté přepočítají.



Hodnota, tolerance a výkon jsou odlišná kritéria.

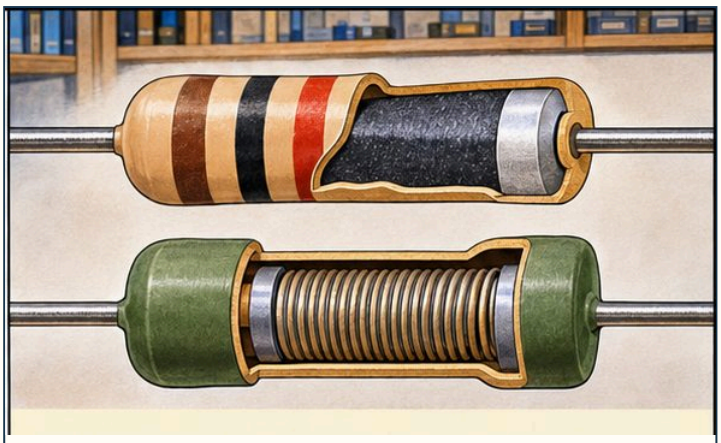


Lucas v seznamu součástek nechá místo pro každé.

Pod stejným názvem



Dva rezistory stejné hodnoty mohou mít různou konstrukci.



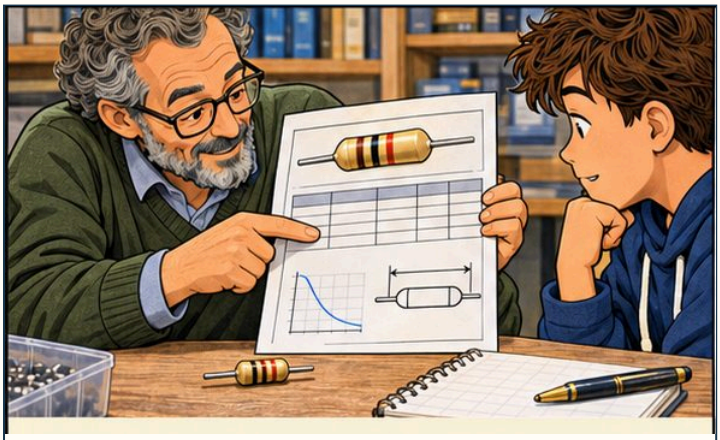
Henri ukazuje vrstvové modely a jeden drátový.



Malé SMD rezistory se osazují přímo na plošný spoj.



Samotná velikost neprozradí toleranci ani všechny meze.

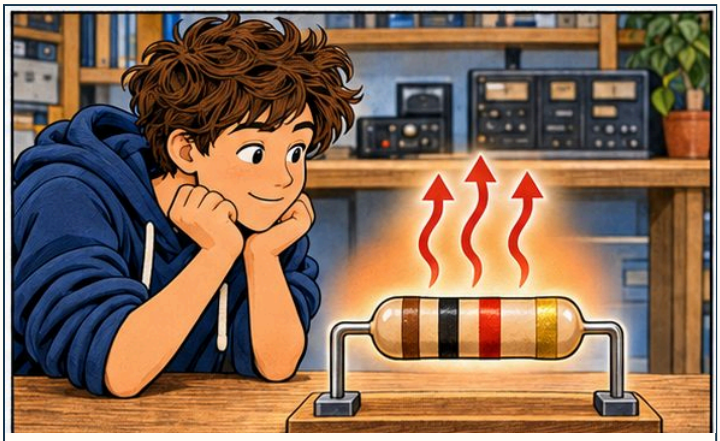


Dokumentace určuje výkon, maximální napětí a podmínky použití.

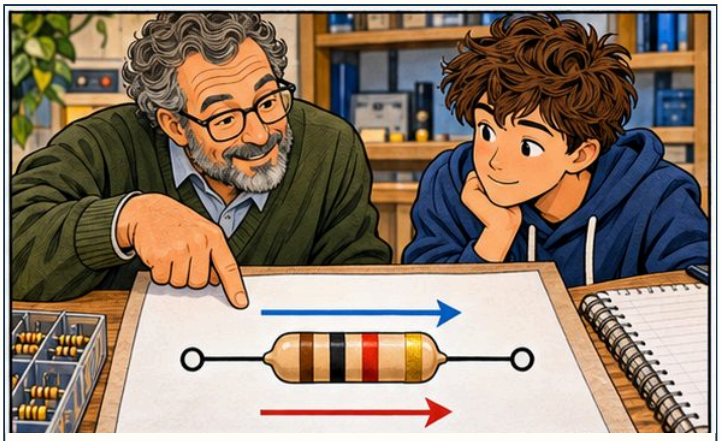


Pro kontrolku vybírají určený díl s dokumentací.

Kam jde energie?



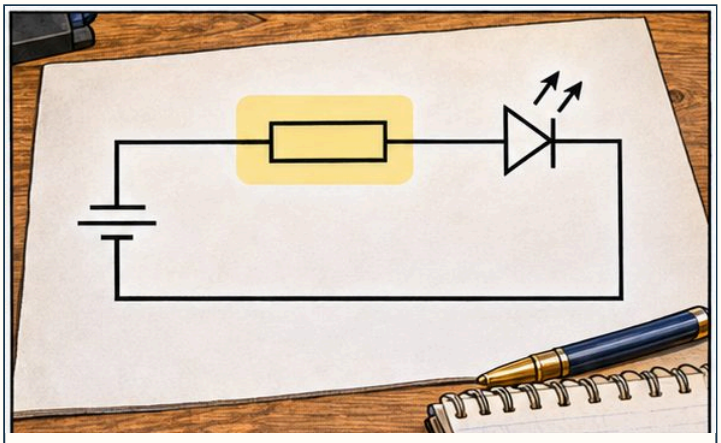
Rezistor mění elektrickou energii v teplo.



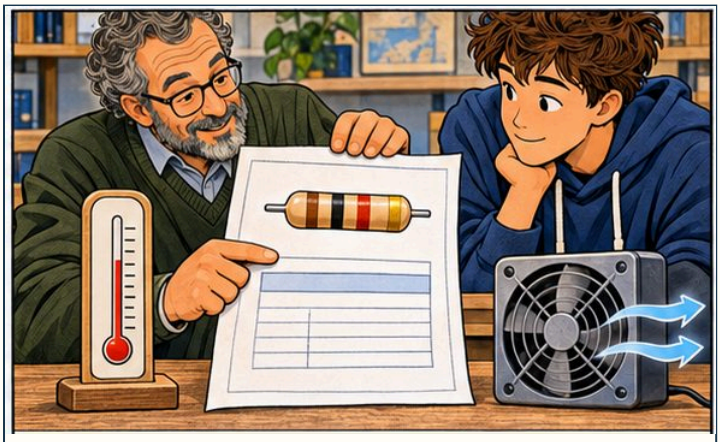
Jeho ztrátový výkon je $P = U \times I$.



S Ohmovým zákonem: $P = R \times I^2 = U^2 / R$.



Tato U a I patří zkoumanému rezistoru.

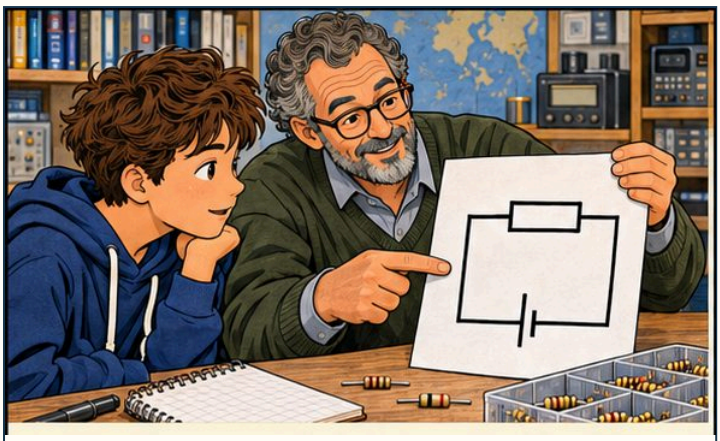


Jmenovitý výkon je mez stanovená za určitých podmínek.



«Více wattů neznamená více ohmů,» uzavírá Lucas.

Příklad se zahříváním



Na papíře počítají: 12 V na 1 kΩ dává 12 mA.



Výkon je 12^2 / 1 000 = 0,144 W.



Díl 0,25 W může vyhovovat, dovolí-li to podmínky použití.



Nechají rezervu a ověří i teplotu okolí.

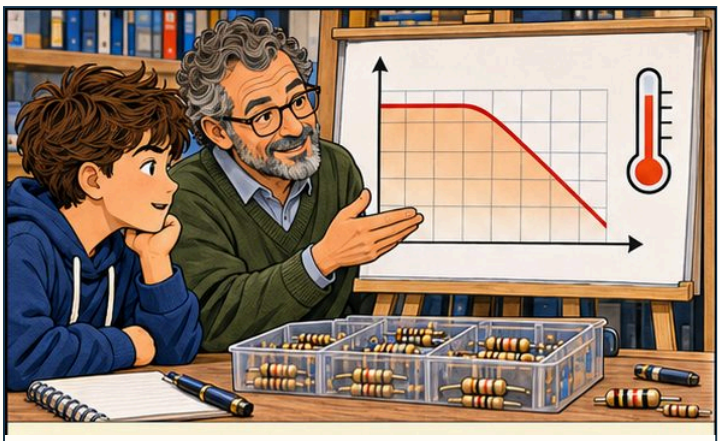


Uzavřený kryt či blízký zdroj tepla může volbu změnit.



K pochopení výpočtu není třeba zkouška zahřívání.

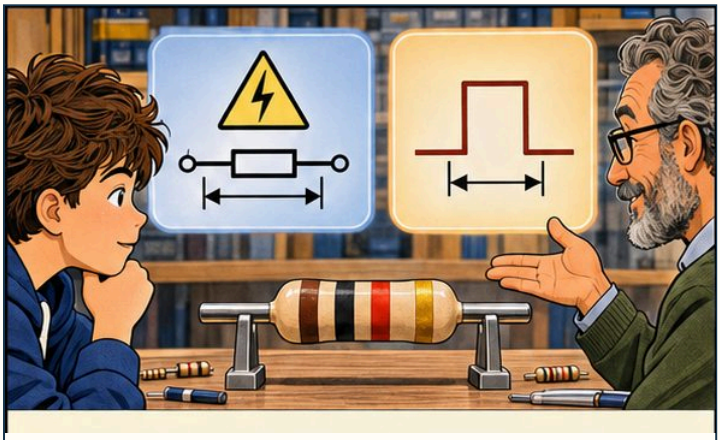
Mez není cíl



S teplotou může odlehčovací křivka snižovat dovolený výkon.



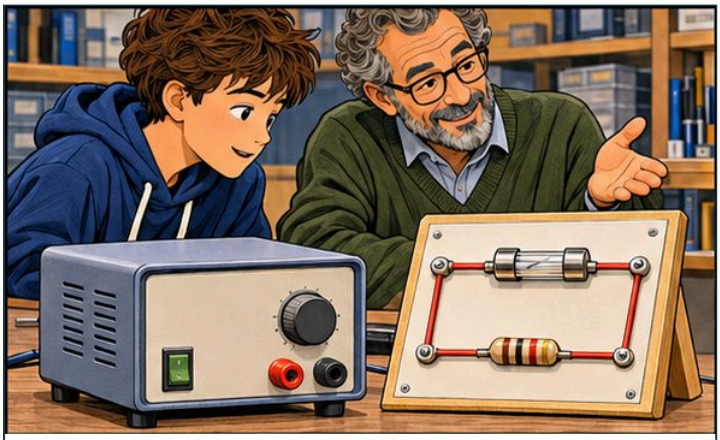
Henri ukazuje křivku v dokumentaci vybraného modelu.



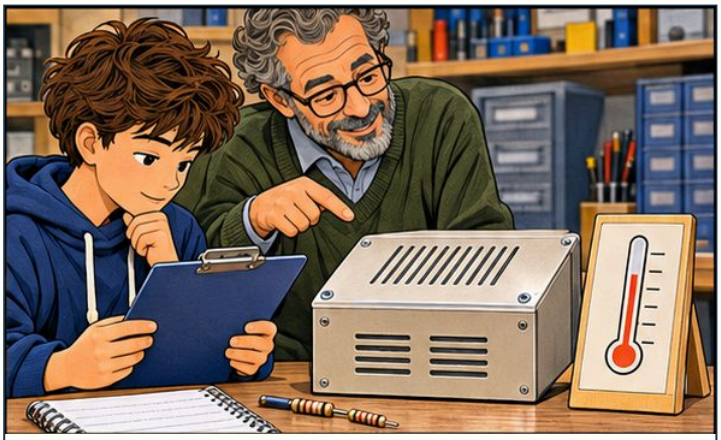
Ověřují i pracovní napětí a případné impulzy.



Ztrátový rezistor nenahrazuje pojistku.

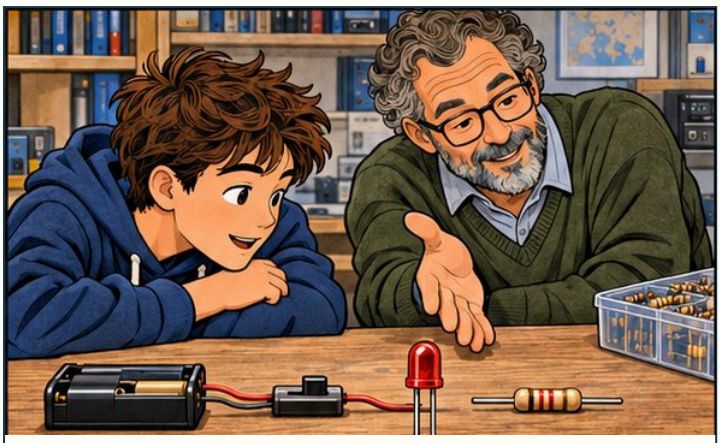


Panel si ponechává ochranu předepsanou konstruktérem.

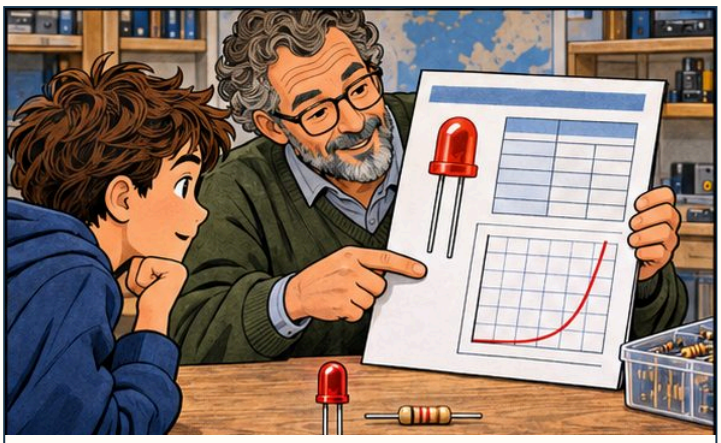


Lucas zvolí rezervu a ověří skutečné podmínky.

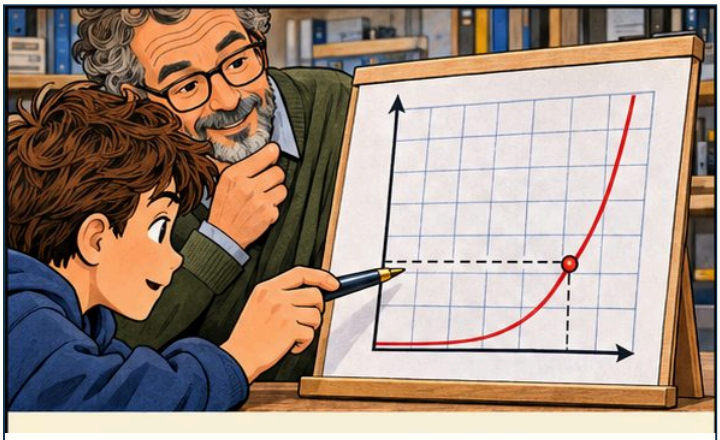
Připravit výpočet kontrolky



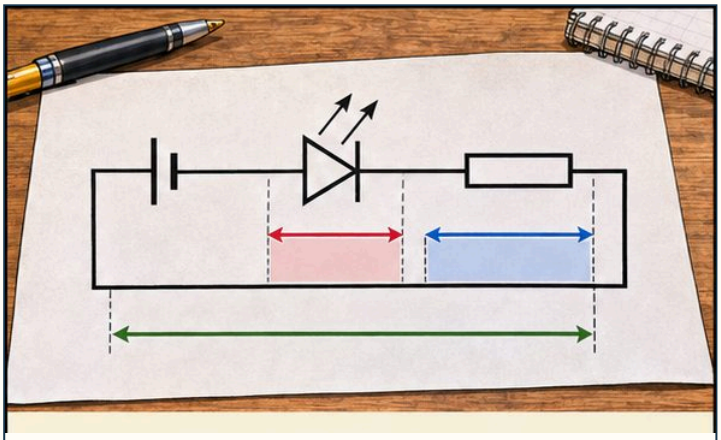
Příklad používá napájení 5 V a červenou LED.



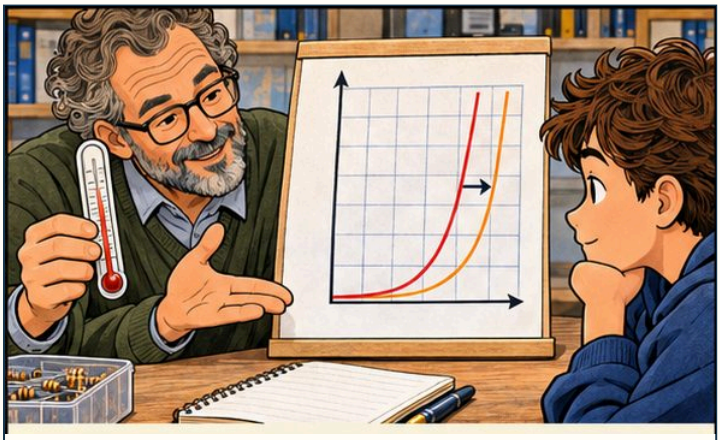
List této LED dovoluje vzít přibližně 2 V při zkoumaném proudu.



Cílem je 10 mA v mezích tohoto modelu.



Sériový rezistor pak má přibližně 5 − 2 = 3 V.

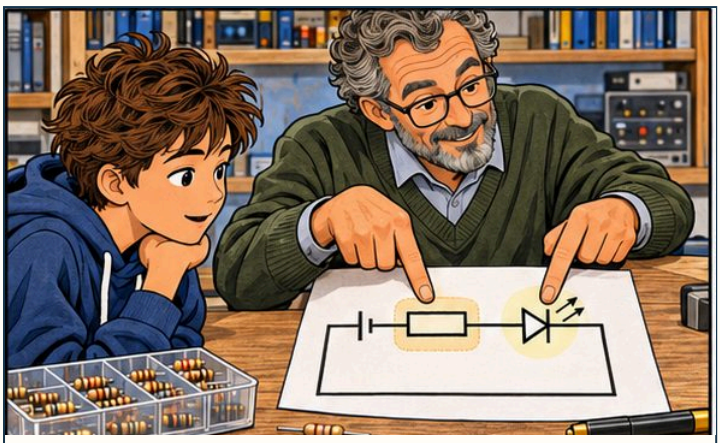


Propustné napětí LED závisí na proudu a teplotě.

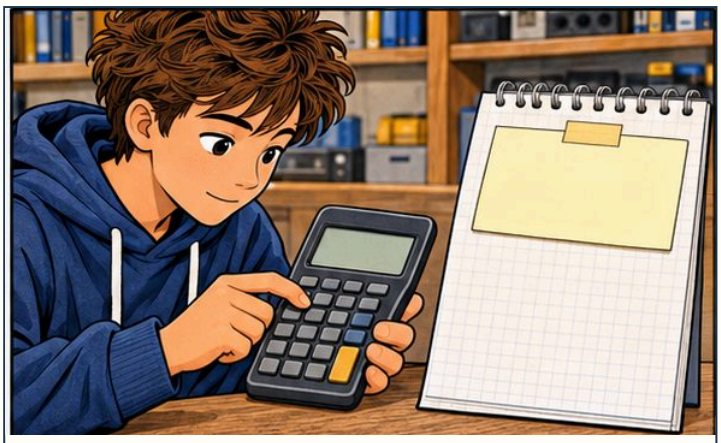


Předpoklady slouží výpočtu a neplatí pro všechny LED.

Teoretická hodnota



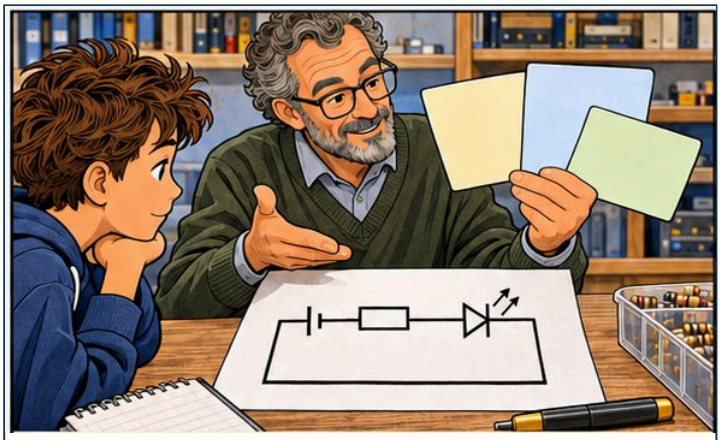
Pro sériový rezistor: R = (Unapájení – ULED) / I.



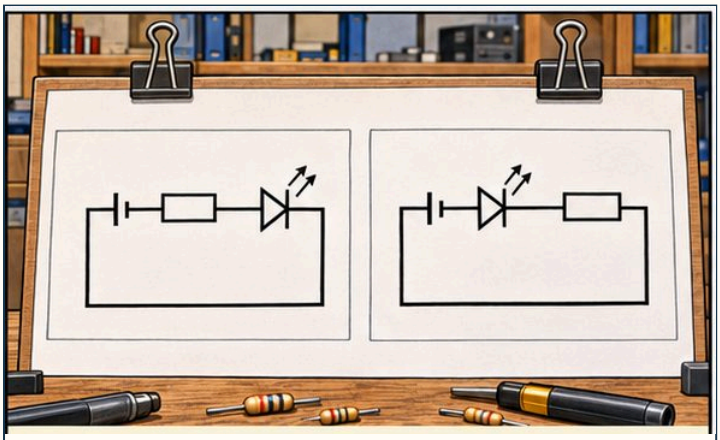
Lucas převádí: 10 mA = 0,010 A.



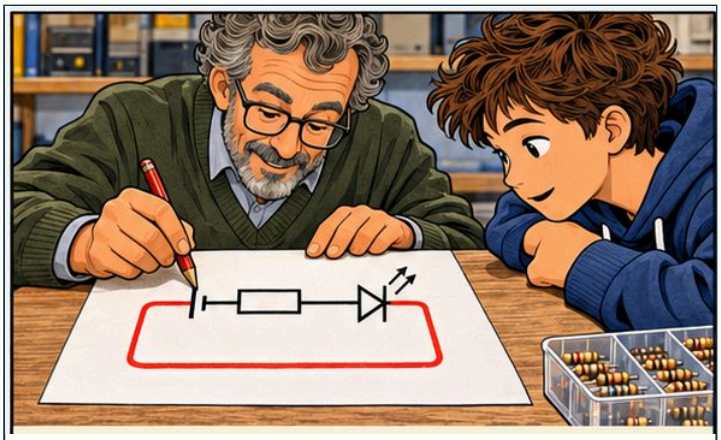
Počítá R = (5 – 2) / 0,010 = 300 Ω.



Hodnota předpokládá napětí příkladu a cílový proud.



V téže sériové smyčce může rezistor být před LED i za ní.

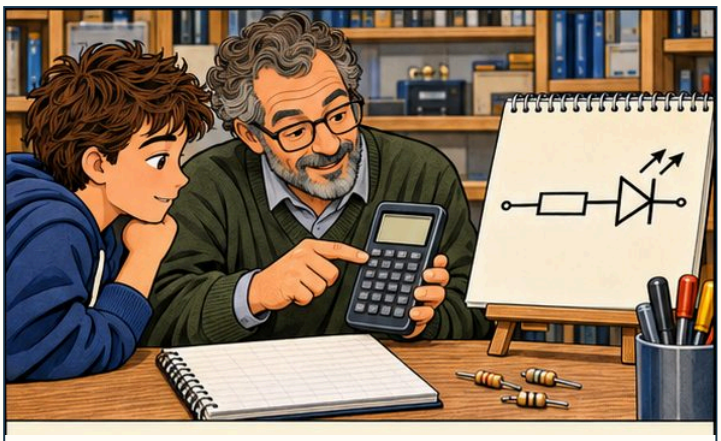


Henri kontroluje schéma, hlavně zda něco neobchází rezistor.

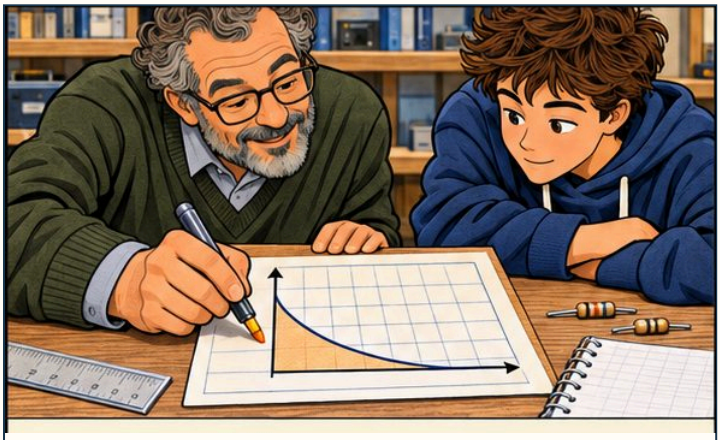
Od výpočtu k zásuvce



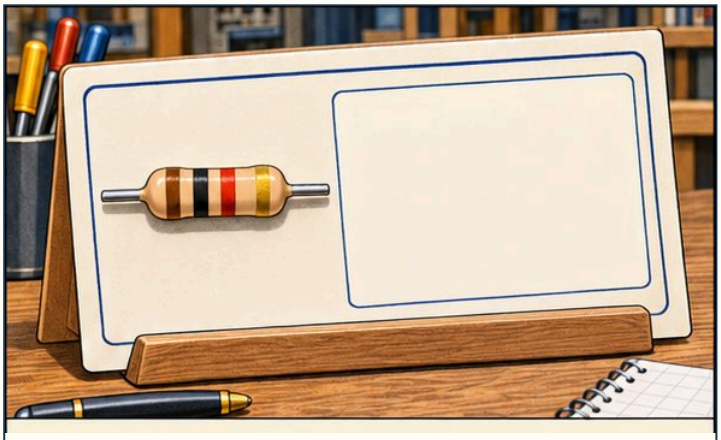
Ze zásob vybírají 330 Ω místo 270 Ω.



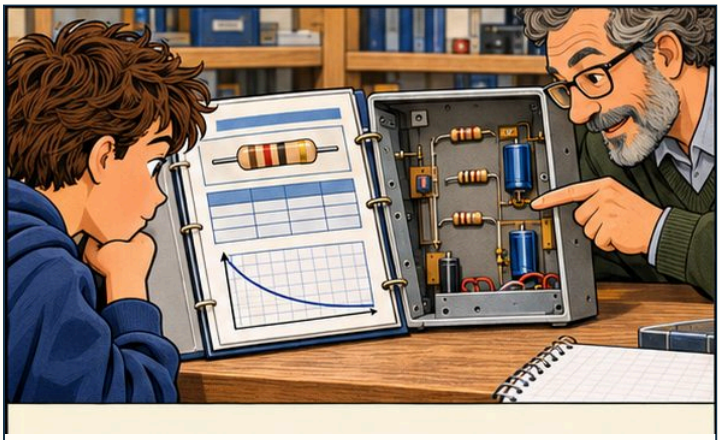
Se stejnými předpoklady I ≈ 3 / 330 ≈ 9,1 mA.



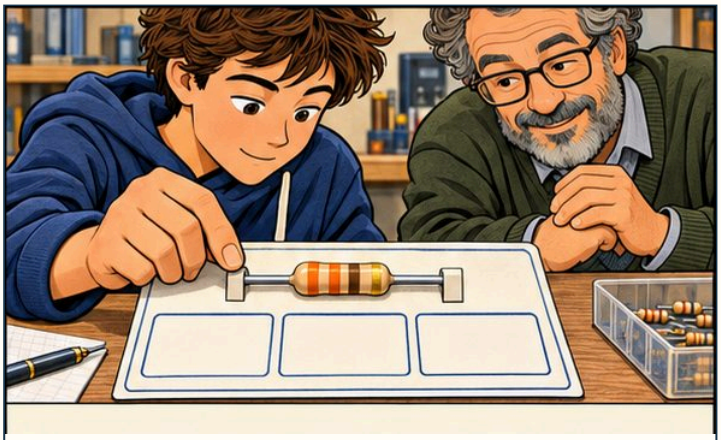
Výkon rezistoru je přibližně 3^2 / 330 ≈ 0,027 W.



Známý díl 0,25 W zde nabízí pohodlnou tepelnou rezervu.

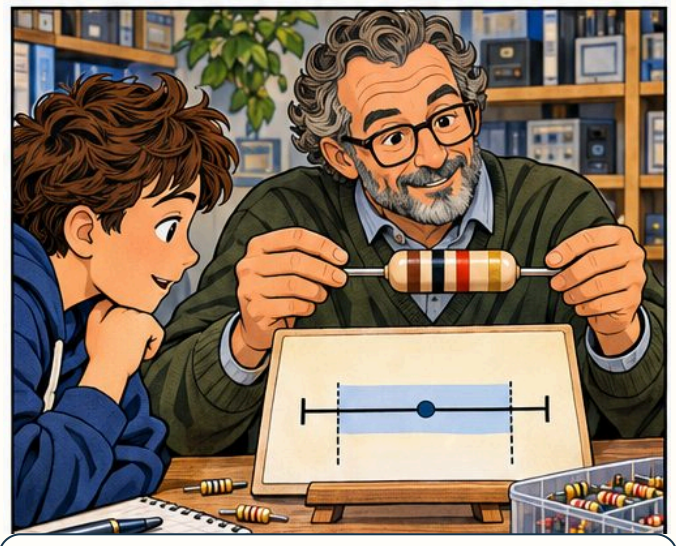


Přesto ověřují dokumentaci a očekávané podmínky panelu.



Lucas píše: 330 Ω, ±5 %, 0,25 W; všechna tři kritéria.

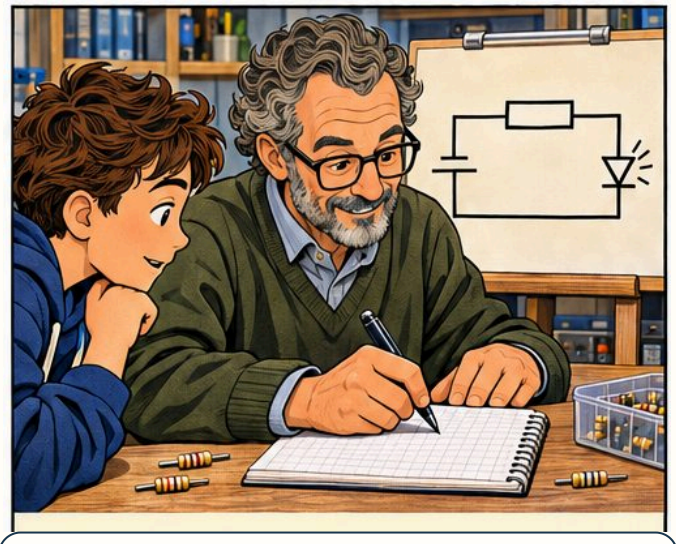
Myslet na odchylky



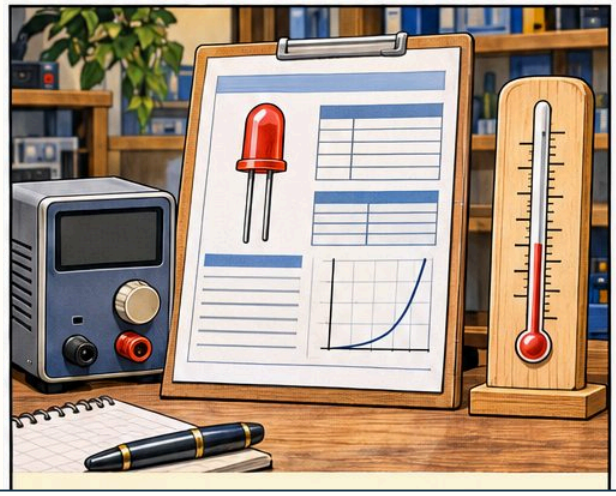
Už tolerance R mění vypočtený proud.



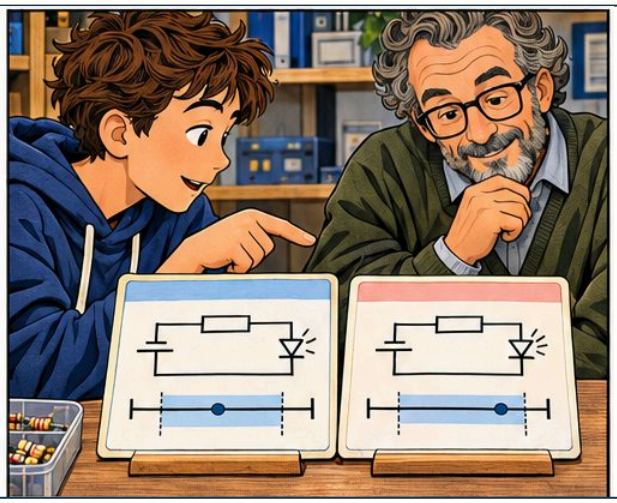
Při 3 V na rezistoru dává 313,5 Ω asi 9,57 mA.



Při 346,5 Ω vychází přibližně 8,66 mA.



Také napájení a napětí LED mají své odchylky.



U reálného zapojení se podle listů ověřuje nepříznivý případ.



«Užitečné přiblížení uchovává předpoklady,» pamatuje si Lucas.

Správný čas pro ohmmetr



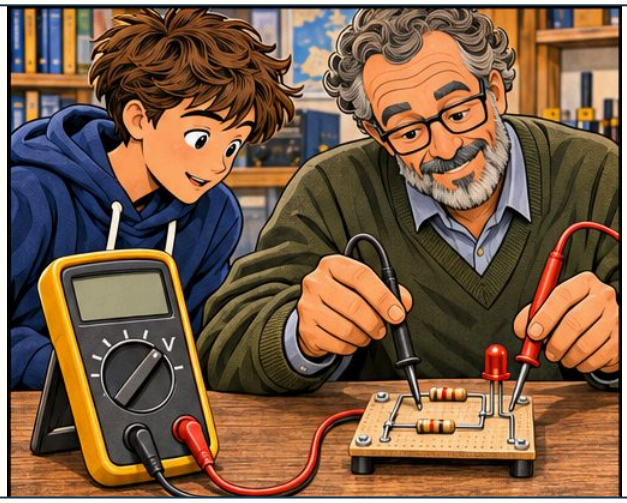
Ohmmetr přivádí malý signál, aby určil odpor.



Nepoužívá se na napájeném obvodu.



Henri vypne, odpojí a provede vybití panelu podle postupu.



Poté vhodným nastavením ověří nepřítomnost napětí.



Až po těchto kontrolách přejdou na měření odporu.



Lucas doplní přesné pořadí do diagnostického listu.

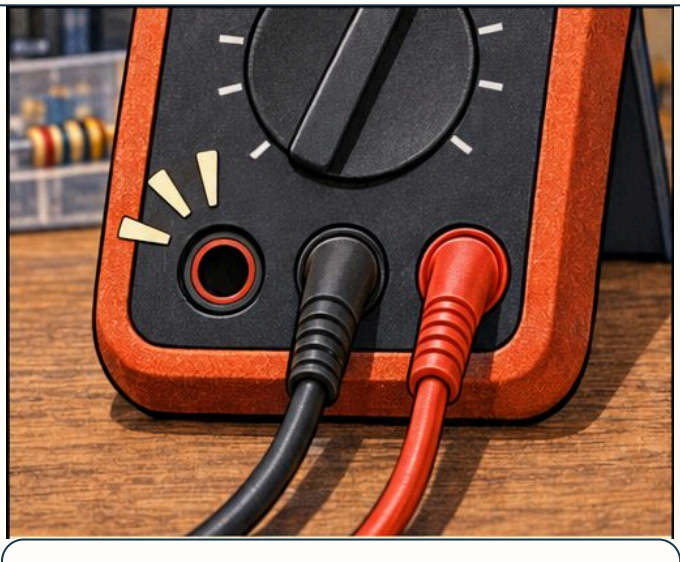
Připravit hroty



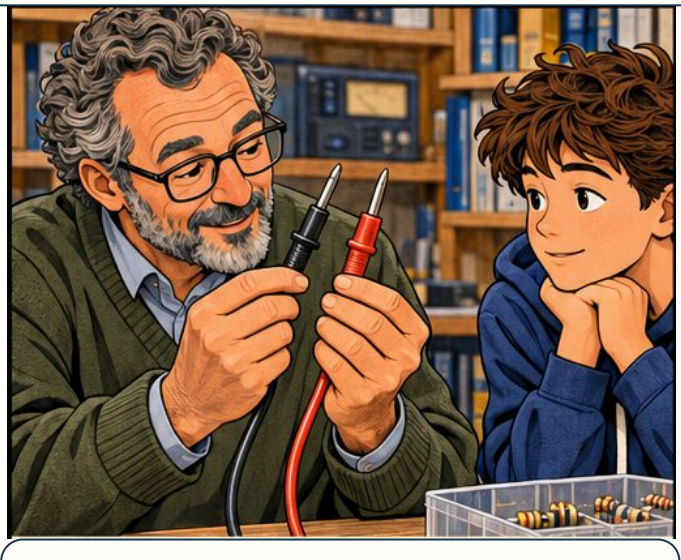
Pro zdířky a rozsah dodržují návod multimetru.



Černý konektor patří do COM, červený do vstupu pro ohmy.



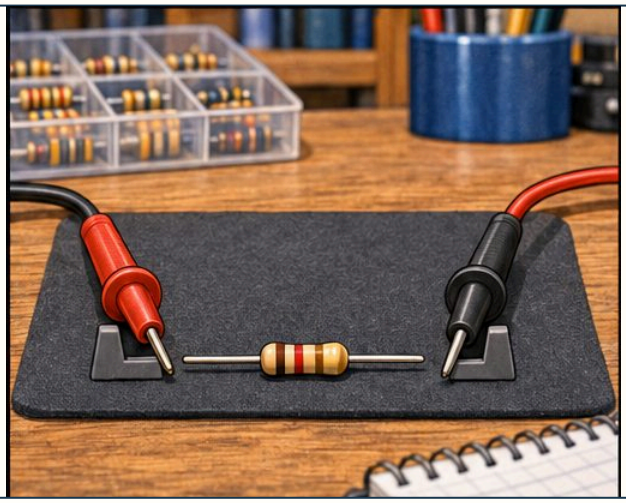
Proudový vstup se pro toto měření nepoužívá.



Kontrolují stav vodičů a kontakt hrotů.

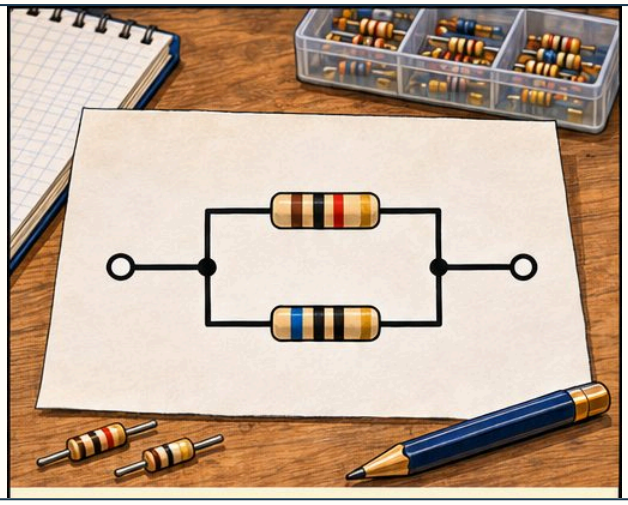


Prsty a špatné kontakty zkreslují údaj, zvláště u velkých odporů.

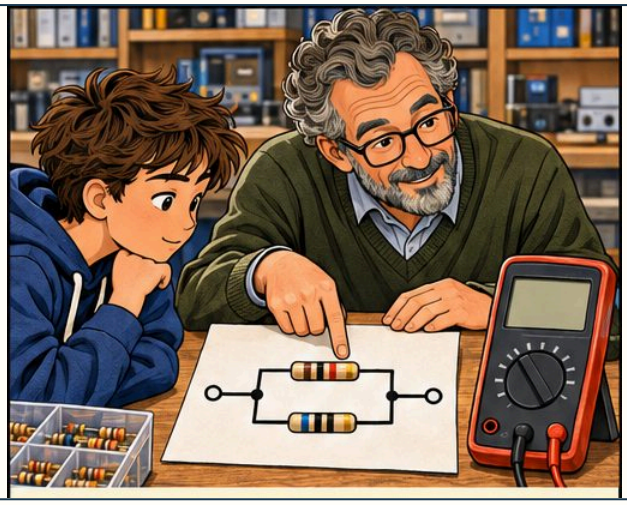


Lucas položí díl na izolační podložku a ruce drží stranou.

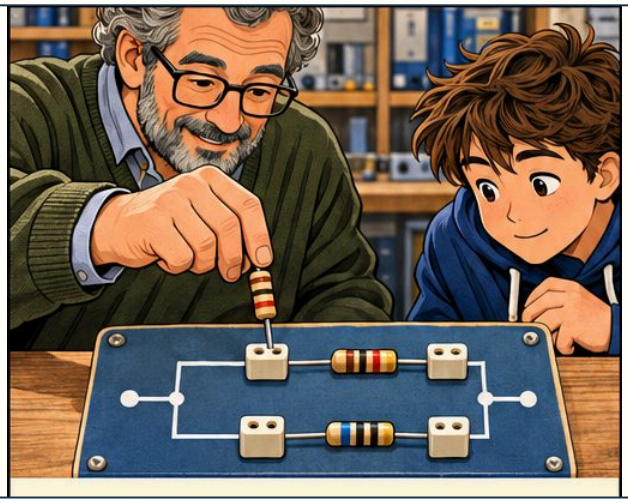
Vyhnout se skrytým cestám



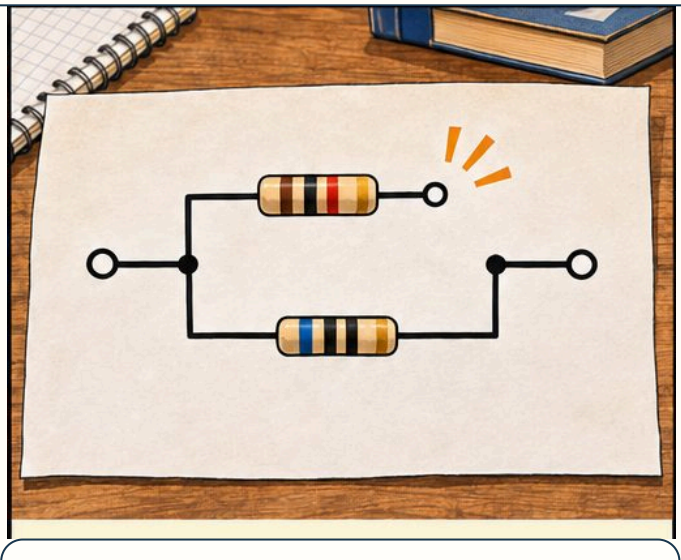
Ostatní součástky mohou v obvodu vytvořit paralelní cesty.



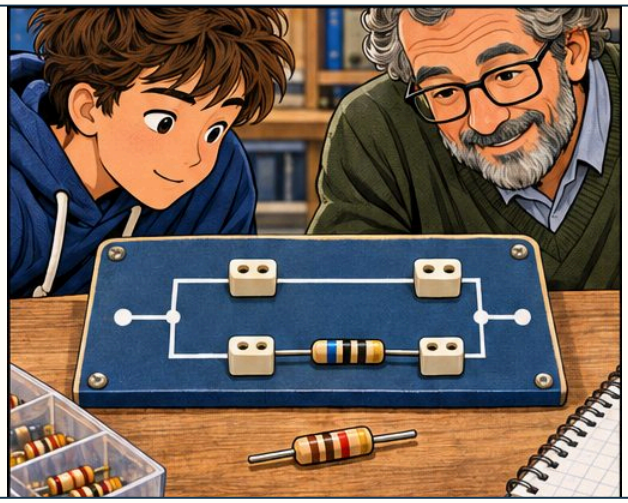
Údaj potom nemusí odpovídat samotnému rezistoru.



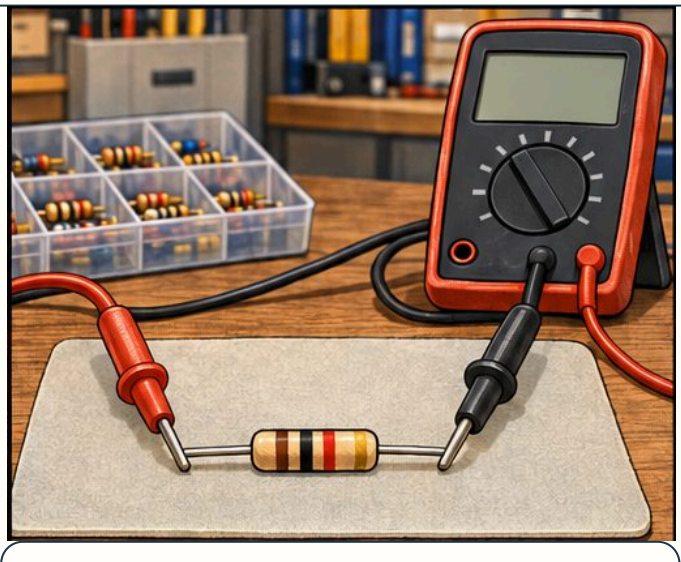
Z odpojeného zásuvného panelu vyjmou díl z držáku.



Jinde může být nutné odpojit jeden vývod.



Tady nic neodpájejí: držák umožňuje oddělení.

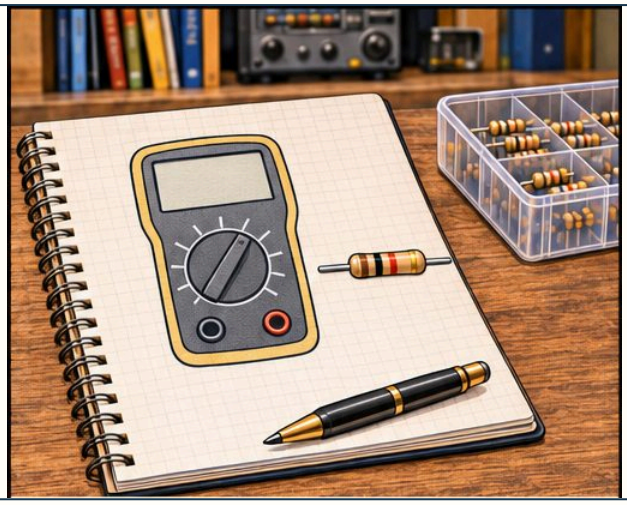


Vyjmutý rezistor lze teď měřit samostatně.

Nepřeceňovat údaj



Nejdřív cvičí se známým rezistorem 1 kΩ při ±5 %.



Sešit ukazuje možný údaj: 0,998 kΩ, tedy 998 Ω.



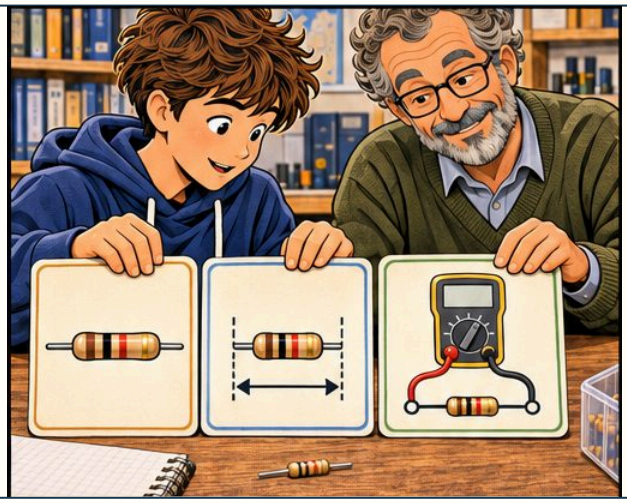
Hodnota je v jmenovitém intervalu 950 Ω až 1 050 Ω.



Přesnost multimetru a kvalita kontaktů omezují závěr.



Pípnutí průchodnosti nenahrazuje číselné měření odporu.

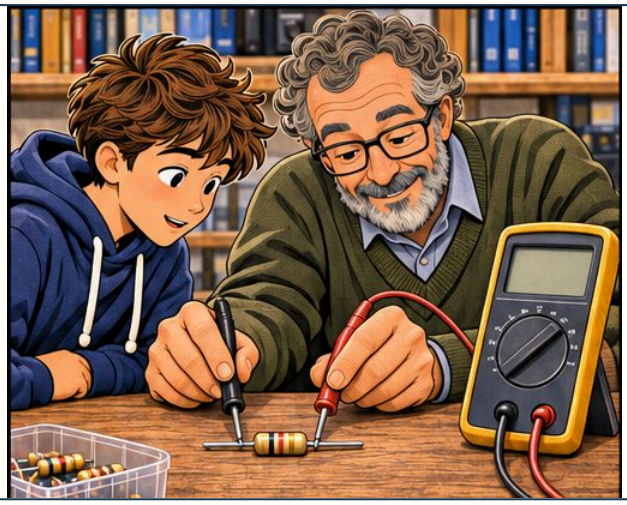


Lucas vždy porovnává jednotku, očekávané rozmezí a podmínky.

Stopa, ještě ne závěr



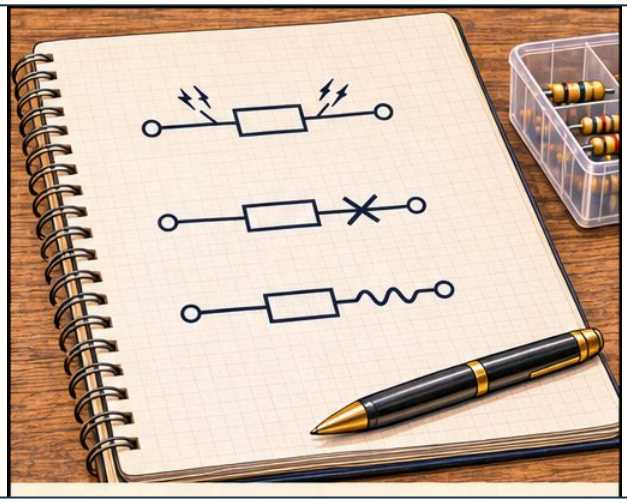
Díl vyjmutý z kontrolky má poškozený kontakt vývodu.



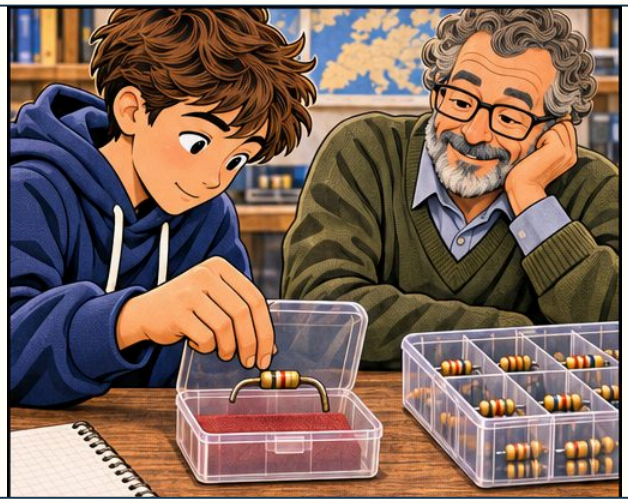
Údaj je nestálý; Henri obnoví měřicí kontakty.



Chování srovnávají se známou součástkou.



Údaj mimo rozsah může způsobit díl, vodiče či kontakt.



Podezřelý díl odloží, aniž tvrdí, že určili celou závadu.

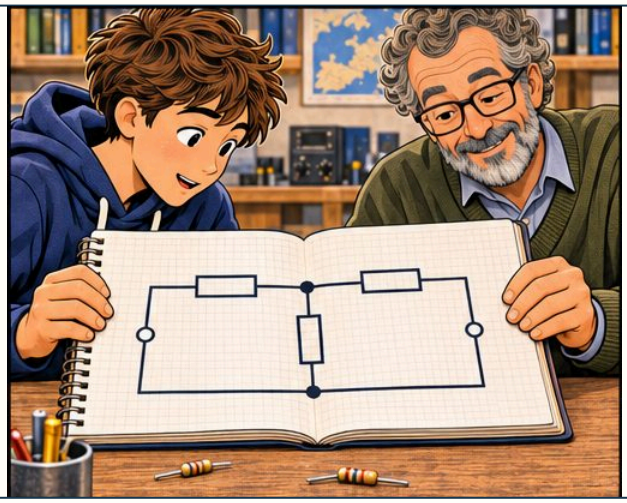


Schéma je ještě musí naučit, jak rezistory pracují společně.

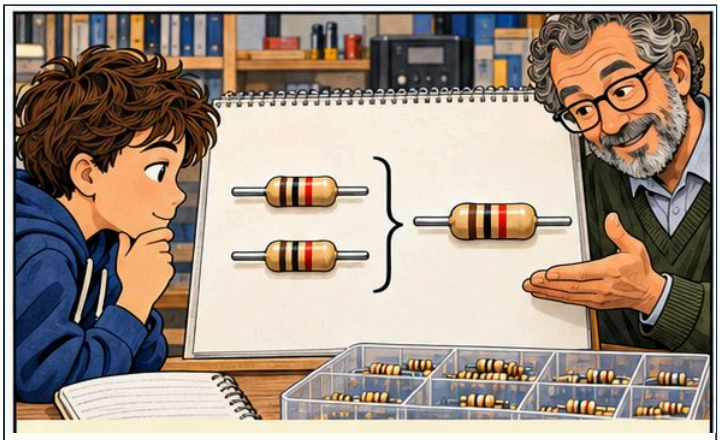
Po jediné cestě



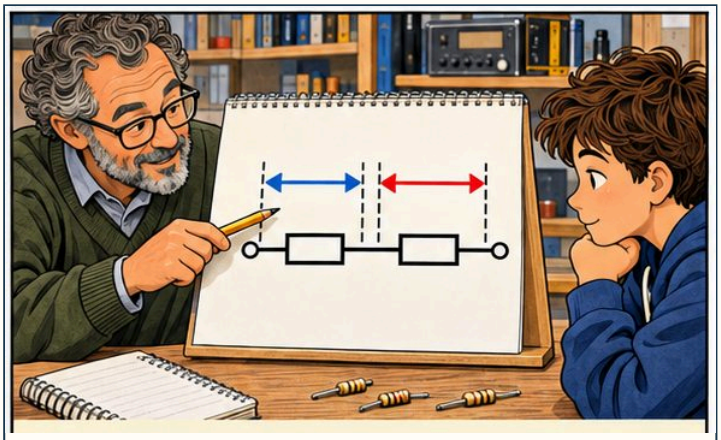
Dva rezistory jsou v sérii, pokud jimi teče stejný proud bez odbočky.



Výsledný odpor je R = R1 + R2.



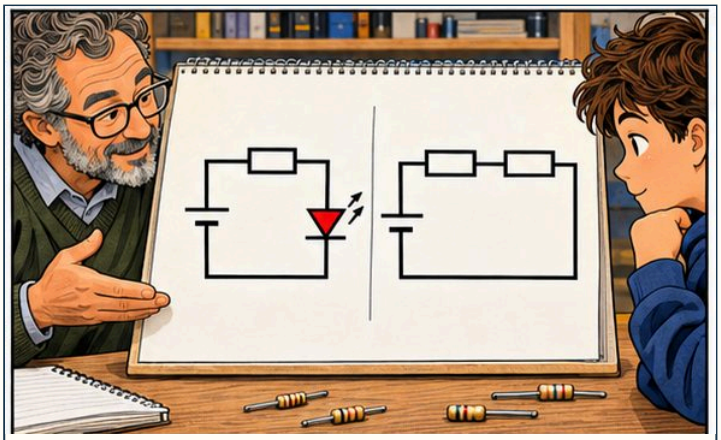
Dva rezistory 1 kΩ v sérii dávají 2 kΩ.



Celkové napětí se rozdělí podle jejich hodnot.

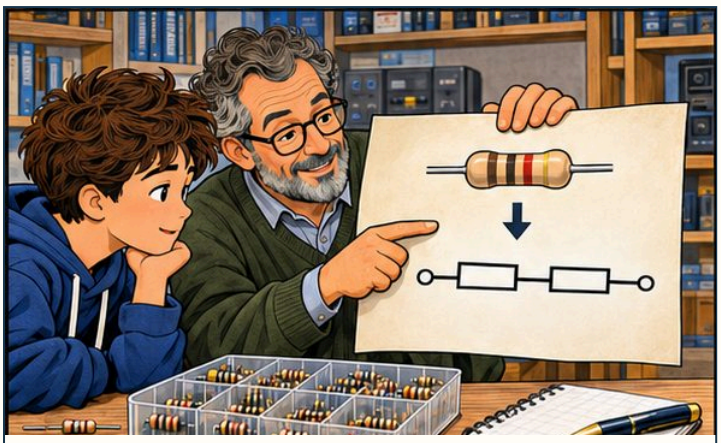


Každý díl musí snést své napětí a svůj výkon.

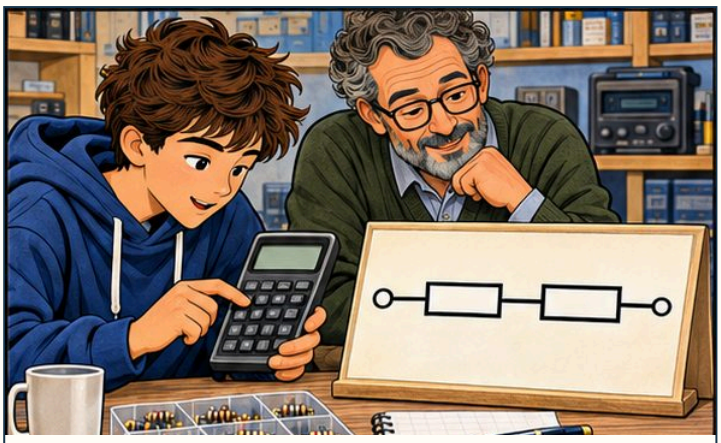


Lucas kreslí jednu cestu a znovu nachází sériový rezistor LED.

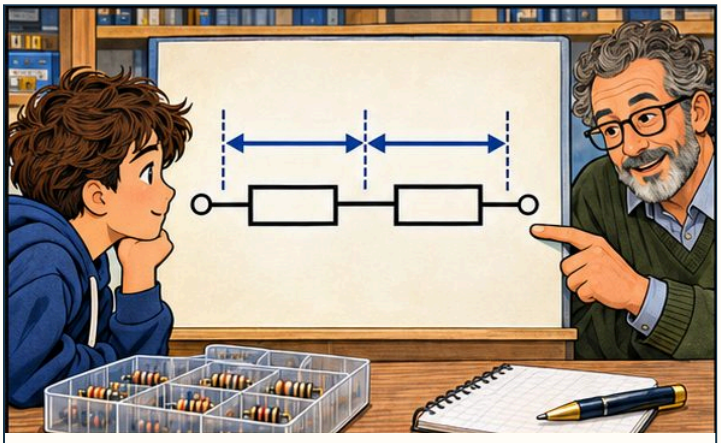
Dělení v sérii



Na papíře 5 V napájí dva stejné sériové rezistory 1 kΩ.



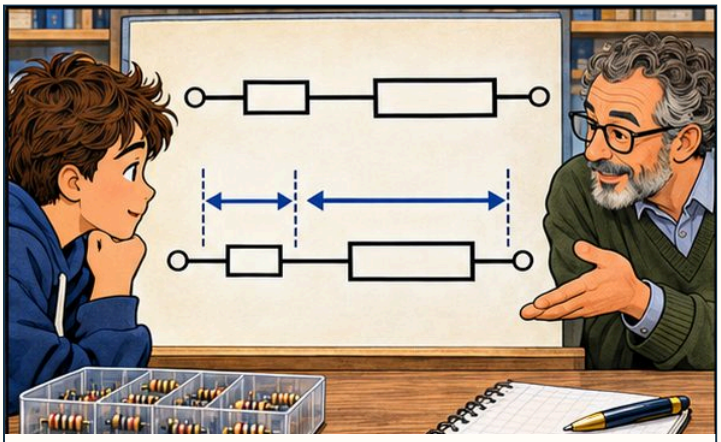
Proud je 5 / 2 000 = 0,0025 A, tedy 2,5 mA.



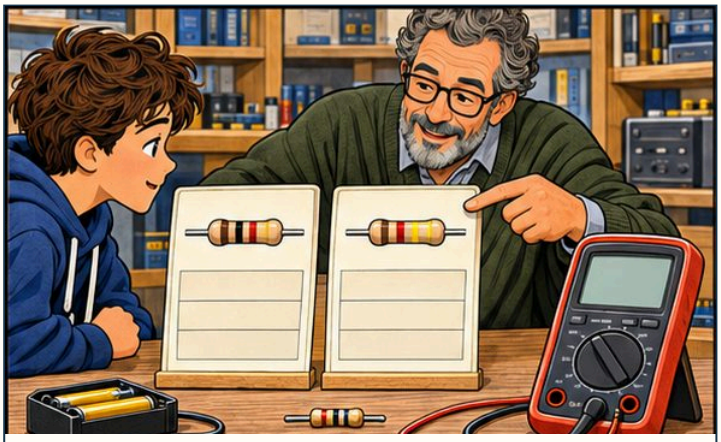
Každý má v ideálním modelu 2,5 V.



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

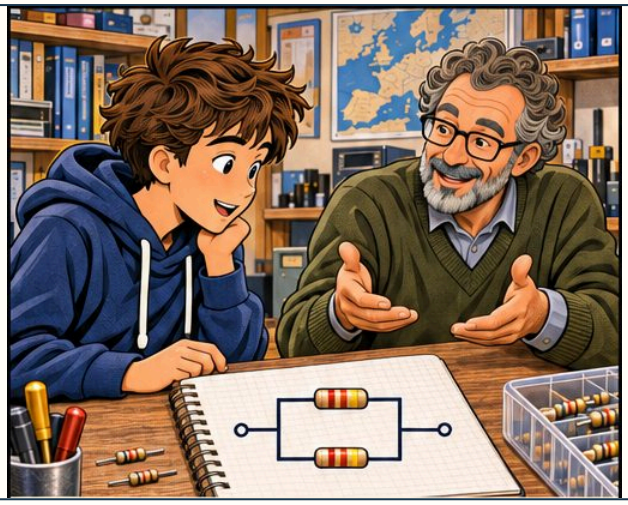


Různé hodnoty by jinak dělily napětí a výkon.

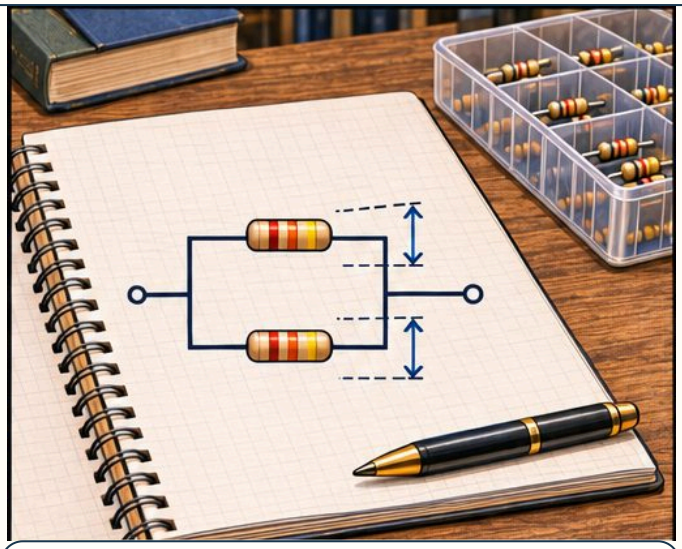


Henri zdůrazňuje: sečtení wattů pouzder k výběru nestačí.

Dvě cesty mezi dvěma vývody



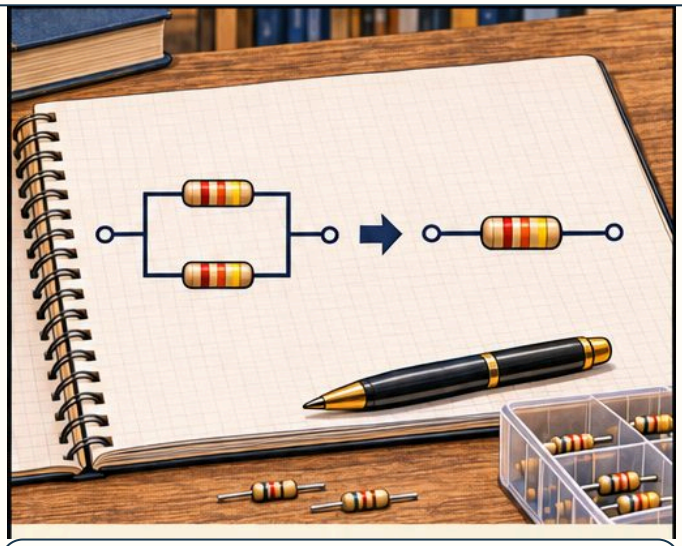
Paralelní rezistory jsou spojeny se stejnými dvěma uzly.



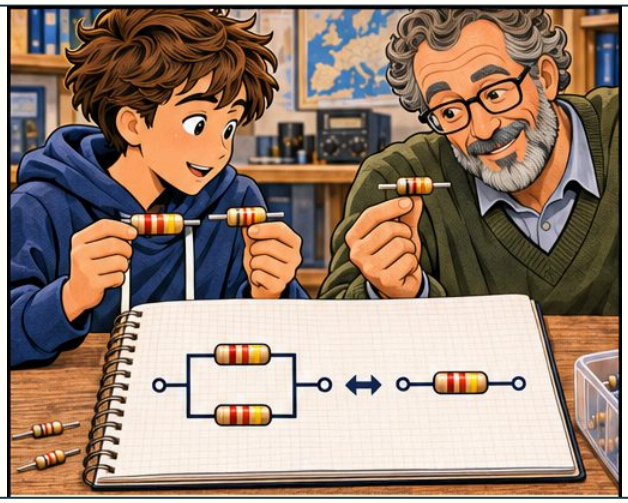
Mají tedy na vývodech stejné napětí.



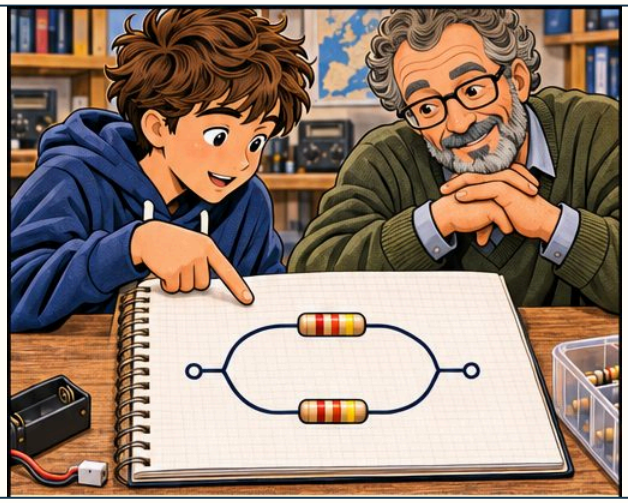
Pro dvě větve: 1 / R = 1 / R1 + 1 / R2.



Dva rezistory 1 kΩ paralelně dávají 500 Ω.

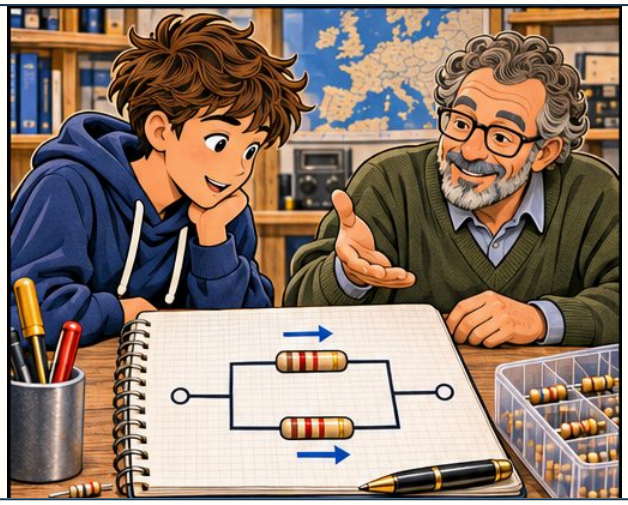


Výsledný odpor je menší než nejmenší kladný odpor těchto větví.

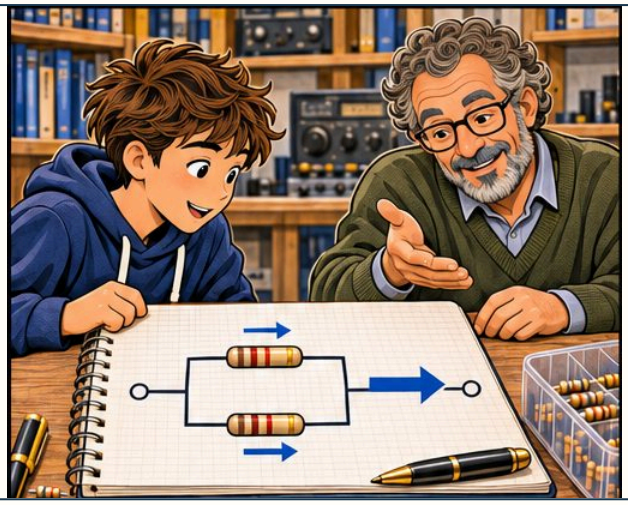


Lucas ověřuje uzly; poloha na obrázku nestačí.

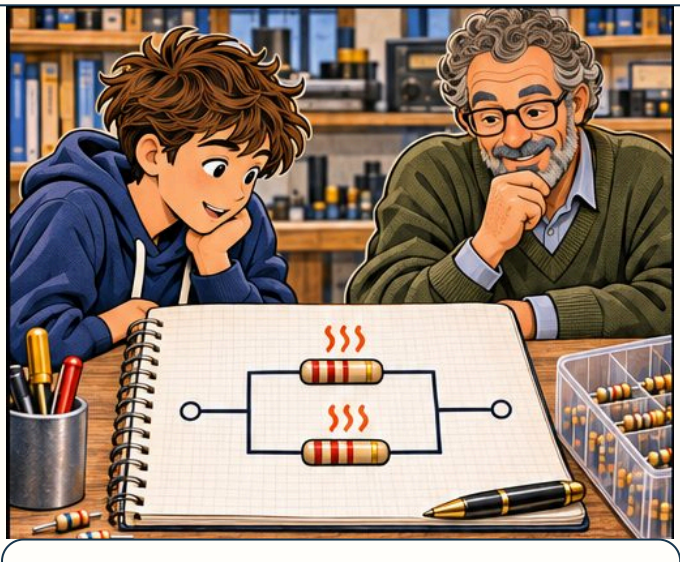
Proud se dělí do větví



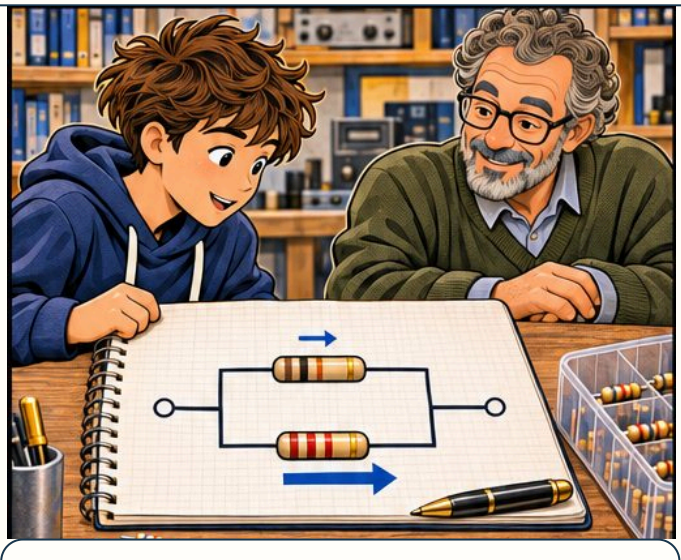
Při 5 V na každém rezistoru 1 kΩ odebírá každá větev 5 mA.



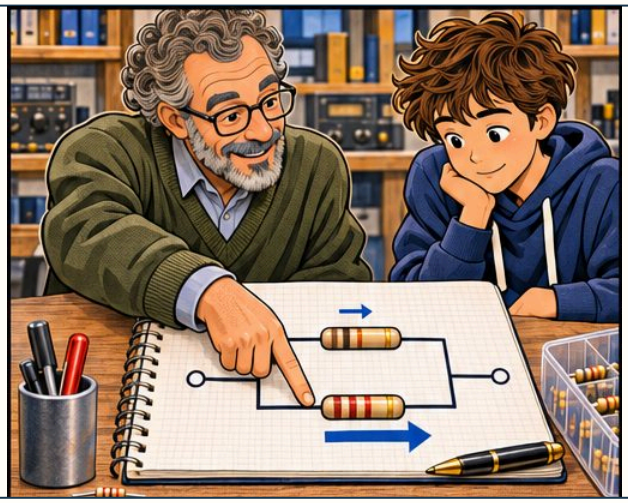
Zdroj dodává součet: 10 mA v tomto ideálním příkladu.



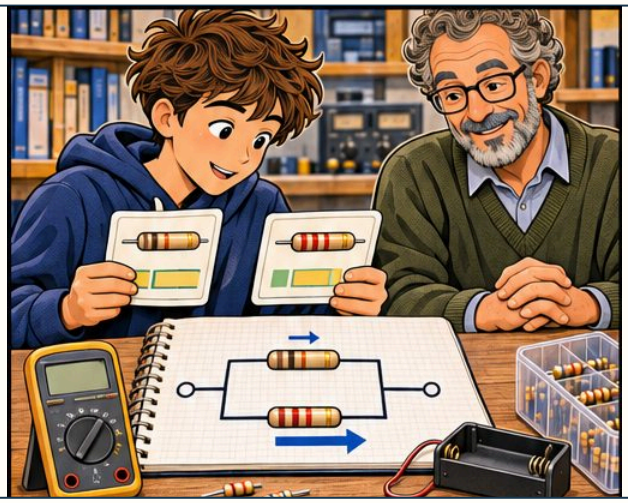
Každý rezistor ztrácí 5^2 / 1 000 = 0,025 W.



Při různých hodnotách nejsou proudy stejné.

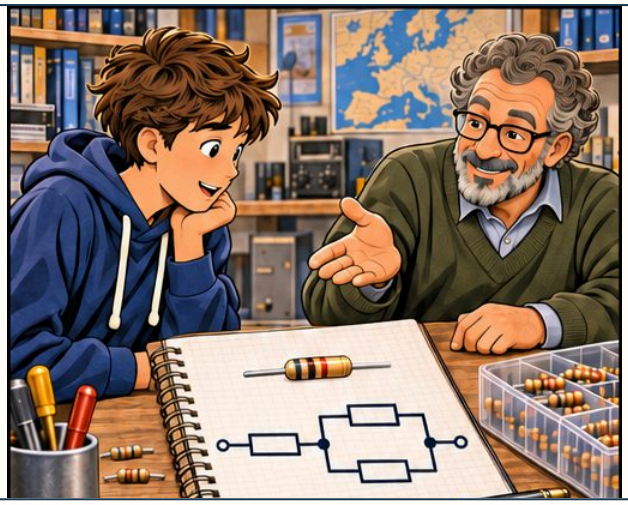


Při stejném napětí teče menším odporem větší proud.



Lucas chápe, proč dva paralelní rezistory vyžadují dvě kontroly.

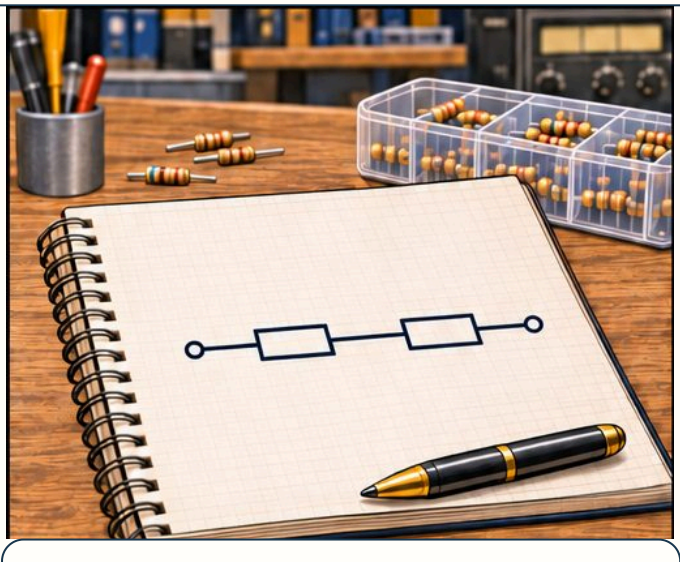
Zjednodušit bez zmatku



Henri kreslí 1 kΩ v sérii se dvěma paralelními rezistory 1 kΩ.



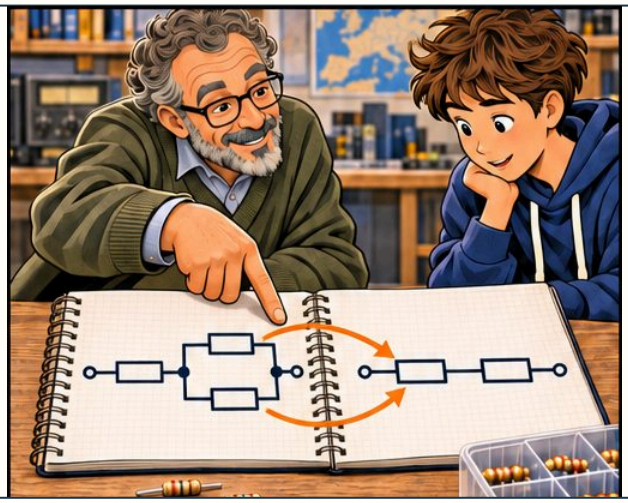
Lucas nejdřív nahradí paralelní dvojici odporem 500 Ω.



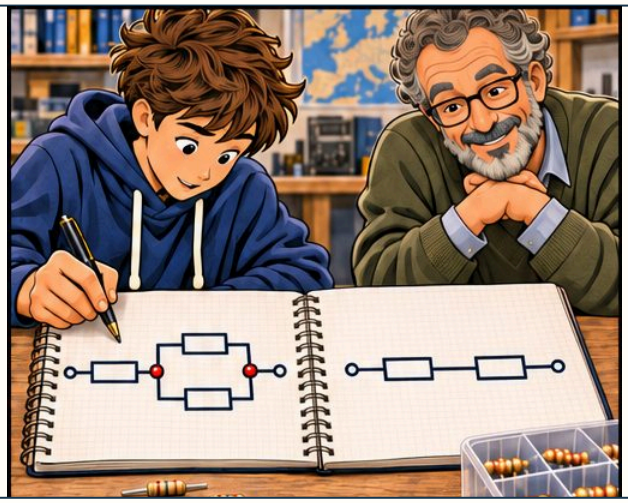
Pak přičte sériový: 1 000 + 500 = 1 500 Ω.



Ponechá původní obrázek, aby dohledal proud každé součástky.



Výsledný odpor popisuje vývody, ale neruší vnitřní omezení.



Postup zabrání volbě vzorce jen podle vzhledu schématu.

Vytvořit mezilehlé napětí



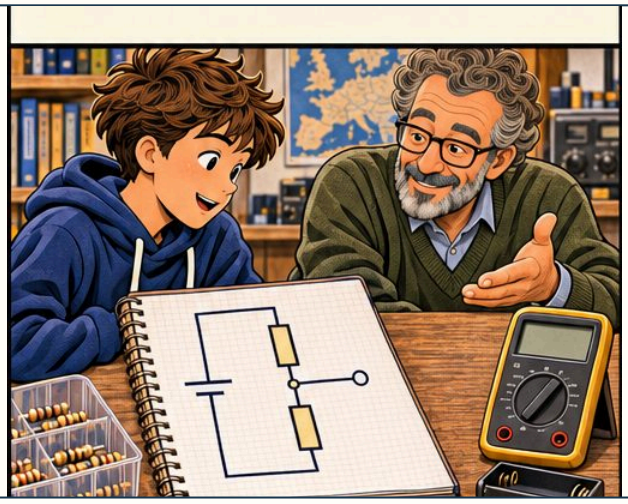
Dva sériové rezistory mohou tvořit dělič napětí.



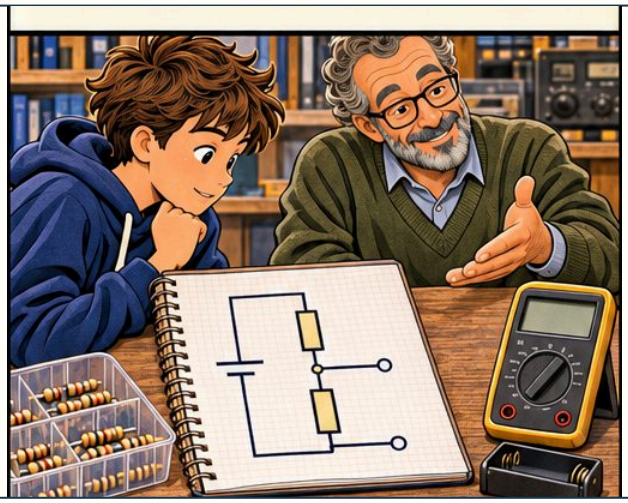
Bez zátěže: Uvýstup = Uvstup × R2 / (R1 + R2).



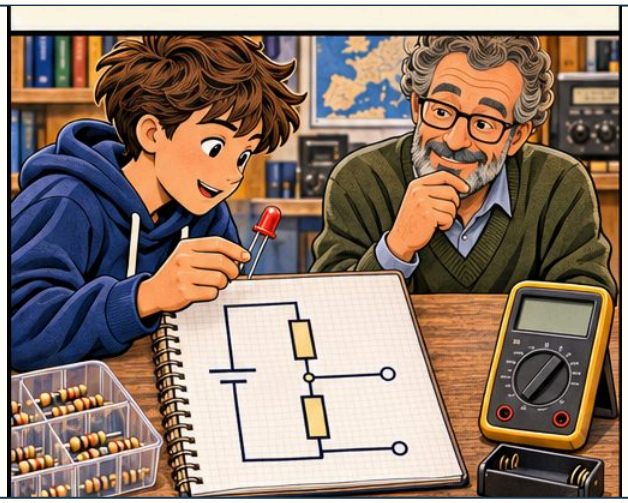
Výstup je na R2, mezi středním a referenčním bodem.



Při 5 V a dvou rezistorech 1 kΩ je ideálně 2,5 V.

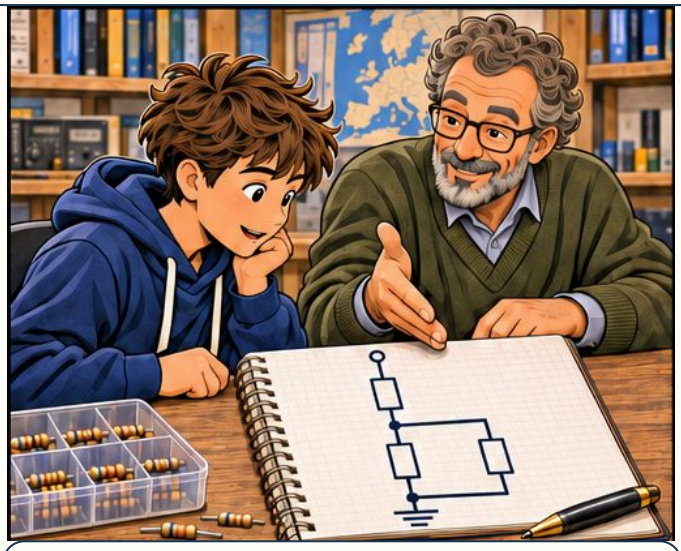


To předpokládá, že výstup prakticky neodebírá proud.

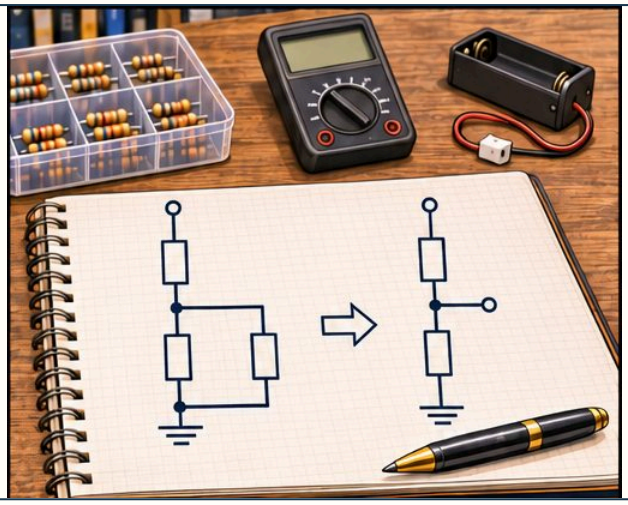


Lucas chce připojit LED; Henri ukáže, co by se změnilo.

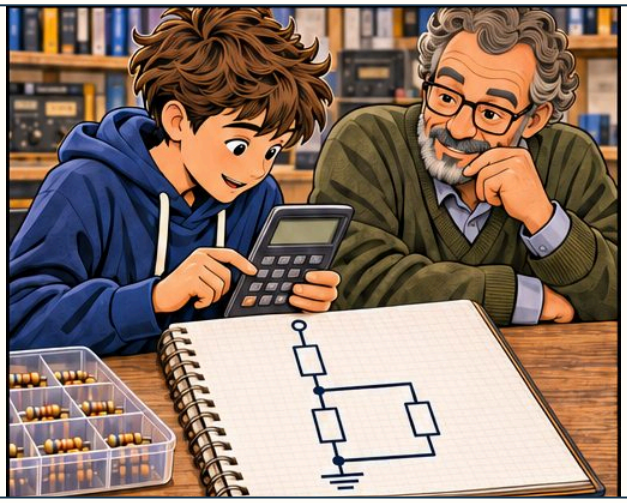
Když je výstup zatížen



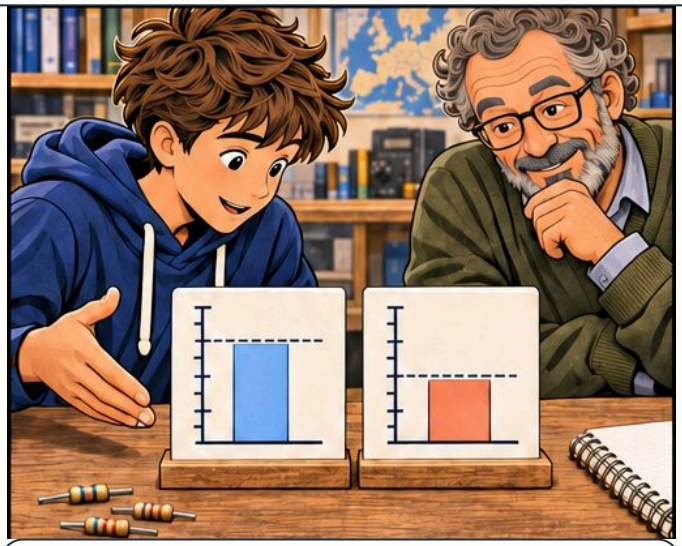
Zátěž na výstupu je zapojena paralelně k R2.



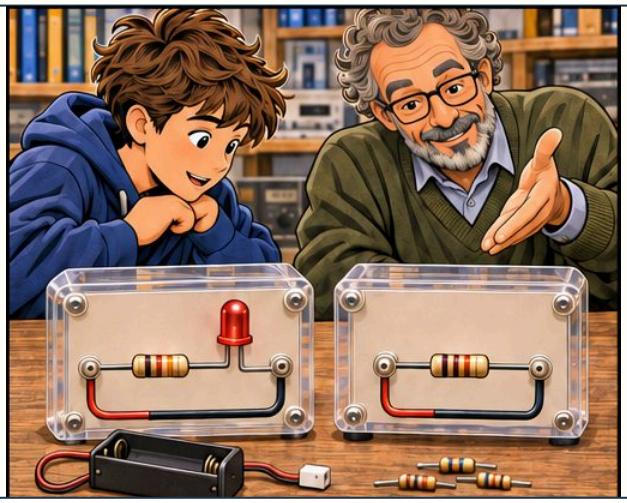
Se zátěží 1 kΩ dává R2 o 1 kΩ ekvivalent 500 Ω.



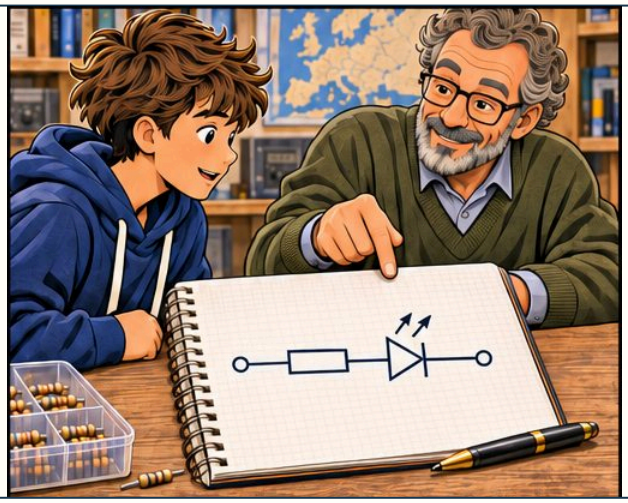
Výstup je pak 5 × 500 / (1 000 + 500) ≈ 1,67 V.



Už není 2,5 V: zátěž změnila dělič.



LED není ohmická zátěž, takže výpočet její případ přesně nepopisuje.



U kontrolky ponechají předepsanou sérii bez improvizovaného děliče.

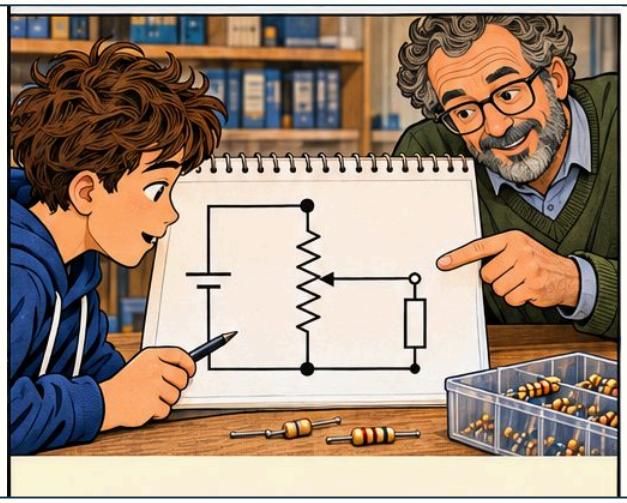
Jezdec potenciometru



Potenciometr má odporovou dráhu a pohyblivý jezdec.



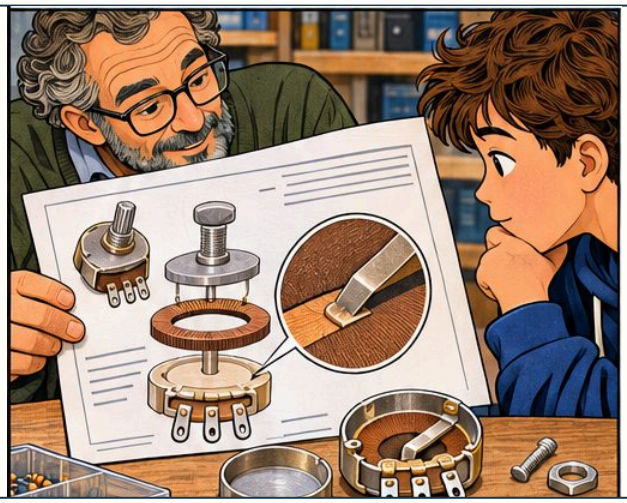
Tři vývody umožňují nastavitelný dělič.



Zátěž ovlivňuje také napětí odebírané z jezdce.



Se dvěma vývody může podle zapojení sloužit jako proměnný odpor.

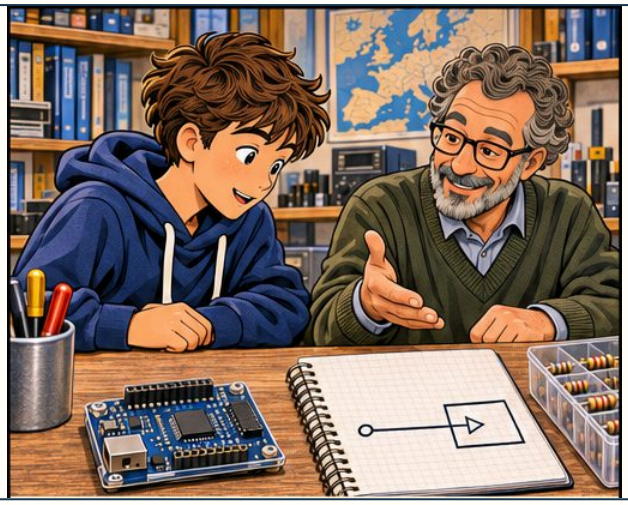


Je třeba ověřit výkon, proud jezdce a propojení.

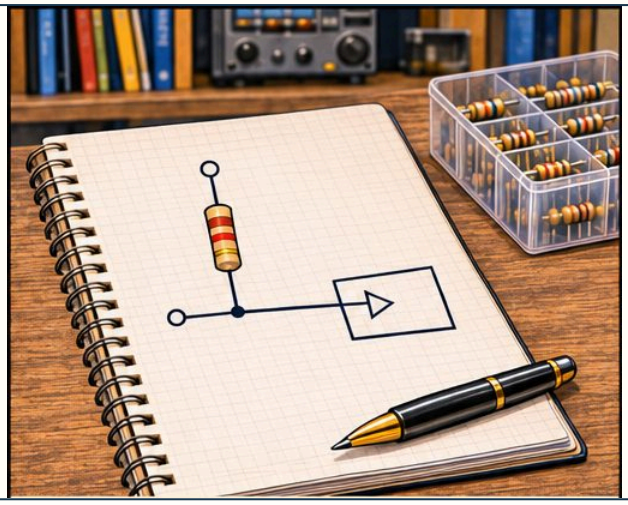


Lucas nechce zrušit pevný ochranný rezistor LED.

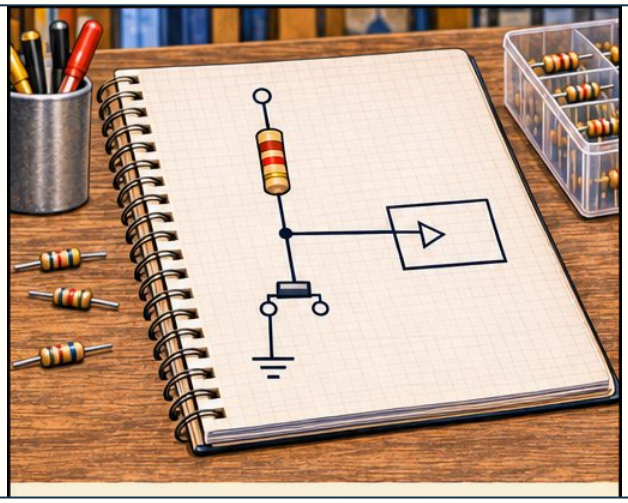
Určit stav vstupu



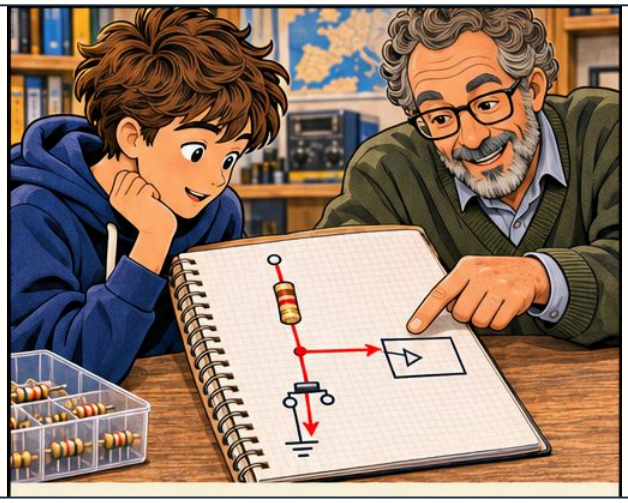
Plovoucí vstup výukové desky může číst nejistý stav.



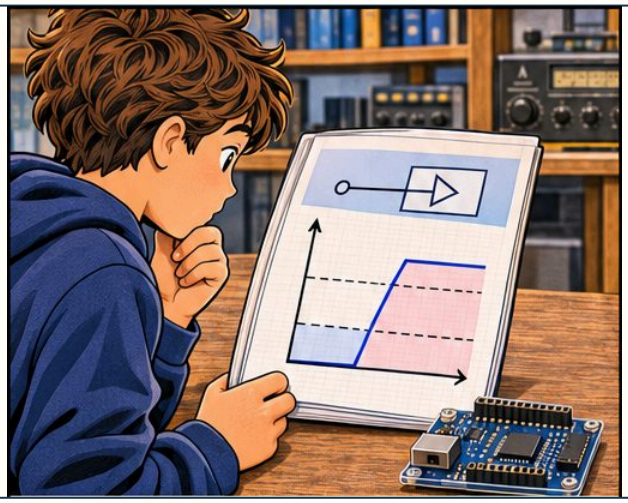
Rezistor směrem k napájení určuje v klidu vysokou úroveň.



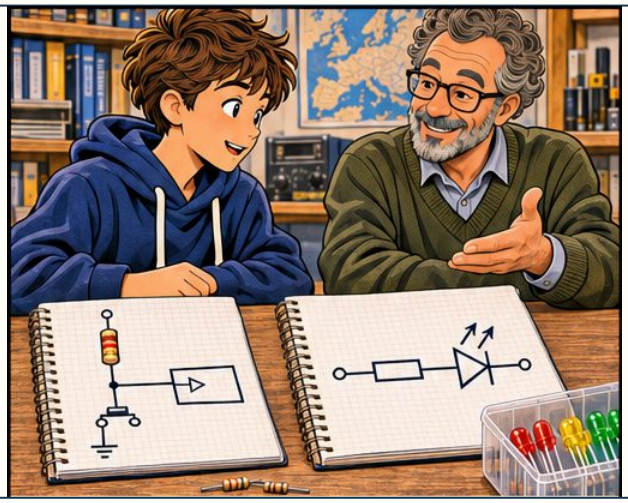
Tlačítko k referenci v sepnutém stavu vynutí nízkou úroveň.



Rezistor pak omezuje proud mezi napájením a tlačítkem.



Hodnota závisí na vstupu, jeho prazích a dokumentaci.

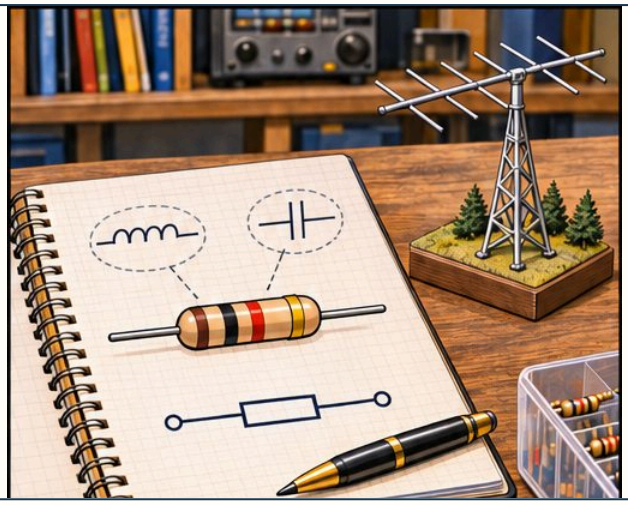


Henri ukazuje úlohu na obrázku; kontrolka si ponechá jednoduchý obvod.

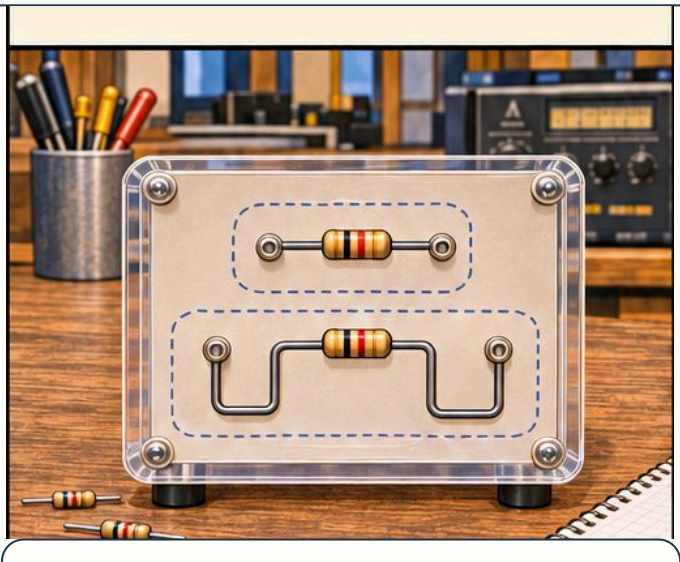
V rádiu má model meze



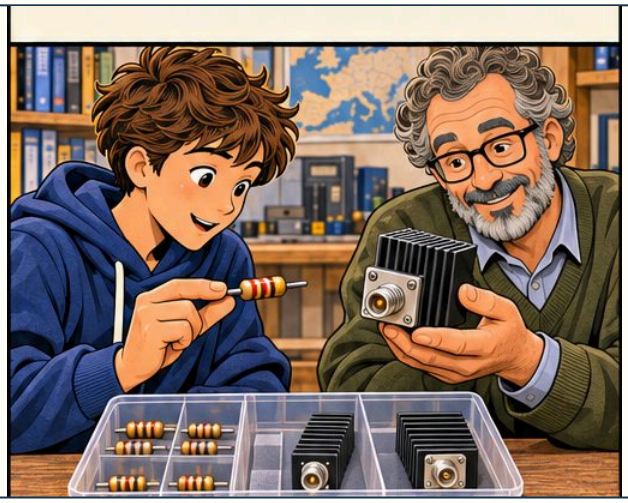
Rezistory slouží také k předpětí, útlumu nebo zakončení rádiového obvodu.



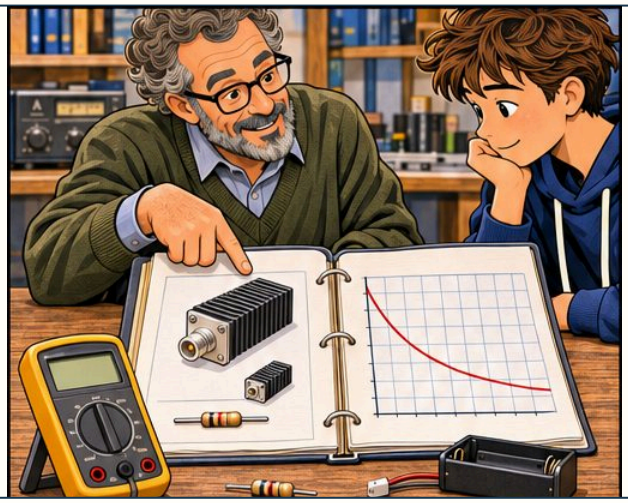
Při vysoké frekvenci mohou působit parazitní indukčnost a kapacita.



Vliv mají také spoje a rozmístění.



Libovolný rezistor 50 Ω nemusí být dobrou VF zátěží.



Pásmo, výkon a konstrukce musí odpovídat použití.



Lucas uklízí VF příklady: dílna nic nevysílá.

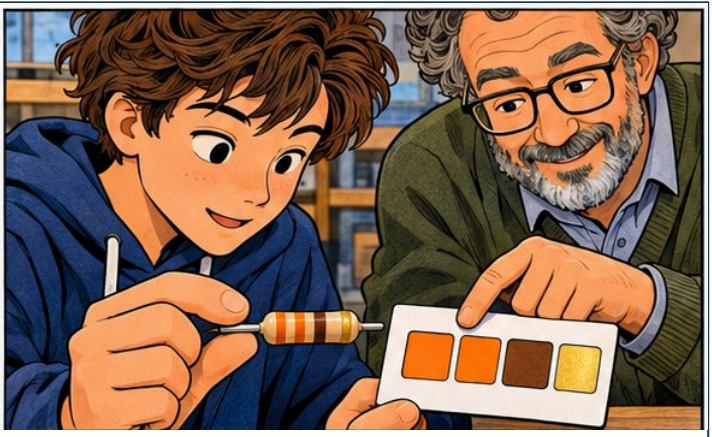
List náhrady



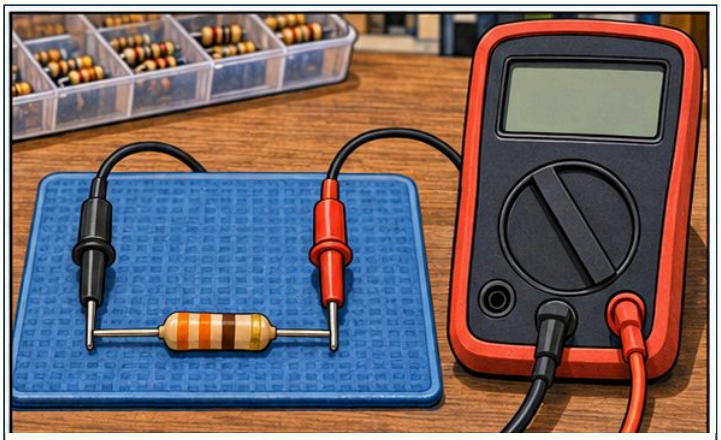
Lucas shromažďuje schéma a označení LED i rezistoru.



Pro doložený příklad zůstává volba 330 Ω, ±5 %, 0,25 W.



S tabulkou potvrzuje oranžovou, oranžovou, hnědou, zlatou.



Nový rezistor měří samostatně, mimo jakýkoli napájený obvod.

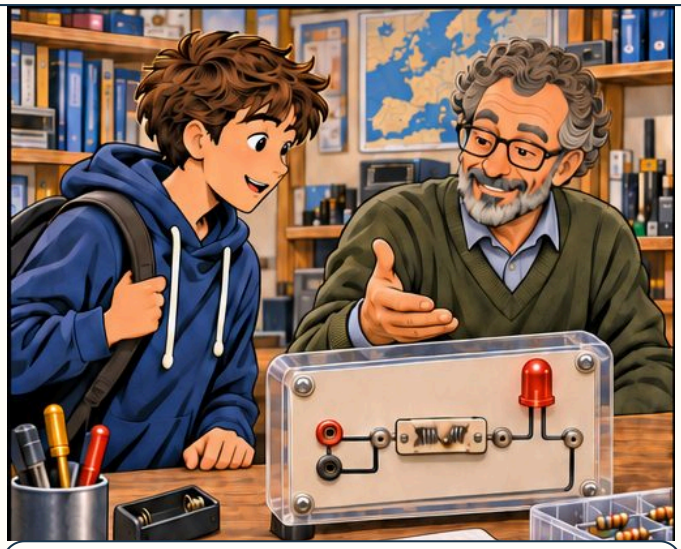


Údaj musí odpovídat toleranci s ohledem na nejistotu multimetru.

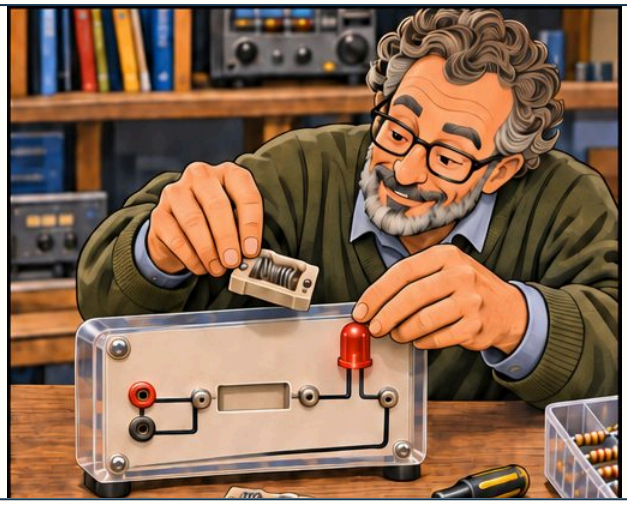


Henri kontroluje složku: výpočet a měření se doplňují.

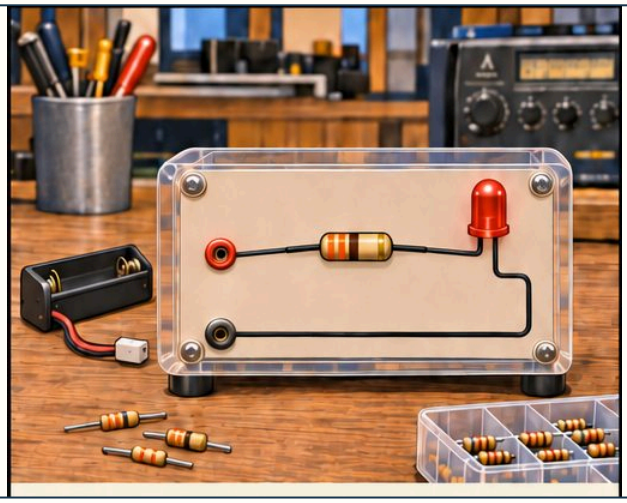
Sestavit podle postupu



Při výměně zůstává panel odpojený.



Henri zkontroluje poškozený držák a vymění určený spojovací prvek.



Vloží nový rezistor bez síly a bez volného vodiče.



Lucas sleduje smyčku: napájení, rezistor, LED, návrat.

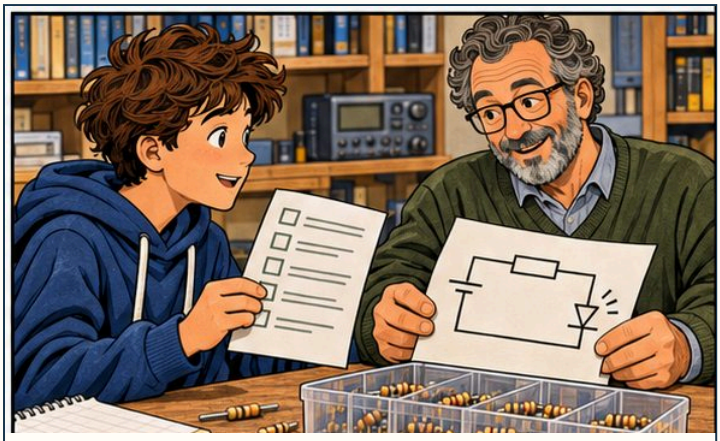


Polarita LED odpovídá schématu a dokumentaci.

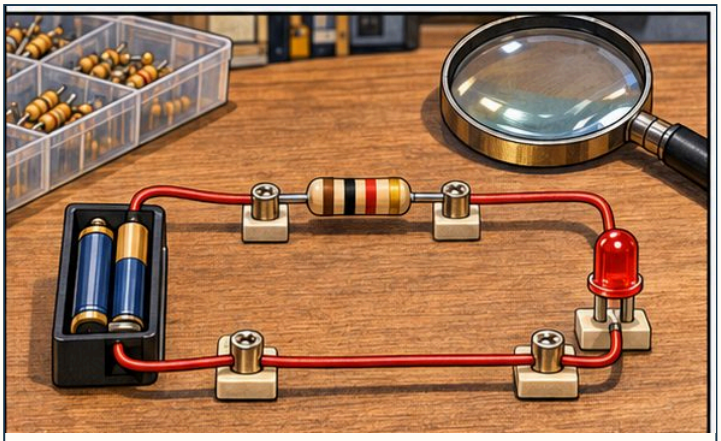


Podezřelý díl zůstává zvlášť s pozorováními a nepoužije se znovu.

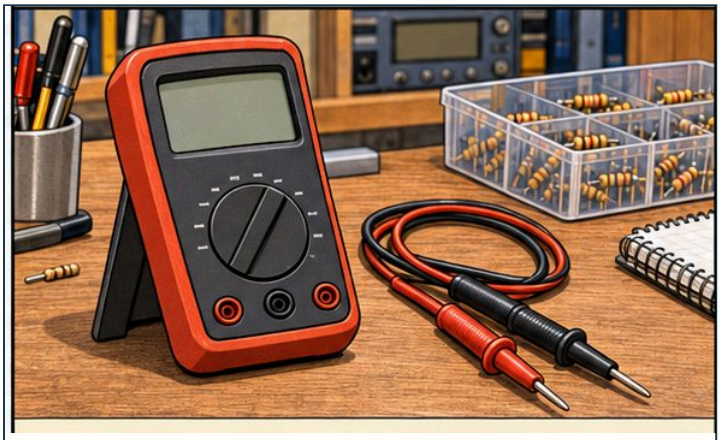
Vzájemná kontrola



Před zapnutím každý zkontroluje práci druhého.



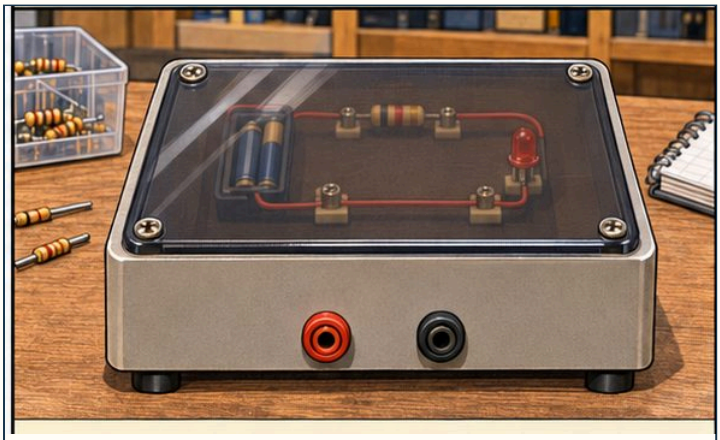
Hledají zkrat, opomenutí nebo spoj obcházející rezistor.



Vodiče ohmmetru jsou z panelu odstraněné.



Henri připraví zdroj na 5 V a vhodné omezení proudu.

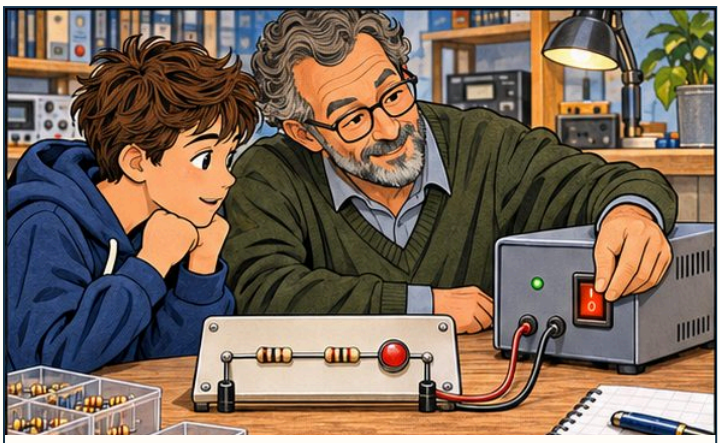


Panel je podle návodu zavřený, spoje chráněné.



Lucas oznámí očekávání: viditelná kontrolka s mírným proudem.

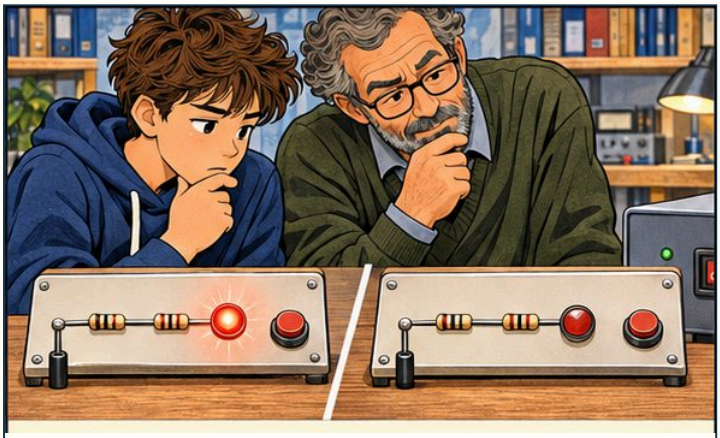
První opatrná zkouška



Henri zapne zavřený panel; nikdo nehýbe spoji.



Kontrolka se rozsvítí a po uvolnění tlačítka zhasne.



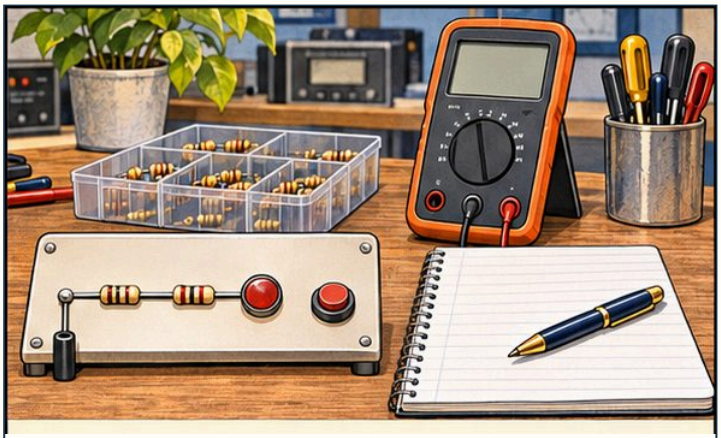
Při dalším pokusu se objeví zaváhání funkce.



Lucas navrhne zvýšit napětí, pak si vzpomene na postup.



Před další diagnostikou vypnou a odpojí napájení.

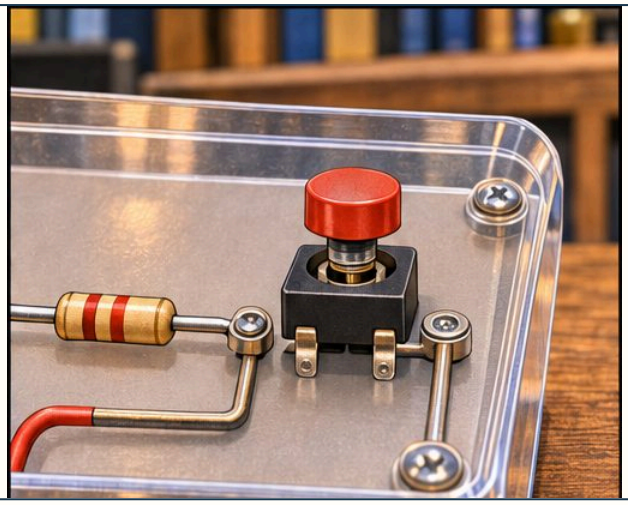


Jediné rozsvícení nestačí k prohlášení panelu za hotový.

Druhá příčina



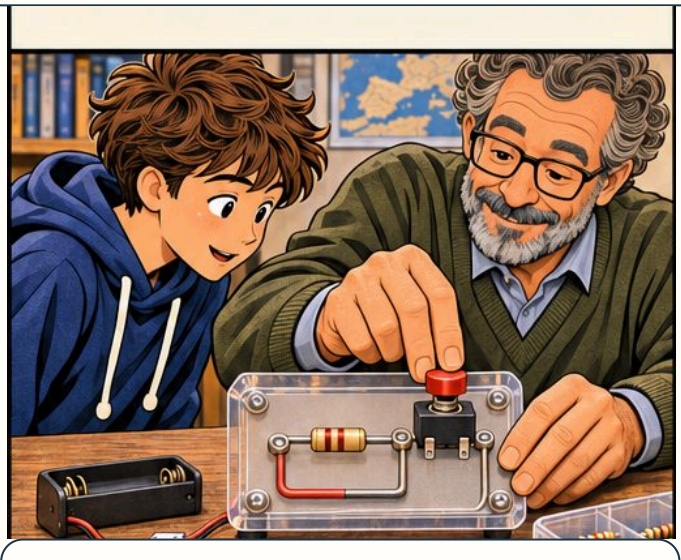
Po bezpečnostních kontrolách sledují cestu proudu bez napájení.



Odnímatelný konektor tlačítka není zcela zasunutý.



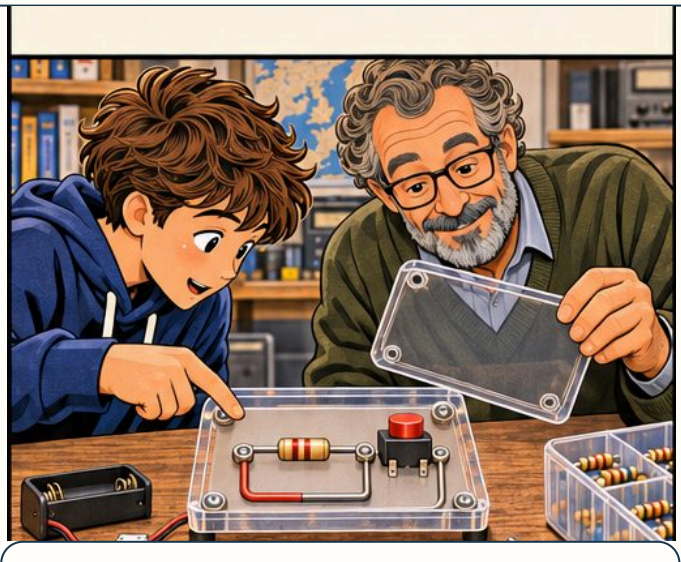
Správný rezistor sám neopraví špatný spoj.



Henri konektor usadí a ověří jeho držení.



Lucas dopíše: podezřelý díl a vadný spoj jsou dvě stopy.

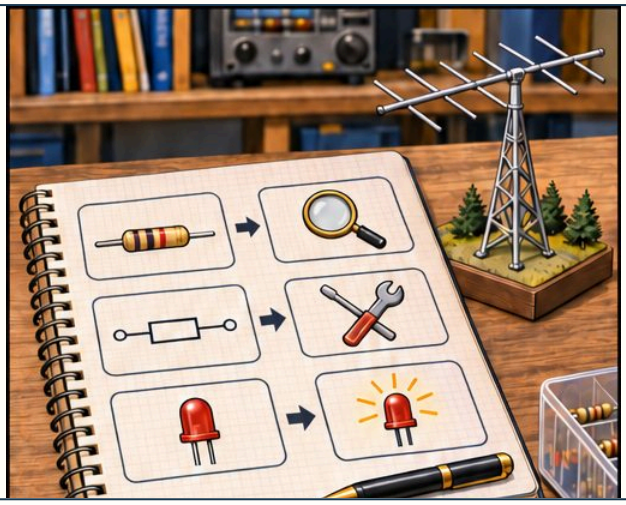


Před novou zkouškou zopakují celou kontrolu.

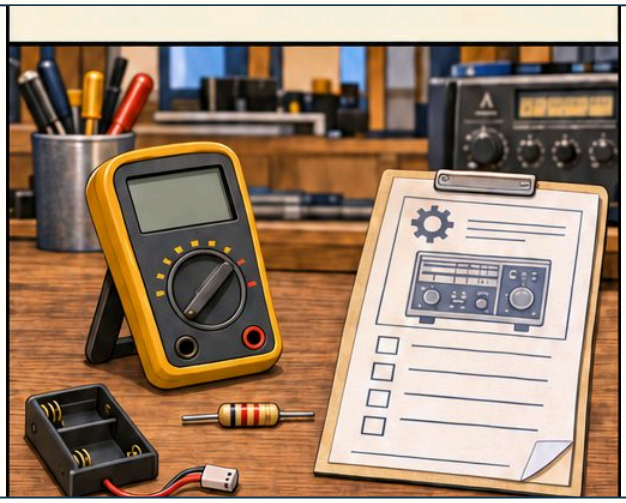
Pozorovat jednu věc



Už nemění několik součástek současně.



Při každém kroku sešit uchová příznak a provedenou kontrolu.



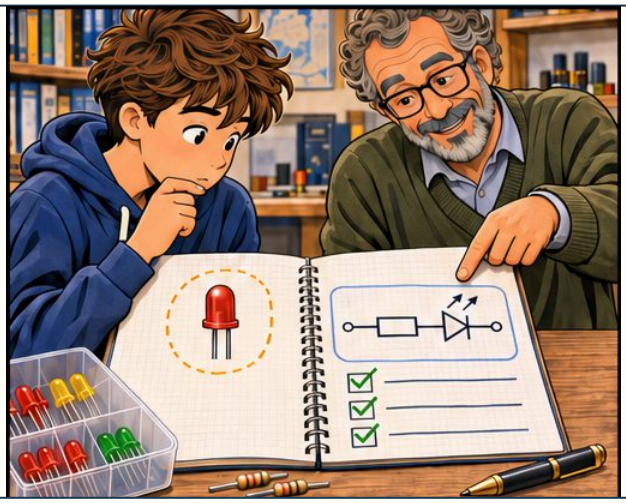
Správná hodnota na ohmmetru nezaručuje veškeré chování za provozu.



Prohlídka, meze součástek a určená zkouška doplňují měření.

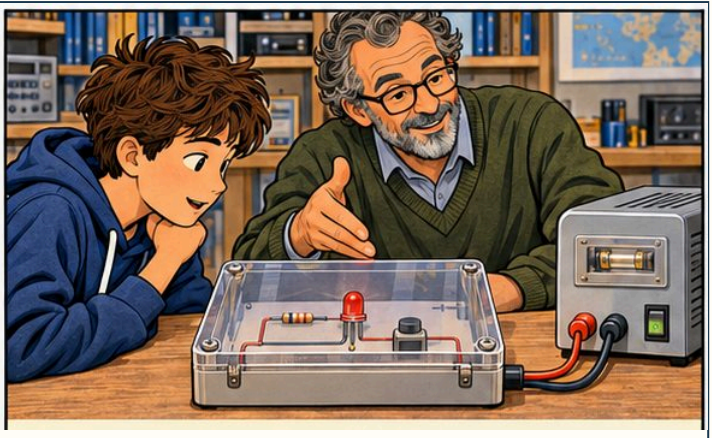


Při neobvyklém jevu zastaví a hledají znovu bez napájení.



Lucas už umí vysvětlit, proč byl první nápad ukvapený.

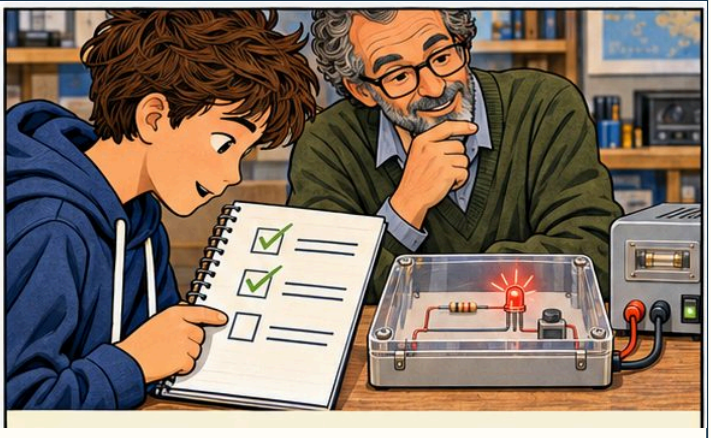
Kontrolka plní slib



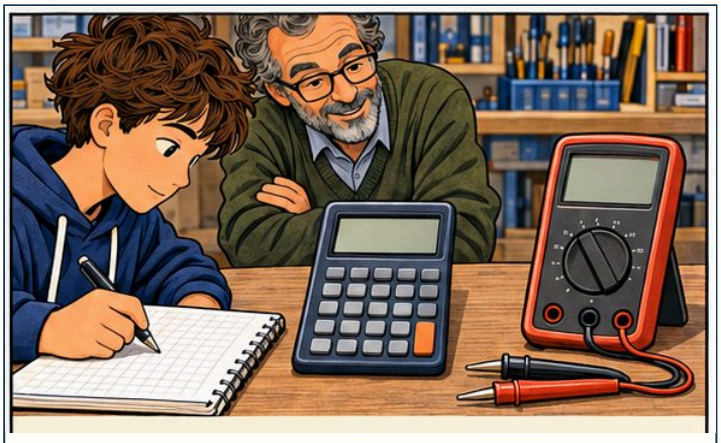
Zavřený panel se opět napájí podle určeného postupu.



V ukázce nyní kontrolka pravidelně reaguje na tlačítko.



Henri sleduje funkci, Lucas ji srovnává s očekáváním.



Vypočtený proud nevydávají za provedené měření.



Sešit rozlišuje výpočty, kontroly a pozorování zkoušky.

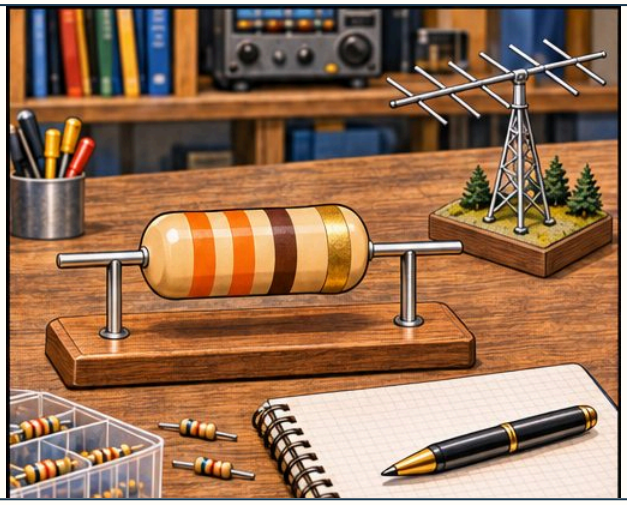


Před přípravou převozu na stánek vypnou napájení.

Vysvětlit volbu



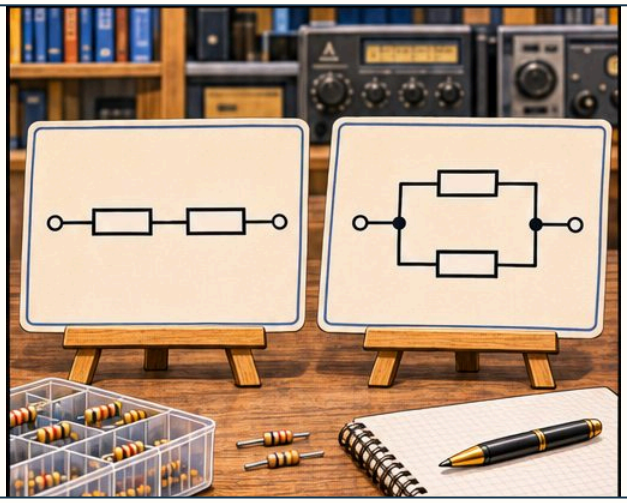
Na stánku Lucas představuje návštěvníkům zvětšený rezistor.



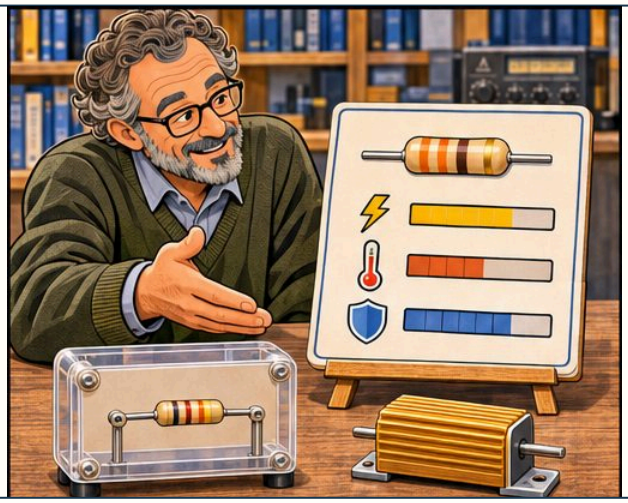
Vysvětluje proužky, jmenovitou hodnotu a toleranci.



Obrázek ukazuje sériový rezistor omezující proud LED.



Další obrázek porovnává sériové a paralelní zapojení.



Henri se ptá, proč ověřil výkon a podmínky použití.

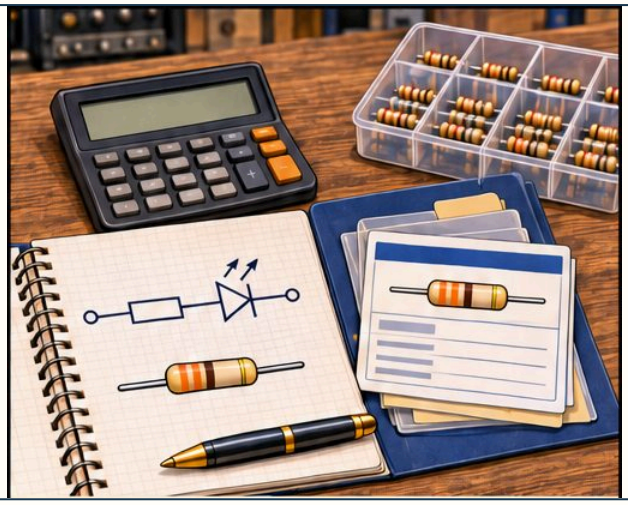


«Abych vybral díl, který skutečně vyhovuje obvodu,» odpoví Lucas.

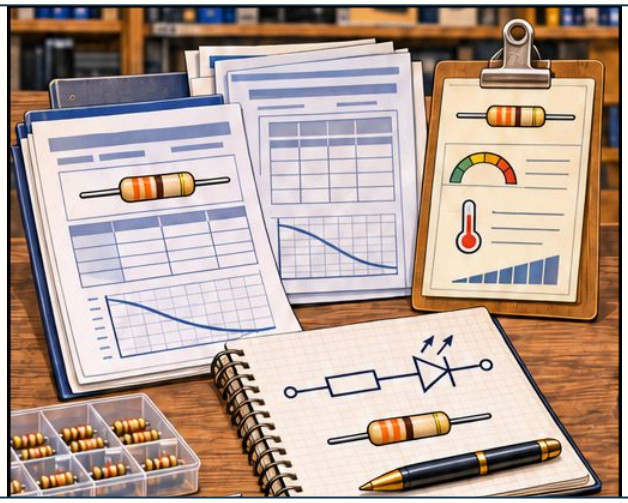
Sešit pro dalšího



List začíná potřebou: kontrolka pro ukázkový panel.



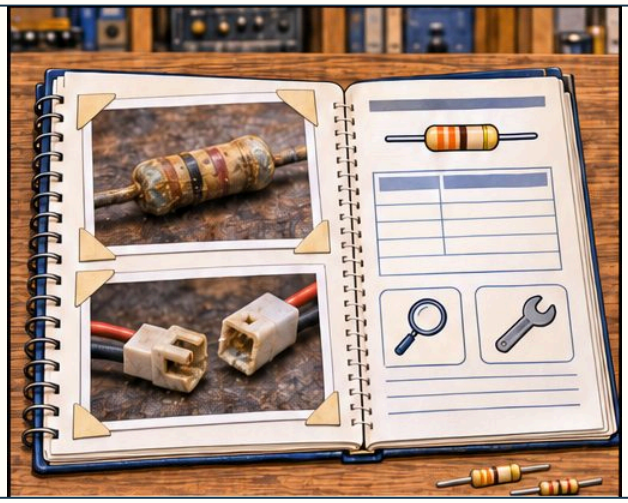
Uchovává předpoklady, vzorec a volbu 330 Ω.



Tolerance, výkon a označení dílů zůstávají se schématem.



Postup připomíná měřit bez napájení a podle potřeby oddělit rezistor.



Pozorování závady pomohou příští dílně hledat systematicky.

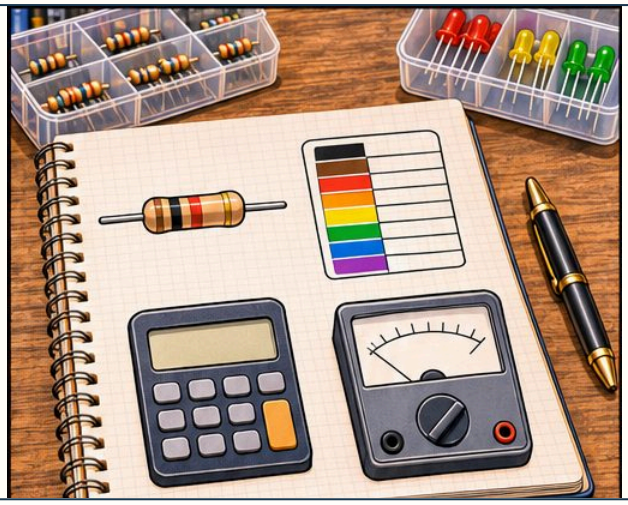


Henri nechá složku uklidit: Lucas proměnil učení ve sdílení.

Malá součástka, velký postup



Stánek je připraven; Lucas vnímá malý rezistor jinak.



Číst, počítat, vybírat, měřit: každý krok odpovídá na otázku.



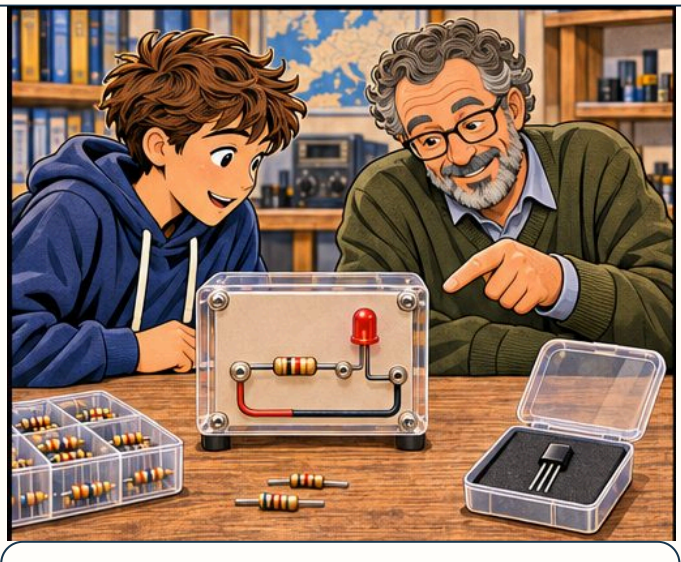
Kontrolka už není jen světlo, ale vysvětlení, které může předat.



V jiné krabičce Henri ukáže součástku se třemi vývody.



«Může řídit větší proud?» zeptá se Lucas.



Další pátrání čeká v dílu 08: tranzistory.