ON4CRD

07. kötet

Ellenállások



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Jogi megjegyzések

07. kötet · Ellenállások

Weboldal kiadója : Radio Club Durnal ON4CRD

Kiadványkezelő : A Radio Club Durnal ON4CRD bizottsága

https://on4crd.be

Jogi megjegyzések

Szellemi tulajdon

Az oldalon közzétett szövegek, képek, dokumentumok, logók és anyagok a megfelelő szerzők vagy a klub tulajdonát képezik. Minden reprodukálásnak vagy újrafelhasználásnak tiszteletben kell tartania a forrást, a vonatkozó jogokat és a szerzői engedélyeket.

Felelősség

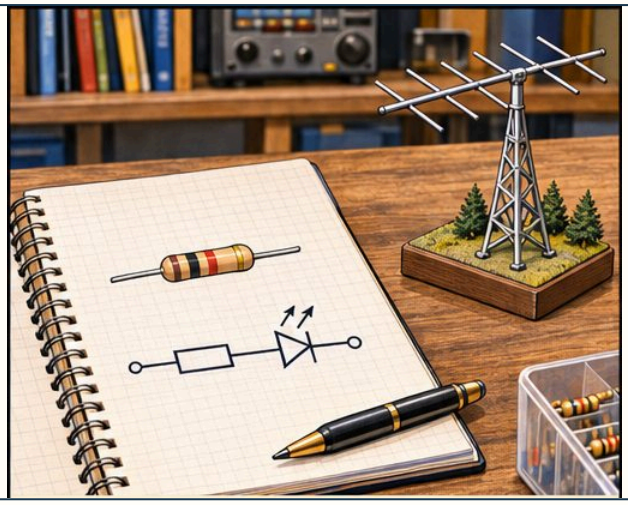
A klub azon dolgozik, hogy hasznos és ellenőrzött információkat közöljön, de nem garantálja a hibák, hiányosságok vagy megszakítások hiányát. Ha a döntést alátámasztják, a műszaki vagy szabályozási információkat össze kell hasonlítani hivatalos forrásokkal.

Mesterséges intelligencia segítségével készített illusztrációk.

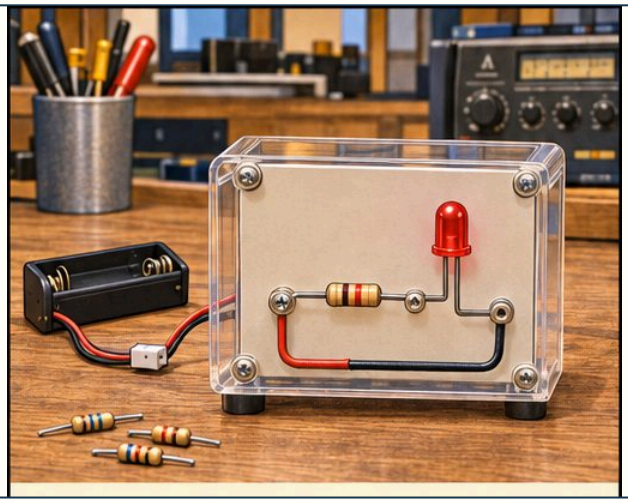
A stand jelzőlámpája



Lucas és Henri újra találkoznak, hogy előkészítsék a klub bemutatóstandját.



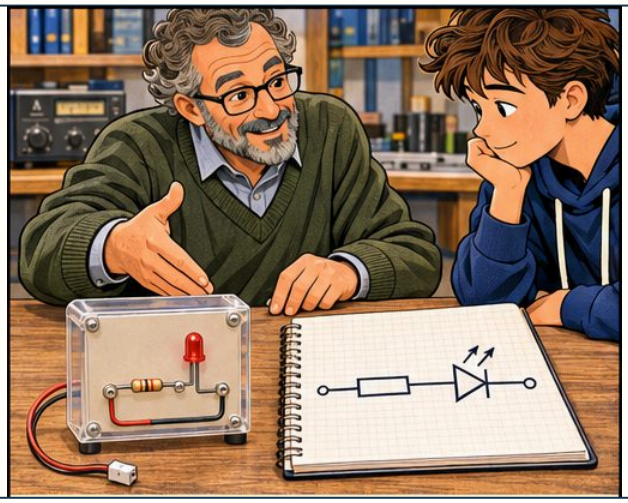
Az antennák után sokkal kisebb alkatrész kerül a füzetükbe.



A kis bemutatópanel jelzőlámpája már nem világít.



«Cseréljük ki a LED-et?» kérdi Lucas az alkatrészdobozt nyitva.

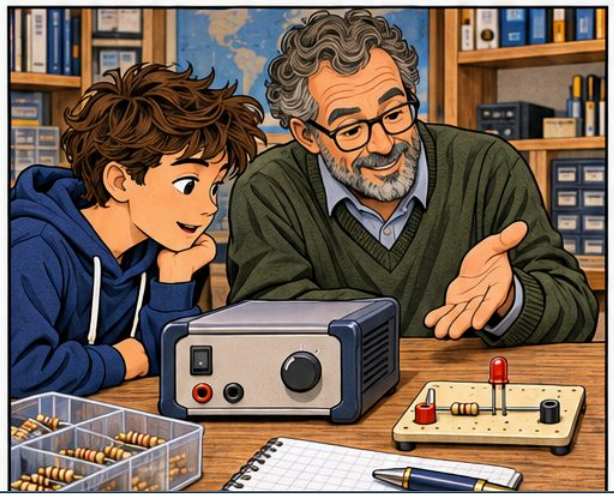


Henri előbb megértené az áramkört, csak aztán cserélne bármit.

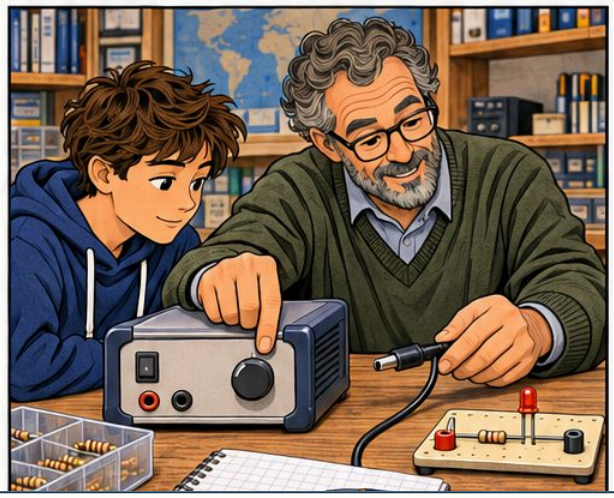


Feladatuk: megbízható jelzőlámpa, minden döntés magyarázatával.

Keresés előtt lecsatlakoztatni



A panel 5 V-os oktatási tápegységet használ áramkorlátozással.



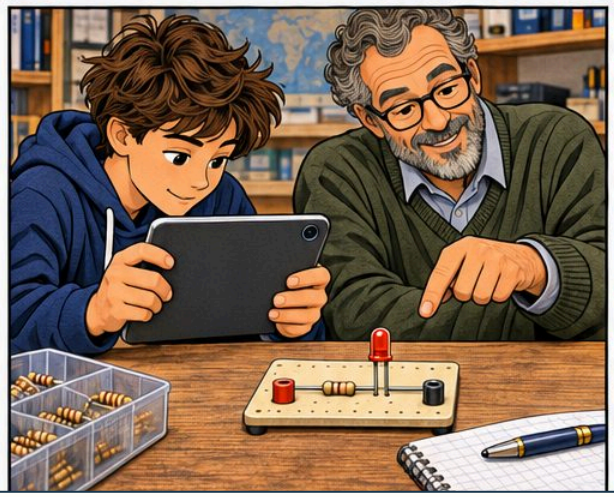
Henri minden beavatkozás előtt kikapcsolja és lecsatlakoztatja.



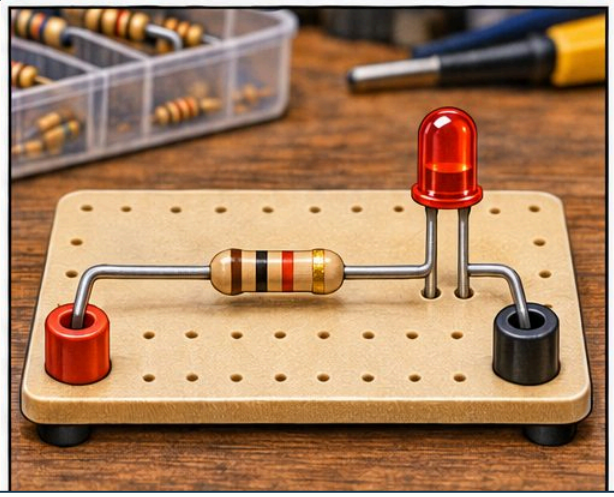
Kivárják az előírt kisülést, és ellenőrzik a feszültségmentességet.



A műhelyben nem nyitnak hálózatra kötött készüléket.



Lucas lefényképezi a kötéseket, és követi a panel rajzát.



A LED útjában egy kis ellenállás kelti fel a figyelmét.

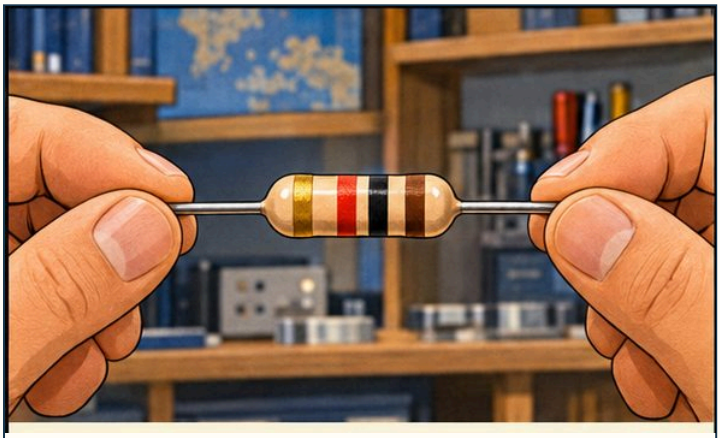
Egy szó, két jelentés



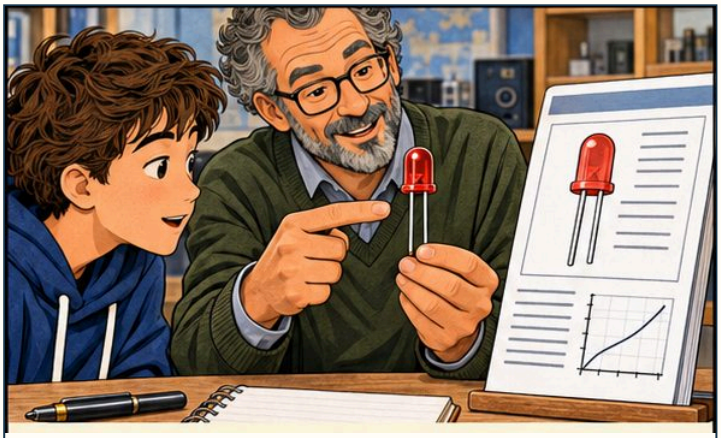
Az ellenállás szó az alkatrészt és az R villamos mennyiséget jelöli.



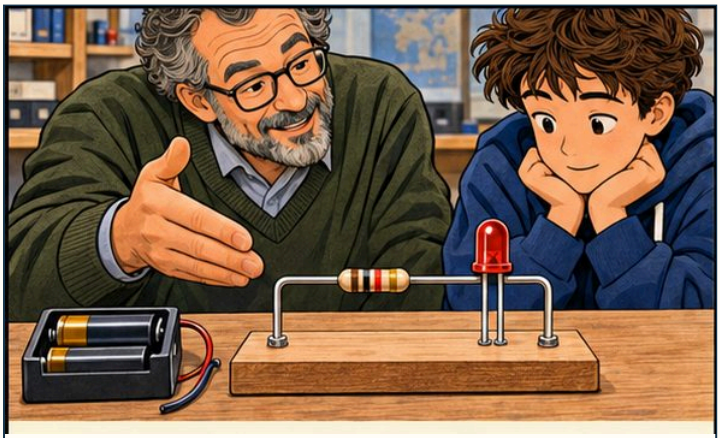
A mennyiség egysége az ohm, jele Ω.



A szokásos ellenállásnak nincs előírt bekötési iránya.



A LED polaritását viszont be kell tartani.



A soros ellenállás segít korlátozni a LED-en folyó áramot.

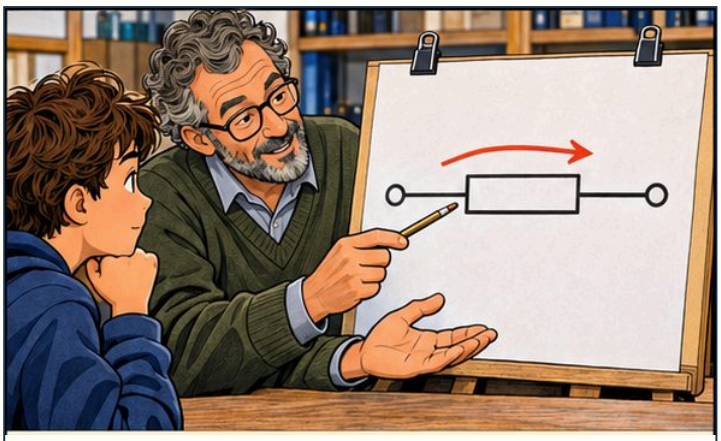


Lucas a hibakeresés előtt elkülöníti az alkatrészek szerepét.

Újra az Ohm-törvény



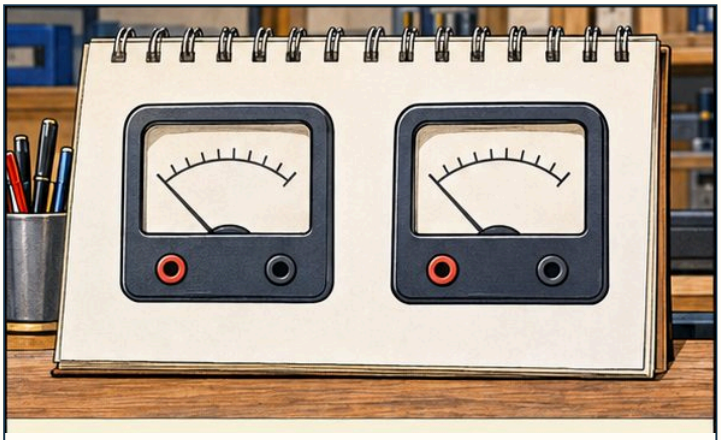
Adott hőmérsékleten, ohmos ellenállásra U = R × I.



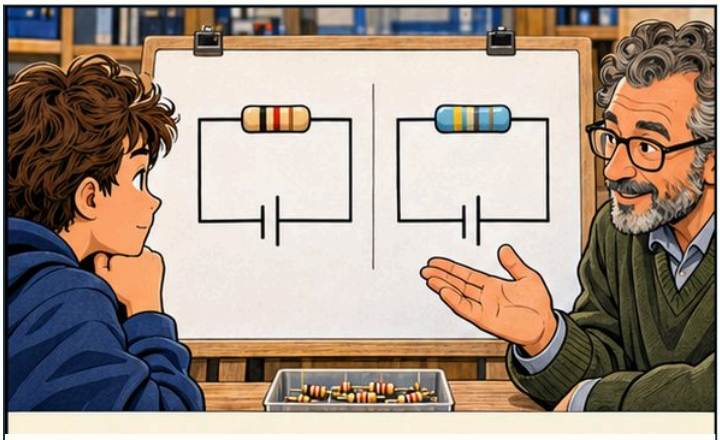
U a kivezetések közti feszültség, I az átfolyó áram.



Írható így is: I = U / R és R = U / I.



E számításokban U voltban, I amperben értendő.



Azonos feszültségnél R növelése csökkenti az áramot.

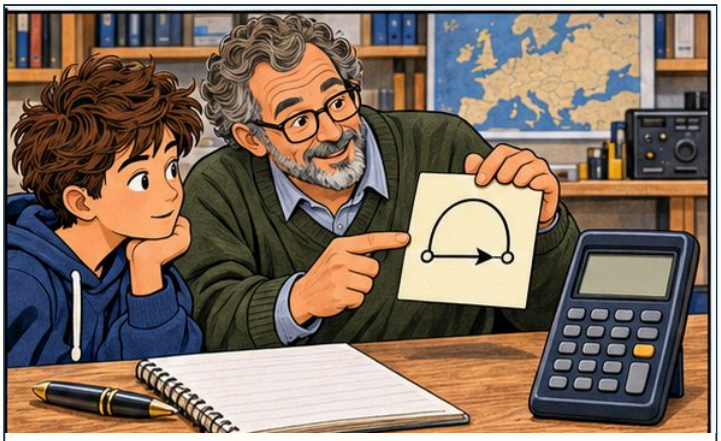


«A LED nem ohmos ellenállás», emlékeztet Henri.

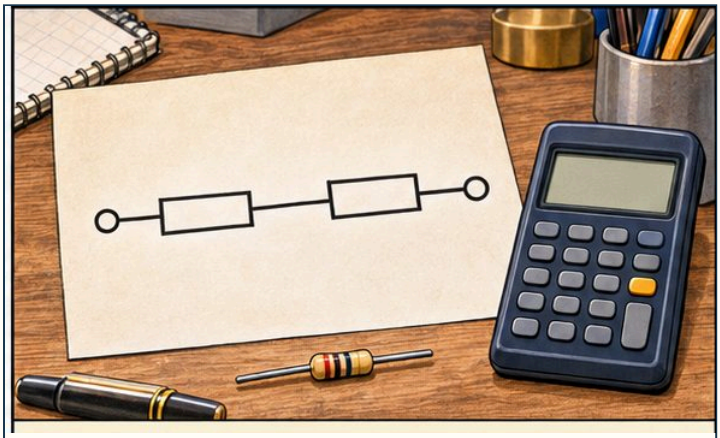
Egységek a számok előtt



1 kΩ = 1 000 Ω; 1 MΩ = 1 000 000 Ω.



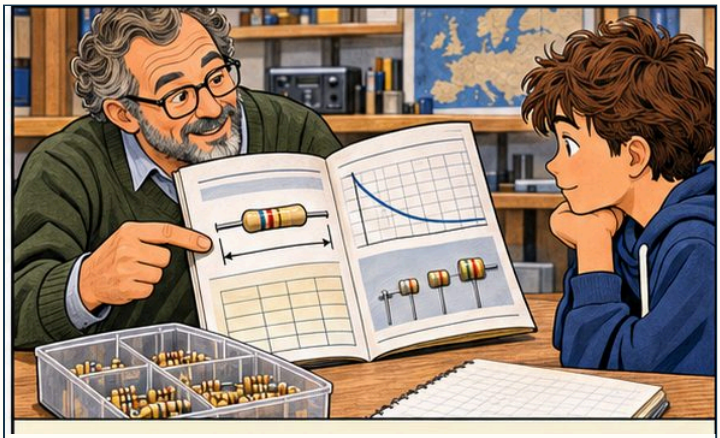
1 mA = 0,001 A: Lucas a képlet előtt átvált.



5 V mellett, 1 kΩ ellenálláson a számítás 5 mA-t ad.



Egyes alkatrészeken 4K7 jelentése 4,7 kΩ, 2R2 jelentése 2,2 Ω.



A jelölés alkatrészfüggő; az adatlap az irányadó.



Lucas bekarikázza az egységeket: egy elhagyott előtag mindent megváltoztathat.

Mérés előtt olvasni



A panel ellenállásán színes gyűrűk vannak.



Henri gyártói táblázatot és nagyítót hoz.



Először a sávok számát és távolságát nézik.



A tűréssáv gyakran elkülönül a többitől.



Ha az irány bizonytalan, típust és mért értéket ellenőriznek.



Rosszul megvilágított szín nem elég a csere eldöntéséhez.

Négy sáv, négy szerep



A szokásos négysávos kód első két sávja két számjegyet ad.



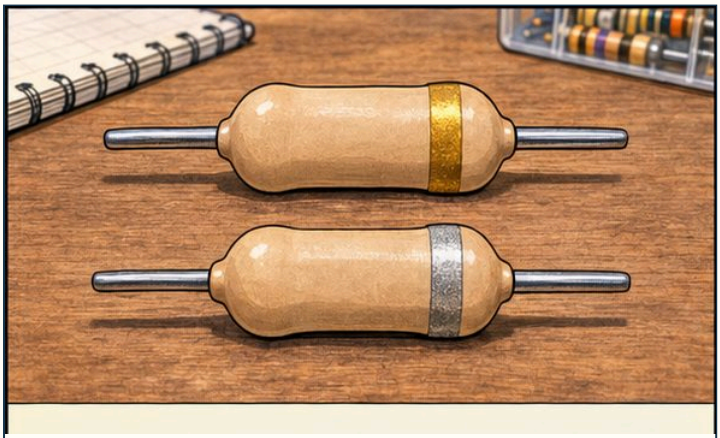
A harmadik sáv a szorzó.



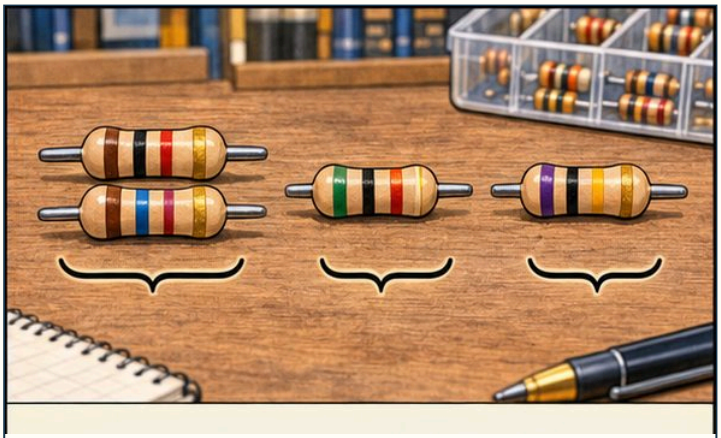
A negyedik a névleges érték tűrését jelzi.



A tűréssávval ellentétes végről olvasnak.



Az arany itt ±5 %, az ezüst ±10 %.



«Két számjegy, szorzó, határ», foglalja össze Lucas.

A számjegyek színei



Fekete 0; barna 1; piros 2; narancs 3; sárga 4.



Zöld 5; kék 6; ibolya 7; szürke 8; fehér 9.



A szín helye szabja meg a szerepét a kódban.



Szorzóként a piros ×100, a narancs ×1 000.



Az arany és ezüst 0,1 és 0,01 értékkel is szorozhat.



Lucas közel tartja a táblázatot: érteni jobb, mint találgatni.

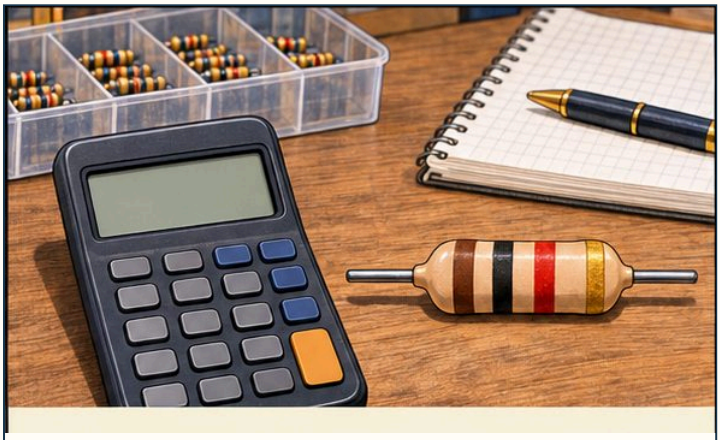
Az első megfejtés



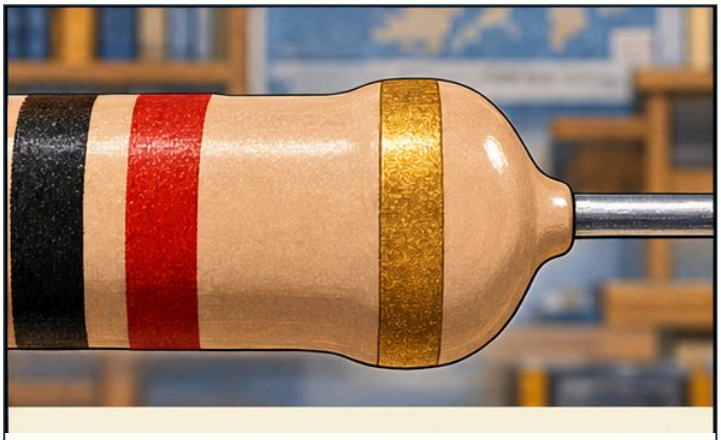
Példájuk: barna, fekete, piros, arany.



Barna és fekete adja a 10-et; piros szoroz 100-zal.



10 × 100 = 1 000 Ω, azaz 1 kΩ.



Az arany sáv ±5 % tűrést tesz hozzá.



A névleges érték tehát nem ígér teljesen pontos értéket.

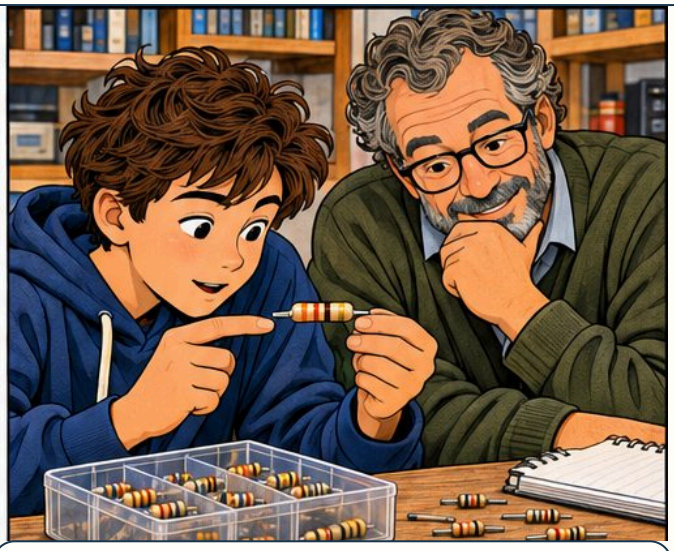


Lucas külön jegyzi fel az értéket és tűrését.

A jelzőlámpa alkatrésze



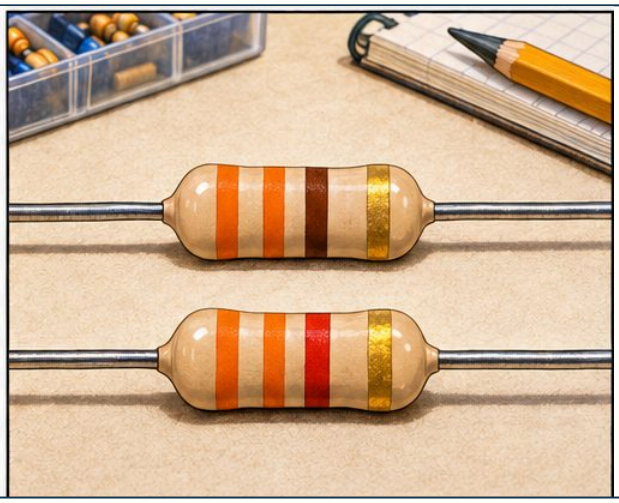
A panel leírása narancs, narancs, barna, arany kódot ír elő.



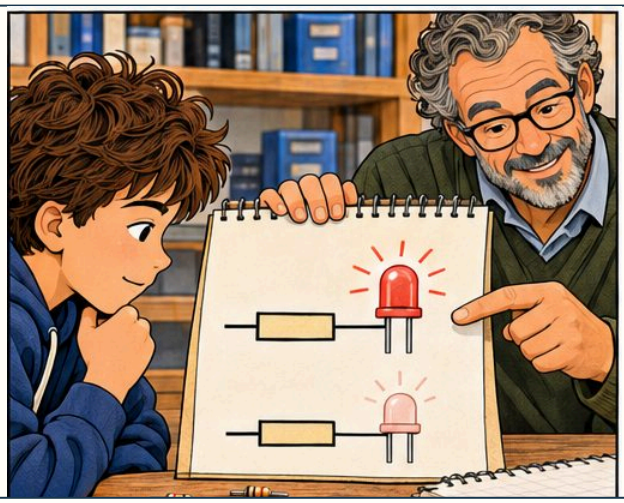
Az első két sáv 33; a barna jelentése ×10.



Az eredmény 330 Ω, ±5 % tűréssel.



Piros harmadik sáv 3 300 Ω, azaz 3,3 kΩ lenne.



E tévesztés jelentősen csökkentené a jelző áramát.



Henri megőrzi a két példát a látogatók majdani műhelyéhez.

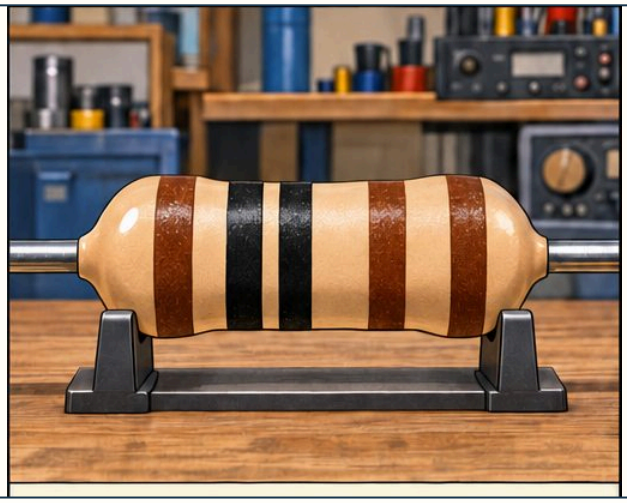
Még egy sáv



A szokásos ötsávos kód három értékes számjeggyel indul.



A negyedik szoroz, az ötödik a tűrést jelzi.



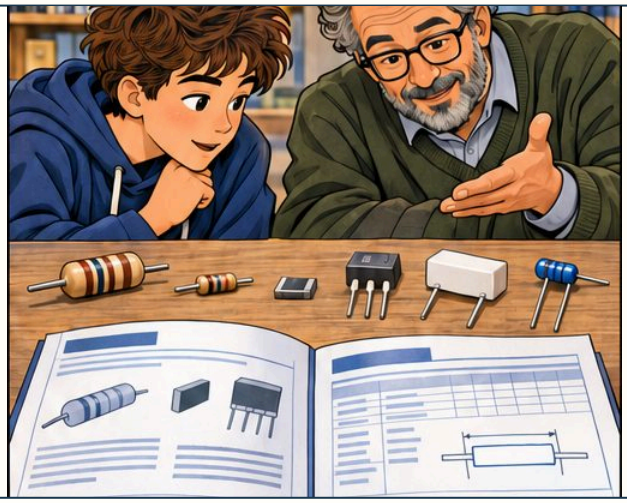
Barna, fekete, fekete, barna, barna: 100 × 10 = 1 000 Ω.



Az utolsó barna sáv itt ±1 % értékű.

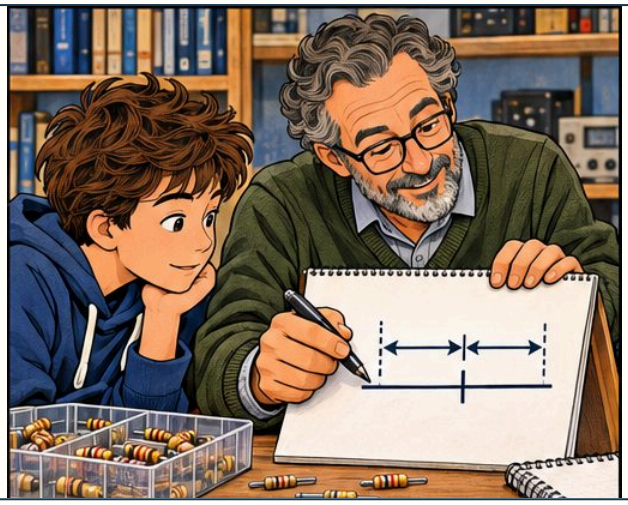


Öt sávot ezért nem olvasnak úgy, mintha négy lenne.



Más jelölések is vannak: Henri mindig a helyes adatlapot ajánlja.

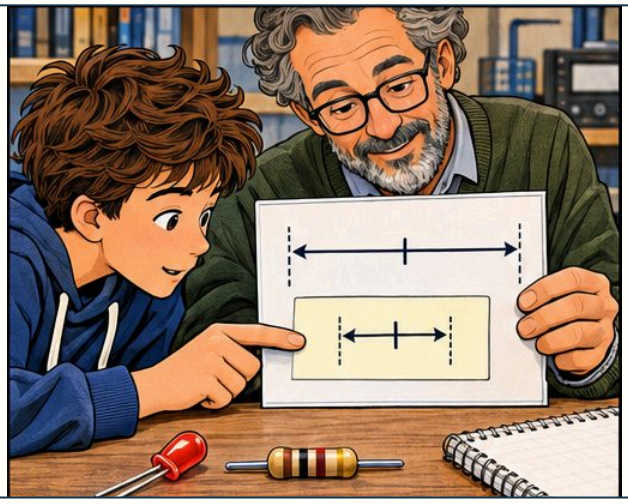
A tűrés megértése



1 kΩ és ±5 % esetén a legnagyobb névleges eltérés 50 Ω.



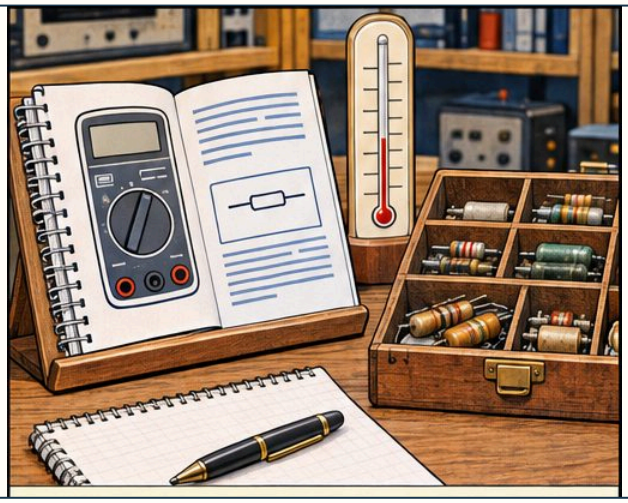
A megfelelő tartomány 950 Ω és 1 050 Ω között van.



330 Ω és ±5 % esetén 313,5 Ω és 346,5 Ω között.



A határok a gyártó referenciafeltételeire érvényesek.



Hőmérséklet, öregedés és mérési bizonytalanság is számít.



Lucas érti, miért adhat két jó alkatrész eltérő kijelzést.

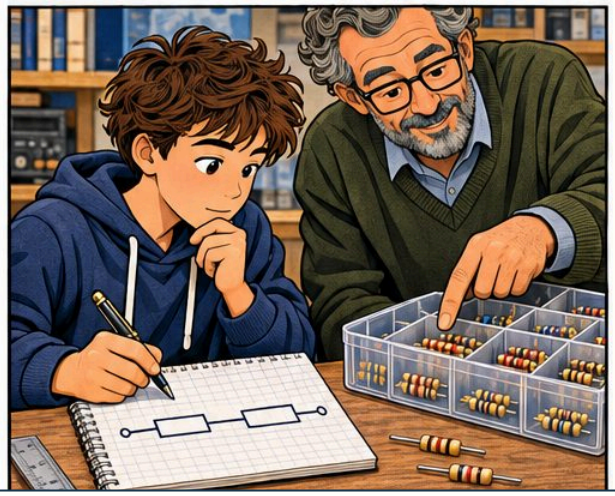
Beszerezhető értéket választani



A gyártók szabványos értéksorokat kínálnak.



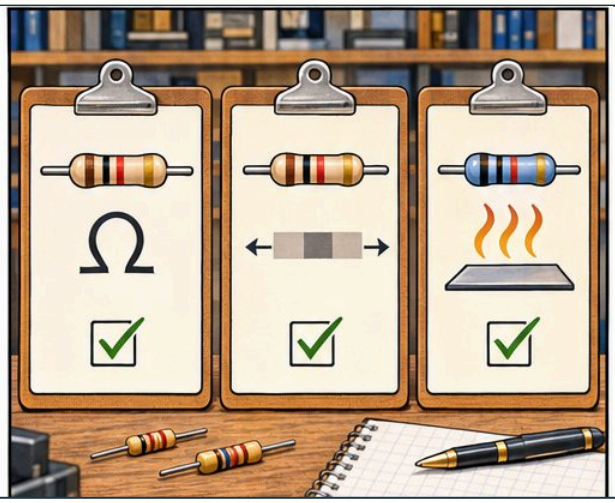
Az E12 sorban például 270 Ω, 330 Ω és 390 Ω is van.



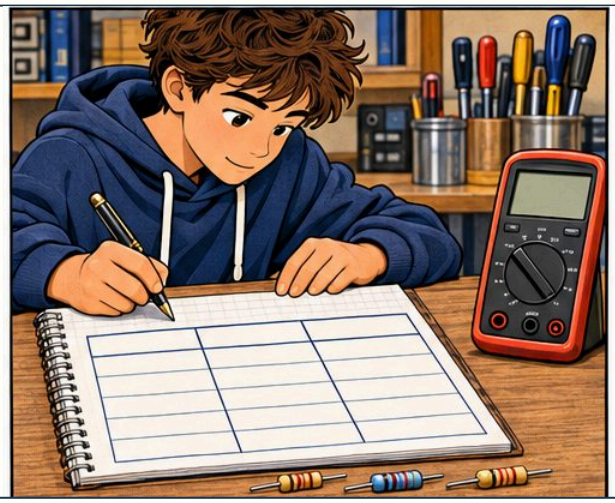
A számított eredményhez nem mindig van alkatrész a fiókban.



A kívánt működés szerint választanak, majd újraszámolnak.



Érték, tűrés és teljesítmény különböző szempont.

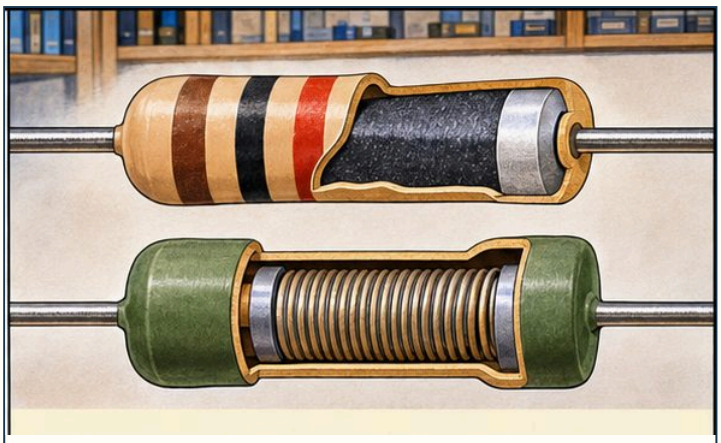


Lucas mindegyiknek helyet hagy az alkatrészjegyzékben.

Ugyanazon név alatt



Azonos értékű ellenállások szerkezete eltérhet.



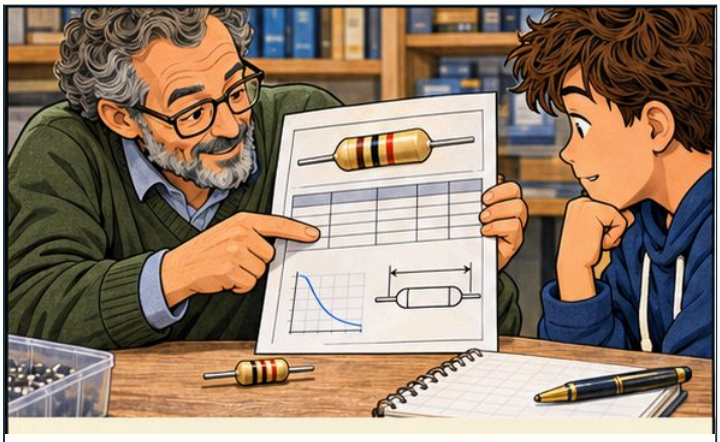
Henri rétegellenállásokat és egy huzalellenállást mutat.



A kis SMD ellenállások közvetlenül a nyomtatott áramkörre kerülnek.



A méret önmagában nem árulja el a tűrést és minden határt.

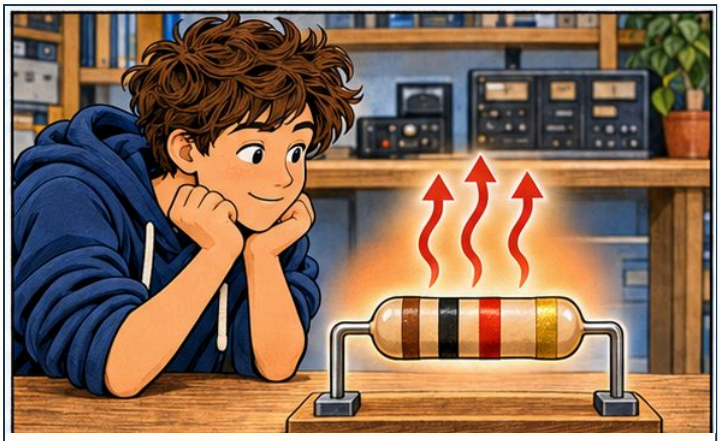


Az adatlap teljesítményt, legnagyobb feszültséget és feltételeket közöl.

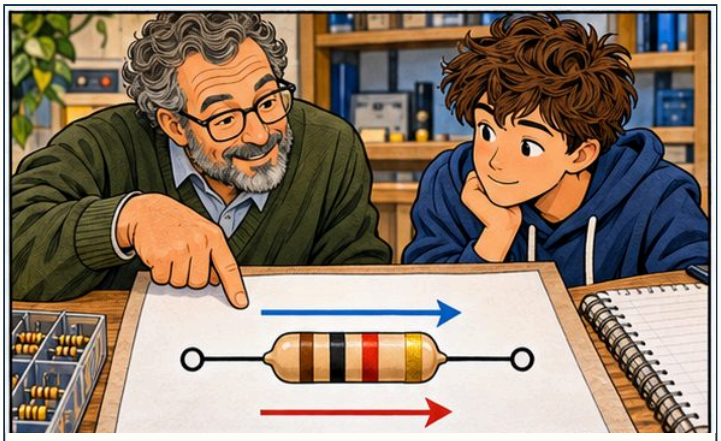


A lámpához azonosított, dokumentált alkatrészt választanak.

Hová kerül az energia?



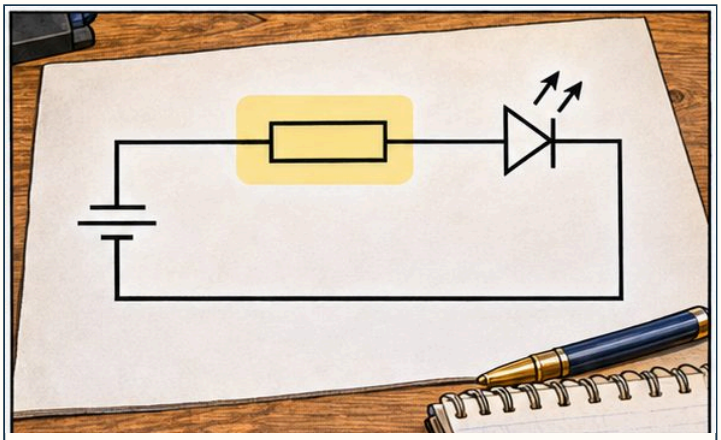
Az ellenállás a villamos energiát hőként adja le.



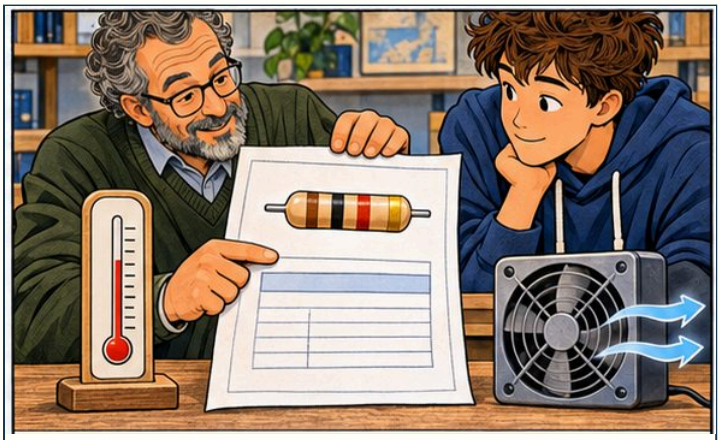
Disszipált teljesítménye $P = U \times I$.



Ohm törvényével: $P = R \times I^2 = U^2 / R$.



Ezek az U és I a vizsgált ellenállásra vonatkoznak.

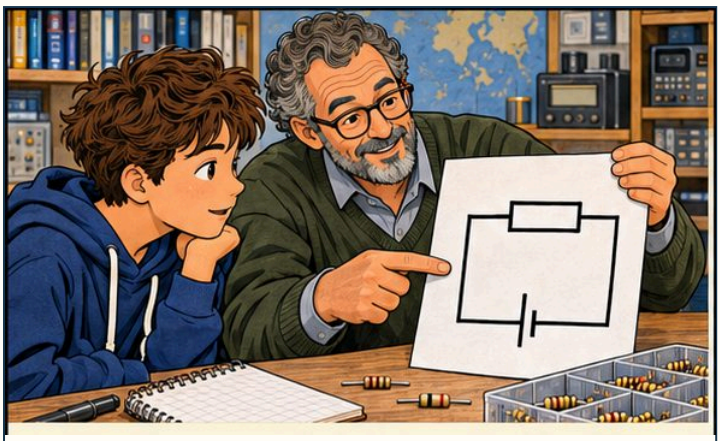


A névleges teljesítmény adott feltételek mellett meghatározott határ.



«Több watt nem jelent több ohmot», vonja le Lucas.

Melegedő példa



Papíron számolnak: 12 V az 1 kΩ ellenálláson 12 mA-t ad.



A teljesítmény $12^2 / 1\,000 = 0{,}144$ W.



0,25 W-os alkatrész megfelelhet, ha használati feltételei engedik.



Tartalékot hagynak, és a környezeti hőmérsékletet is nézik.

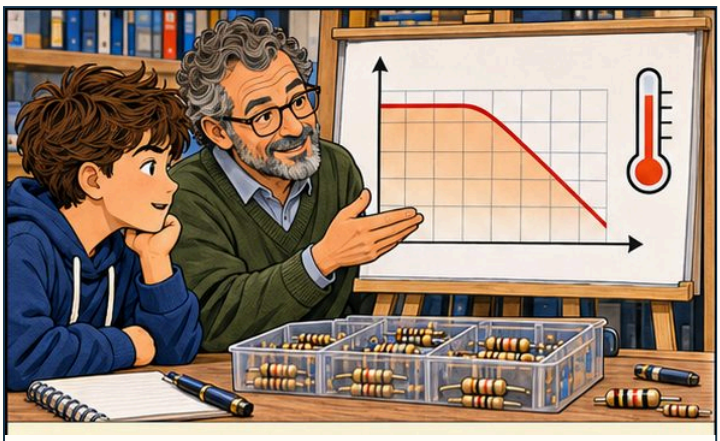


Zárt doboz vagy közeli hőforrás módosíthatja a választást.



A számítás megértéséhez nem szükséges melegítési próba.

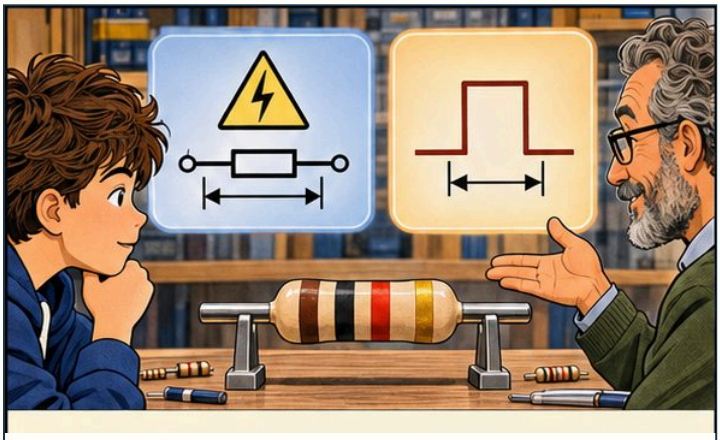
A határ nem célérték



Melegben a terheléscsökkentési görbe mérsékelheti a megengedett teljesítményt.



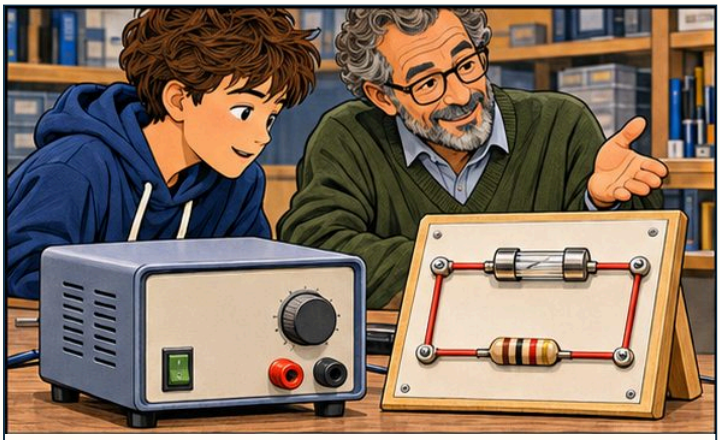
Henri megmutatja a kiválasztott típus adatlapjának görbéjét.



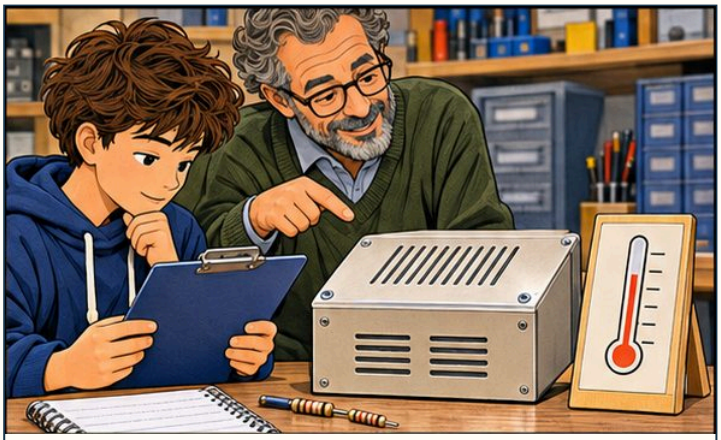
Az üzemi feszültséget és esetleges impulzusokat is ellenőrzik.



A teljesítményt elnyelő ellenállás nem helyettesít biztosítékot.

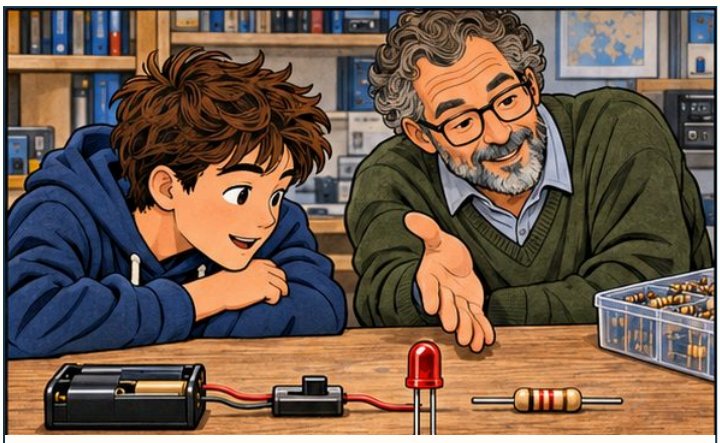


A panel megtartja tervezője előírt védelmét.

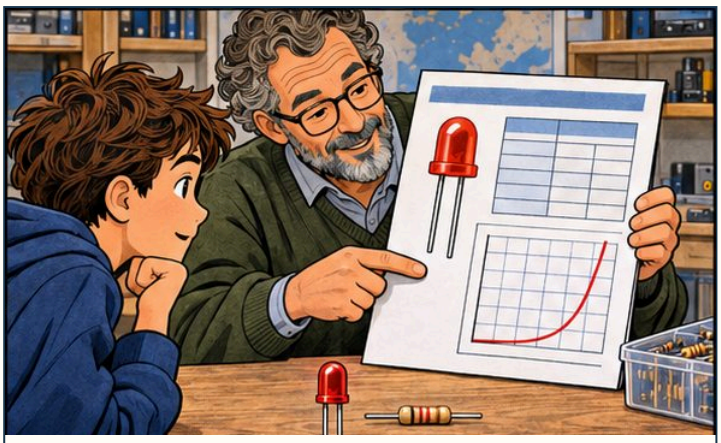


Lucas tartalékkal választ, majd a valós feltételeket ellenőrzi.

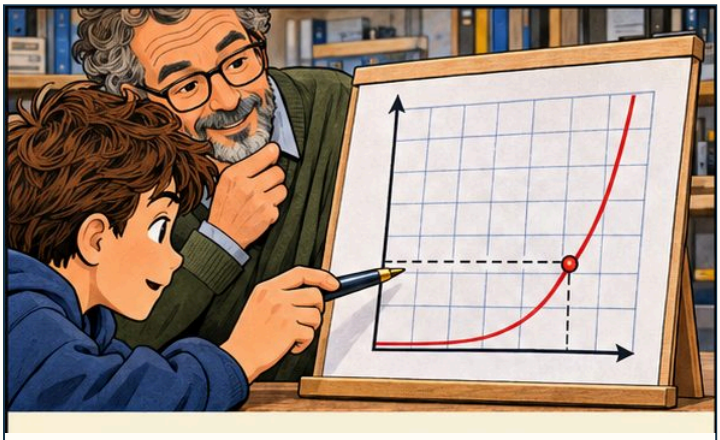
A jelző számításának előkészítése



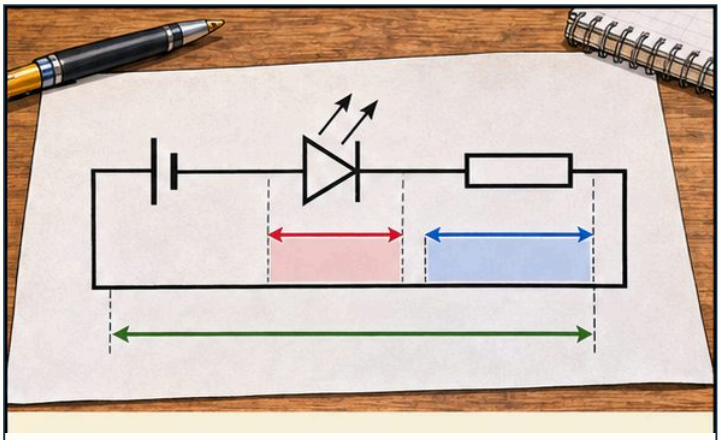
Példájuk 5 V-os tápot és piros LED-et használ.



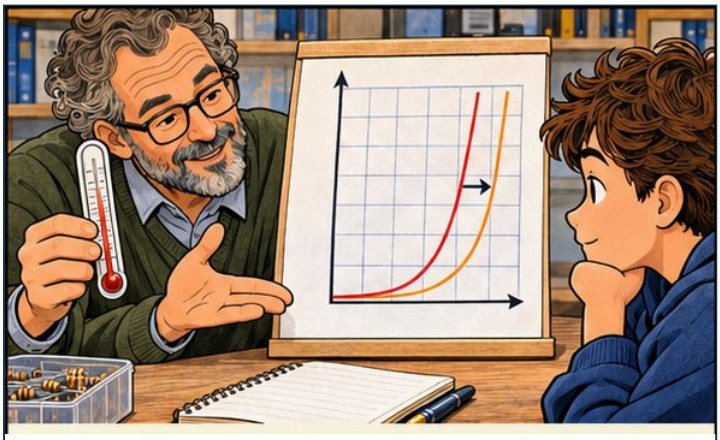
E LED adatlapja alapján a vizsgált áramnál körülbelül 2 V vehető fel.



A cél 10 mA, a típus határain belül.



A soros ellenállásra így körülbelül 5 – 2 = 3 V jut.

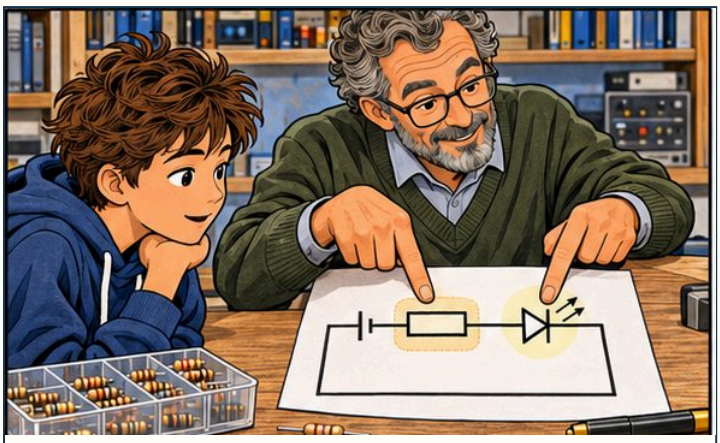


A LED nyitófeszültsége az áramtól és hőmérséklettől függ.

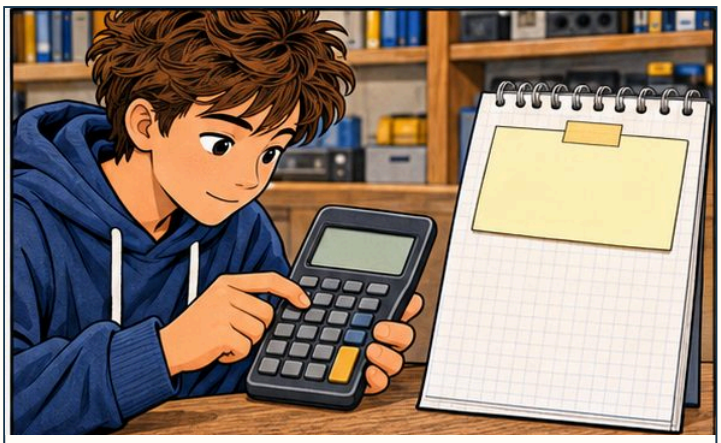


Ezek számítási feltételezések, nem minden LED-re érvényesek.

Az elméleti érték



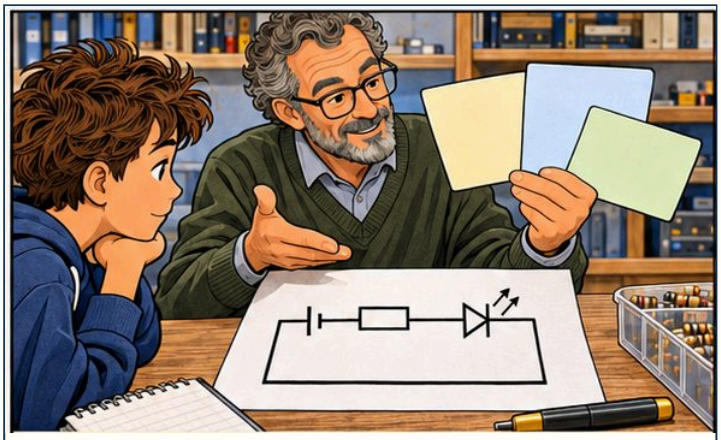
A soros ellenállásra: R = (Utáp – ULED) / I.



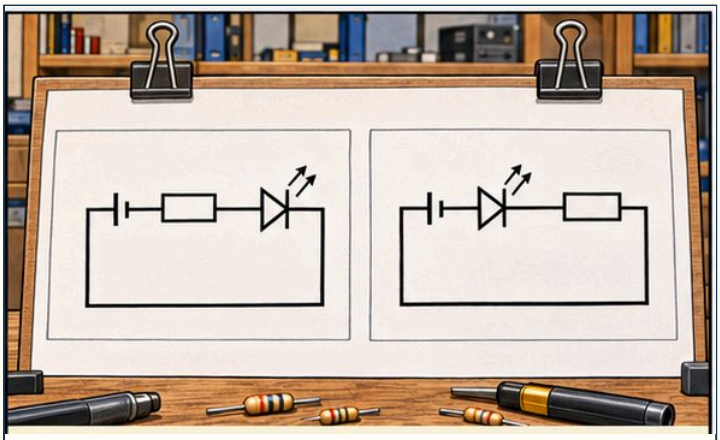
Lucas átvált: 10 mA = 0,010 A.



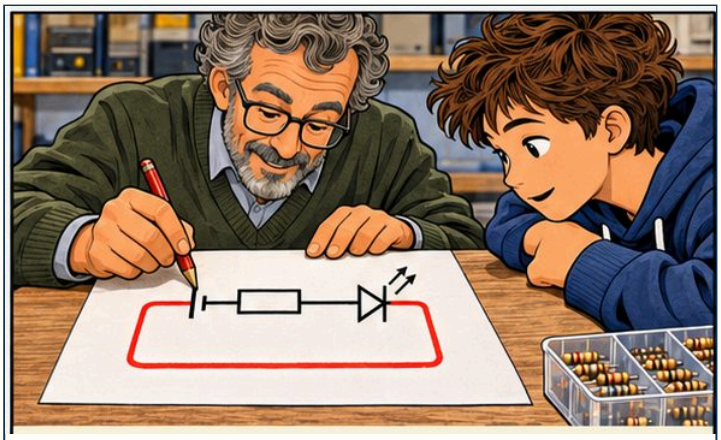
Kiszámítja: R = (5 – 2) / 0,010 = 300 Ω.



Az érték a példa feszültségeit és céláramát feltételezi.



Ugyanabban a soros hurokban az ellenállás a LED előtt vagy után is lehet.

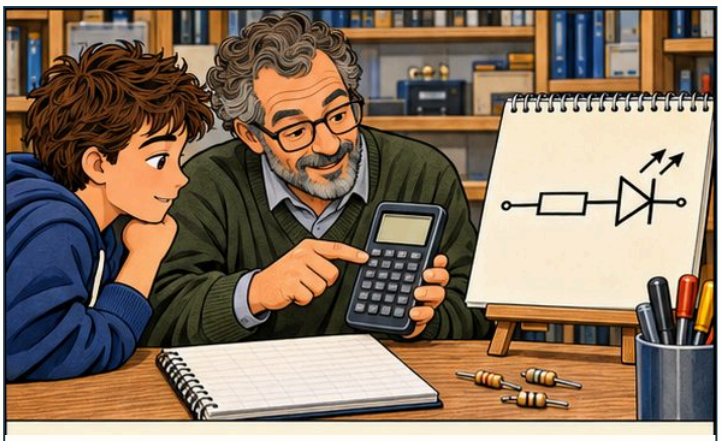


Henri a rajzon főleg az ellenállást megkerülő utat keresi.

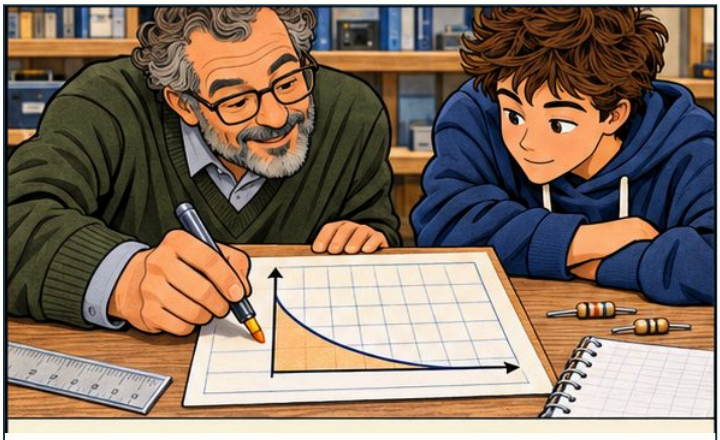
A számítástól a fiókig



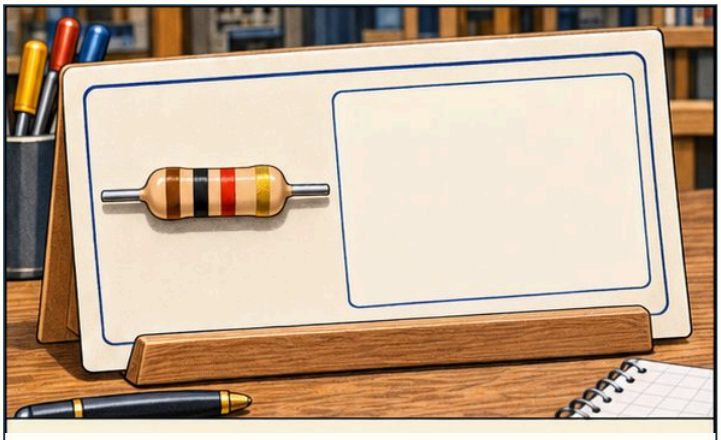
A készletből 330 Ω értéket választanak 270 Ω helyett.



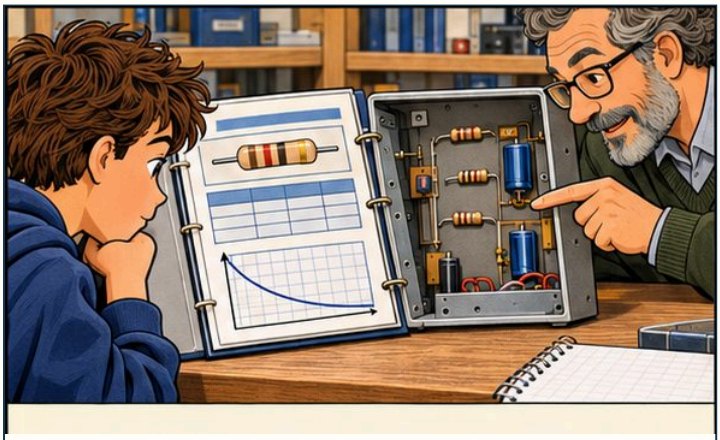
Ugyanezekkel a feltételezésekkel I ≈ 3 / 330 ≈ 9,1 mA.



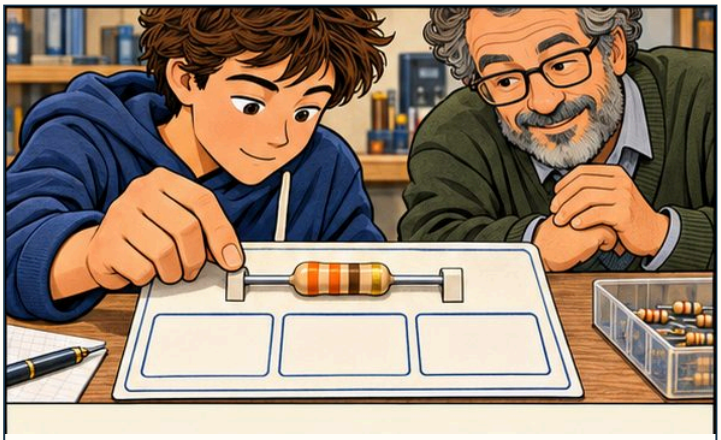
Az ellenállás teljesítménye körülbelül 3² / 330 ≈ 0,027 W.



Azonosított 0,25 W-os alkatrész itt kényelmes hőtartalékot ad.

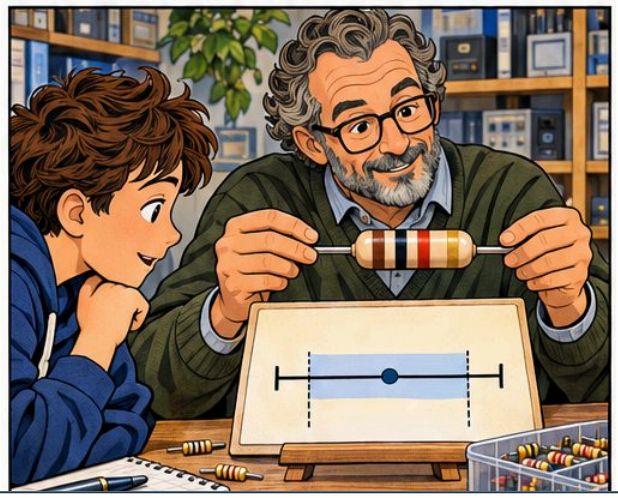


Mégis ellenőrzik adatlapját és a panel tervezett feltételeit.

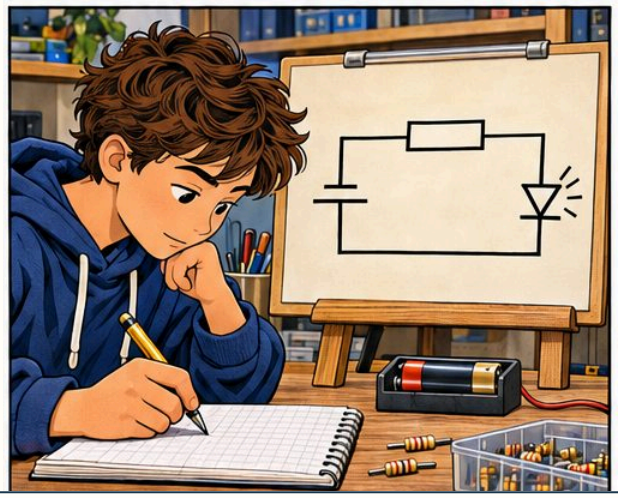


Lucas felírja: 330 Ω, ±5 %, 0,25 W; mindhárom szempont megvan.

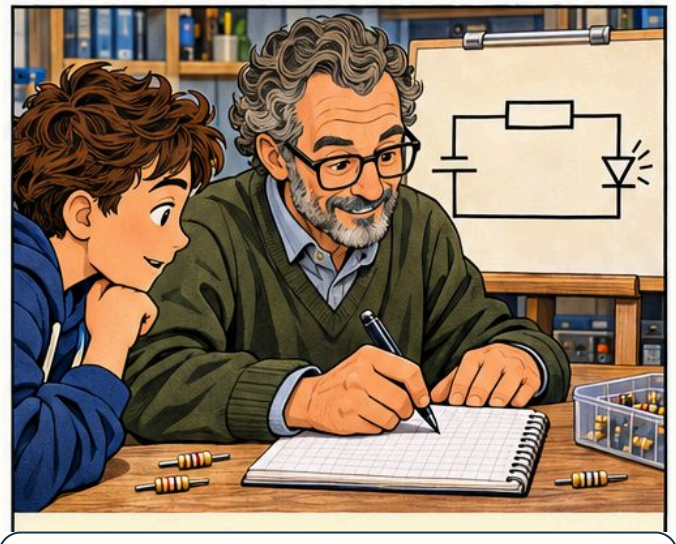
Számolni az eltérésekkel



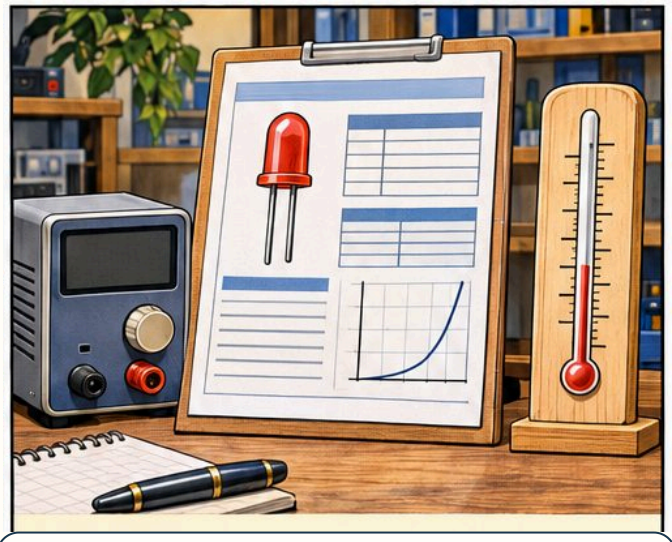
Már R tűrése is változtatja a számított áramot.



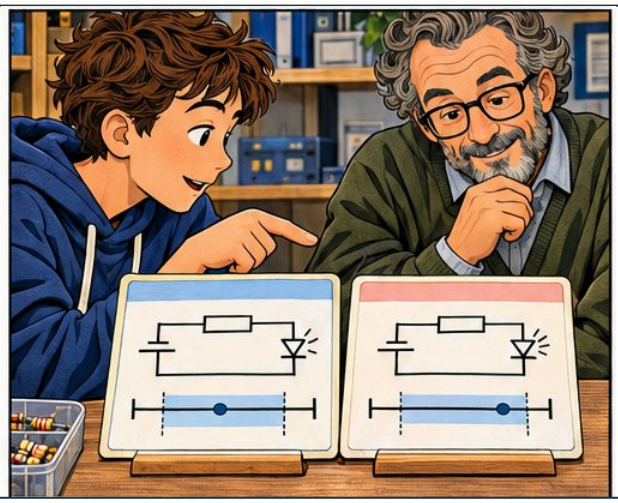
3 V esetén az ellenálláson 313,5 Ω körülbelül 9,57 mA-t ad.



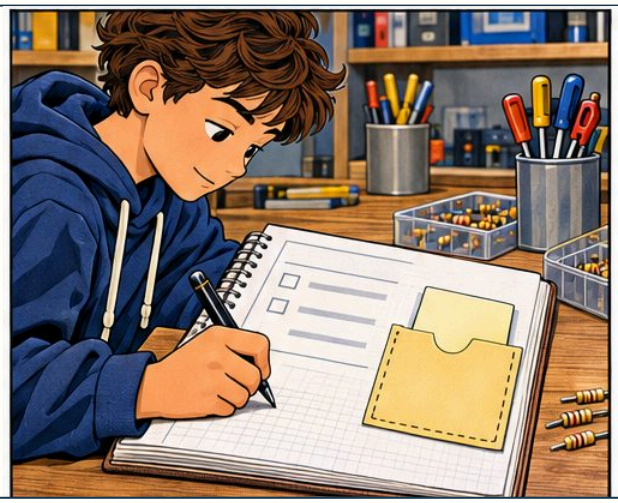
346,5 Ω esetén körülbelül 8,66 mA adódik.



A táp és a LED feszültsége is változik.



Valós áramkörnél az adatlapokkal a kedvezőtlen esetet vizsgálják.



«A hasznos közelítés megőrzi feltételezéseit», jegyzi meg Lucas.

Mikor jöhet az ohmmérő?



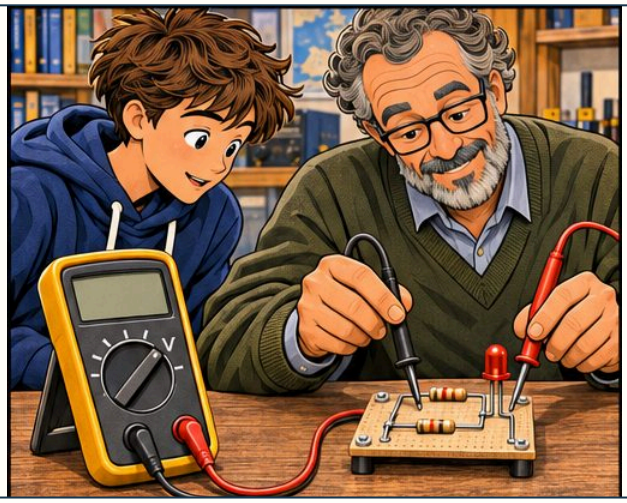
Az ohmmérő kis jelet ad be az ellenállás meghatározásához.



Nem használják táplált áramkörön.



Henri kikapcsol, lecsatlakoztat, és elvégzi a panel kisütési eljárását.



Utána megfelelő beállítással ellenőrzi a feszültség hiányát.



Csak e vizsgálatok után váltanak ellenállásmérésre.



Lucas ezt a pontos sorrendet is felírja a hibakereső lapra.

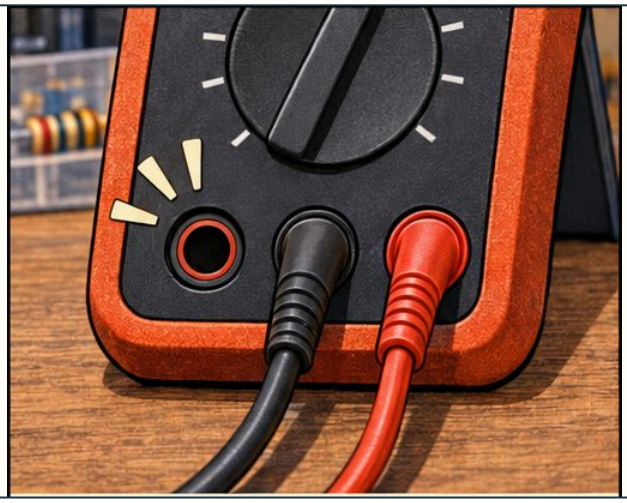
A mérőcsúcsok előkészítése



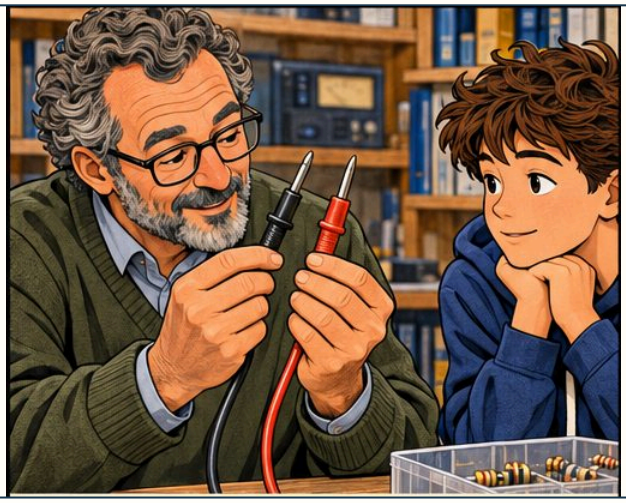
A csatlakozókat és méréshatárt a multiméter útmutatója szerint választják.



Fekete dugó a COM-ba, piros az ohmméréshez előírt bemenetbe kerül.



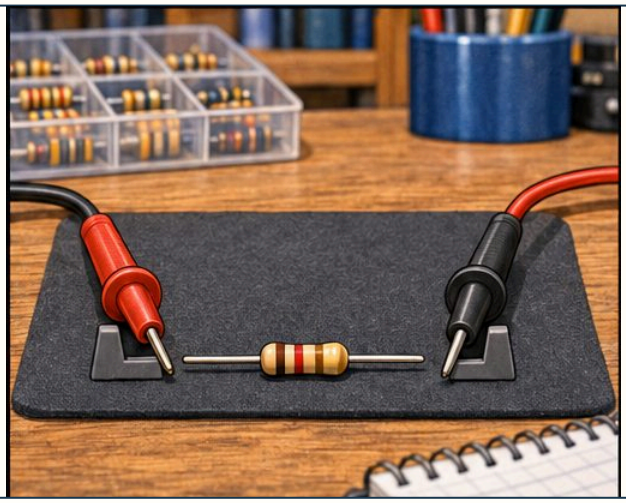
Az árambemenetet ennél a mérésnél nem használják.



Ellenőrzik a vezetékeket és a csúcsok érintkezését.

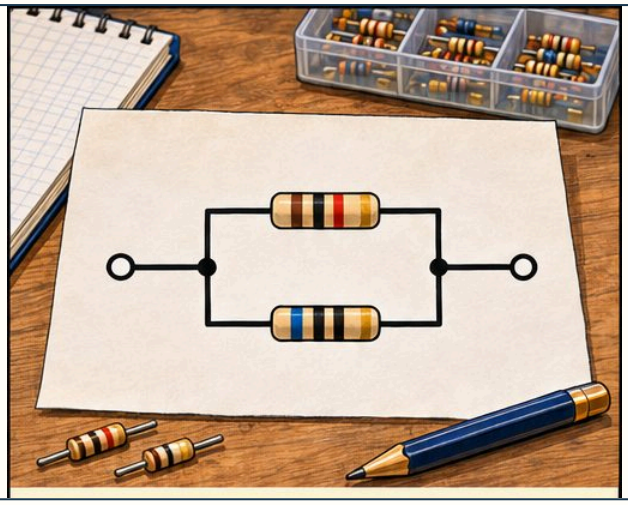


Ujjak és rossz érintkezés főként nagy ellenállásnál torzíthatják a kijelzést.

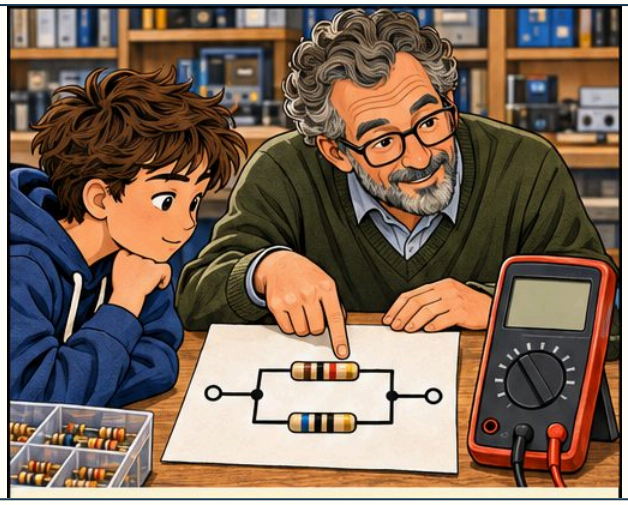


Lucas szigetelő felületre teszi az alkatrészt, és távol tartja a kezét.

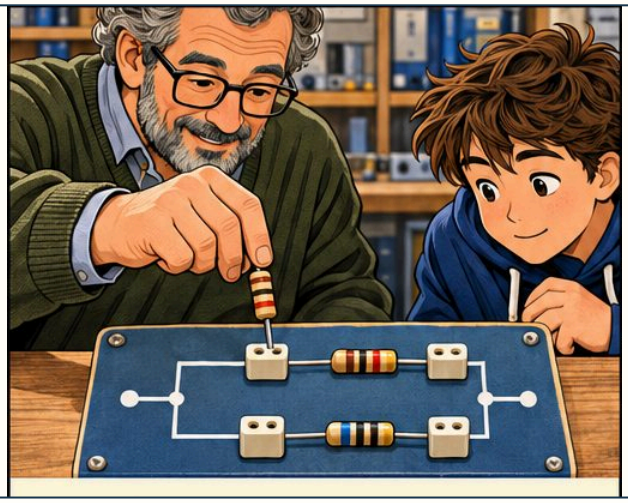
Rejtett utak elkerülése



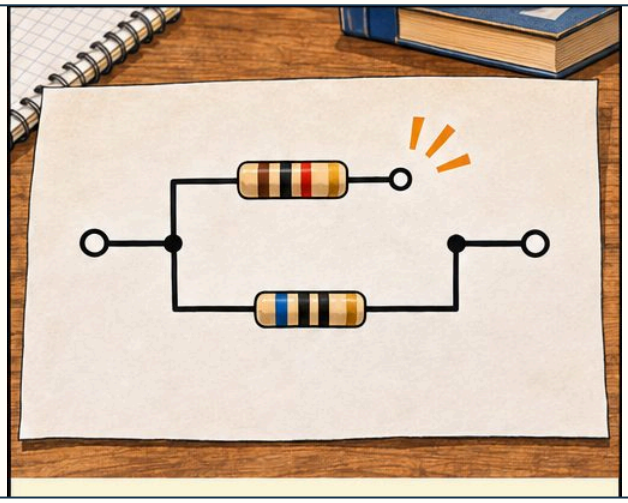
Más alkatrészek párhuzamos utakat alkothatnak az áramkörben.



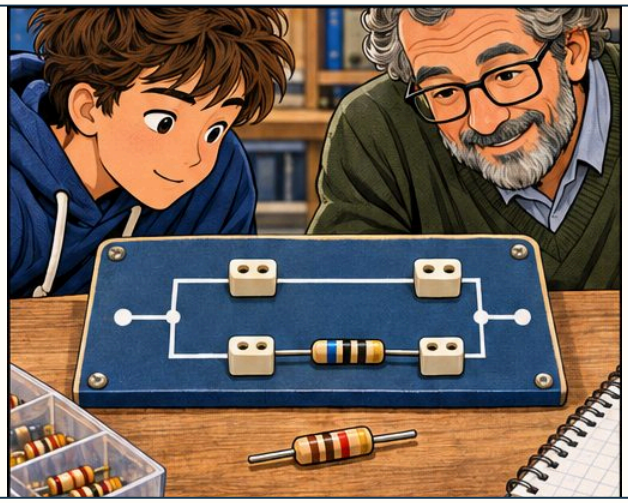
Ekkor a kijelzés nem feltétlenül az egyetlen ellenállás értéke.



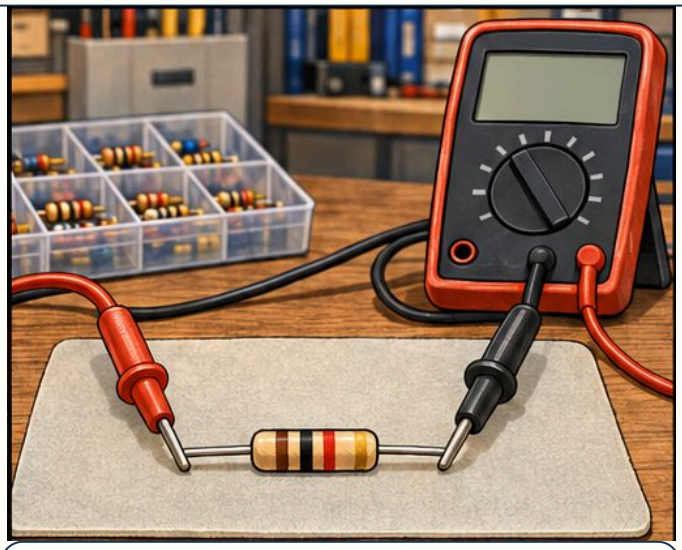
A lecsatlakoztatott dugaszolható panelből kiveszik az alkatrészt.



Más áramkörökben az egyik kivezetést kellhet leválasztani.



Itt nincs kiforrasztás: a foglalat lehetővé teszi az elkülönítést.

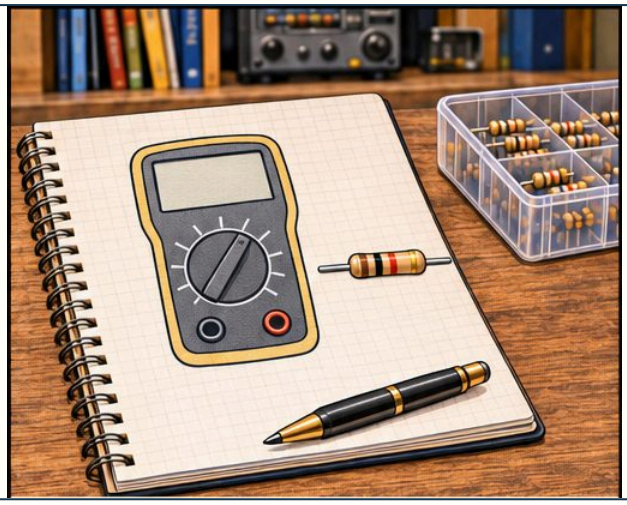


A kivett ellenállás most önmagában mérhető.

Ne értelmezzük túl a kijelzést



Előbb ismert 1 kΩ, ±5 % ellenállással gyakorolnak.



A füzet lehetséges kijelzése: 0,998 kΩ, azaz 998 Ω.



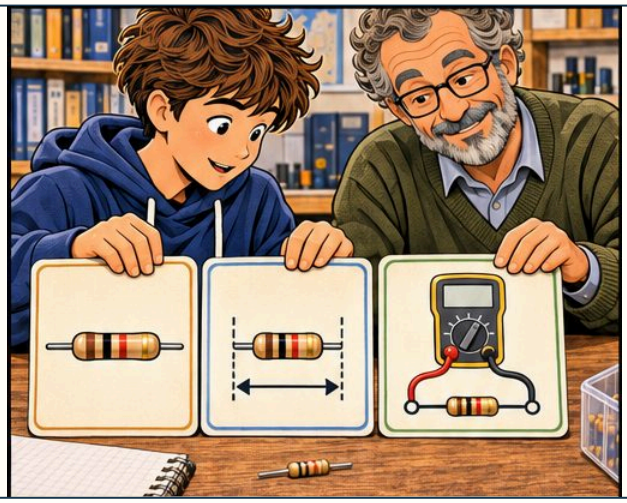
Ez a 950 Ω és 1 050 Ω közti névleges tartományban van.



A multiméter pontossága és az érintkezések minősége korlátozza a következtetést.



A folytonosság sípolása nem pótolja a számszerű ellenállásmérést.

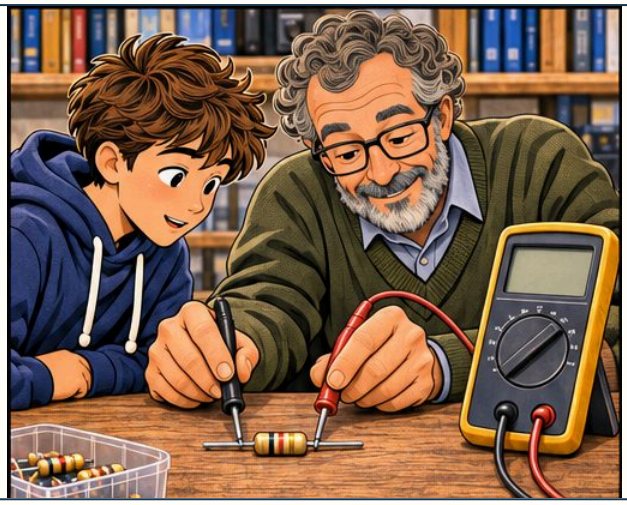


Lucas az egységet, várt tartományt és mérési feltételeket is összeveti.

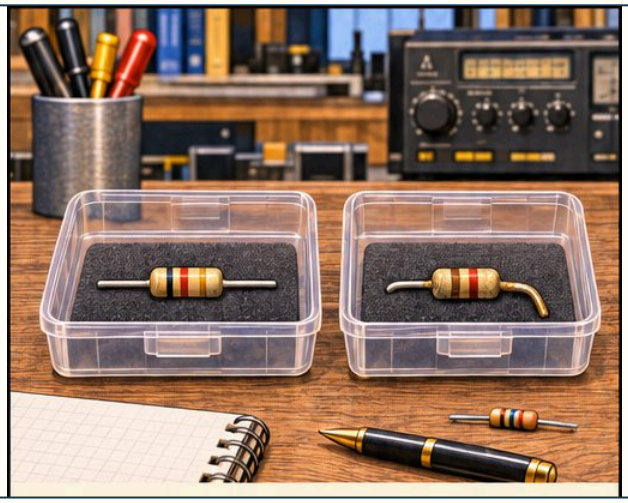
Nyom, még nem ítélet



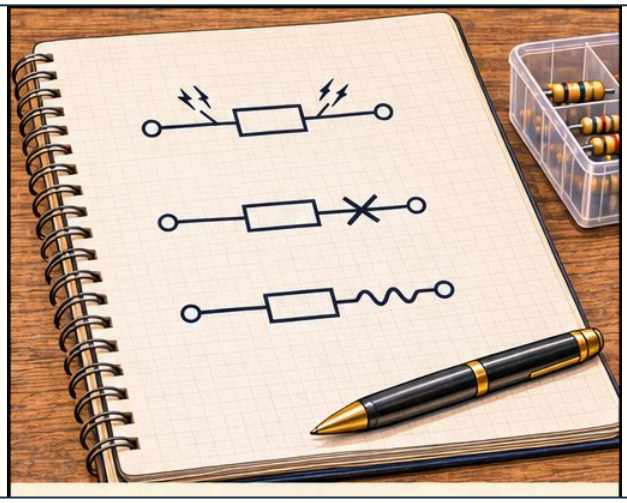
A jelzőből kivett alkatrész egyik lábának érintkezése sérült.



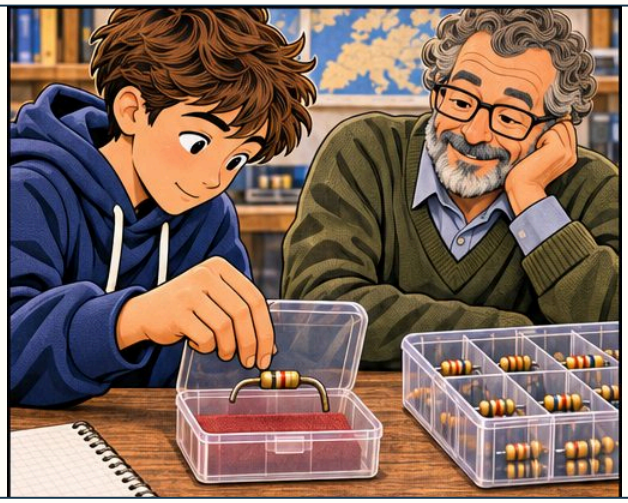
A kijelzés ingadozik; Henri újra kialakítja a mérőérintkezést.



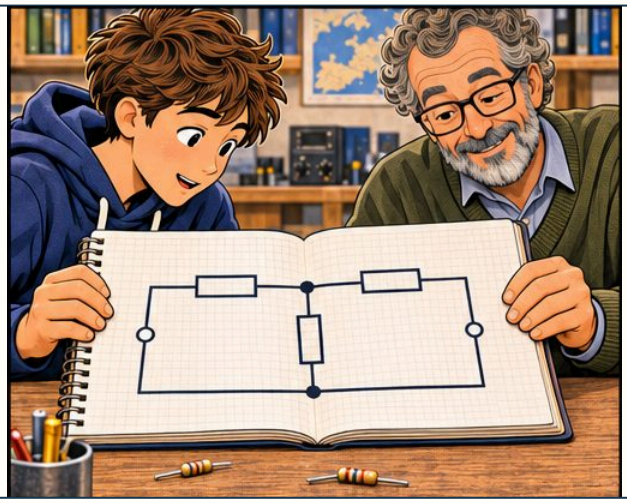
Az ismert alkatrész viselkedésével hasonlítják össze.



Tartományon kívüli jelzést okozhat alkatrész, vezeték vagy érintkezés.



A gyanús darabot félreteszik, de nem állítják, hogy minden hibát ismernek.



A rajz még megmutatja, hogyan dolgoznak együtt az ellenállások.

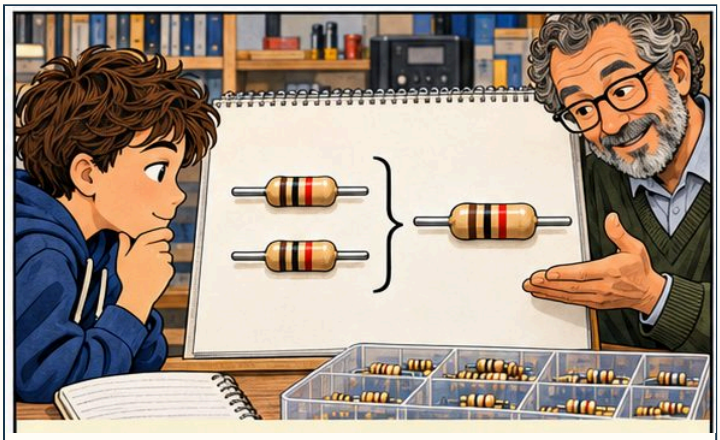
Egyetlen út mentén



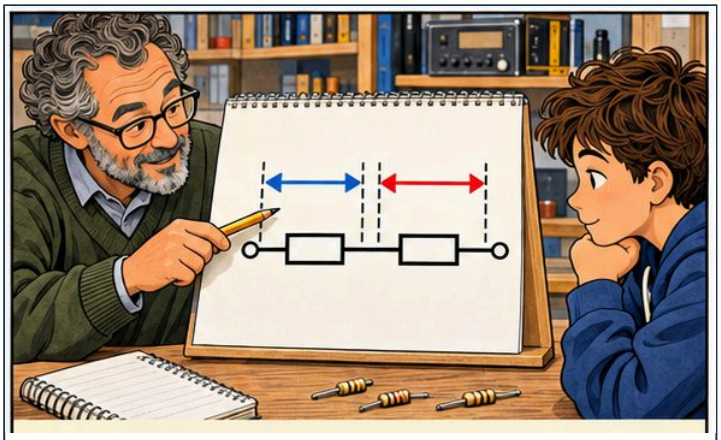
Két ellenállás soros, ha ugyanaz az áram folyik át rajtuk elágazás nélkül.



Eredőjük R = R1 + R2.



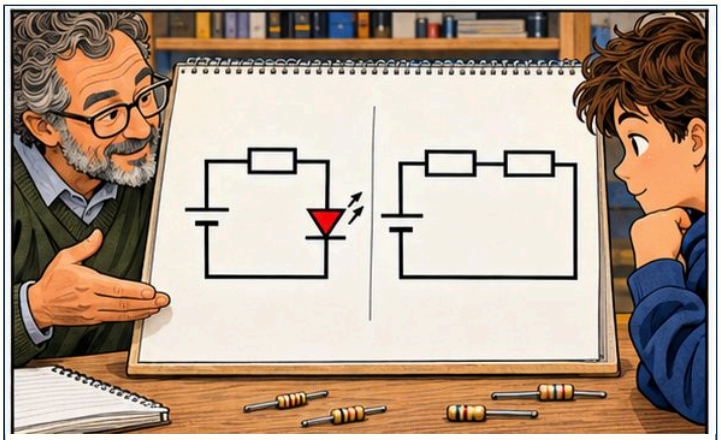
Két 1 kΩ ellenállás sorban 2 kΩ értéket ad.



A teljes feszültség értékeik szerint oszlik meg.

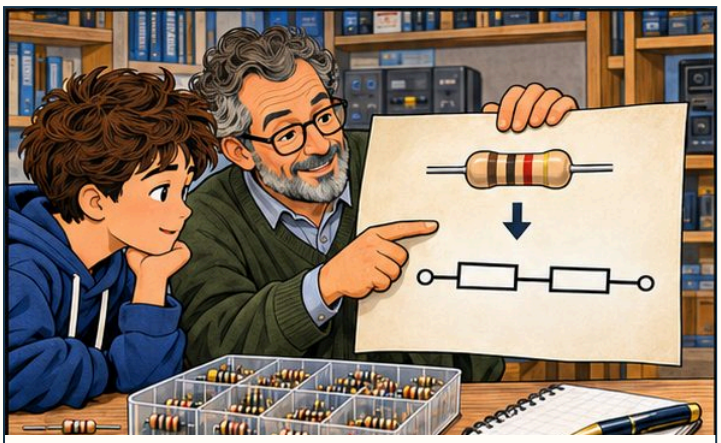


Minden alkatrésznek a saját feszültségét és teljesítményét kell bírnia.

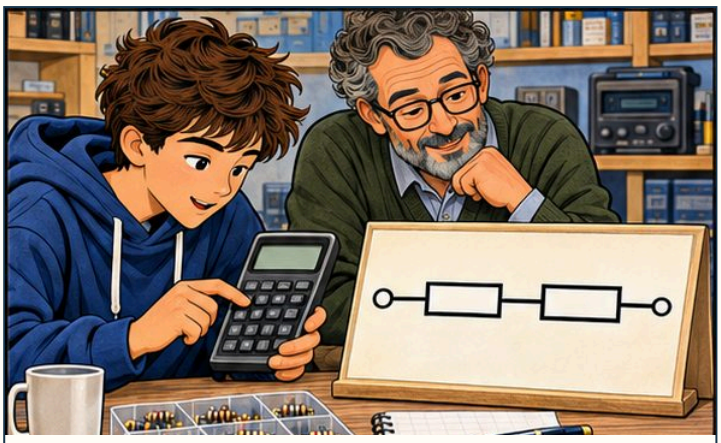


Lucas egy utat rajzol, és újra megtalálja a LED soros ellenállását.

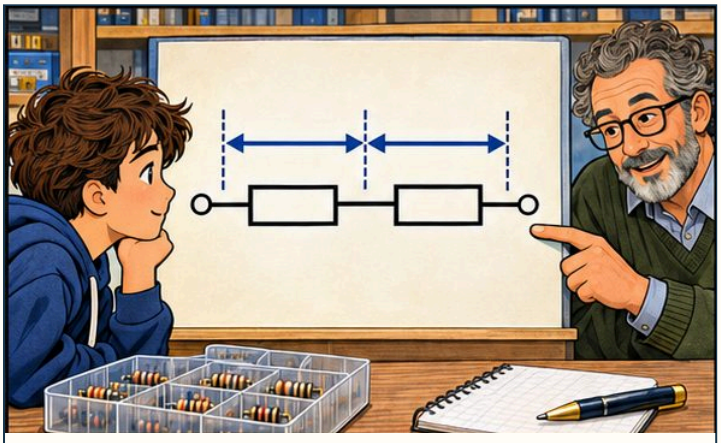
Megosztás sorosan



Papíron 5 V táplál két egyforma, soros 1 kΩ ellenállást.



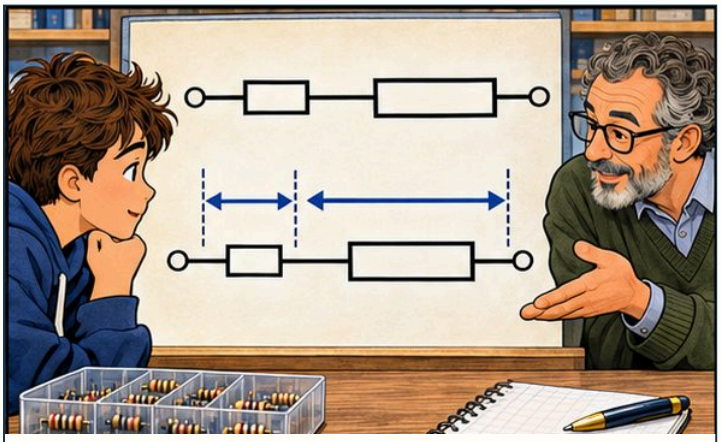
Az áram 5 / 2 000 = 0,0025 A, azaz 2,5 mA.



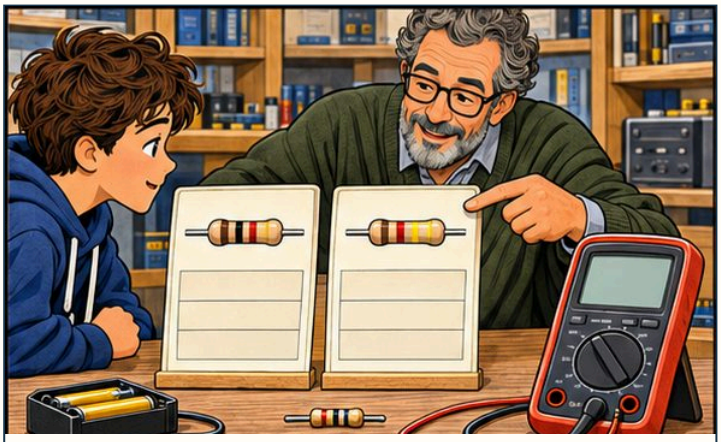
Az ideális modellben mindegyikre 2,5 V jut.



Egyenként 2,5 × 0,0025 = 0,00625 W disszipálódik.

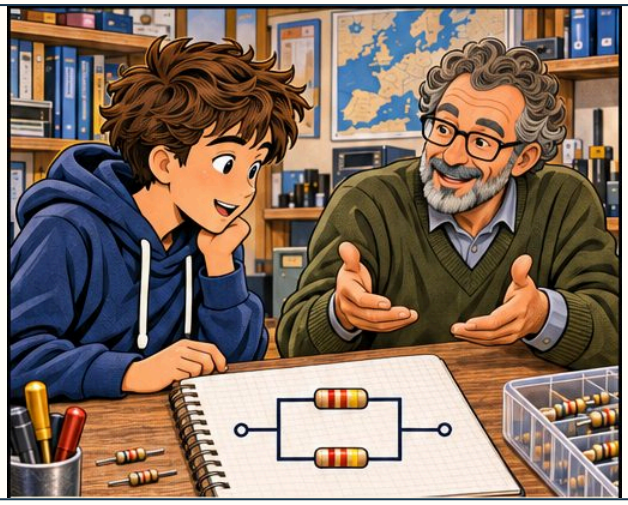


Más értékek másként osztanák a feszültséget és teljesítményt.

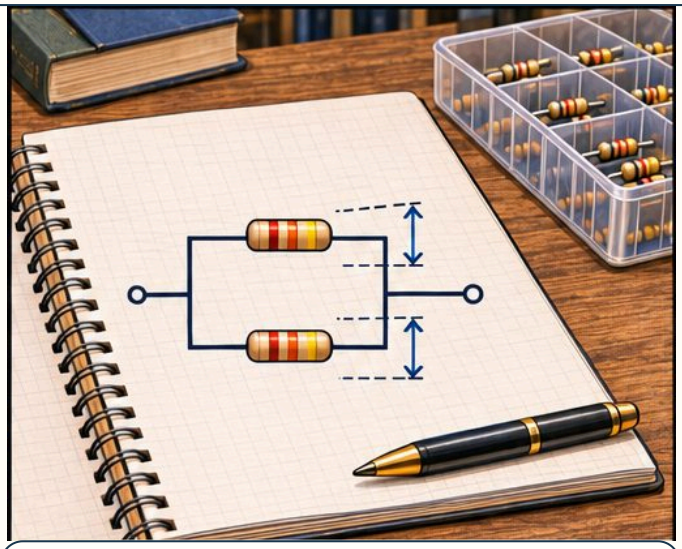


Henri hangsúlyozza: a tokok wattjainak összeadása nem elég a választáshoz.

Két út két pont között



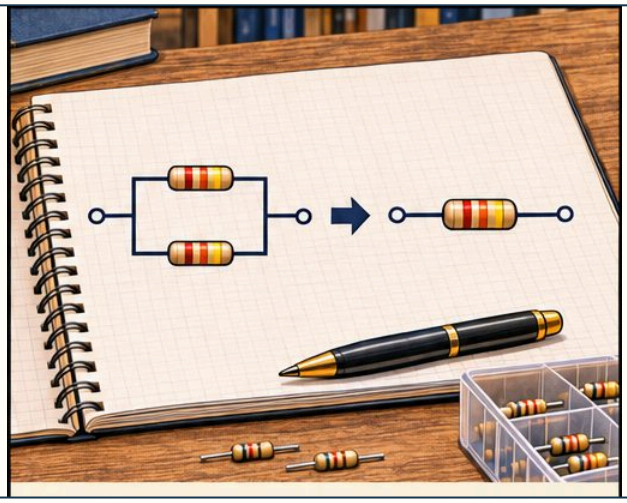
A párhuzamos ellenállások ugyanahhoz a két csomóponthoz csatlakoznak.



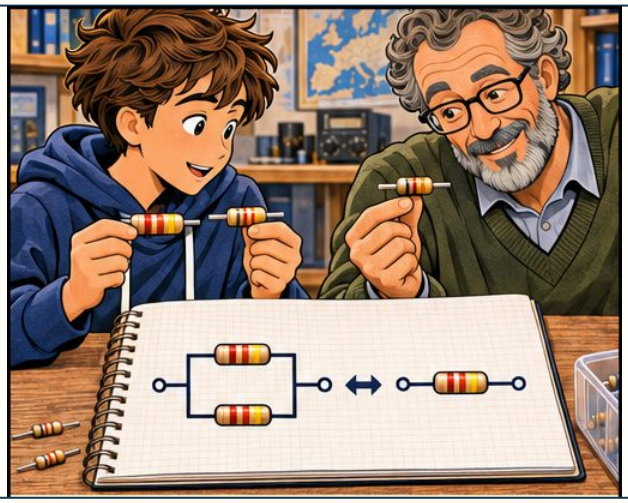
Így a kivezetéseik közti feszültség azonos.



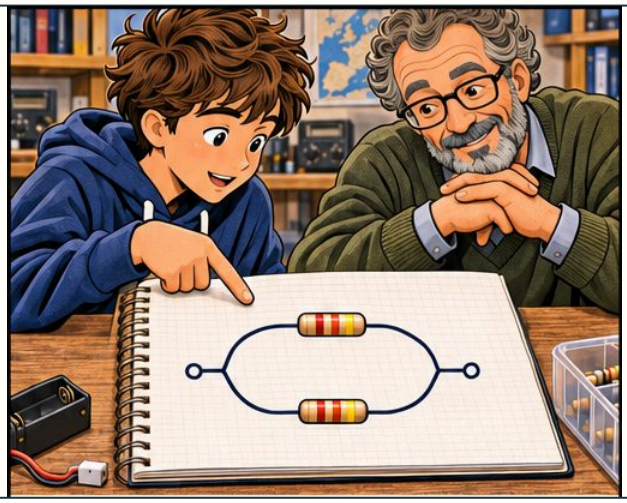
Két ágnál: 1 / R = 1 / R1 + 1 / R2.



Két 1 kΩ ellenállás párhuzamosan 500 Ω értéket ad.

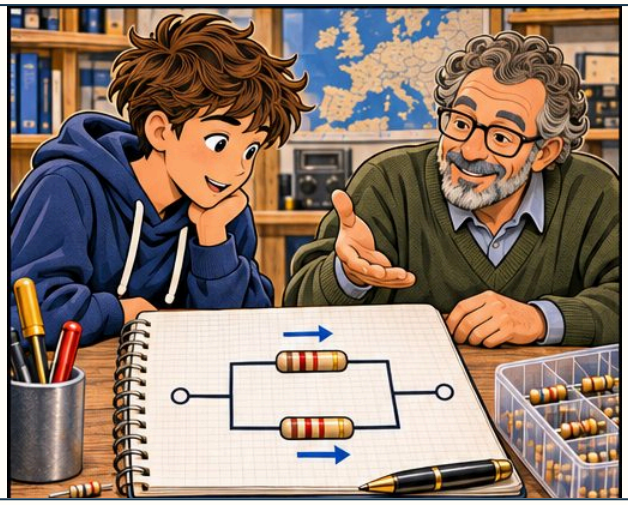


Az eredő kisebb ezen ágak legkisebb pozitív ellenállásánál.

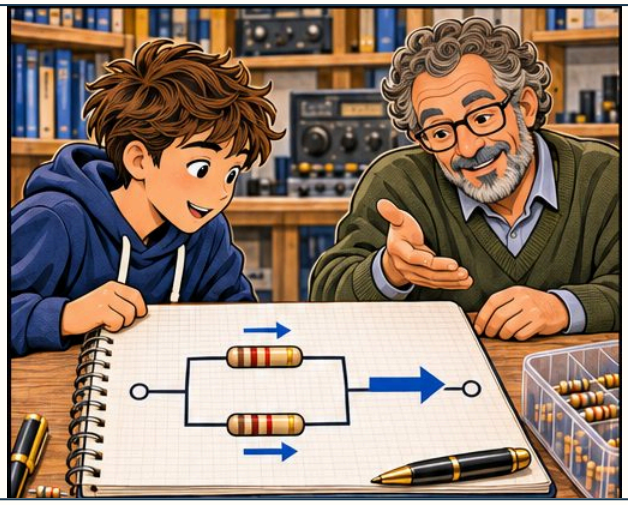


Lucas a csomópontokat ellenőrzi; a rajzbeli hely nem elég.

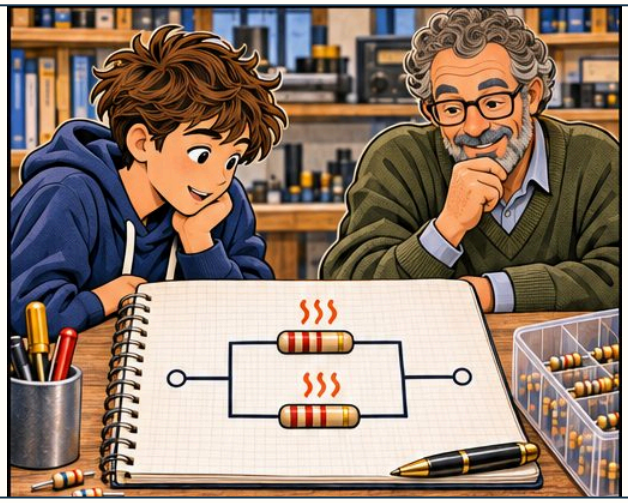
Az áram ágakra oszlik



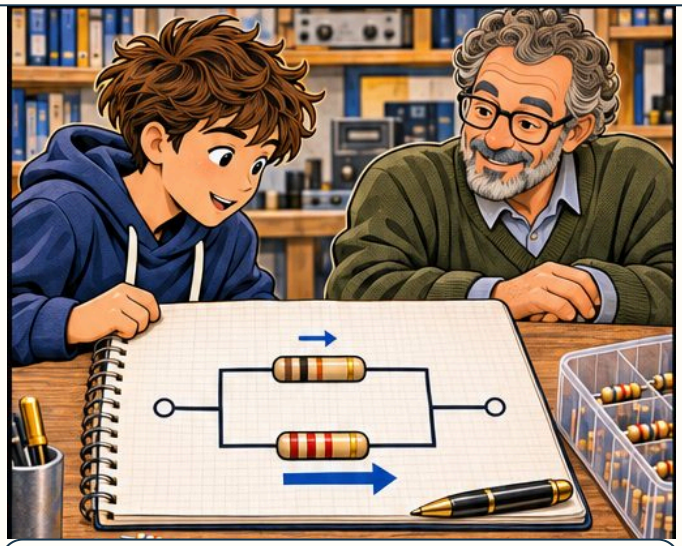
5 V mellett minden 1 kΩ ellenállás ága 5 mA-t vesz fel.



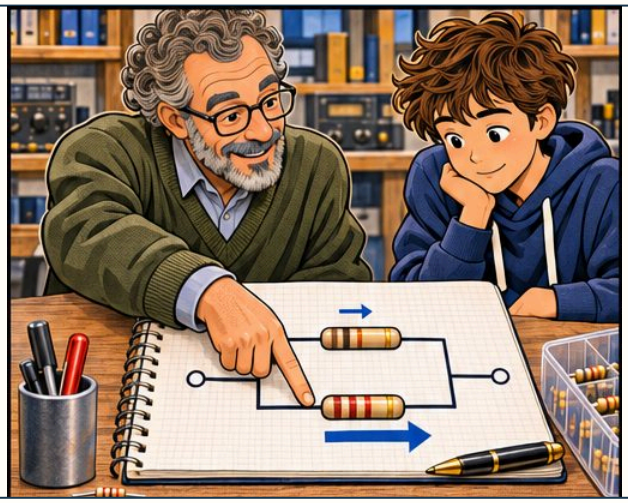
A forrás az összeget adja: 10 mA ebben az ideális példában.



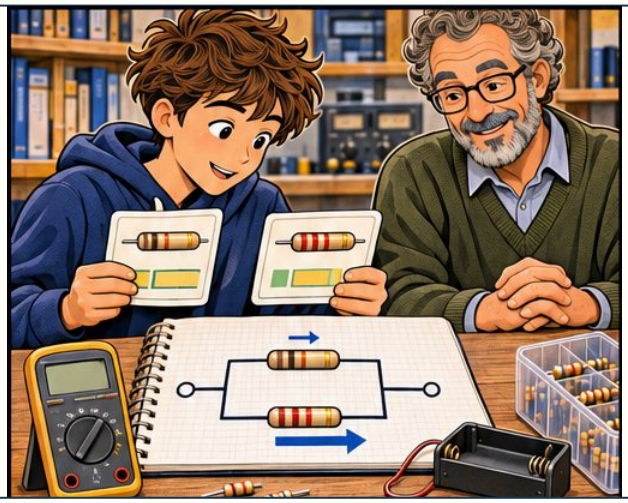
Minden ellenállás 5^2 / 1 000 = 0,025 W-ot disszipál.



Eltérő értékeknél az áramok nem egyenlők.

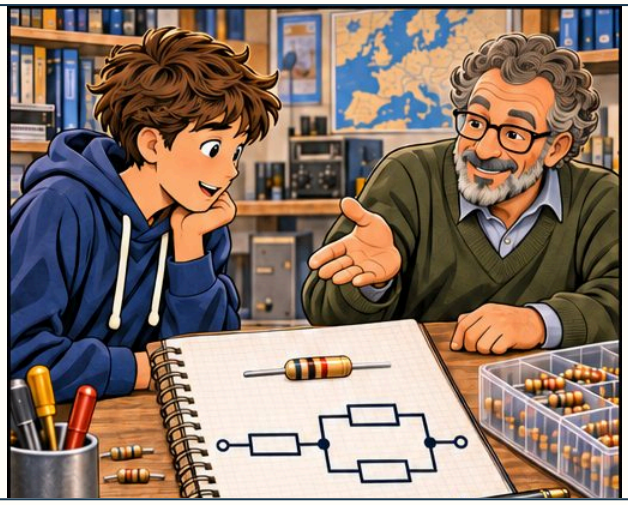


Azonos feszültségnél a kisebb ellenállású ág nagyobb áramot vesz fel.



Lucas érti, miért kíván két párhuzamos ellenállás két ellenőrzést.

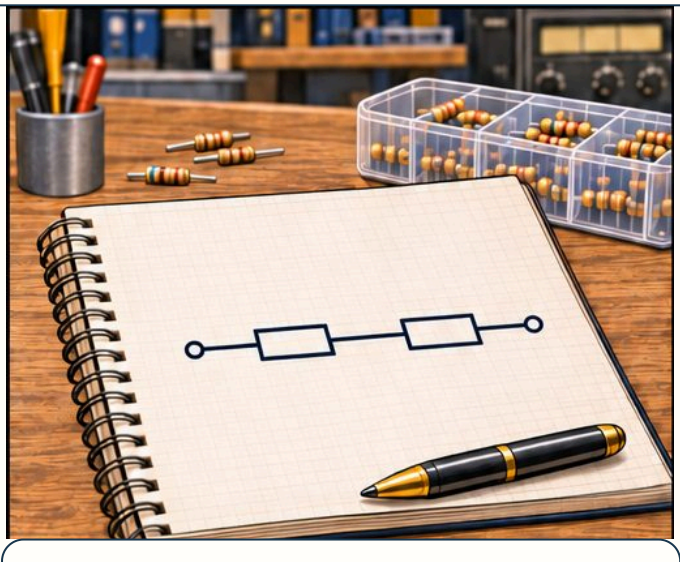
Egyszerűsítés tévedés nélkül



Henri 1 kΩ ellenállást rajzol sorba két párhuzamos 1 kΩ ellenállással.



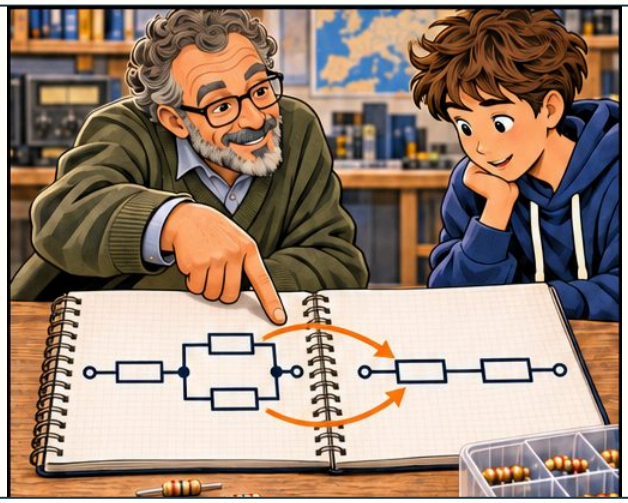
Lucas előbb 500 Ω értékkel helyettesíti a párhuzamos párt.



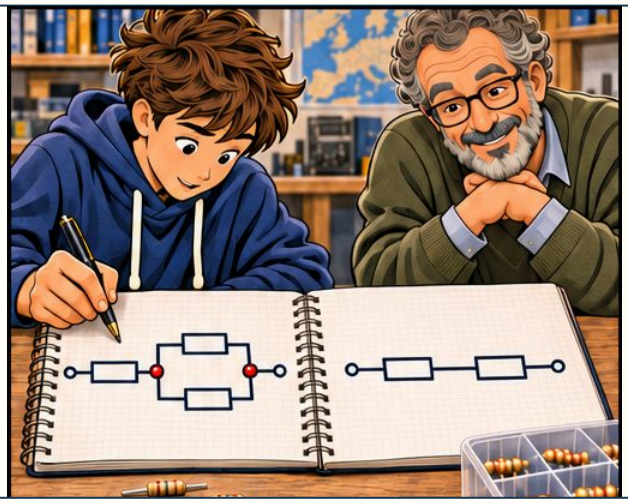
Hozzáadja a sorosat: 1 000 + 500 = 1 500 Ω.



Megtartja az eredeti rajzot az egyes alkatrészek áramának visszakereséséhez.



Az eredő a kapcsokat írja le, a belső korlátokat nem törli.



A módszer elkerüli a képletválasztást pusztán a rajz látványa alapján.

Köztes feszültség létrehozása



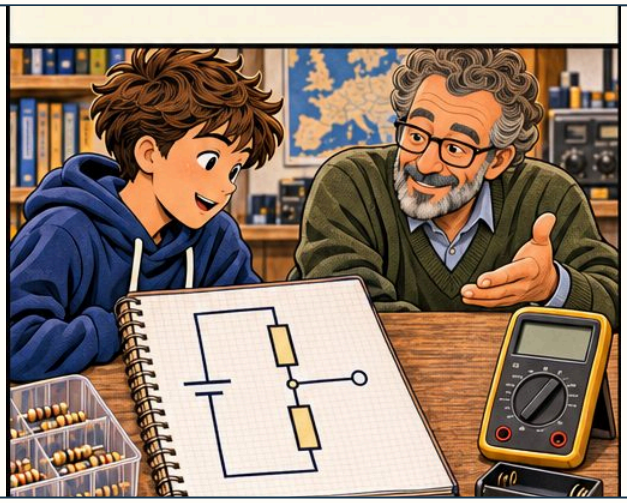
Két soros ellenállás feszültségosztót alkothat.



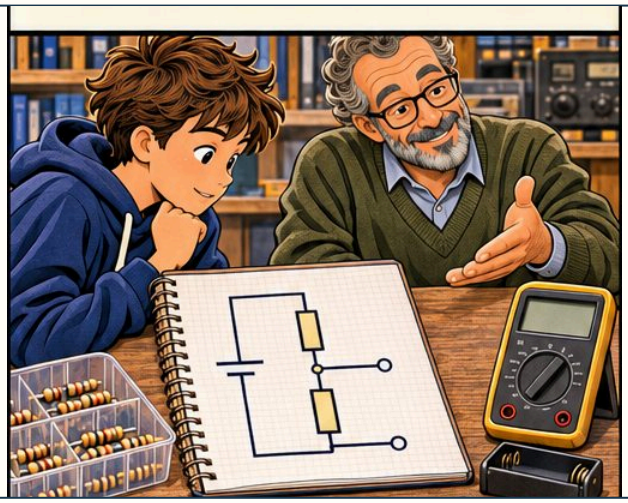
Terhelés nélkül: Uki = Ube × R2 / (R1 + R2).



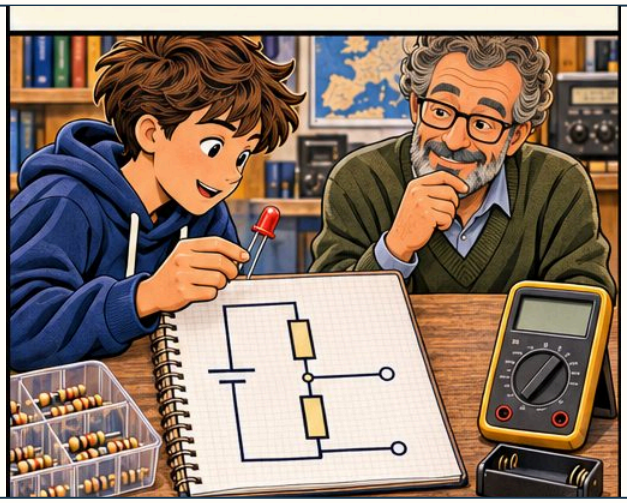
A kimenet R2 két vége, a középpont és a referencia között van.



5 V és két 1 kΩ ellenállás esetén ideálisan 2,5 V.

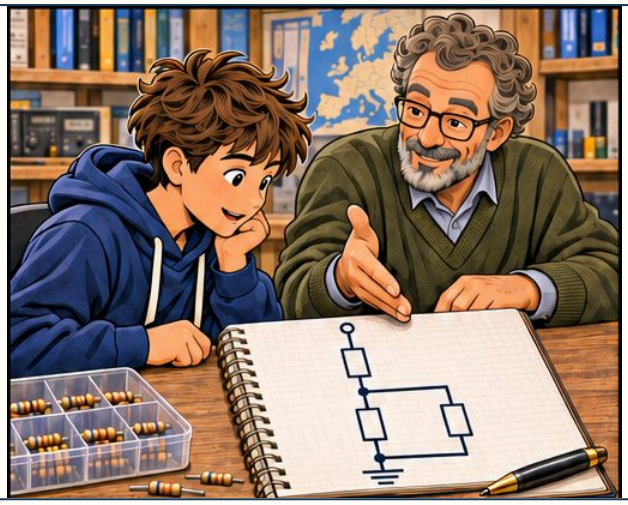


Ez azt feltételezi, hogy a kimenet gyakorlatilag nem vesz fel áramot.

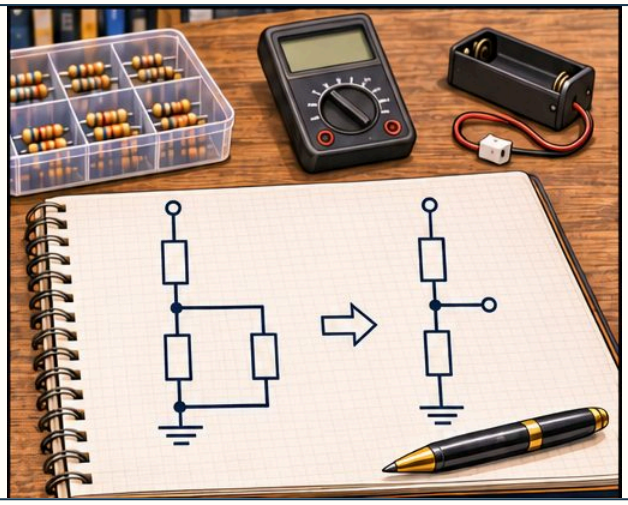


Lucas LED-et kötne rá; Henri megmutatja a változást.

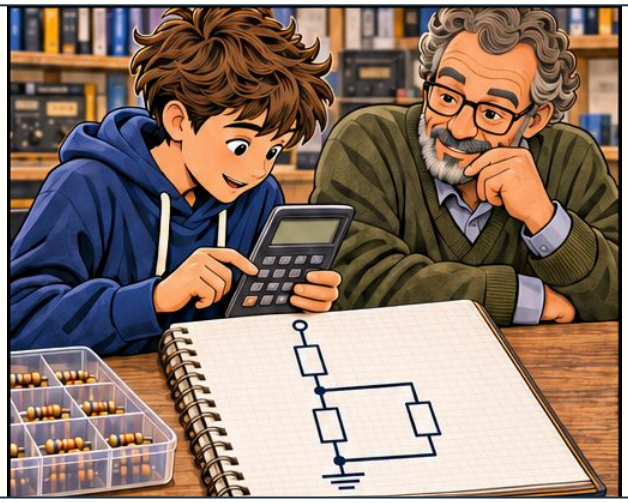
Ha terhelt a kimenet



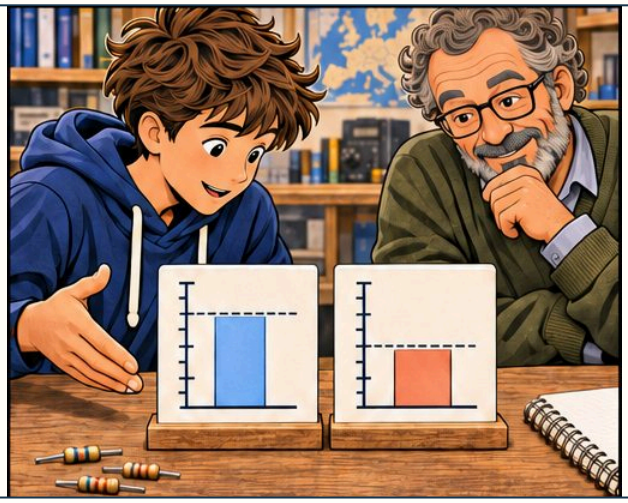
A kimenetre kapcsolt terhelés R2-vel párhuzamos.



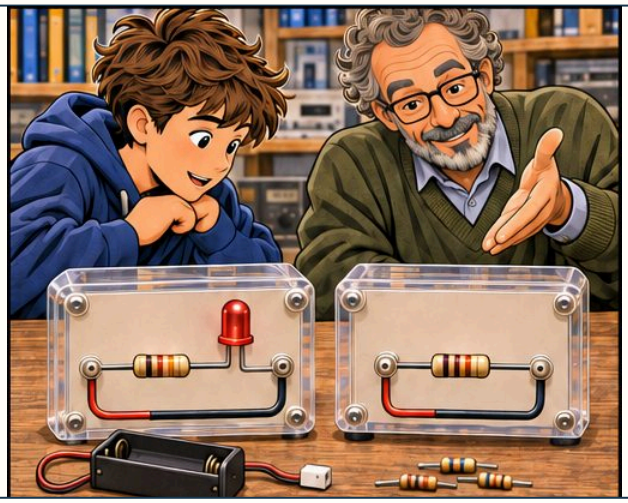
1 kΩ terhelésnél az R2 1 kΩ értéke 500 Ω eredővé válik.



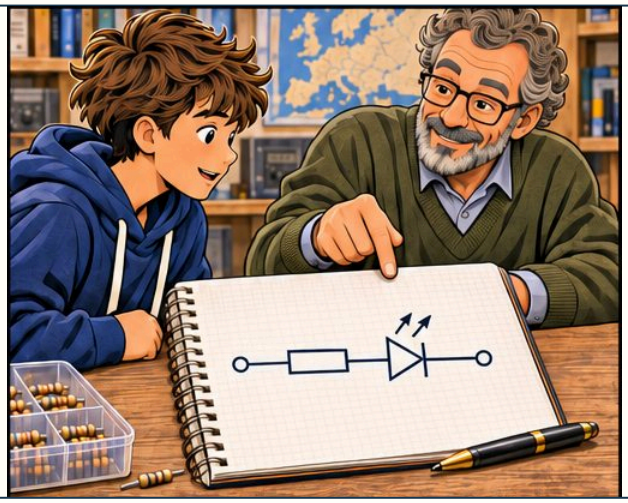
A kimenet ekkor 5 × 500 / (1 000 + 500) ≈ 1,67 V.



Már nem 2,5 V: a terhelés megváltoztatta az osztót.



A LED nem ohmos terhelés, így a számítás nem írja le pontosan.



A jelzőnél marad az előírt soros áramkör, rögtönzött osztó nélkül.

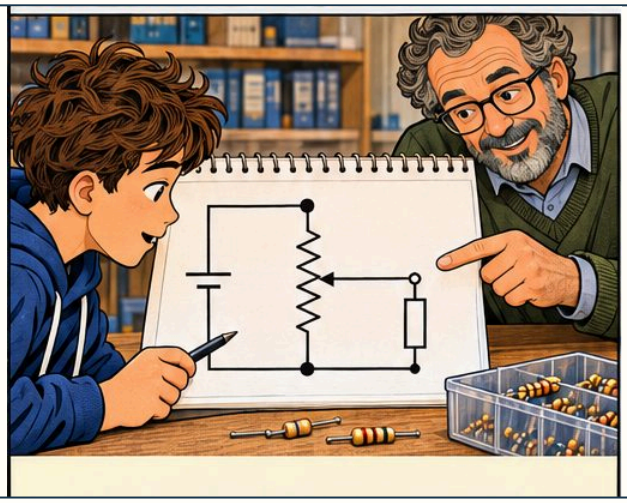
A potenciométer csúszkája



A potenciométer ellenálláspályát és mozgó csúszkát tartalmaz.



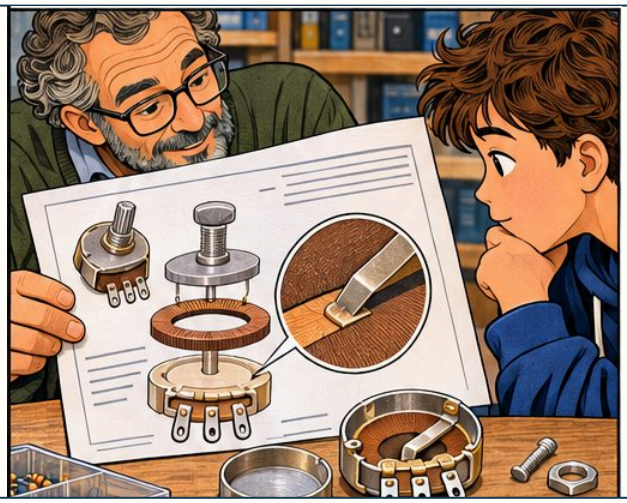
Három kivezetésével állítható osztó készülhet.



A terhelés a csúszkáról vett feszültséget is befolyásolja.



Két kivezetéssel az áramkörtől függően változtatható ellenállás lehet.

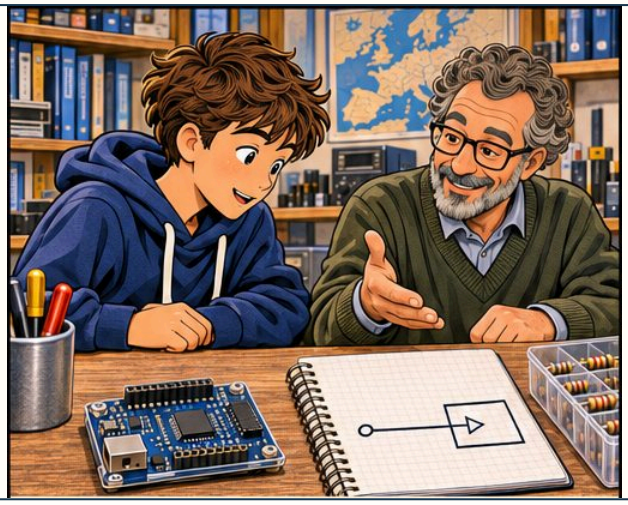


Teljesítményét, csúszkaáramát és bekötését ellenőrizni kell.

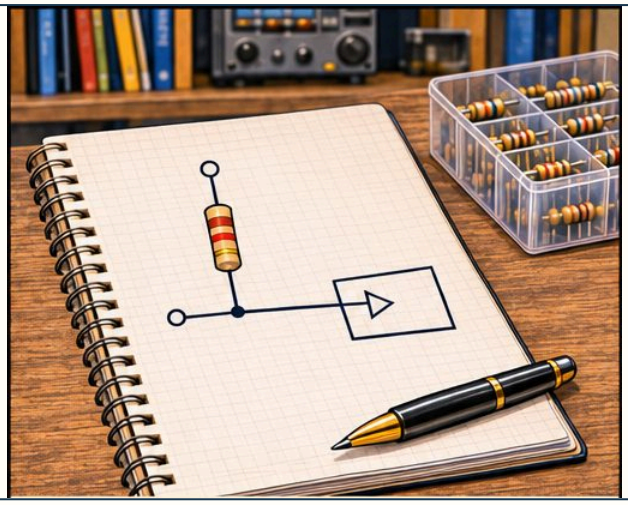


Lucas nem akarja eltávolítani a LED állandó védőellenállását.

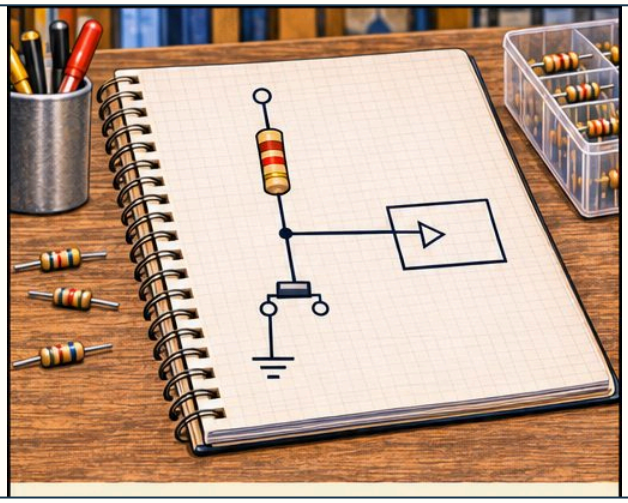
Állapotot adni egy bemenetnek



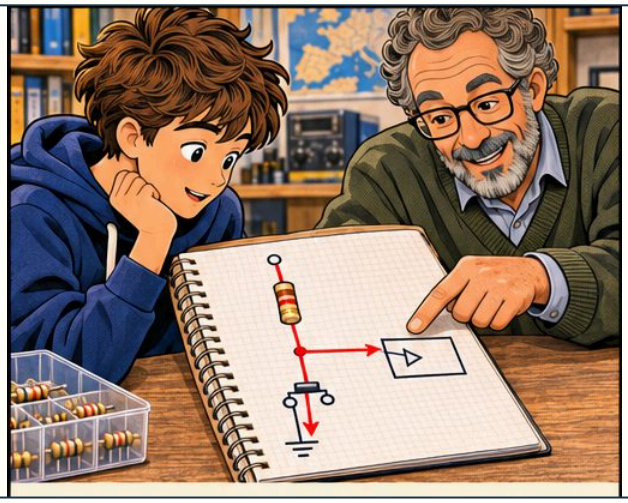
Oktatópanelen a lebegő bemenet bizonytalan állapotot olvashat.



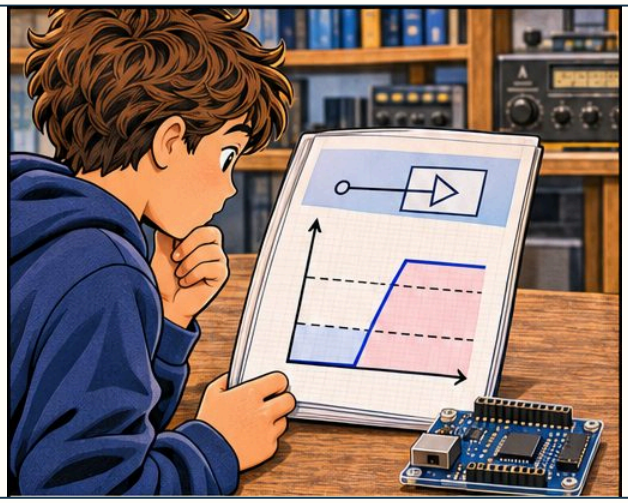
A tápra húzó ellenállás nyugalomban magas szintet ad.



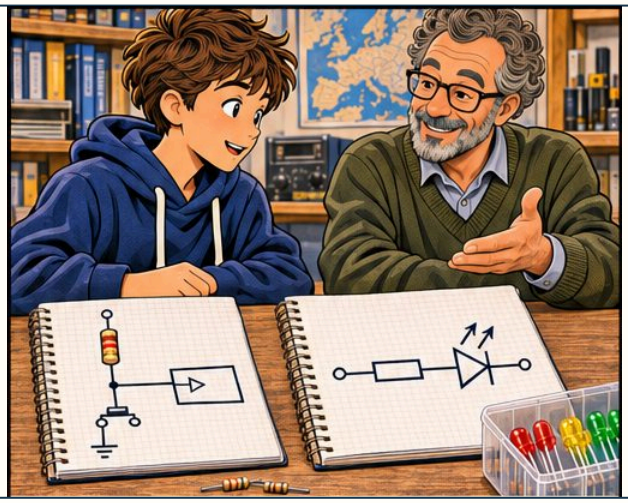
A referencia felé kötött gomb zárva alacsony szintet kényszerít ki.



Az ellenállás ekkor korlátozza a táp és gomb közti áramot.



Az érték a bemenettől, küszöbeitől és dokumentációjától függ.

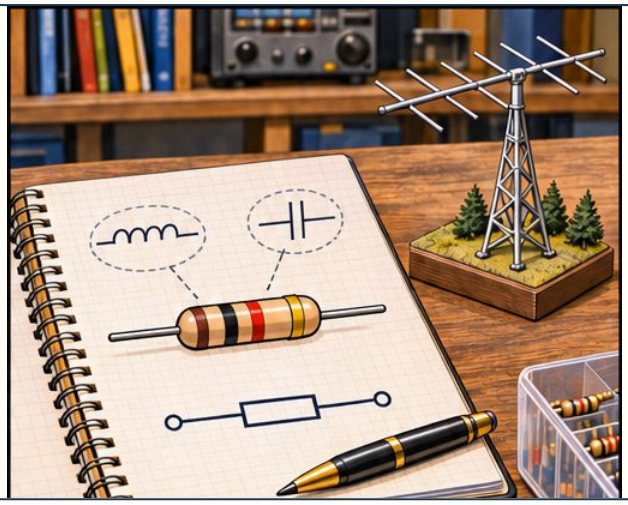


Henri rajzon mutatja a szerepet; a jelző egyszerű marad.

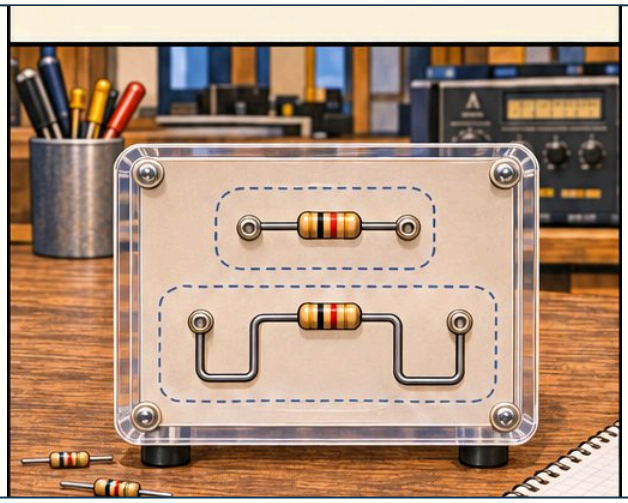
Rádióban korlátos a modell



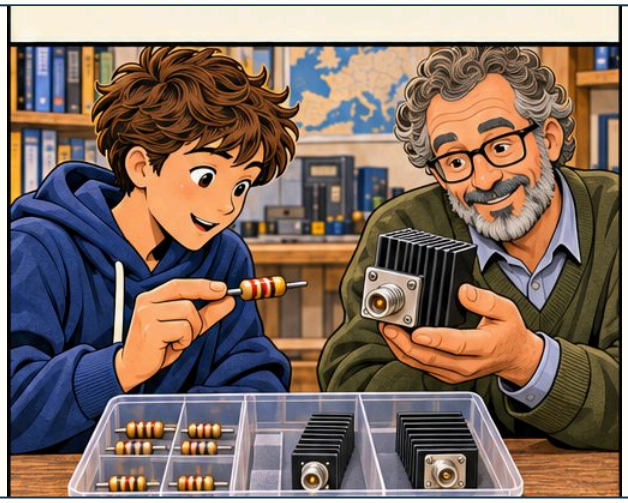
Az ellenállások rádióáramkörben előfeszítenek, csillapítanak vagy lezárnak is.



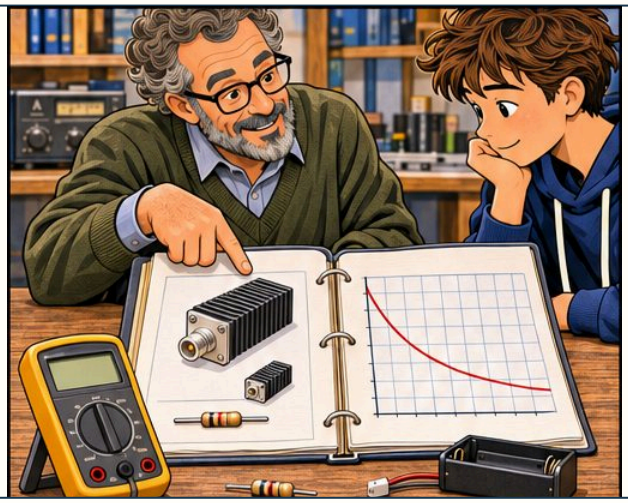
Nagy frekvencián parazita induktivitásuk és kapacitásuk számíthat.



A kötések és elrendezés is hozzáadnak hatásokat.



Tetszőleges 50 Ω ellenállás nem feltétlenül jó RF-terhelés.



A frekvenciasávnak, teljesítménynek és szerkezetnek illenie kell a célhoz.



Lucas elteszi az RF-példákat: a műhelyben nem adnak rádiójelet.

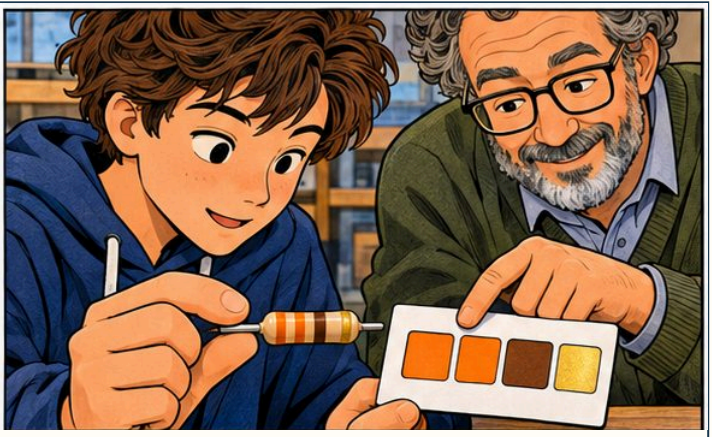
A csere adatlapja



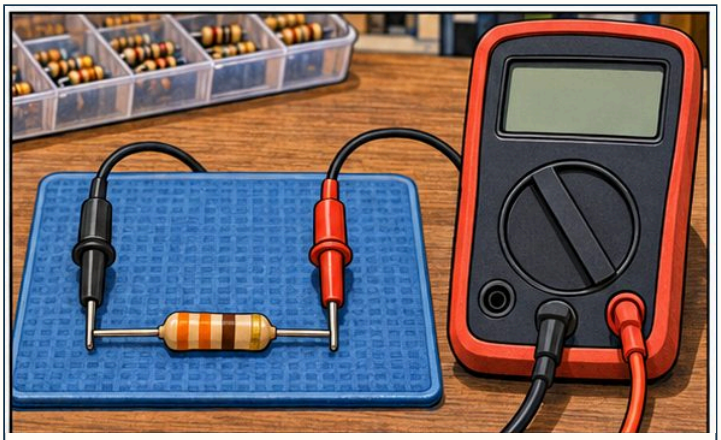
Lucas összegyűjti a rajzot, a LED és az ellenállás azonosítóját.



A dokumentált példához marad a 330 Ω, ±5 %, 0,25 W választás.



Táblázattal igazolja: narancs, narancs, barna, arany.



Az új ellenállást önállóan, táplált áramkörön kívül mérik.

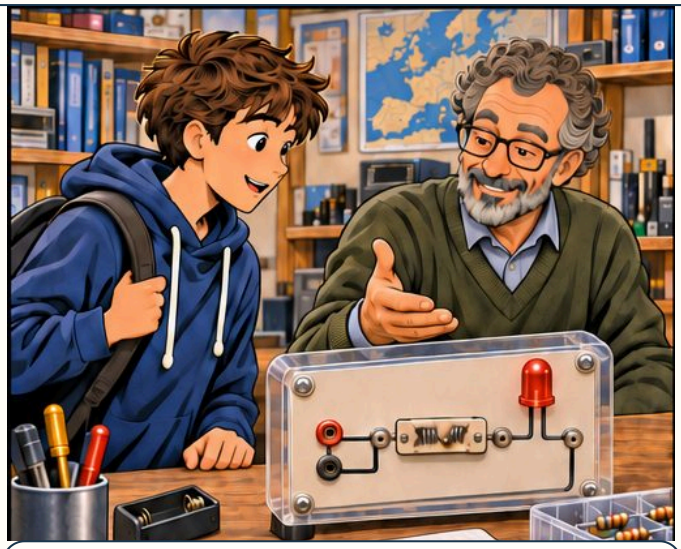


A kijelzésnek a tűréssel és mérési bizonytalansággal összeillőnek kell lennie.

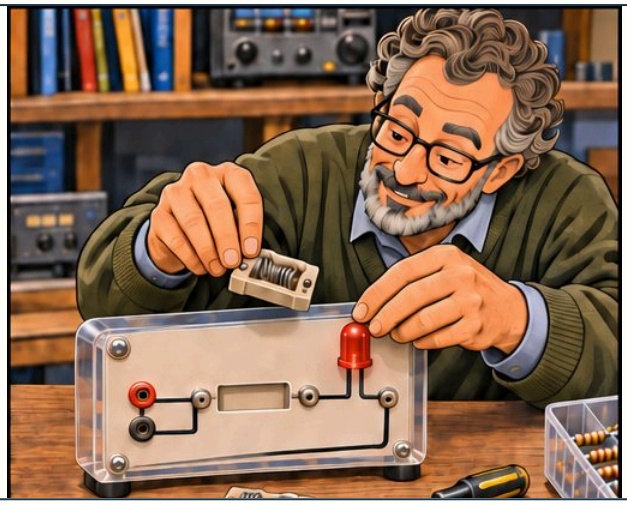


Henri átnézi a mappát: számítás és mérés kiegészíti egymást.

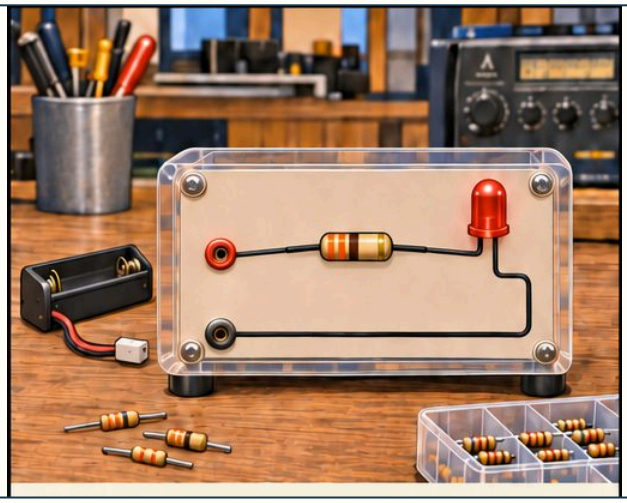
Módszeres összeszerelés



A panel a csere alatt lecsatlakoztatva marad.



Henri ellenőrzi a sérült foglalatot és cseréli az előírt csatlakozóelemet.



Erőltetés és szabad vezeték nélkül illesztik be az új ellenállást.



Lucas követi a hurkot: táp, ellenállás, LED, visszatérés.

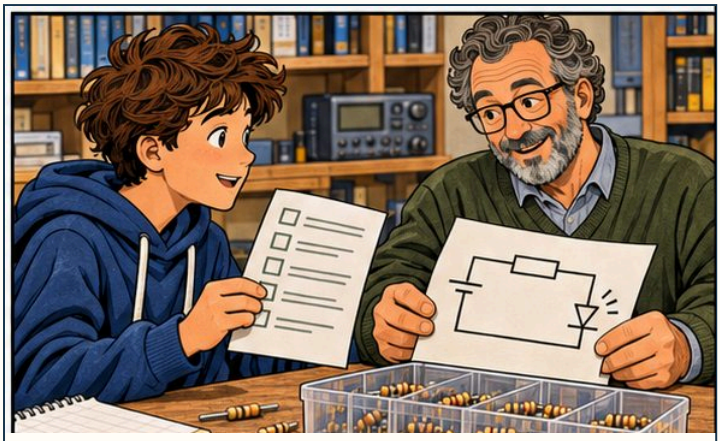


A LED polaritása megfelel a rajznak és adatlapnak.

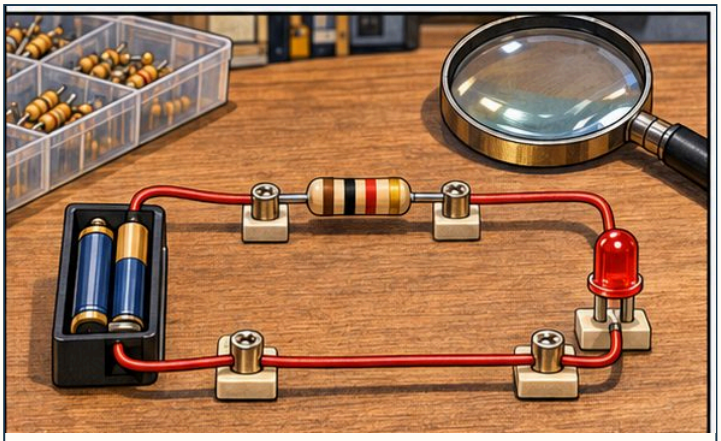


A gyanús alkatrész a feljegyzésekkel külön marad, nem használják újra.

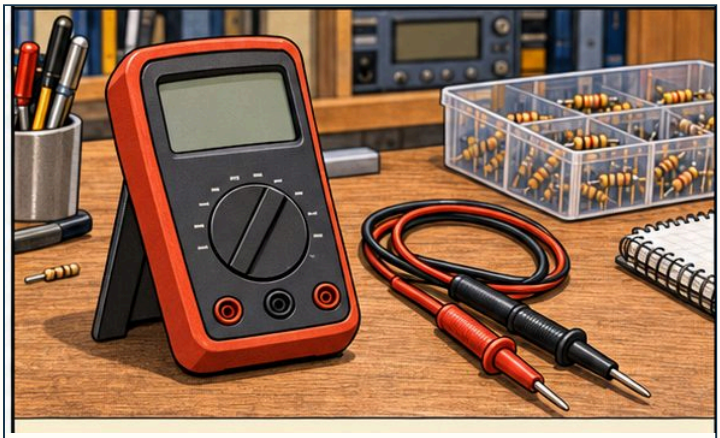
Egymás ellenőrzése



Visszakapcsolás előtt mindenki átnézi a másik munkáját.



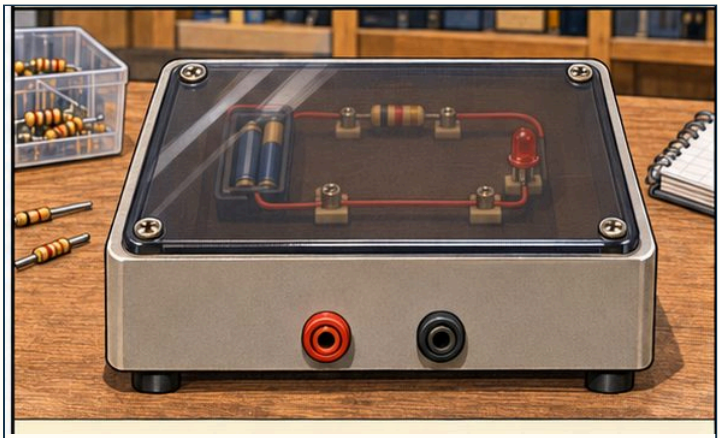
Rövidzárat, kihagyást vagy ellenállást megkerülő kötést keresnek.



Az ohmmérő vezetékeit eltávolították a panelről.



Henri 5 V-ra állítja a tápot a megfelelő áramkorláttal.

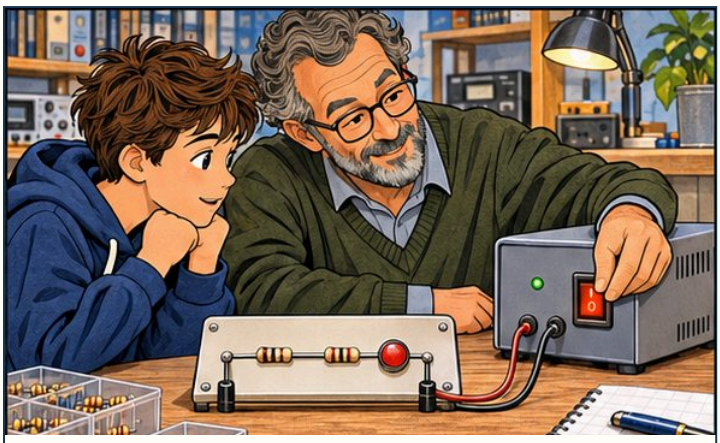


A panel az útmutató szerint zárt, a kötések védettek.



Lucas kimondja az elvárt eredményt: látható jelzés mérsékelt árammal.

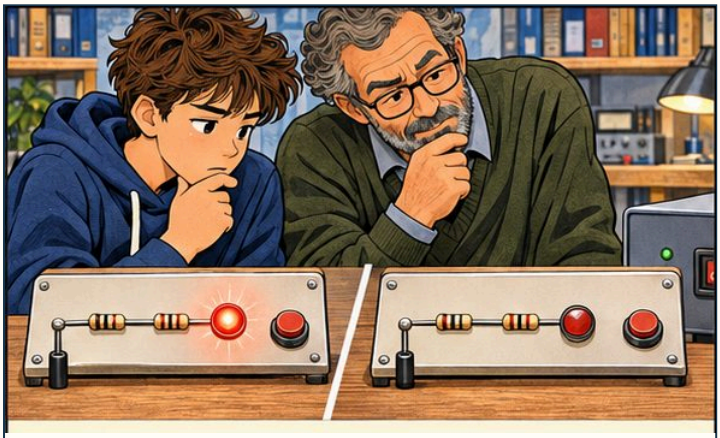
Első óvatos próba



Henri bekapcsolja a zárt panelt; senki nem mozgat kötéseket.



A jelző felgyullad, a gomb felengedésekor kialszik.



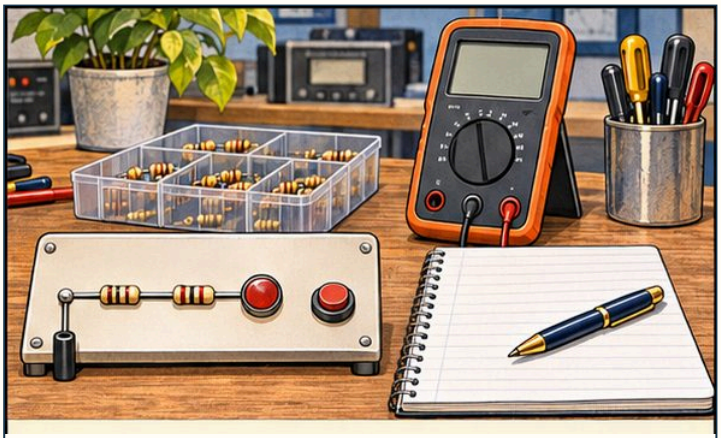
Újabb próbánál bizonytalanság jelenik meg a működésben.



Lucas nagyobb feszültséget javasol, majd eszébe jut a módszer.



A további keresés előtt kikapcsolnak és lecsatlakoztatnak.

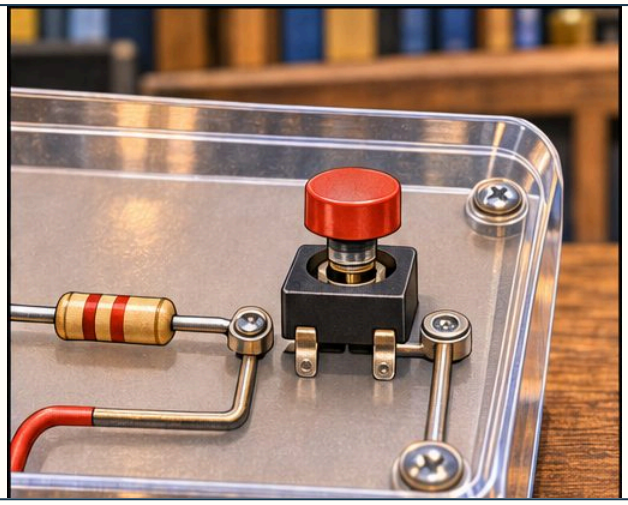


Egyetlen felvillanás nem elég, hogy késznek mondják a panelt.

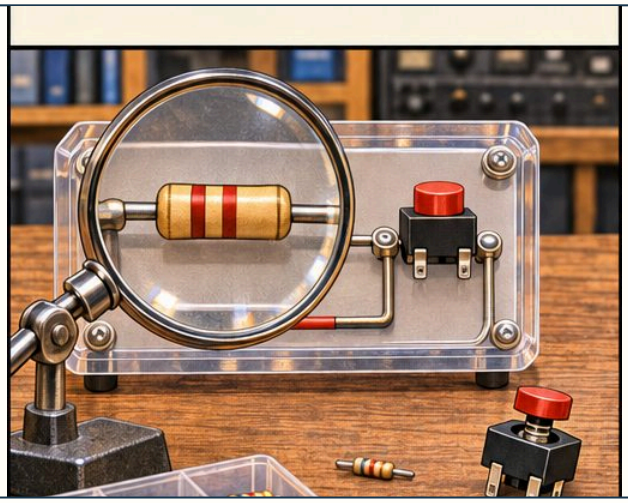
Egy második ok



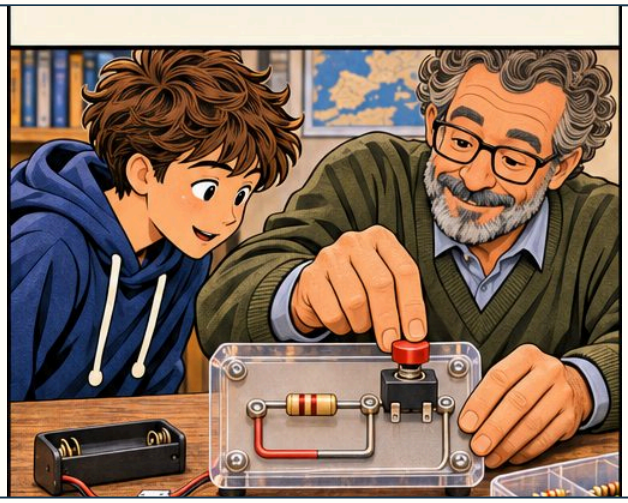
Biztonsági ellenőrzés után táp nélkül nézik az áram útját.



A gomb levehető csatlakozója nincs teljesen bedugva.



A jó ellenállás önmagában nem javítja meg a rossz kötést.



Henri helyreteszi a csatlakozót és ellenőrzi rögzülését.



Lucas felírja: gyanús alkatrész és csatlakozási hiba két külön nyom.

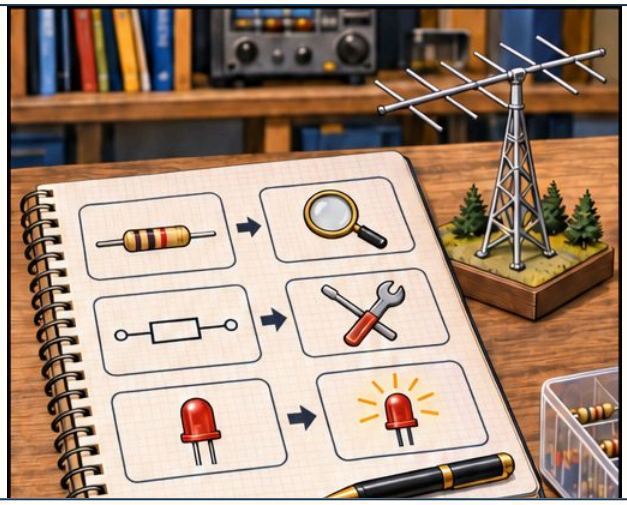


Új próba előtt megismétlik a teljes ellenőrzést.

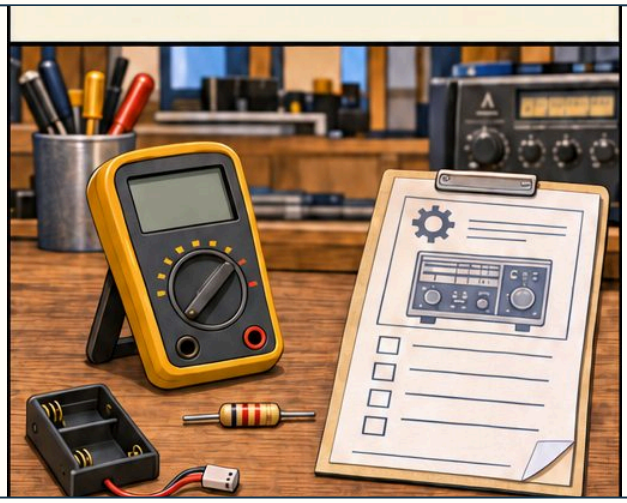
Egyszerre egy dolgot



Több alkatrészt már nem cserélnek egyszerre.



A füzet minden lépésnél őrzi a tünetet és az elvégzett ellenőrzést.



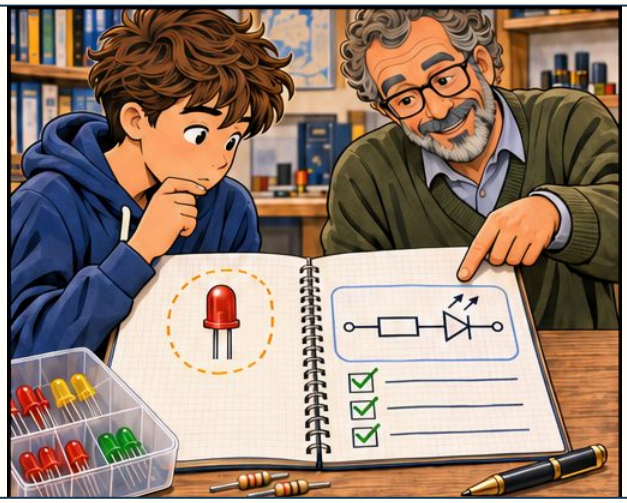
A helyes ohmmérőérték nem garantál minden üzemi viselkedést.



Szemrevételezés, alkatrészkorlátok és az előírt próba egészítik ki a mérést.

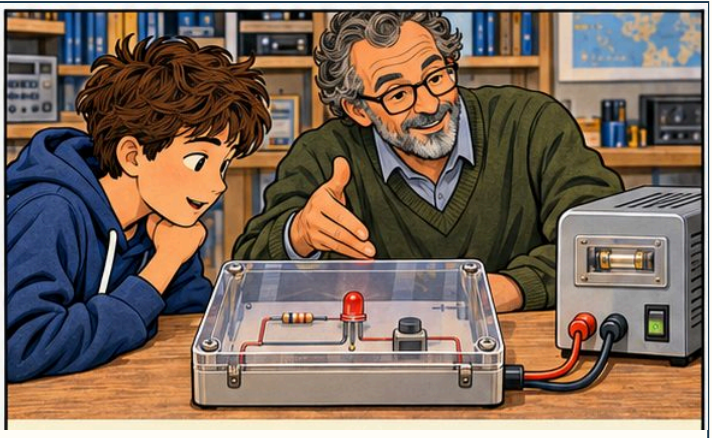


Rendellenes jelnél megállnak, és táp nélkül folytatják a keresést.



Lucas már megmagyarázza, miért volt elhamarkodott az első ötlet.

A jelző beváltja az ígéretét



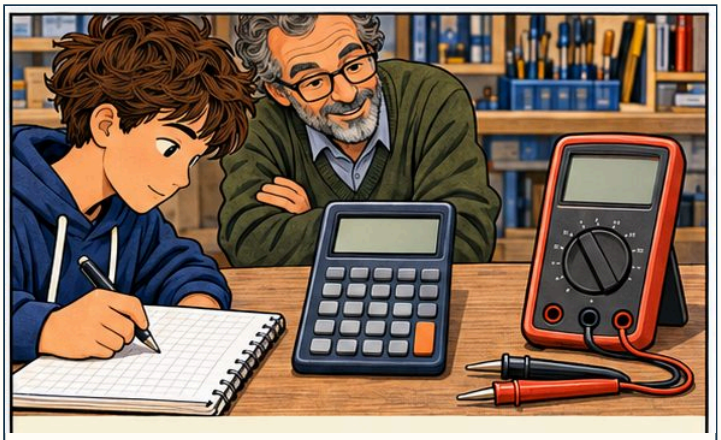
A zárt panelt az előírt eljárással ismét táplálják.



A bemutatóban a jelző most már szabályosan reagál a gombra.



Henri figyeli a működést, Lucas az elvárttal összeveti.



A számított áramot nem állítják be elvégzett mérésként.



A füzet elkülöníti a számításokat, ellenőrzéseket és próbaészleléseket.

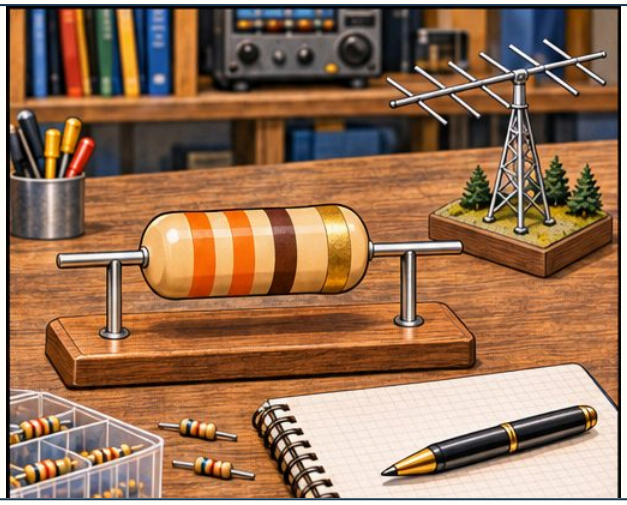


A standra szállítás előkészítése előtt kikapcsolják a tápot.

A választás magyarázata



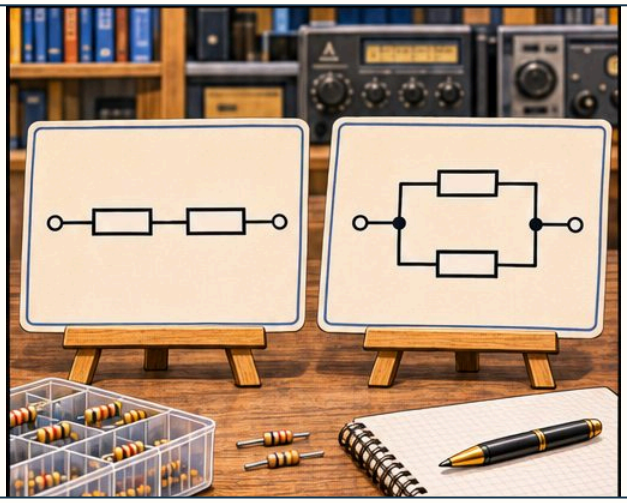
A standon Lucas nagyított ellenállást mutat a látogatóknak.



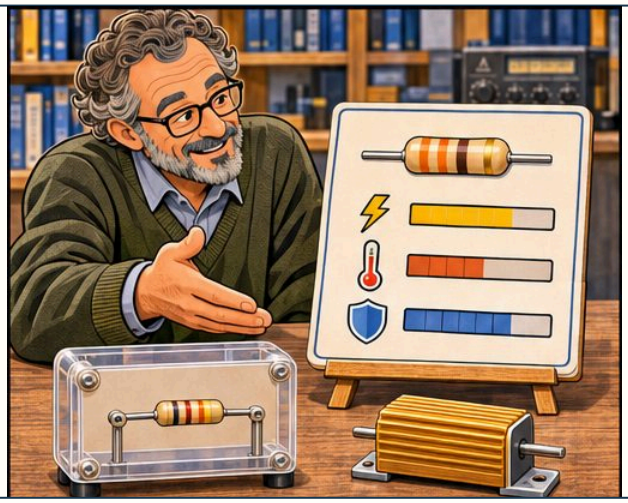
Elmagyarázza a sávokat, névleges értéket és tűrést.



Rajza a LED áramát korlátozó soros ellenállást mutatja.



Másik rajz soros és párhuzamos kapcsolást hasonlít össze.



Henri kérdi, miért ellenőrizte a teljesítményt és használati feltételeket.

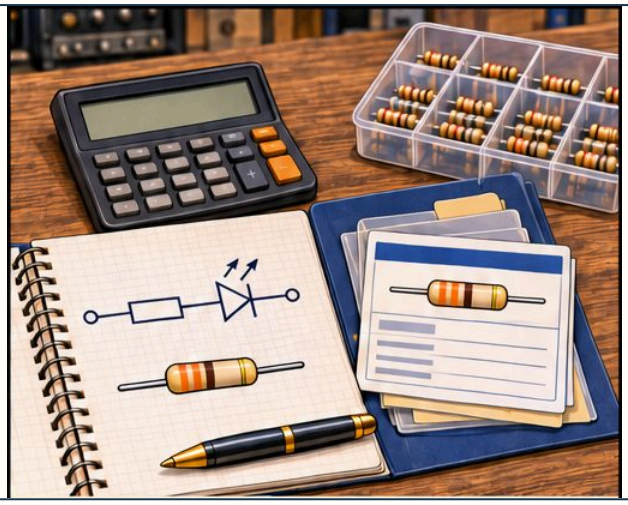


«Hogy valóban megfelelő alkatrészt válasszak az áramkörhöz», feleli Lucas.

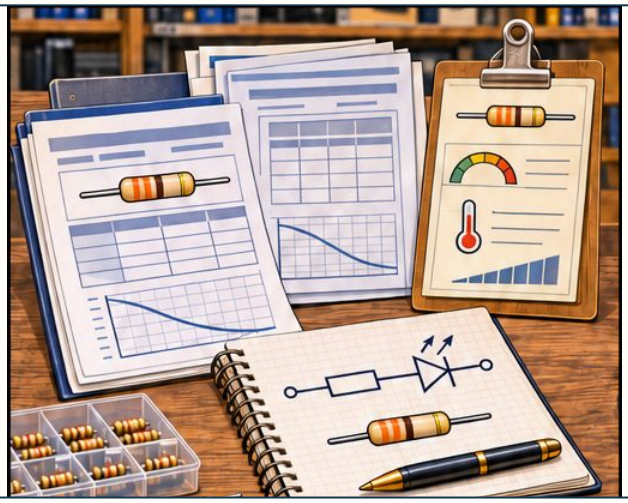
Füzet a következő tanulónak



A lap az igénnyel indul: jelző a bemutatópanelhez.



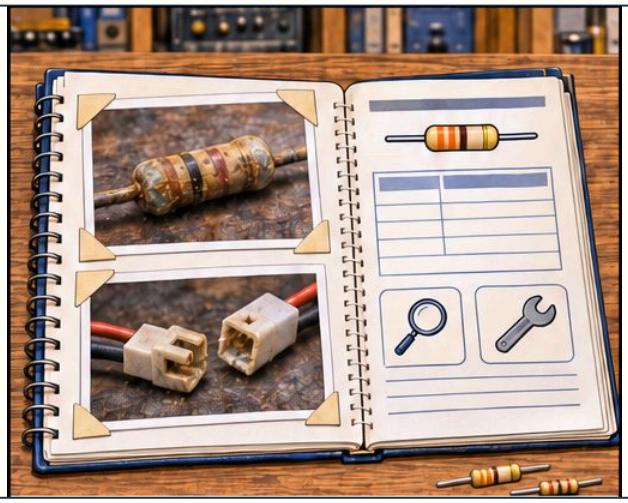
Megőrzi a feltételezéseket, képletet és a 330 Ω választást.



Tűrés, teljesítmény és alkatrészazonosítók a rajzzal maradnak.



Az eljárás táp nélküli, szükség esetén leválasztott ellenállásmérésre emlékeztet.



A hibanapló segíti a következő műhely módszeres keresését.

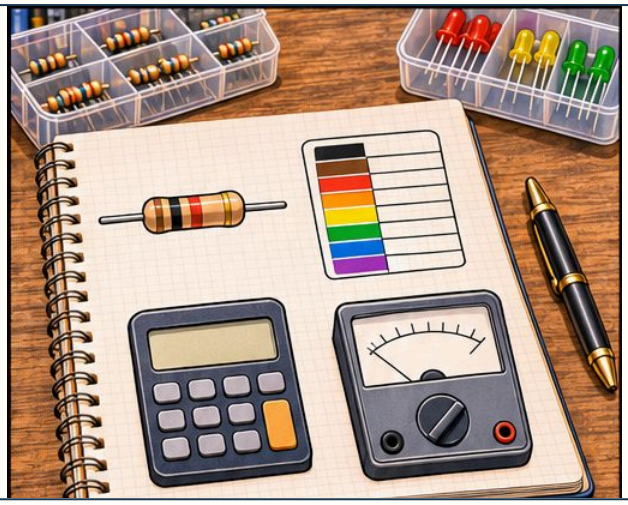


Henri rábízza a mappa elrakását: Lucas tanulása megosztott tudás lett.

Kis alkatrész, nagy módszer



A stand kész; Lucas másként néz a kis ellenállásra.



Olvasni, számolni, választani, mérni: minden lépés kérdésre felel.



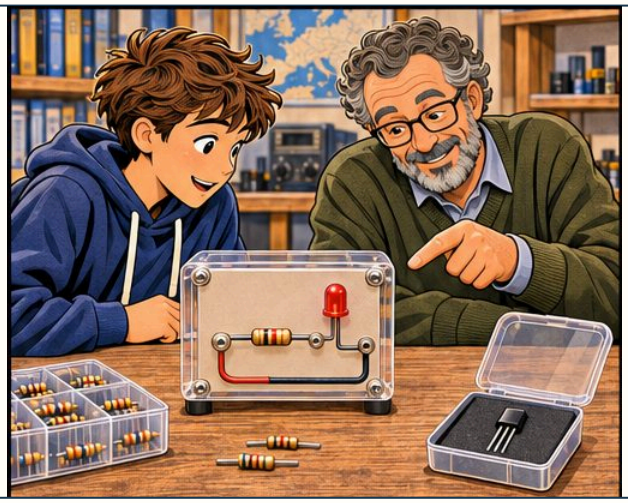
A jelző már nem csak fény, hanem átadható magyarázat.



Másik dobozból Henri háromlábú alkatrészt mutat.



«Ez nagyobb áramot is vezérelhet?» kérdi Lucas.



A következő nyomozás a 08. kötetben várja őket: tranzisztorok.