ON4CRD

Svezak 07

Otpornici



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Pravne obavijesti

Svezak 07 · Otpornici

Izdavač web stranice : Radio Club Durnal ON4CRD

Voditelj publikacije : Odbor Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Pravne obavijesti

Intelektualno vlasništvo

Tekstovi, slike, dokumenti, logotipi i materijali objavljeni na stranici ostaju vlasništvo njihovih autora ili kluba. Svaka reprodukcija ili ponovna uporaba mora poštivati izvor, primjenjiva prava i sva autorska dopuštenja.

Odgovornost

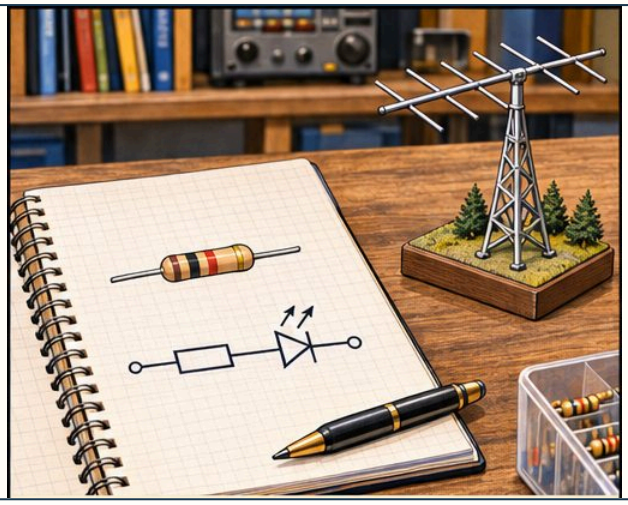
Klub radi na objavljivanju korisnih i provjerenih informacija, ali ne jamči nepostojanje pogrešaka, propusta ili prekida. Tehničke ili regulatorne informacije moraju se provjeriti u službenim izvorima kada podupiru odluku.

Ilustracije izrađene uz pomoć umjetne inteligencije.

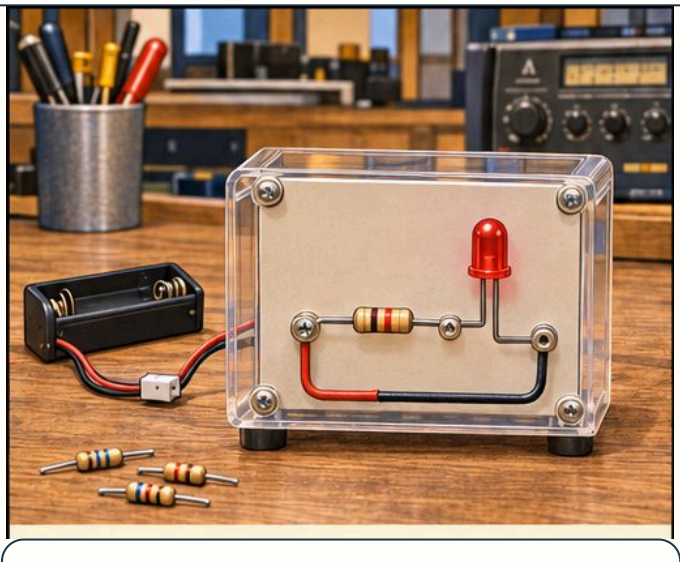
Lampica na štandu



Lucas i Henri ponovno se susreću radi pripreme klupskog štanda.



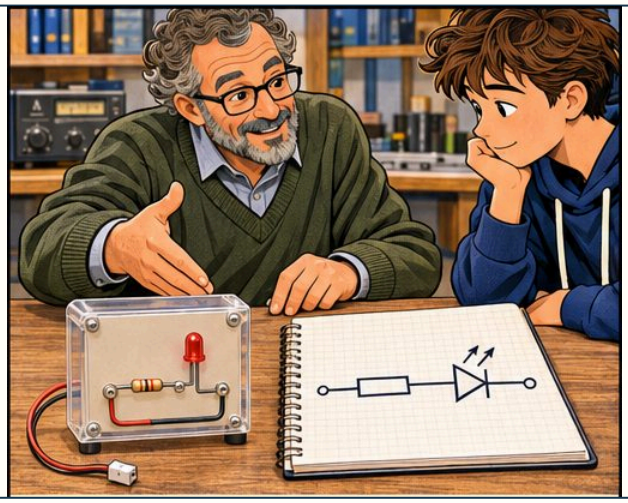
Nakon antena, u njihovu bilježnicu dolazi mnogo manja komponenta.



Lampica male pokazne ploče više ne svijetli.



«Da zamijenimo LED?» predlaže Lucas otvarajući kutiju dijelova.

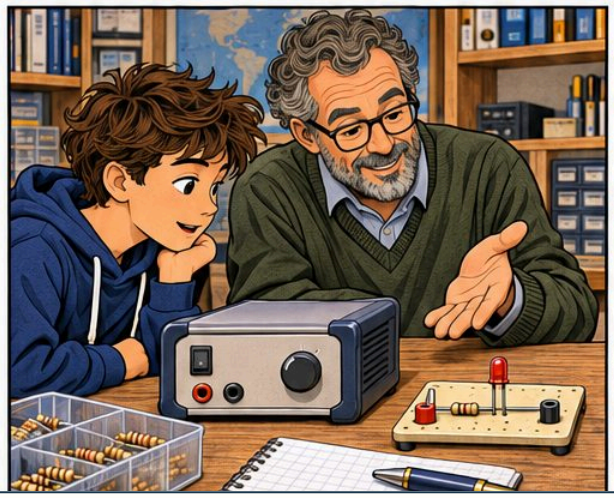


Henri želi razumjeti sklop prije nego što išta zamijeni.



Zadatak je vratiti pouzdanu lampicu i objasniti svaki izbor.

Odspojiti prije traženja



Ploča koristi nastavno napajanje od 5 V s ograničenjem struje.



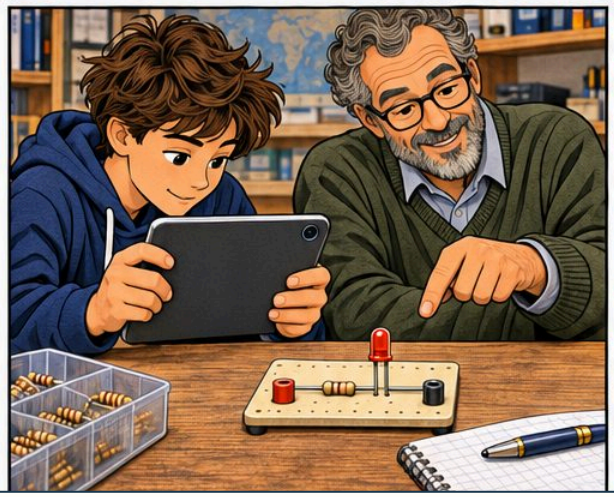
Henri ga isključuje i odspaja prije svakog zahvata.



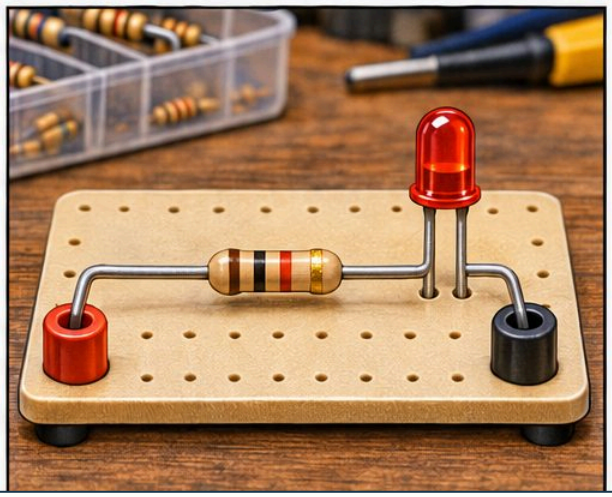
Čekaju propisano pražnjenje i provjeravaju odsutnost napona.



U radionici se ne otvara uređaj spojen na električnu mrežu.



Lucas fotografira spojeve i prati shemu ploče.



Na putu LED-a pažnju mu privlači mali otpornik.

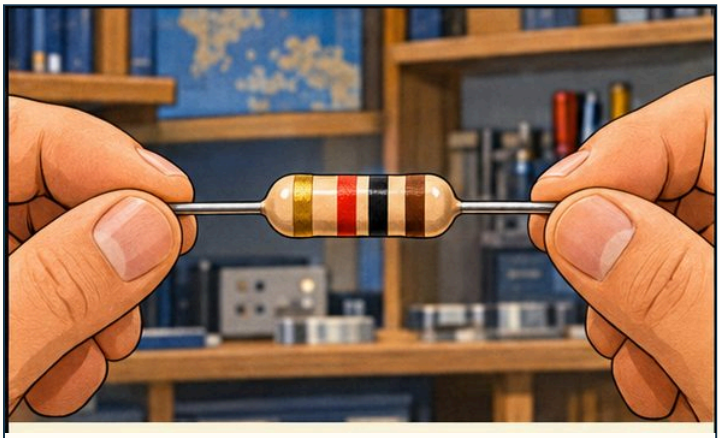
Naziv i veličina



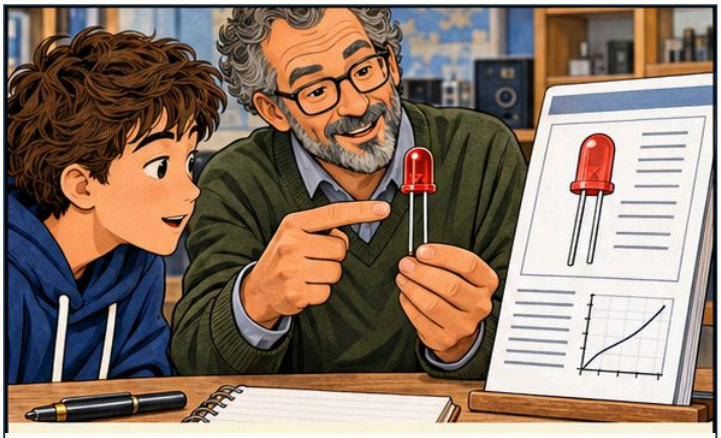
Otpornik je komponenta, a otpor električna veličina R.



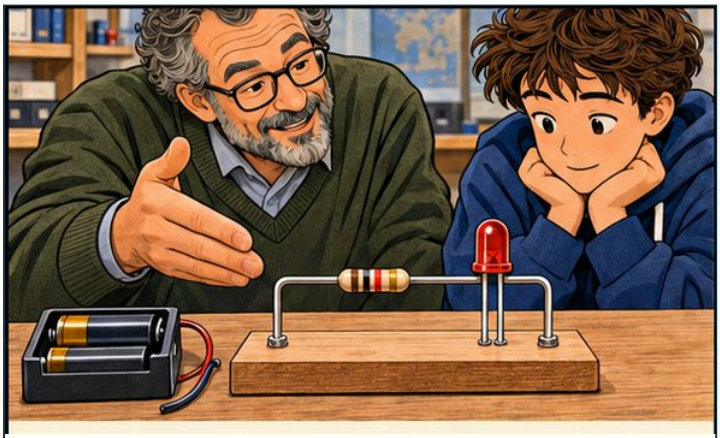
Ta se veličina izražava u omima, sa simbolom Ω.



Običan otpornik nema obvezan smjer spajanja.



LED ima polaritet koji treba poštovati.



Serijski otpornik pomaže ograničiti struju kroz LED.

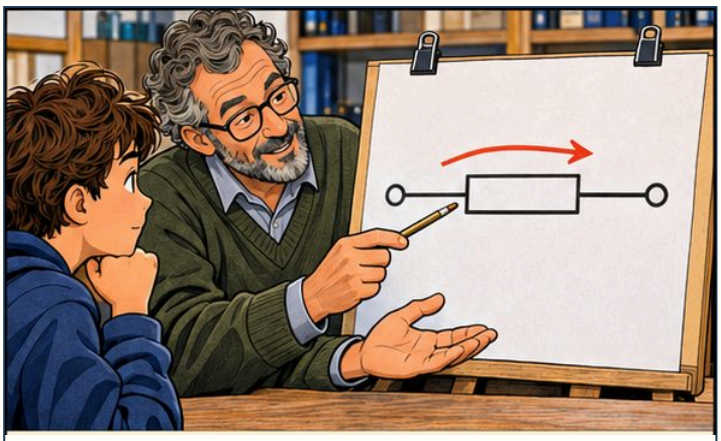


Prije traženja kvara Lucas razlikuje uloge dijelova.

Ponovno Ohmov zakon



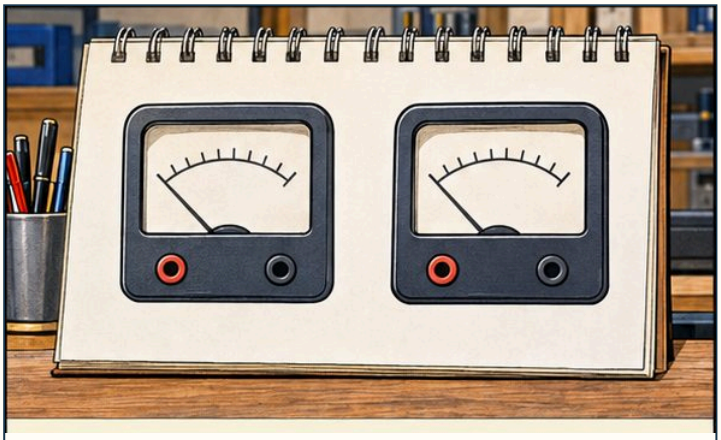
Za omski otpornik pri zadanoj temperaturi vrijedi U = R × I.



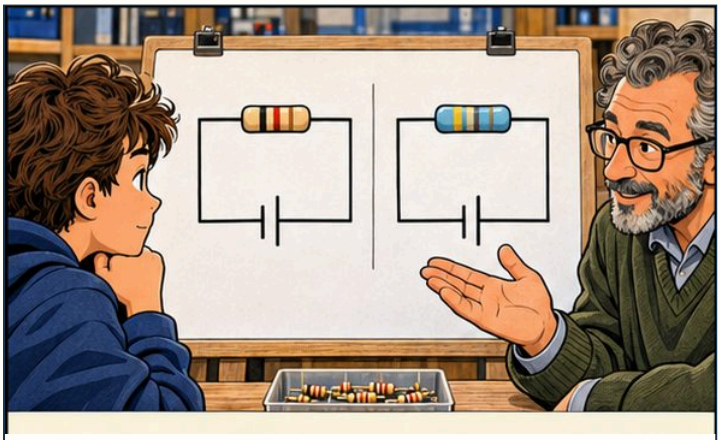
U je napon na njegovim krajevima, I struja kroz njega.



Može se pisati i I = U / R te R = U / I.



U tim računima U je u voltima, I u amperima.



Pri istom naponu povećanje R smanjuje struju.

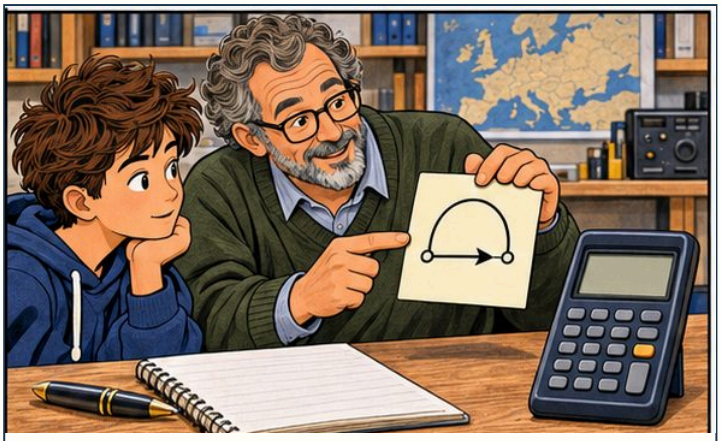


«LED nije omski otpor», podsjeća Henri.

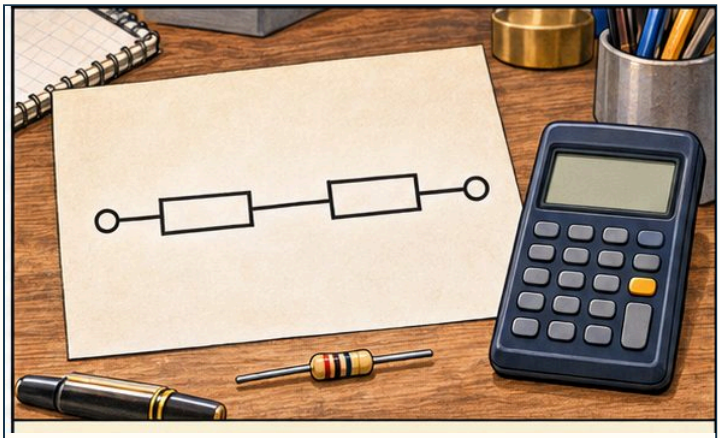
Jedinice prije brojeva



1 kΩ = 1 000 Ω; 1 MΩ = 1 000 000 Ω.



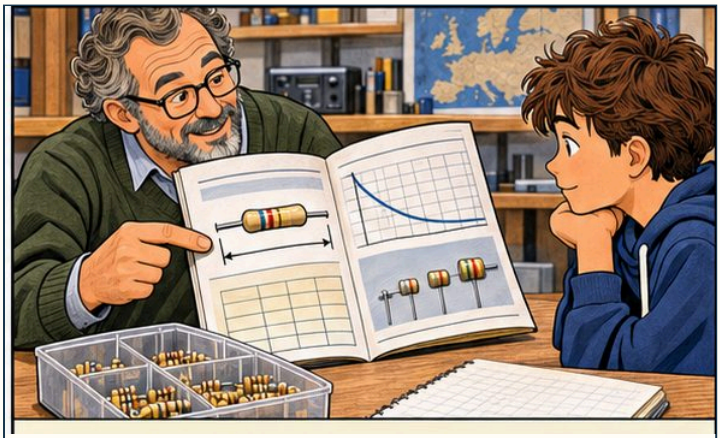
1 mA = 0,001 A: Lucas pretvara prije primjene formule.



Uz 5 V na 1 kΩ račun daje 5 mA.



Na nekim dijelovima 4K7 znači 4,7 kΩ, a 2R2 znači 2,2 Ω.



Oznaka ovisi o komponenti; dokumentacija je mjerodavna.



Lucas zaokružuje jedinice: izostavljen prefiks može promijeniti izbor.

Čitati prije mjerenja



Otpornik ploče ima obojene prstenove.



Henri donosi proizvođačevu tablicu i povećalo.



Najprije utvrđuju broj traka i razmake među njima.



Traka tolerancije često je odvojena od ostalih.



Ako je smjer nejasan, provjeravaju oznaku i izmjerenu vrijednost.



Boja pod lošim svjetlom nije dovoljna za odluku o zamjeni.

Četiri trake, četiri uloge



U uobičajenom kodu s četiri trake prve dvije daju dvije znamenke.



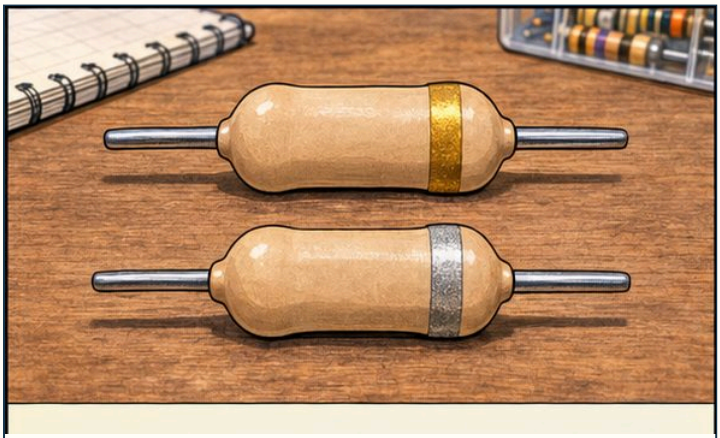
Treća traka je množitelj.



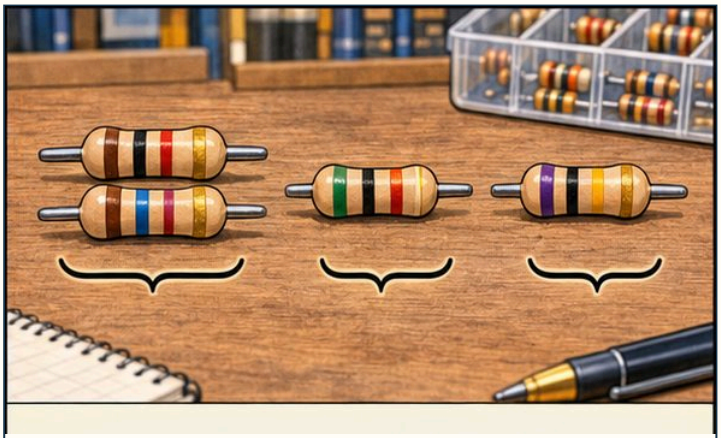
Četvrta označuje toleranciju nazivne vrijednosti.



Čitaju od kraja suprotnog traci tolerancije.



Zlatna ovdje znači ±5 %, srebrna ±10 %.



«Dvije znamenke, faktor, raspon», sažima Lucas.

Paleta znamenki



Crna je 0; smeđa 1; crvena 2; narančasta 3; žuta 4.



Zelena je 5; plava 6; ljubičasta 7; siva 8; bijela 9.



Položaj boje određuje njezinu ulogu u kodu.



Kao množitelj, crvena znači ×100, narančasta ×1 000.



Zlatna i srebrna mogu množiti i s 0,1 te 0,01.



Lucas drži tablicu blizu: razumjeti je bolje nego nagađati.

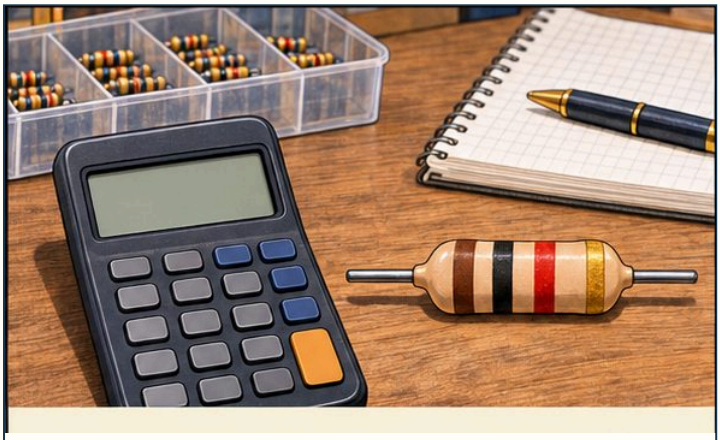
Prvo odgonetanje



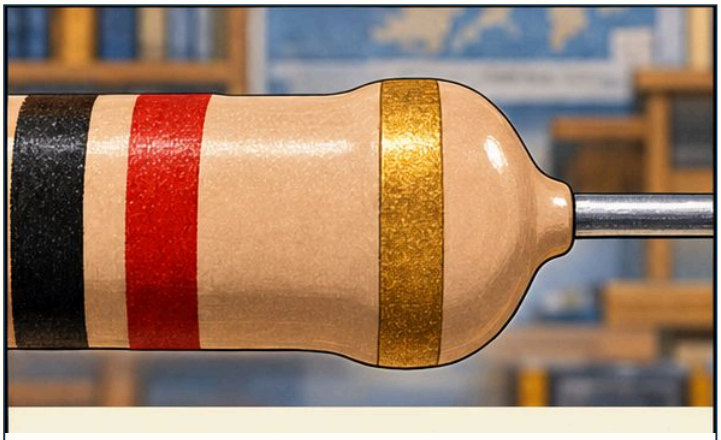
Na primjeru: smeđa, crna, crvena, zlatna.



Smeđa i crna daju 10; crvena množi sa 100.



10 × 100 = 1 000 Ω, odnosno 1 kΩ.



Zlatna traka dodaje toleranciju ±5 %.



Nazivna vrijednost zato ne obećava potpuno točnu vrijednost.

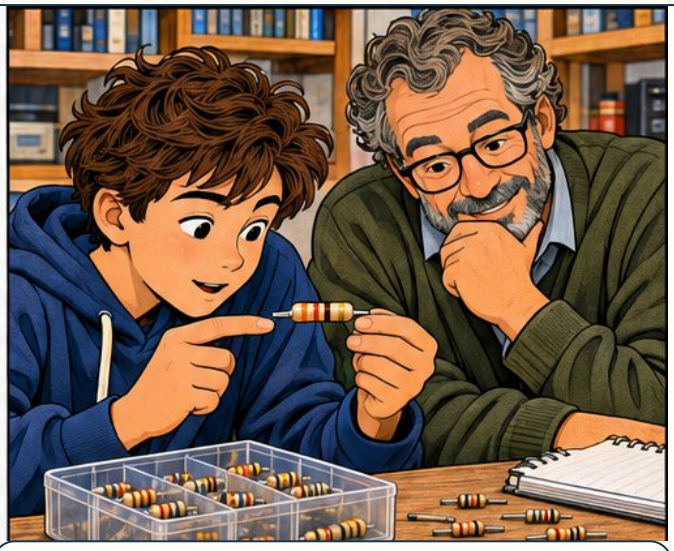


Lucas odvojeno zapisuje vrijednost i toleranciju.

Dio za lampicu



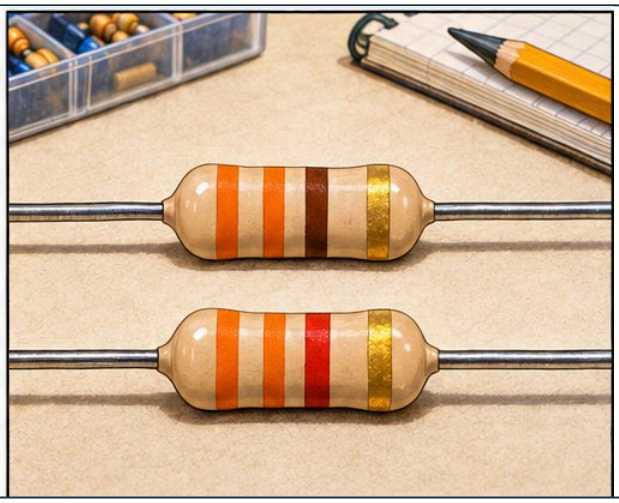
Dokument ploče predviđa narančastu, narančastu, smeđu, zlatnu.



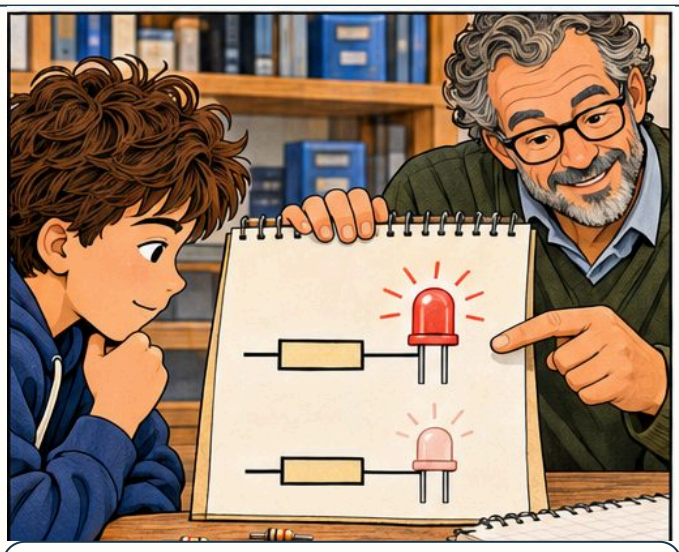
Prve dvije trake daju 33; smeđa znači ×10.



Rezultat je 330 Ω uz toleranciju ±5 %.



Crvena treća traka dala bi 3 300 Ω, odnosno 3,3 kΩ.



Takva bi zabuna jako smanjila struju lampice.



Henri čuva oba primjera za buduću radionicu posjetitelja.

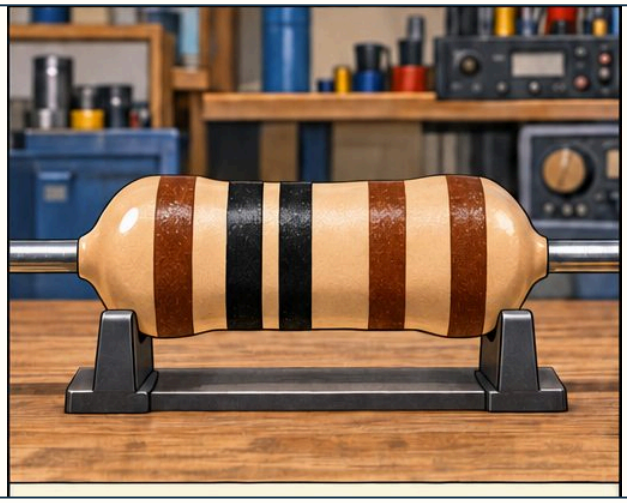
Još jedna traka



Uobičajeni kod s pet traka počinje trima značajnim znamenkama.



Četvrta množi, peta pokazuje toleranciju.



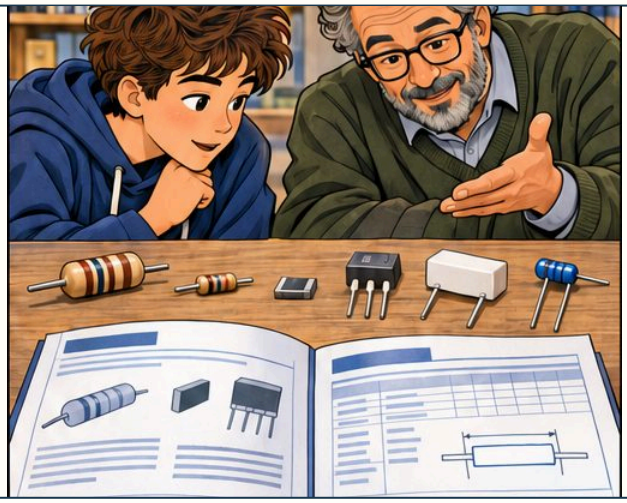
Smeđa, crna, crna, smeđa, smeđa daje 100 × 10 = 1 000 Ω.



Posljednja smeđa ovdje znači ±1 %.

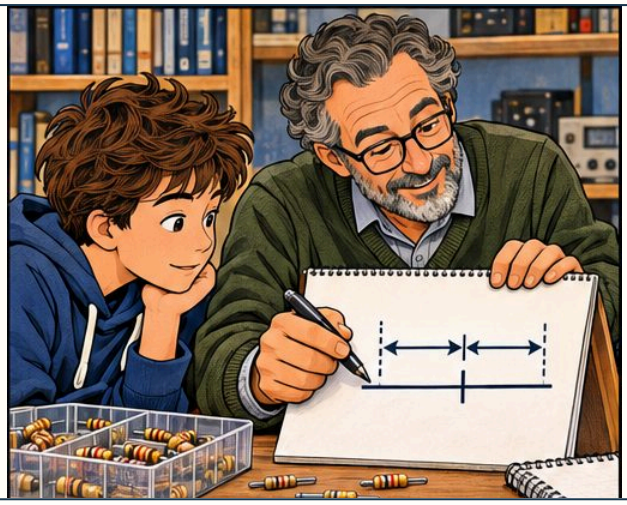


Pet traka zato ne čitaju kao da su samo četiri.



Postoje i druge oznake: Henri uvijek preporučuje pravi dokument.

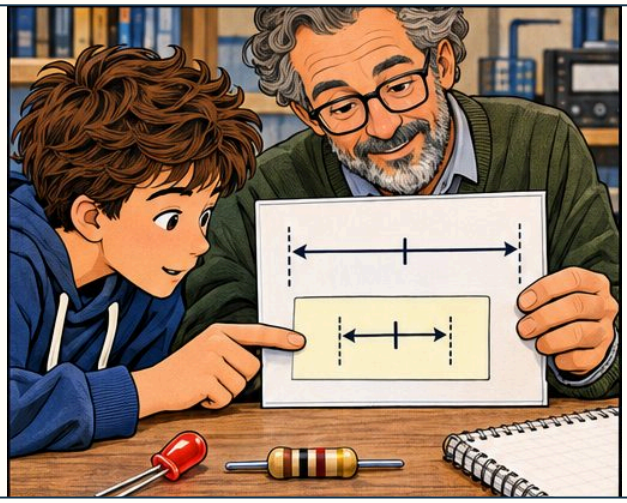
Razumjeti toleranciju



Za 1 kΩ uz ±5 % najveće nazivno odstupanje je 50 Ω.



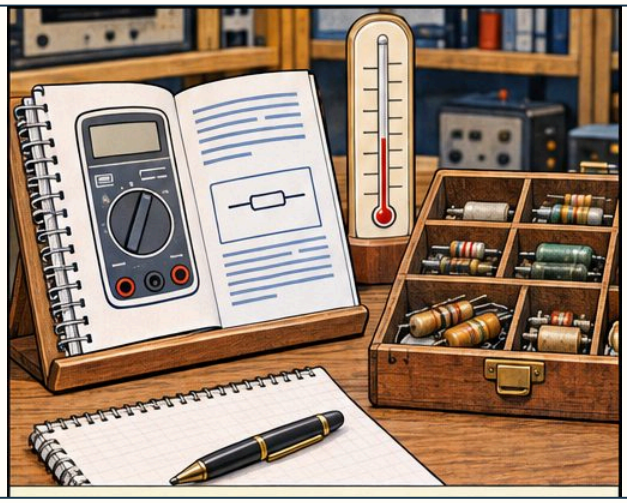
Pripadajući interval je od 950 Ω do 1 050 Ω.



Za 330 Ω uz ±5 % ide od 313,5 Ω do 346,5 Ω.



Granice vrijede u referentnim uvjetima proizvođača.



Važni su i temperatura, starenje te mjerna nesigurnost.



Lucas razumije zašto dva dobra dijela mogu dati različita očitanja.

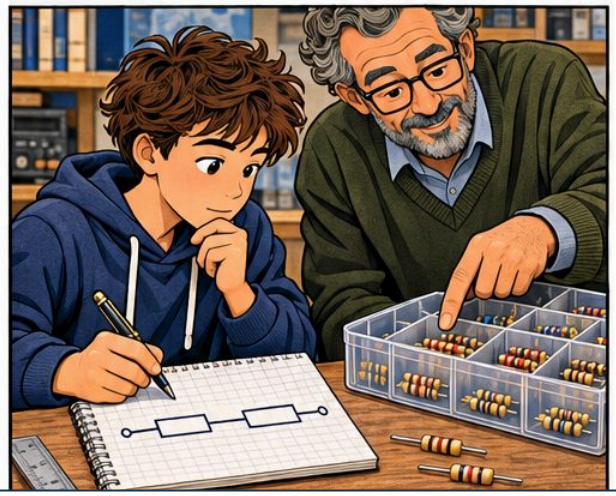
Odabrati dostupnu vrijednost



Proizvođači nude standardizirane nizove vrijednosti.



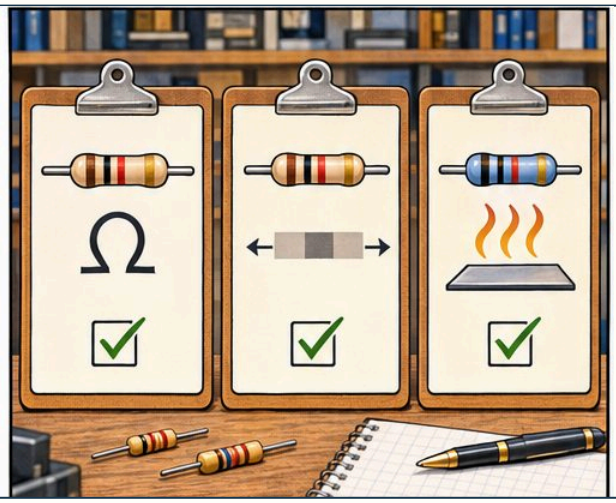
U nizu E12 nalaze se primjerice 270 Ω, 330 Ω i 390 Ω.



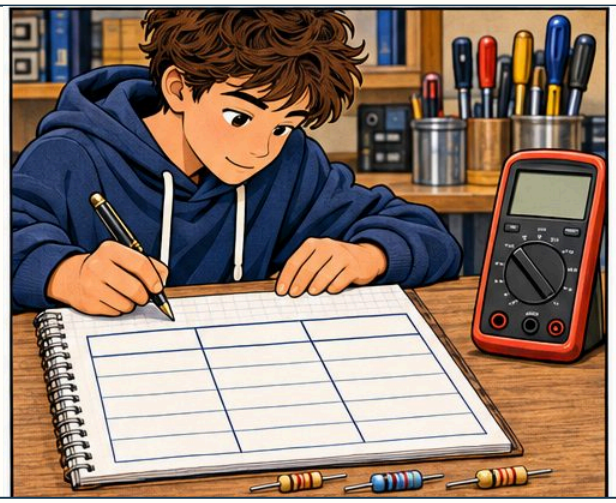
Rezultat računa ne odgovara uvijek dijelu u ladici.



Biraju prema željenom radu pa ponovno računaju.



Vrijednost, tolerancija i snaga različiti su kriteriji.

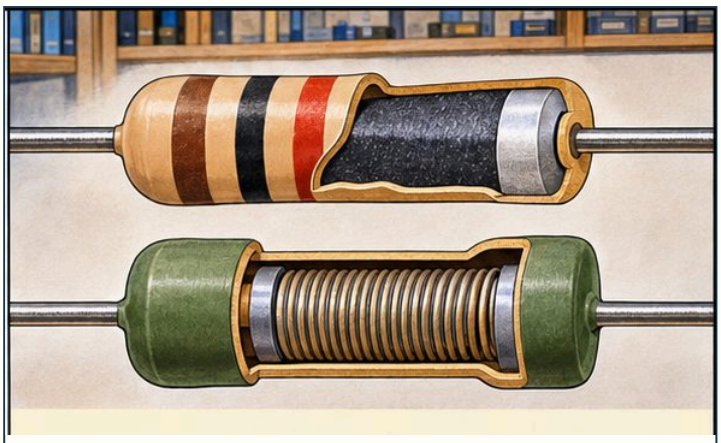


Lucas u popisu dijelova ostavlja mjesto za svaki.

Pod istim nazivom



Dva otpornika iste vrijednosti mogu imati različitu konstrukciju.



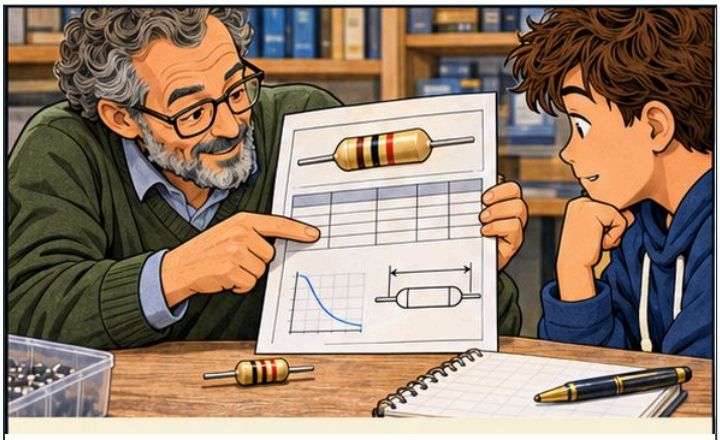
Henri pokazuje slojne modele i jedan žičani.



Mali SMD otpornici montiraju se izravno na tiskanu pločicu.



Sama veličina ne otkriva ni toleranciju ni sva ograničenja.

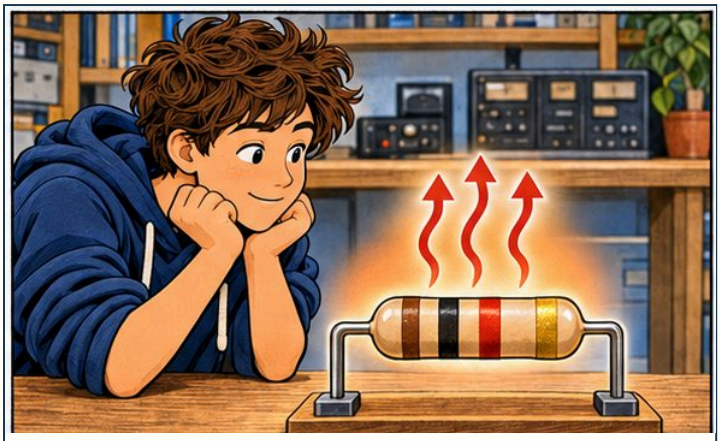


Dokument navodi snagu, najveći napon i uvjete uporabe.

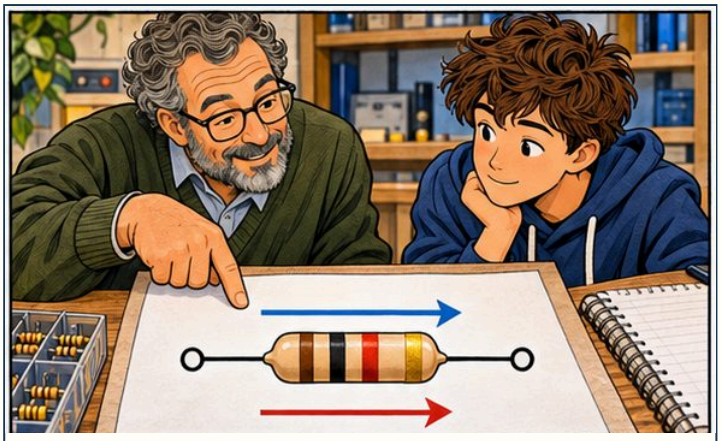


Za lampicu biraju identificiran i dokumentiran dio.

Kamo odlazi energija?



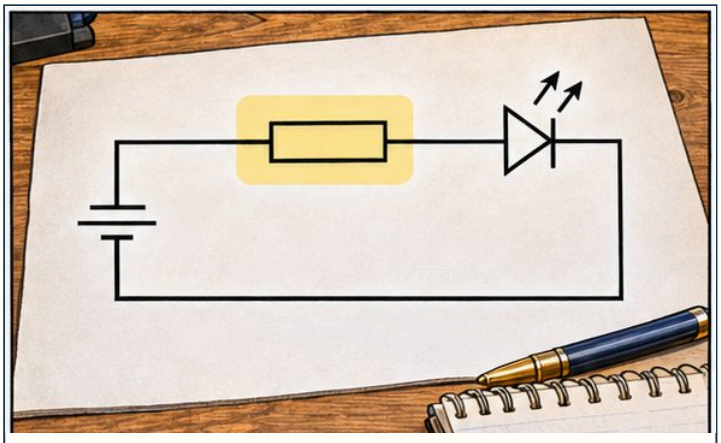
Otpornik rasipa električnu energiju kao toplinu.



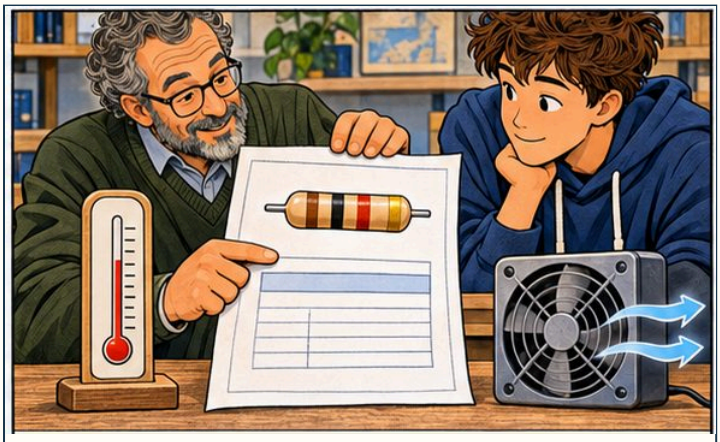
Njegova disipirana snaga je $P = U \times I$.



Uz Ohmov zakon: $P = R \times I^2 = U^2 / R$.



Ti U i I odnose se na promatrani otpornik.

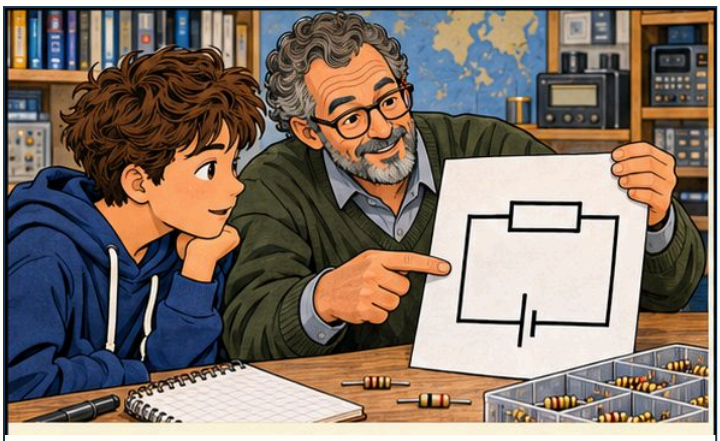


Nazivna snaga je granica definirana u određenim uvjetima.



«Više vata ne znači više oma», zaključuje Lucas.

Primjer koji grije



Na papiru računaju: 12 V na 1 kΩ daje 12 mA.



Snaga je 12² / 1 000 = 0,144 W.



Dio od 0,25 W može odgovarati ako to dopuštaju uvjeti uporabe.



Ostavljaju rezervu i provjeravaju temperaturu okoline.

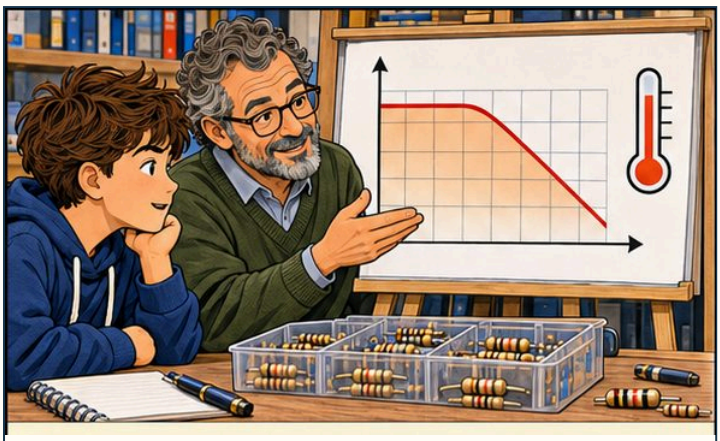


Zatvoreno kućište ili obližnja toplina mogu promijeniti izbor.



Za razumijevanje računa nije potreban pokus zagrijavanja.

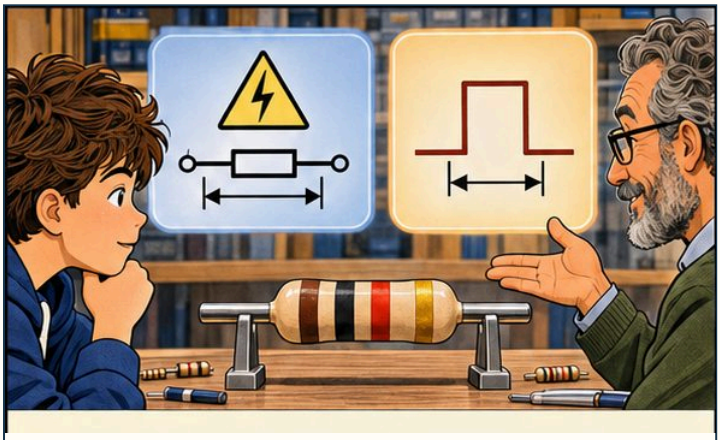
Granica nije cilj



Krivulja smanjenja opterećenja može sniziti dopuštenu snagu pri vrućini.



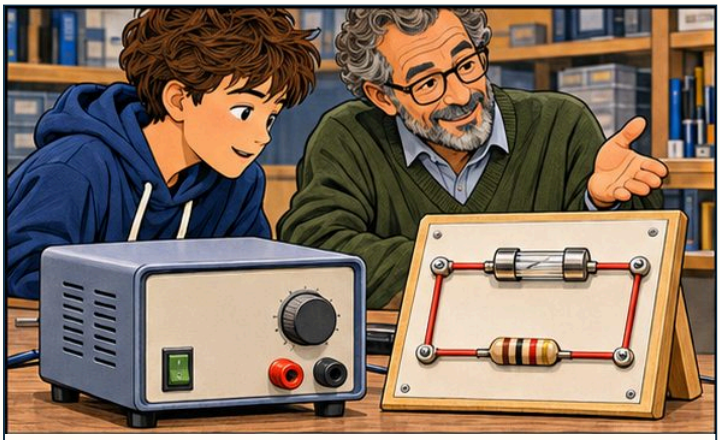
Henri pokazuje tu krivulju u dokumentu odabranog modela.



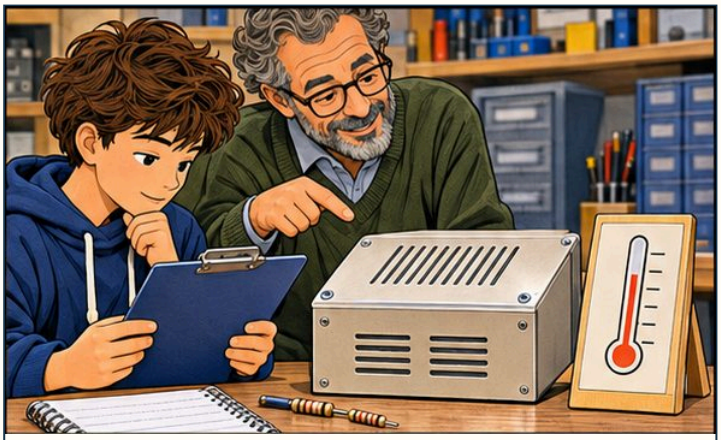
Provjeravaju i radni napon te moguće impulse.



Otpornik za disipaciju ne zamjenjuje osigurač.

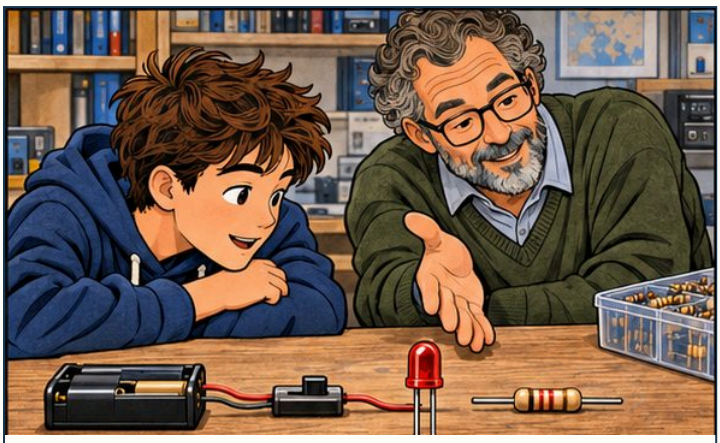


Mala ploča zadržava zaštitu koju je predvidio projektant.

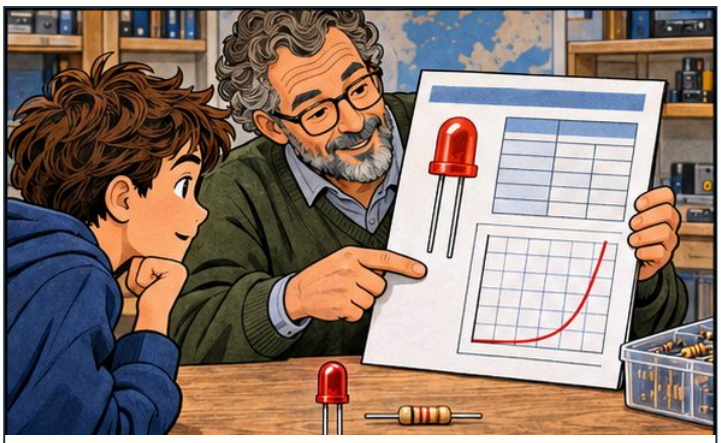


Lucas će birati s rezervom pa provjeriti stvarne uvjete.

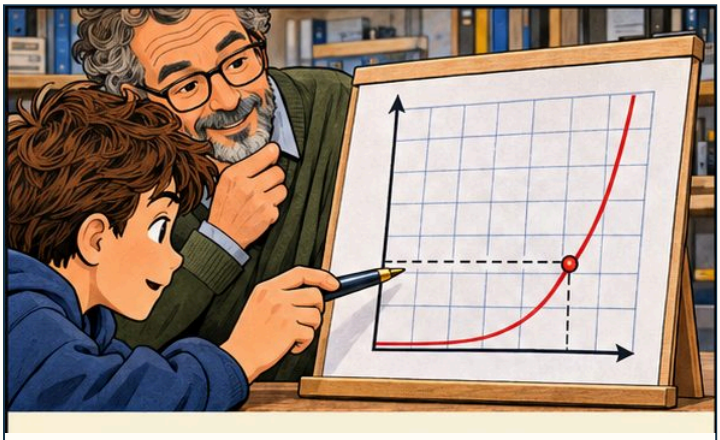
Pripremiti račun lampice



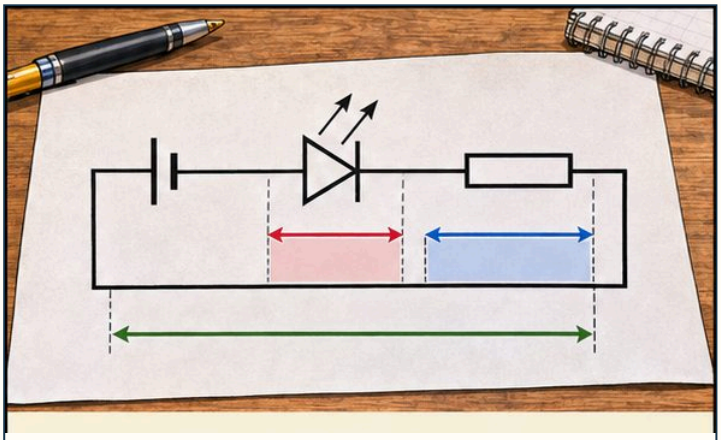
Primjer koristi napajanje od 5 V i crvenu LED.



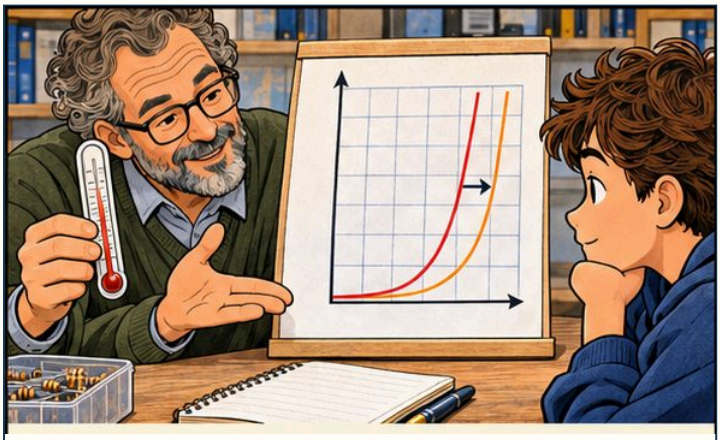
Dokument te LED dopušta približno 2 V pri promatranoj struji.



Ciljaju 10 mA, unutar granica tog modela.



Serijski otpornik tada prima približno 5 − 2 = 3 V.

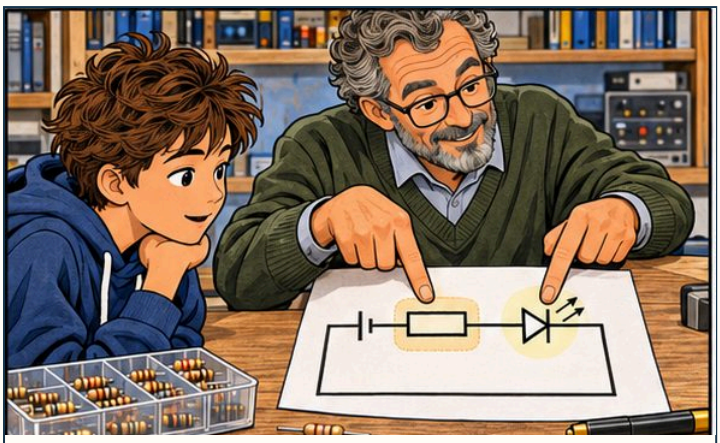


Propusni napon LED-a ovisi o struji i temperaturi.

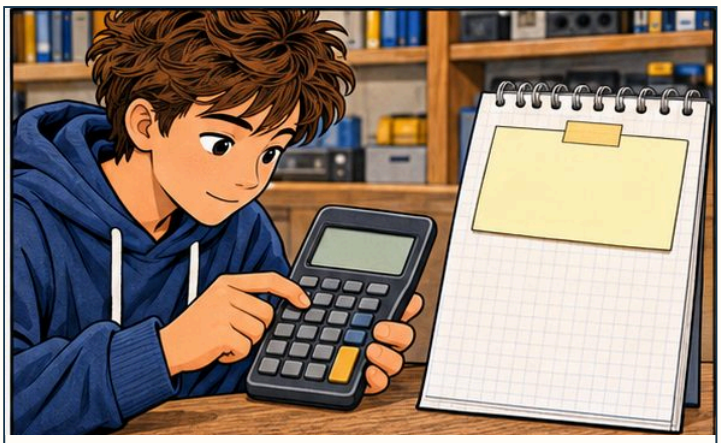


Te pretpostavke služe računu i ne vrijede za sve LED-ove.

Teorijska vrijednost



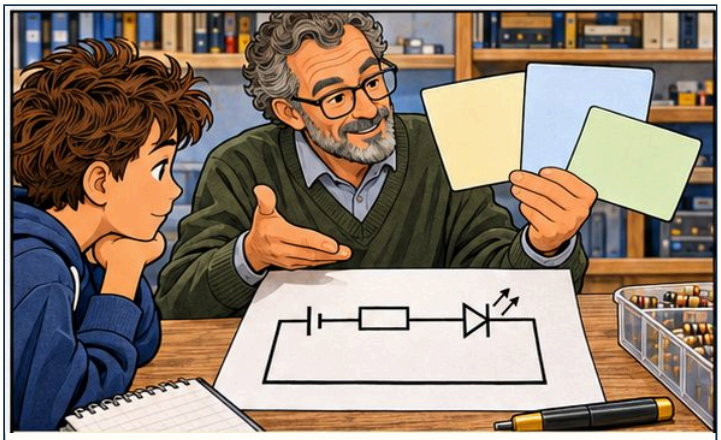
Za serijski otpornik: R = (Unapajanja − ULED) / I.



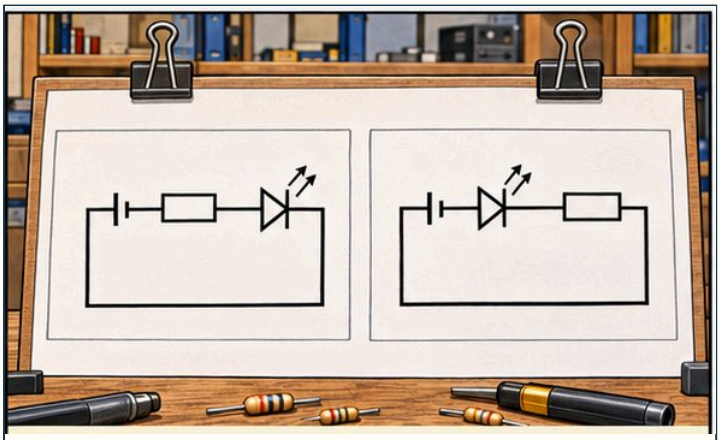
Lucas pretvara: 10 mA = 0,010 A.



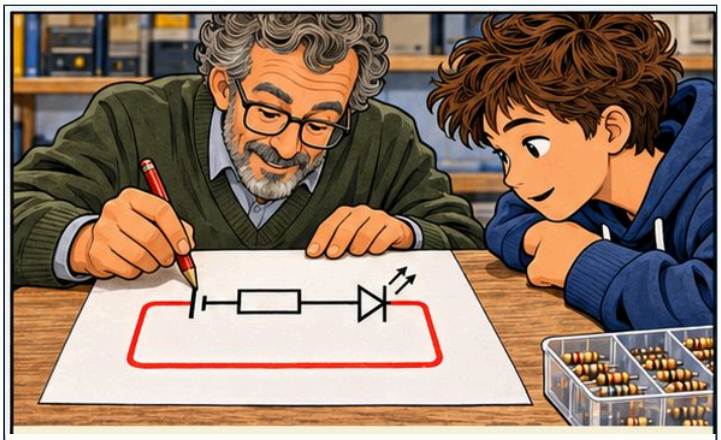
Računa R = (5 − 2) / 0,010 = 300 Ω.



Vrijednost pretpostavlja napone primjera i ciljanu struju.



U istoj serijskoj petlji otpornik može biti prije ili nakon LED-a.

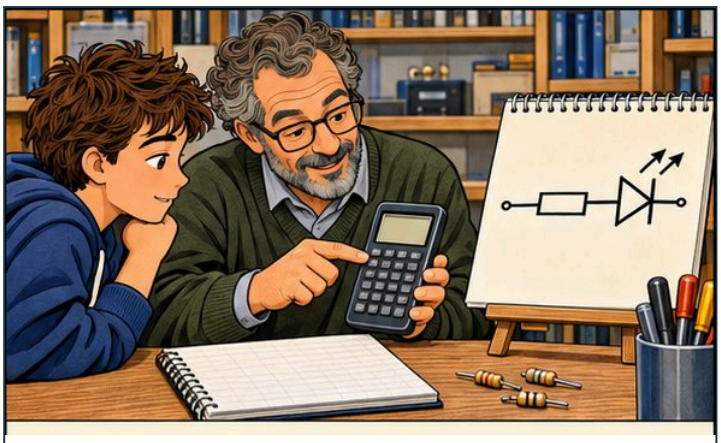


Henri provjerava shemu, posebno put koji bi zaobišao otpornik.

Od računa do ladice



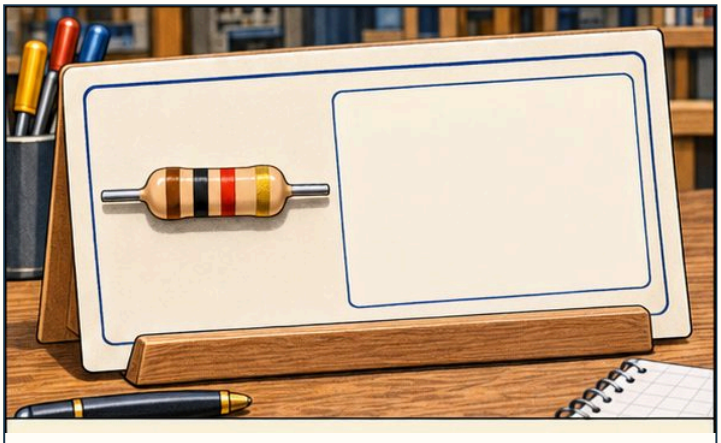
Iz zalihe biraju 330 Ω umjesto 270 Ω.



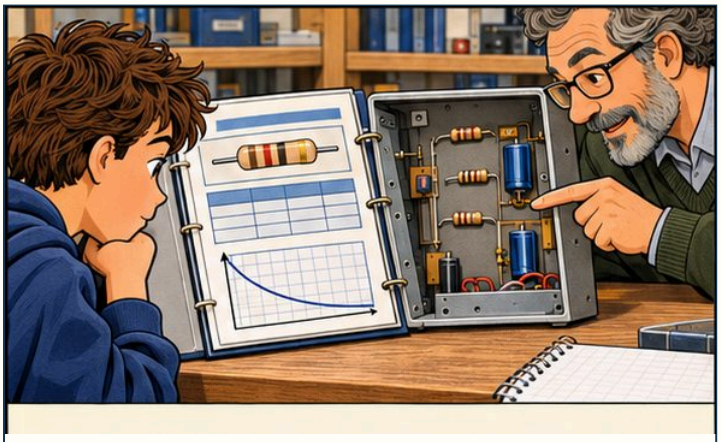
Uz iste pretpostavke I ≈ 3 / 330 ≈ 9,1 mA.



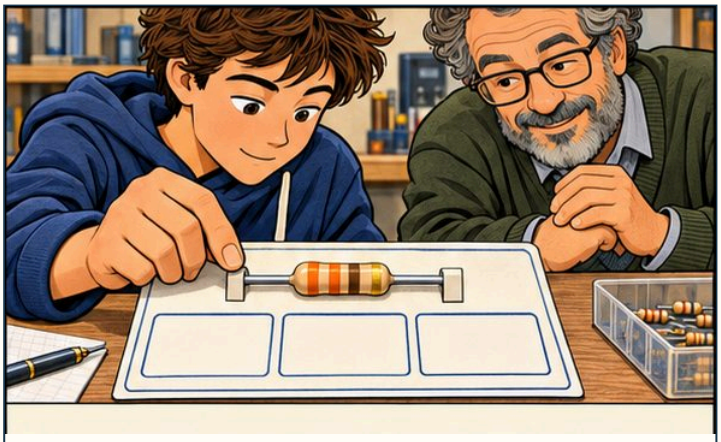
Snaga otpornika približno je 3^2 / 330 ≈ 0,027 W.



Identificiran dio od 0,25 W ovdje pruža ugodnu toplinsku rezervu.

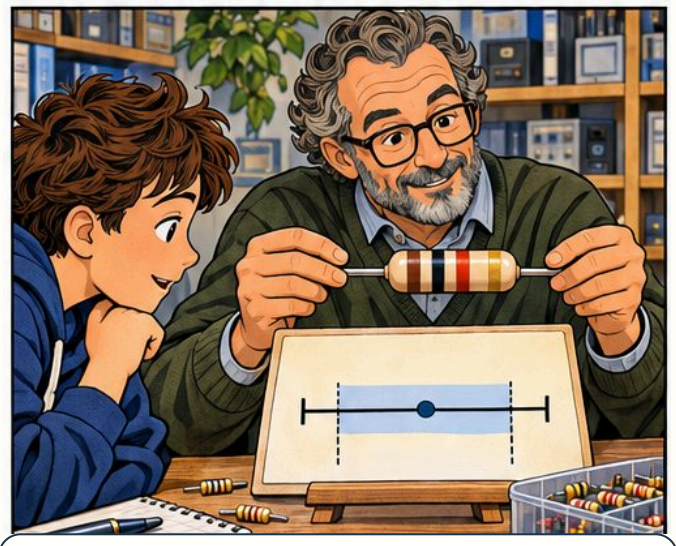


Ipak provjeravaju dokument i predviđene uvjete u ploči.



Lucas zapisuje: 330 Ω, ±5 %, 0,25 W; sva tri kriterija.

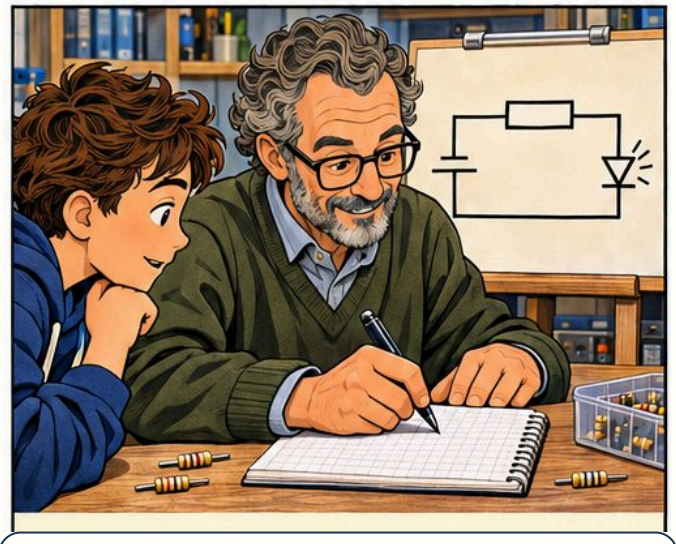
Misliti na odstupanja



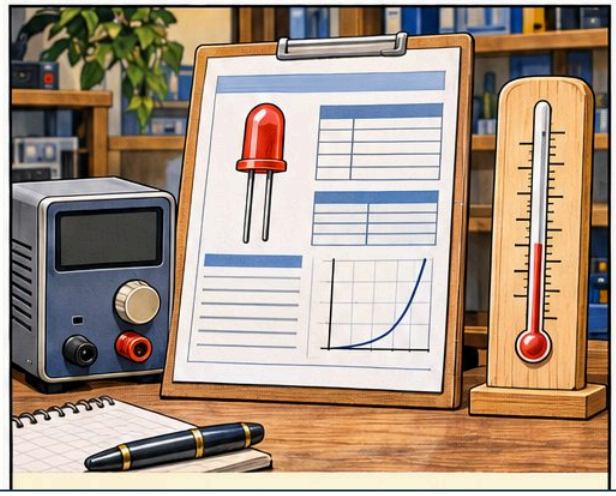
Već tolerancija R mijenja izračunatu struju.



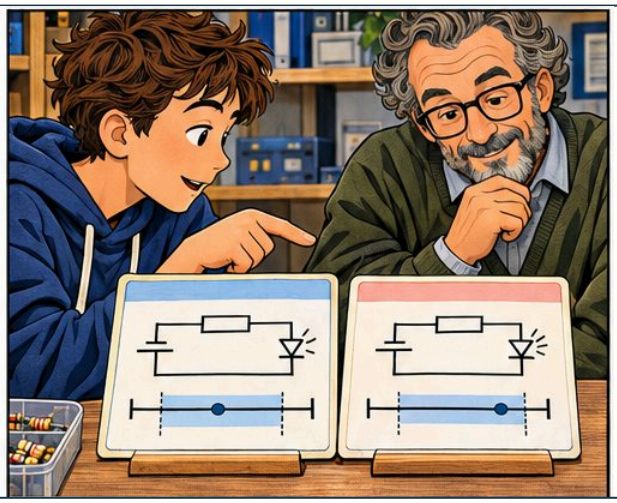
Uz 3 V na otporniku, 313,5 Ω daje oko 9,57 mA.



Uz 346,5 Ω dobiva se oko 8,66 mA.



Napajanje i napon LED-a također se mijenjaju.



U stvarnom sklopu dokumentima provjeravaju nepovoljan slučaj.



«Korisna aproksimacija čuva pretpostavke», pamti Lucas.

Pravi trenutak za ommetar



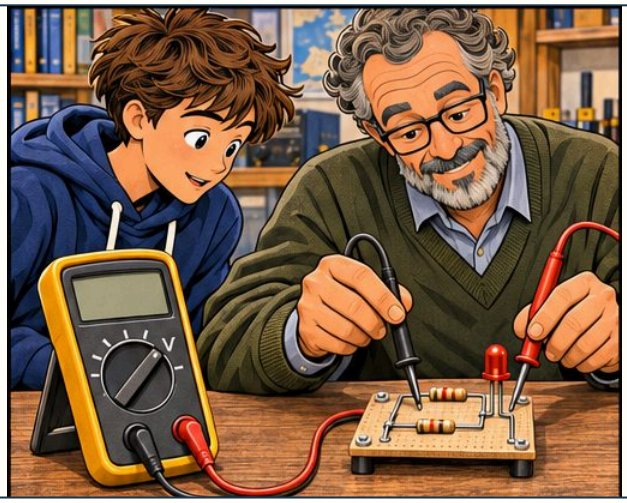
Ommetar šalje mali signal radi određivanja otpora.



Ne koristi se na sklopu pod napajanjem.



Henri isključuje, odspaja i provodi postupak pražnjenja ploče.



Zatim odgovarajućom postavkom provjerava odsutnost napona.



Tek nakon tih provjera prelaze na mjerenje otpora.



Lucas dodaje točan redoslijed u dijagnostički list.

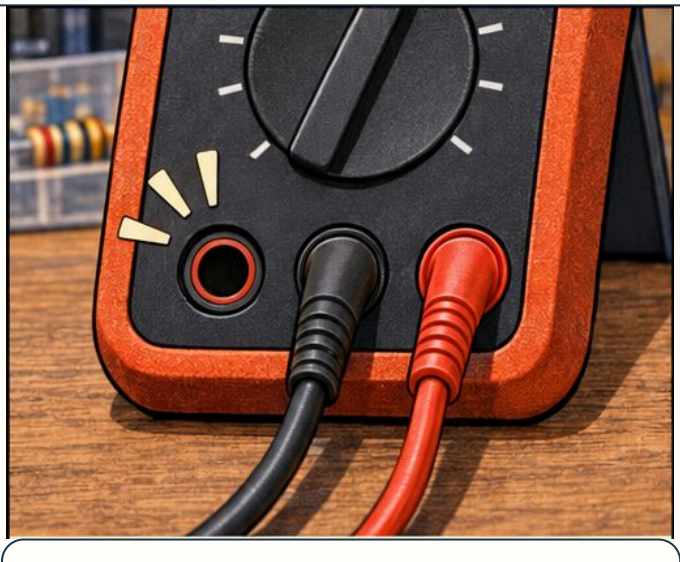
Pripremiti pipalice



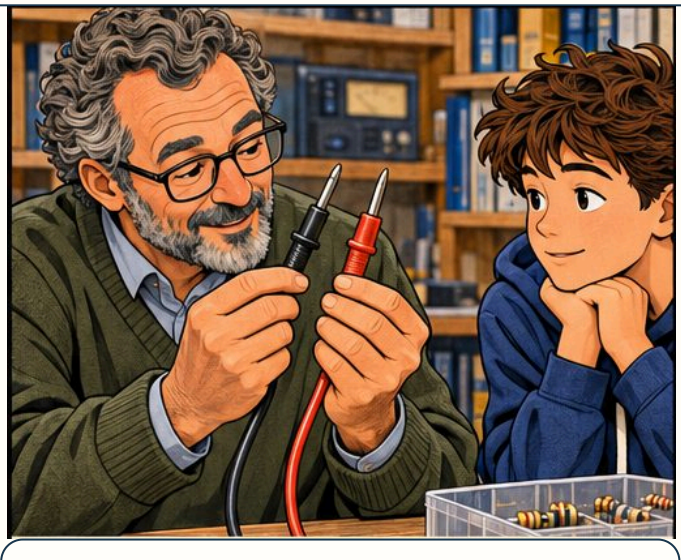
Za priključnice i mjerno područje slijede upute multimetra.



Crni utikač ide u COM, crveni u ulaz predviđen za ome.



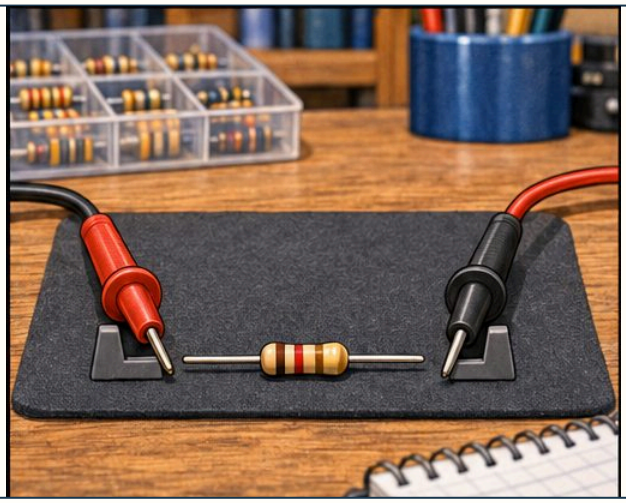
Strujni ulaz ne koristi se za ovo mjerenje.



Provjeravaju stanje vodova i kontakt vrhova.

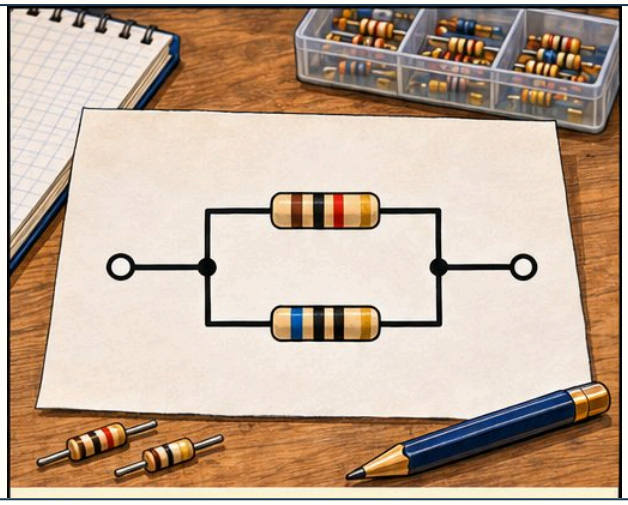


Prsti i loš kontakt mogu iskriviti očitanje, osobito kod velikih otpora.

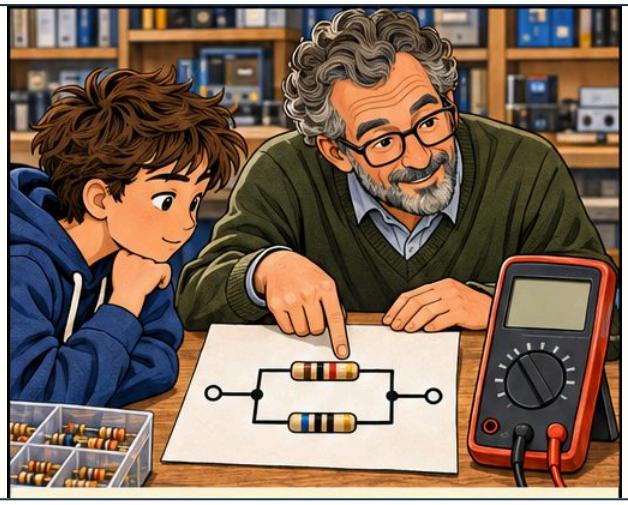


Lucas stavlja dio na izolacijsku površinu i drži ruke podalje.

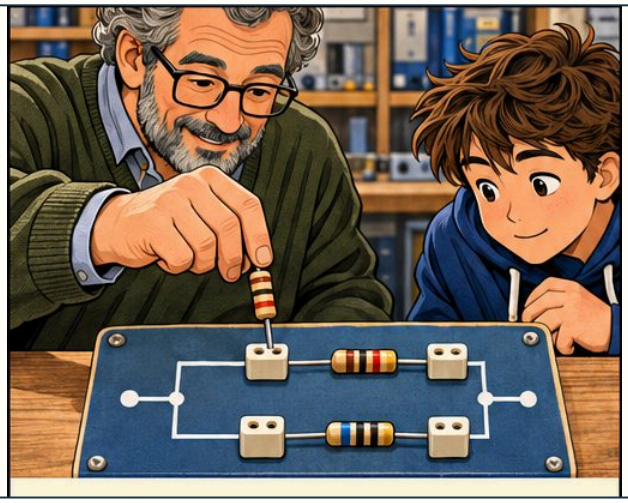
Izbjeći skrivene putove



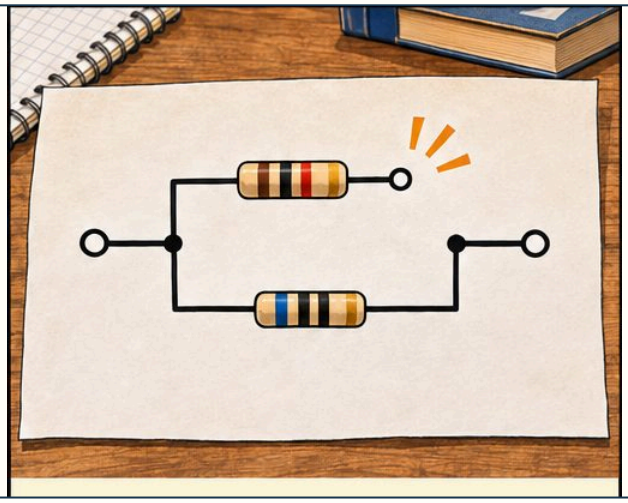
U sklopu drugi dijelovi mogu pružati paralelne putove.



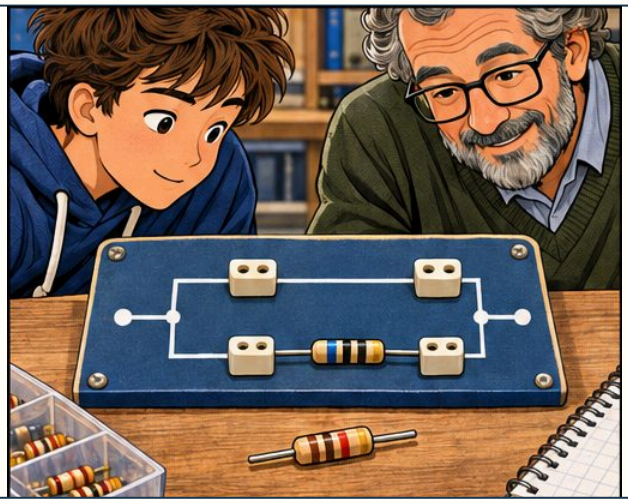
Očitanje tada nije nužno vrijednost samo tog otpornika.



Na odspojenoj utičnoj ploči izvade dio iz držača.



U drugim sklopovima može trebati odvojiti jedan izvod.



U ovoj radionici ništa ne odlemljuju: držač omogućuje odvajanje.

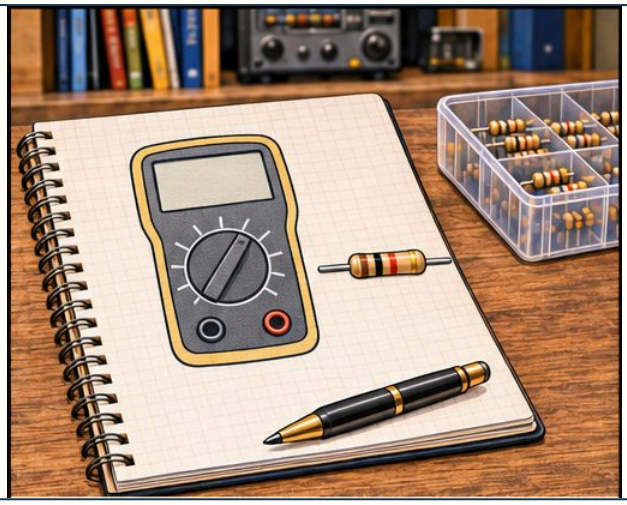


Izvađeni otpornik sada mogu mjeriti zasebno.

Ne zaključivati previše



Najprije vježbaju s poznatim otpornikom od 1 kΩ uz ±5 %.



Bilježnica prikazuje moguće očitanje: 0,998 kΩ, odnosno 998 Ω.



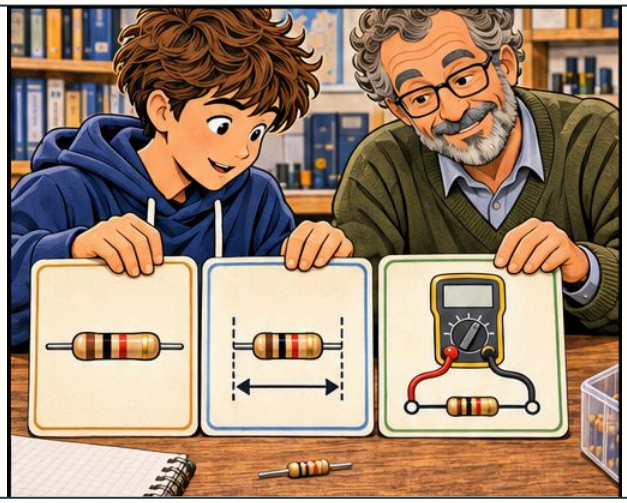
Vrijednost je unutar nazivnog intervala od 950 Ω do 1 050 Ω.



Točnost multimetra i kakvoća kontakta ograničavaju zaključak.



Zujalica kontinuiteta ne zamjenjuje brojčano mjerenje otpora.

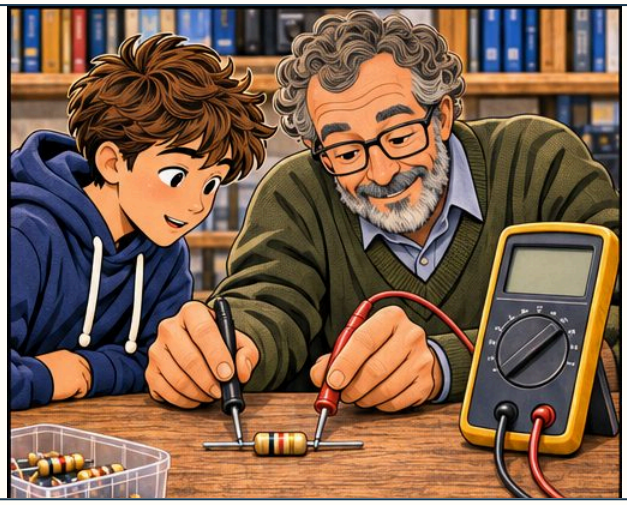


Lucas uspoređuje jedinicu, očekivani raspon i uvjete mjerenja.

Trag, još ne presuda



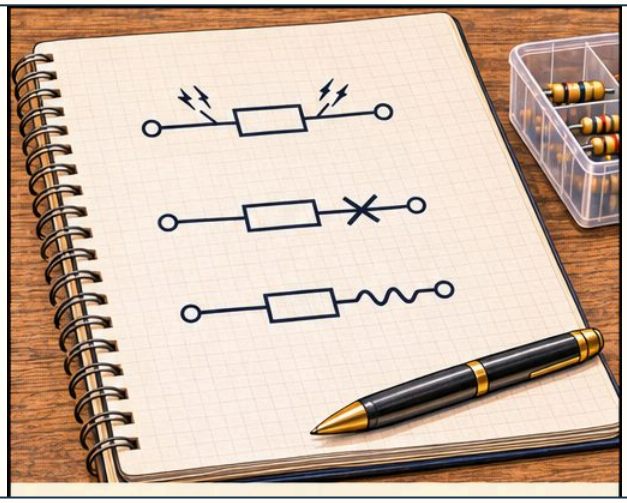
Dio izvađen iz lampice ima oštećen kontakt nožice.



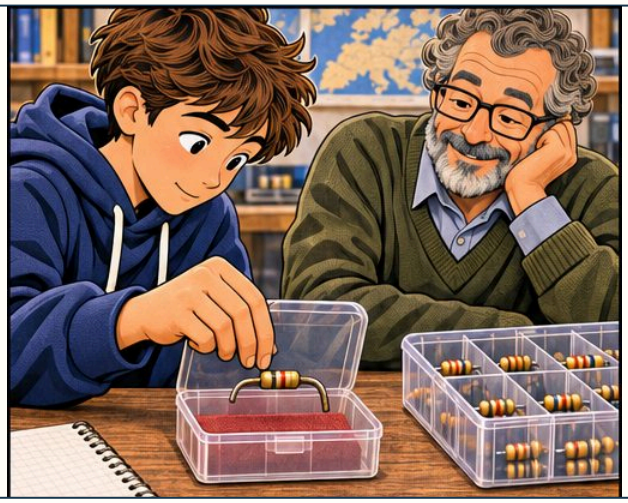
Očitanje je nestabilno; Henri ponovno uspostavlja mjerne kontakte.



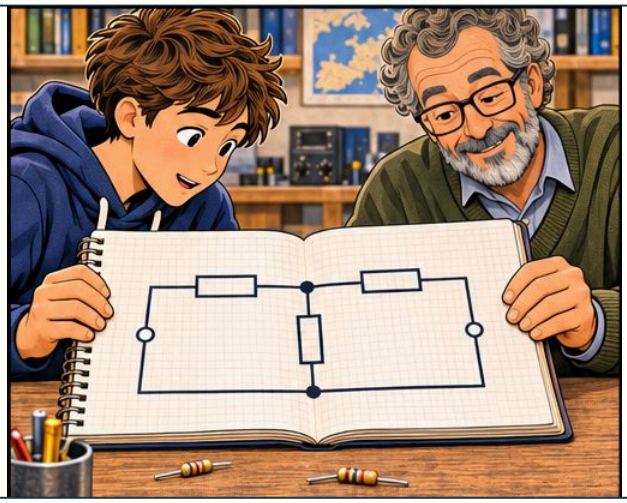
Uspoređuju ponašanje s poznatim dijelom.



Očitanje izvan raspona može potjecati od dijela, vodova ili kontakta.



Sumnjivi dio odvajaju bez tvrdnje da su našli cijeli kvar.



Shema ih još mora poučiti zajedničkom radu otpornika.

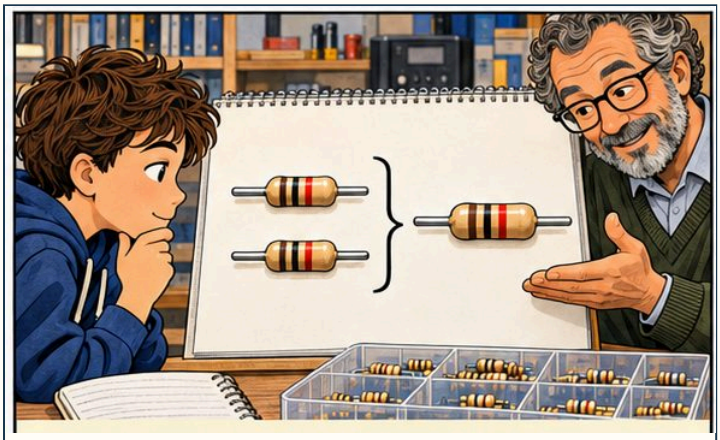
Na jednom putu



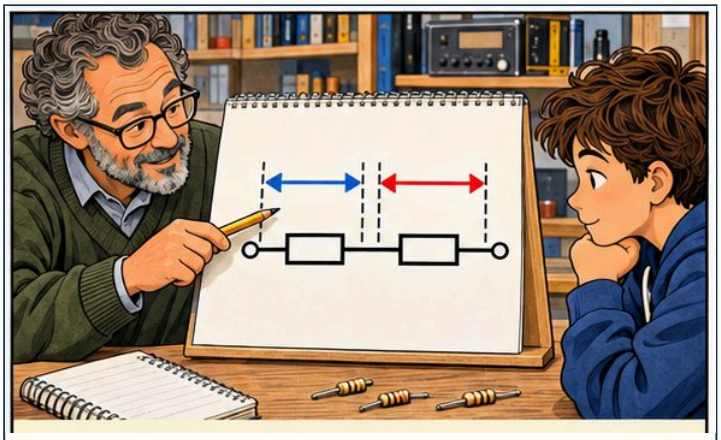
Dva otpornika su serijska ako kroz njih teče ista struja bez grananja.



Njihov ekvivalentni otpor je R = R1 + R2.



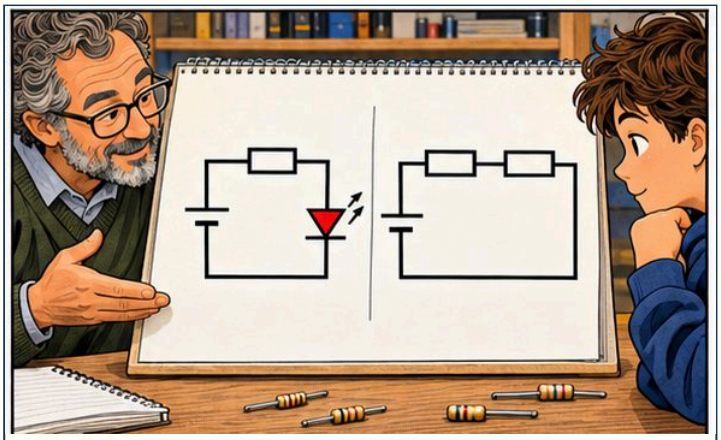
Dva otpornika od 1 kΩ serijski daju 2 kΩ.



Ukupni napon dijeli se prema njihovim vrijednostima.

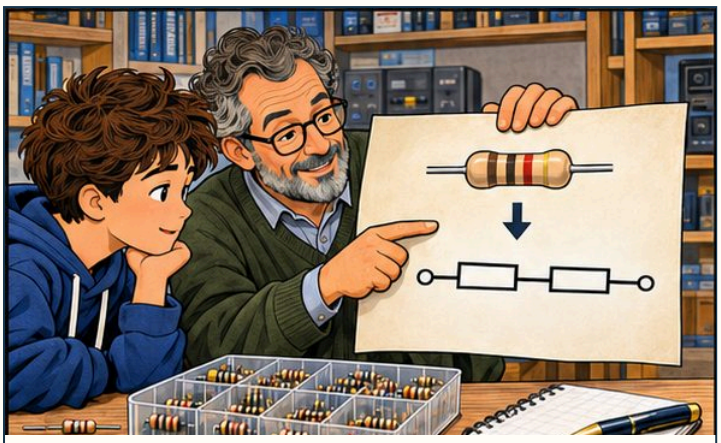


Svaki dio mora podnijeti vlastiti napon i vlastitu snagu.

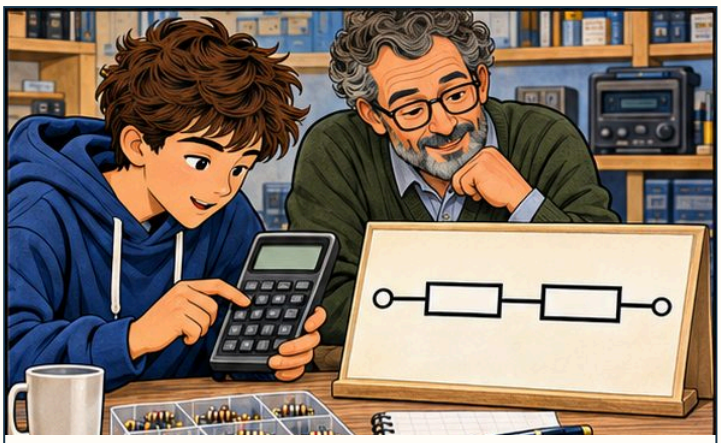


Lucas crta jedan put i ponovno nalazi serijski otpornik LED-a.

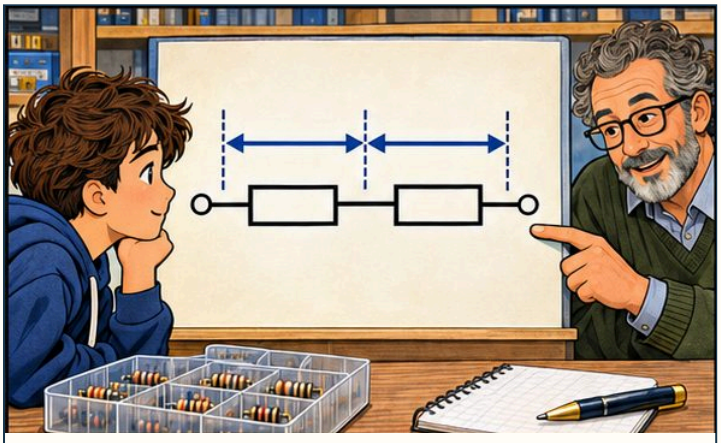
Dijeljenje u seriji



Na papiru 5 V napaja dva jednaka serijska otpornika od 1 kΩ.



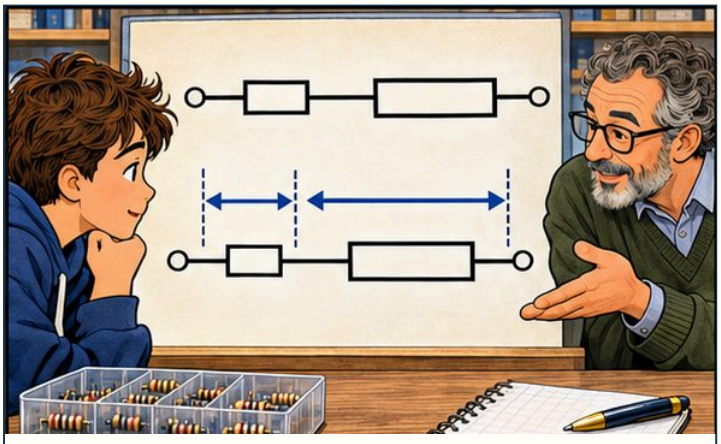
Struja je 5 / 2 000 = 0,0025 A, odnosno 2,5 mA.



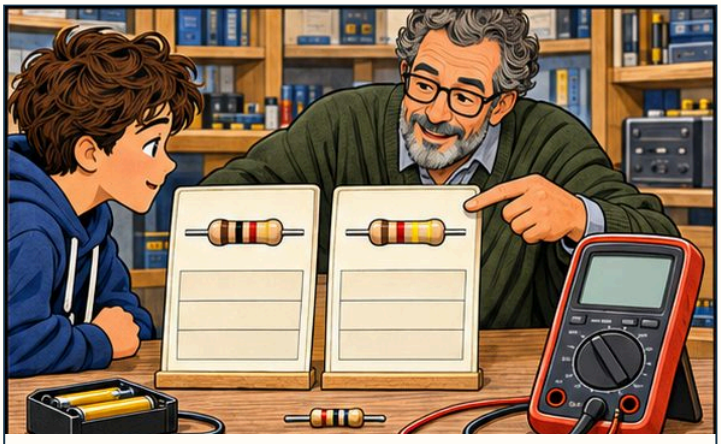
Svaki prima 2,5 V u idealnom modelu.



Svaki disipira 2,5 × 0,0025 = 0,00625 W.

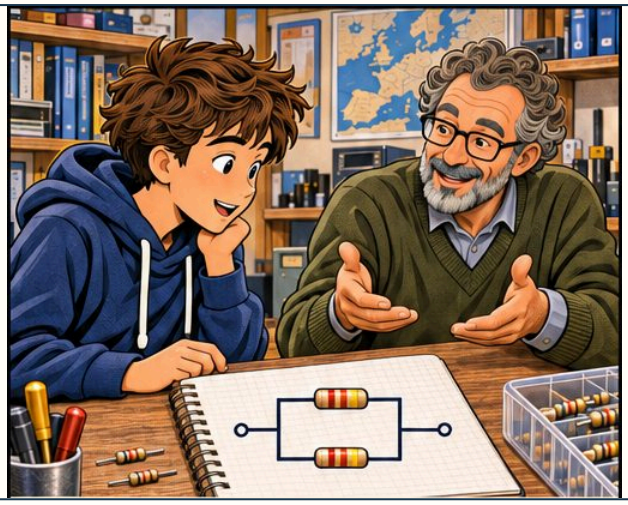


Različite vrijednosti drukčije bi dijelile napon i snagu.

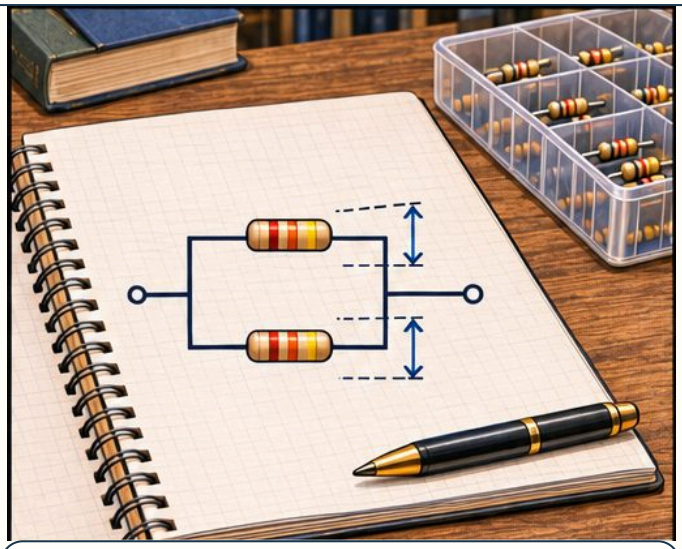


Henri naglašava: zbroj vata kućišta nije dovoljan za izbor.

Dva puta između dva izvoda



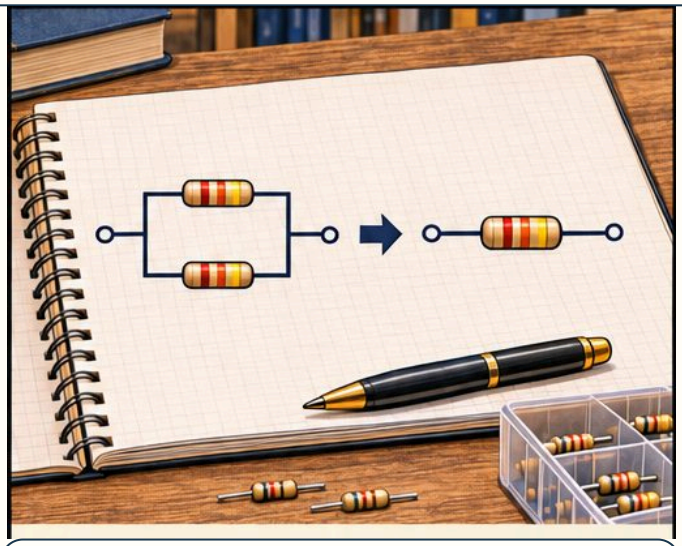
Paralelni otpornici spojeni su na ista dva čvora.



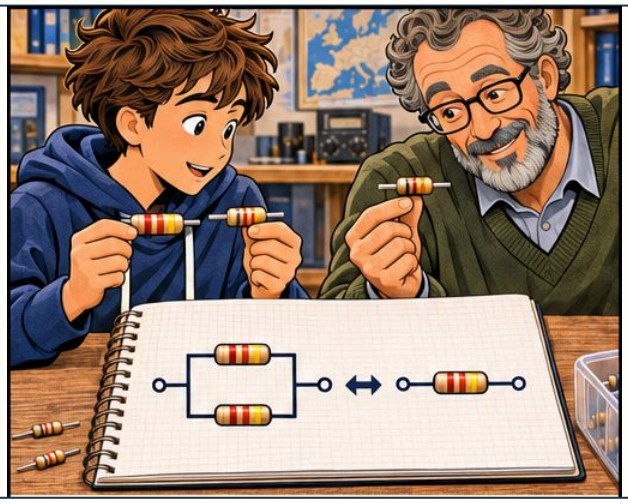
Zato je napon na njihovim krajevima jednak.



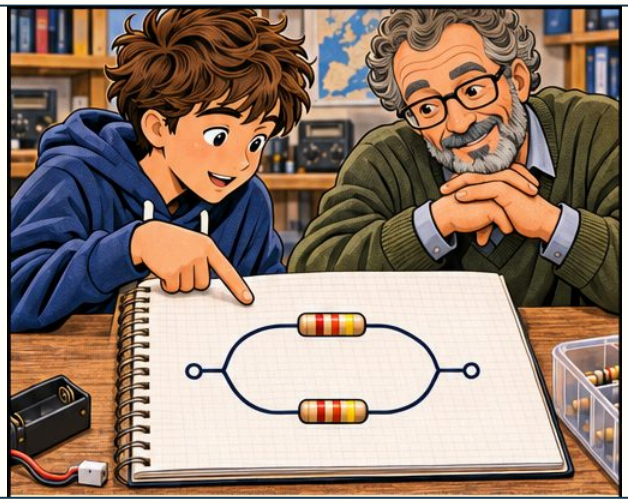
Za dvije grane: 1 / R = 1 / R1 + 1 / R2.



Dva otpornika od 1 kΩ paralelno daju 500 Ω.

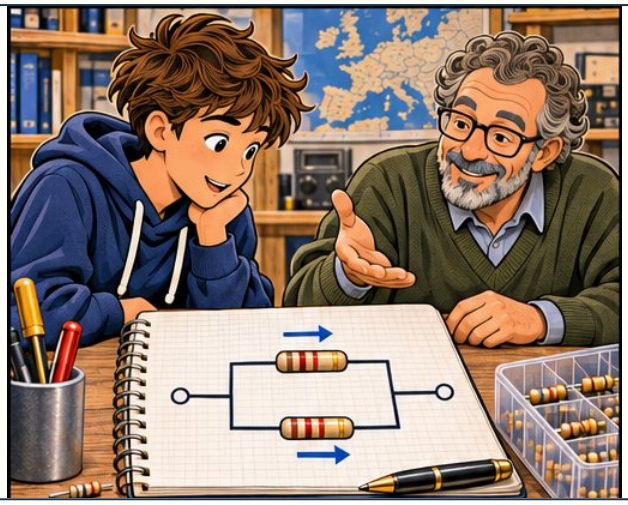


Ekvivalent je manji od najmanjeg pozitivnog otpora tih grana.

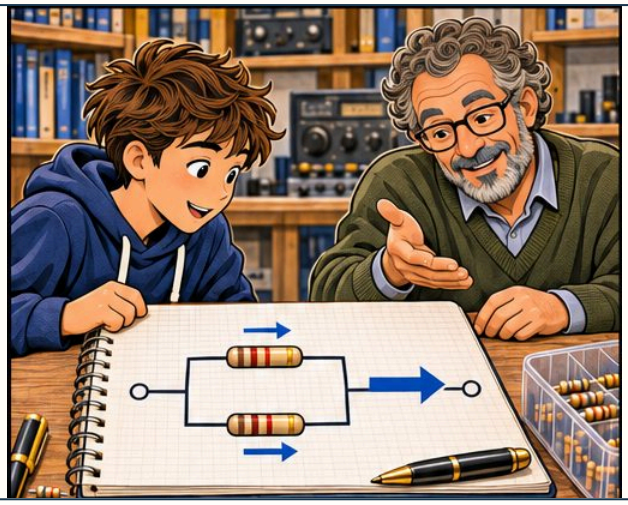


Lucas provjerava čvorove; položaj na crtežu nije dovoljan.

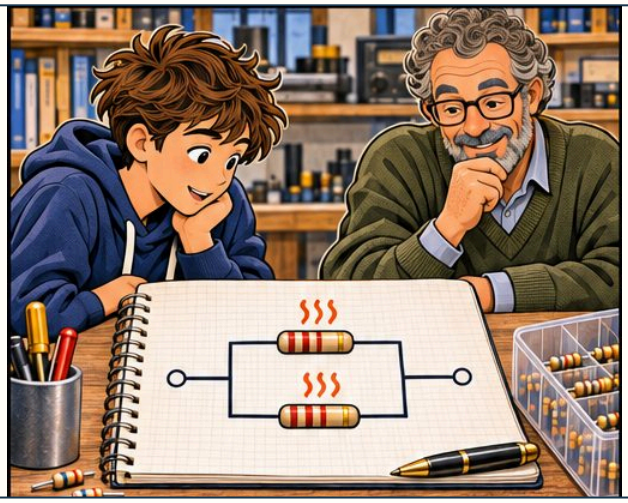
Struja po granama



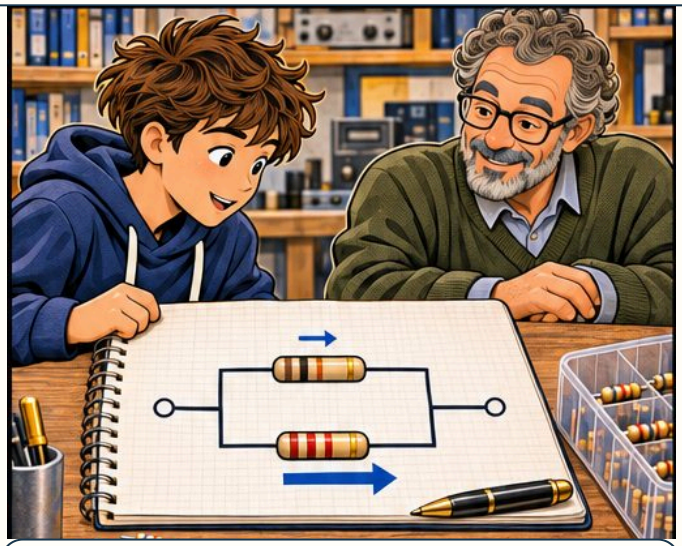
Uz 5 V na svakom otporniku od 1 kΩ, svaka grana uzima 5 mA.



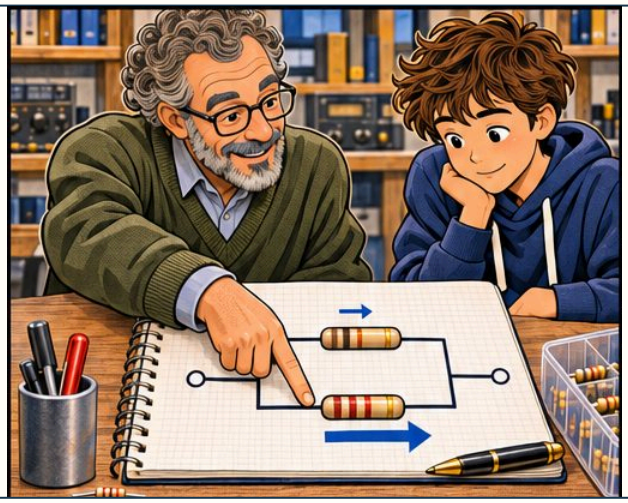
Izvor daje zbroj: 10 mA u ovom idealnom primjeru.



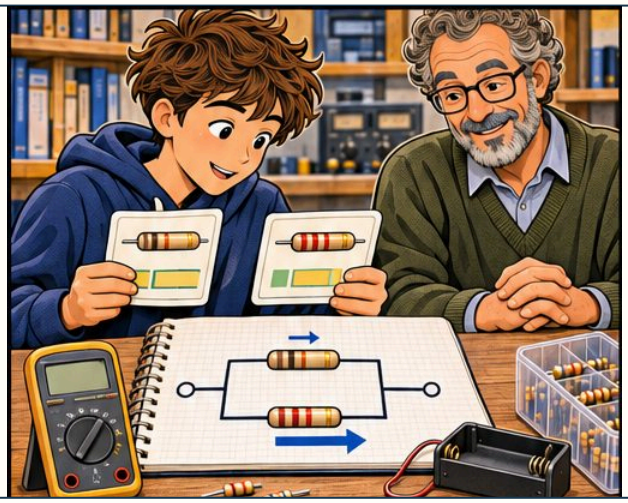
Svaki otpornik disipira 5^2 / 1 000 = 0,025 W.



Uz različite vrijednosti struje nisu jednake.

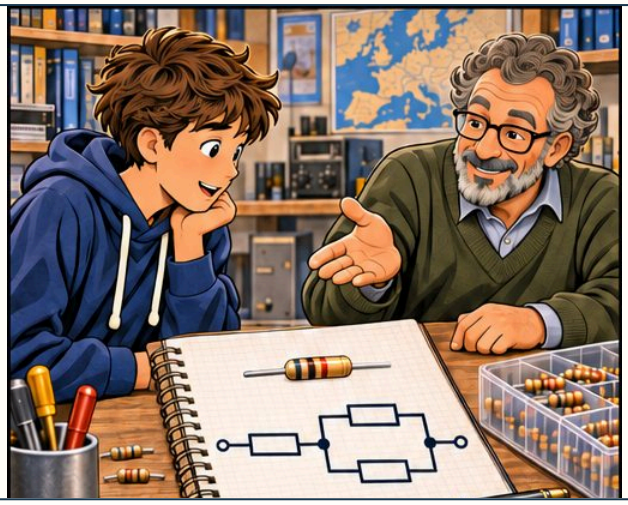


Pri istom naponu grana manjeg otpora uzima više struje.



Lucas razumije zašto dva paralelna otpornika traže dvije provjere.

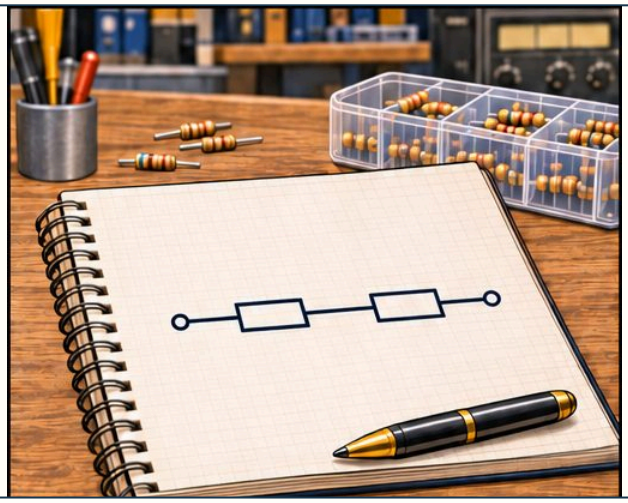
Pojednostaviti bez zabune



Henri crta 1 kΩ serijski s dva paralelna otpornika od 1 kΩ.



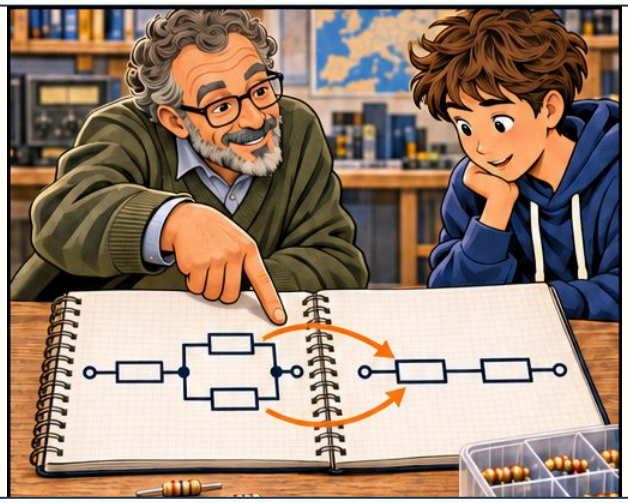
Lucas najprije zamjenjuje paralelni par s 500 Ω.



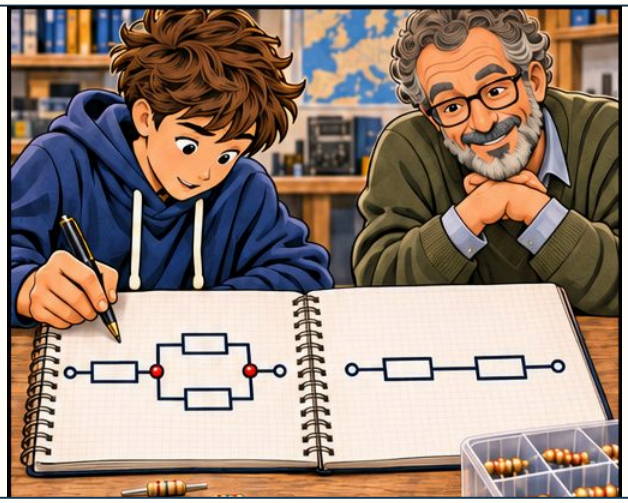
Zatim dodaje serijski: 1 000 + 500 = 1 500 Ω.



Čuva izvorni crtež radi ponovnog nalaženja struje svake komponente.



Ekvivalentni otpor opisuje izvode, ne uklanja unutarnja ograničenja.



Metoda sprječava izbor formule samo prema izgledu sheme.

Stvoriti međunapon



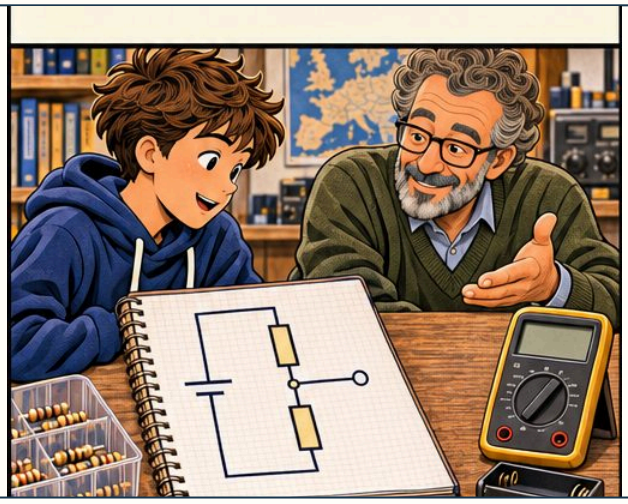
Dva serijska otpornika mogu tvoriti djelitelj napona.



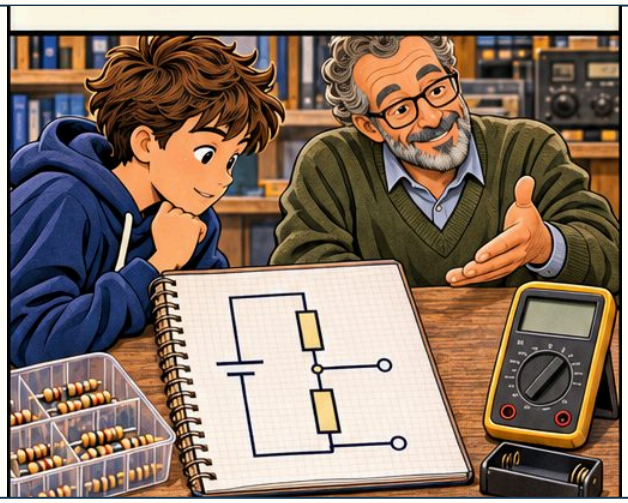
Bez opterećenja: Uizlaz = Uulaz × R2 / (R1 + R2).



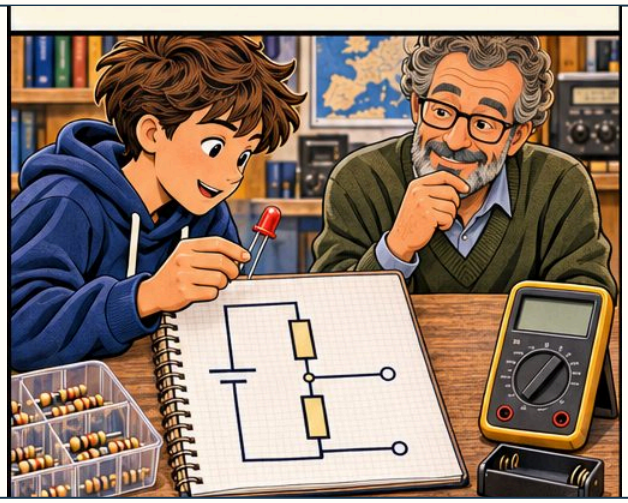
Izlaz je na krajevima R2, od srednje točke do reference.



Uz 5 V i dva otpornika od 1 kΩ idealno je 2,5 V.

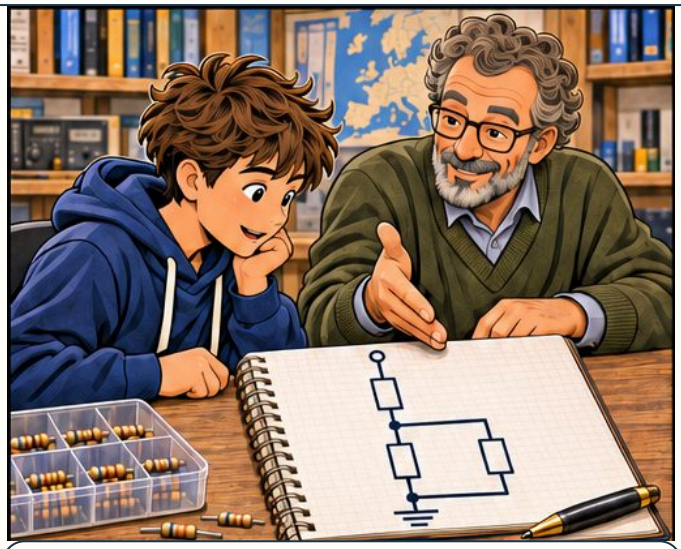


To pretpostavlja da izlaz praktički ne uzima struju.

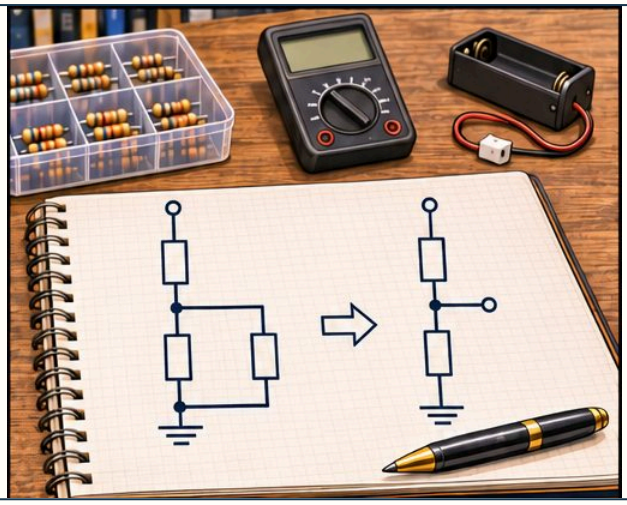


Lucas želi spojiti LED; Henri pokazuje što bi se promijenilo.

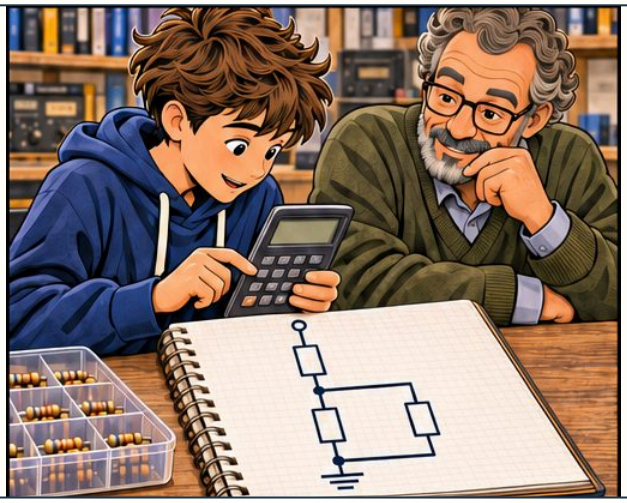
Kad se izlaz optereti



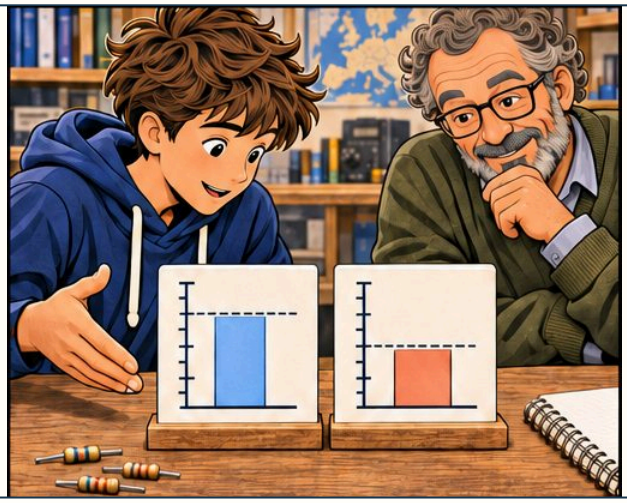
Trošilo na izlazu nalazi se paralelno s R2.



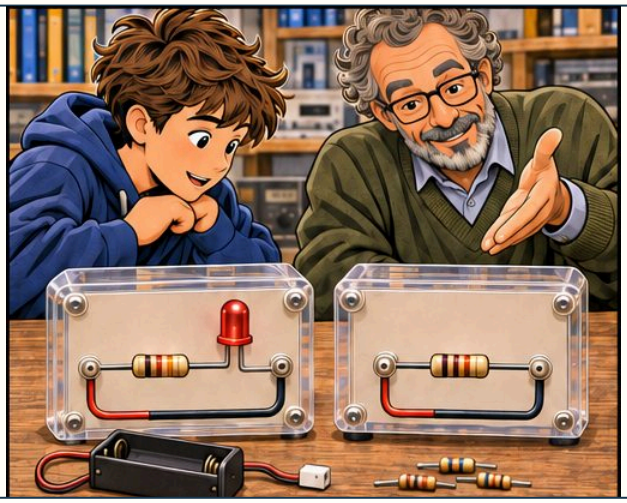
Uz trošilo od 1 kΩ, R2 od 1 kΩ postaje ekvivalent 500 Ω.



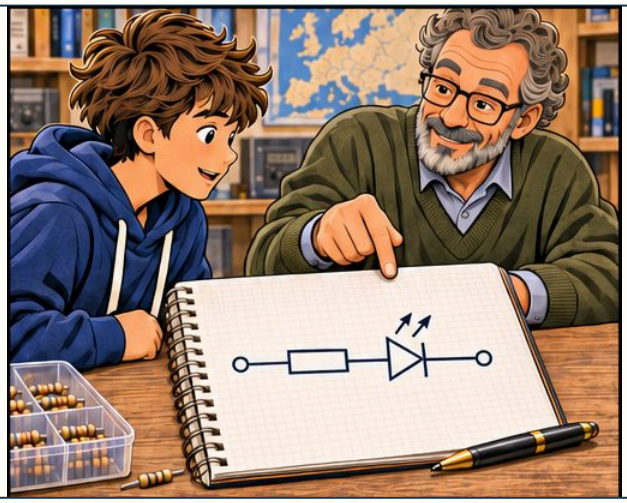
Izlaz tada iznosi 5 × 500 / (1 000 + 500) ≈ 1,67 V.



Više nije 2,5 V: trošilo je promijenilo djelitelj.



LED nije omsko trošilo pa račun ne opisuje njegov točan slučaj.



Za lampicu zadržavaju predviđenu seriju, bez improviziranog djelitelja.

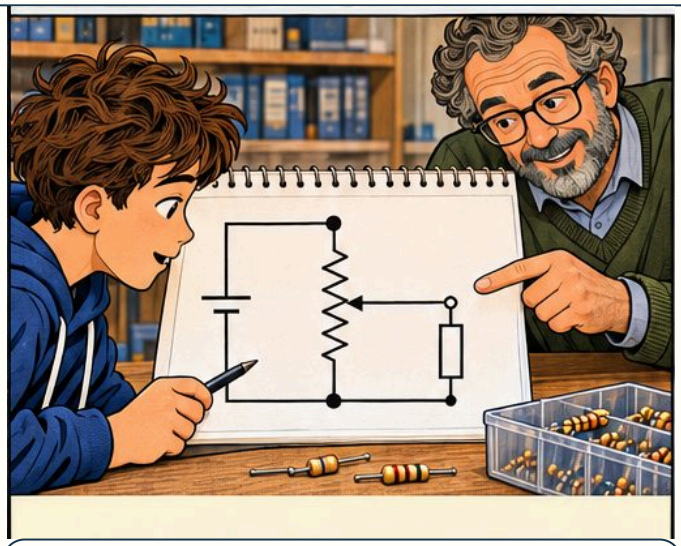
Klizač potenciometra



Potenciometar ima otpornu stazu i pomični klizač.



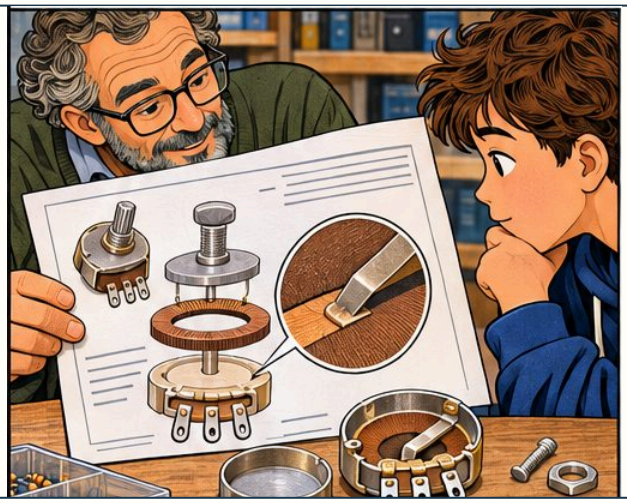
Tri izvoda omogućuju podesivi djelitelj.



Trošilo utječe i na napon uzet s klizača.



S dva izvoda može služiti kao promjenjivi otpornik ovisno o sklopu.

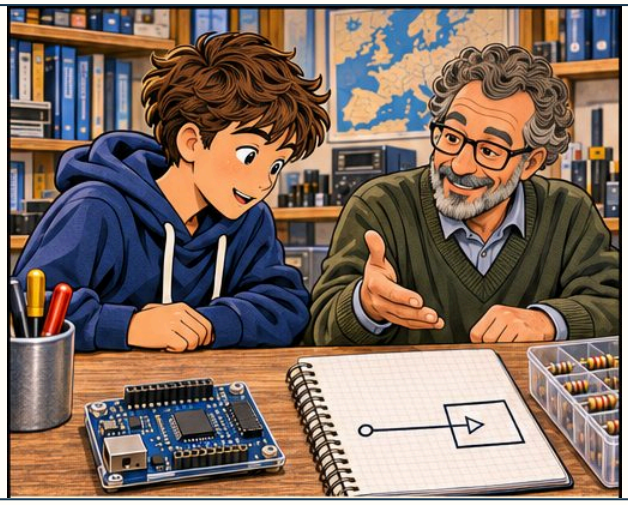


Treba provjeriti snagu, struju klizača i ožičenje.

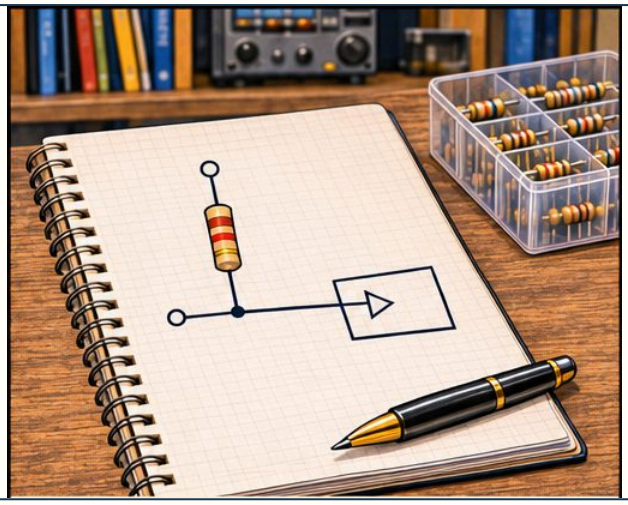


Lucas ne želi ukloniti fiksni zaštitni otpornik LED-a.

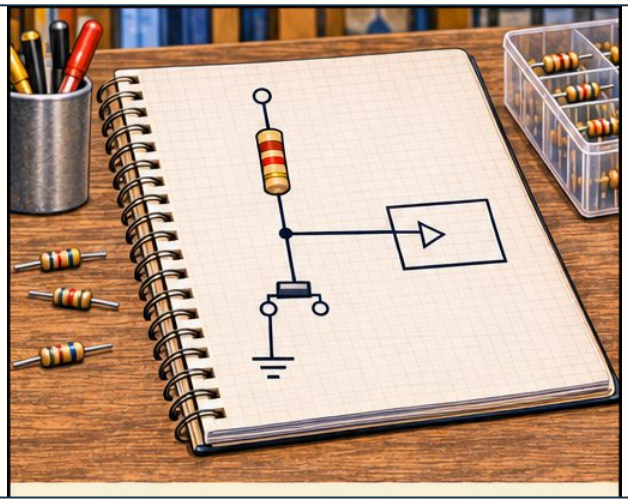
Zadati stanje ulazu



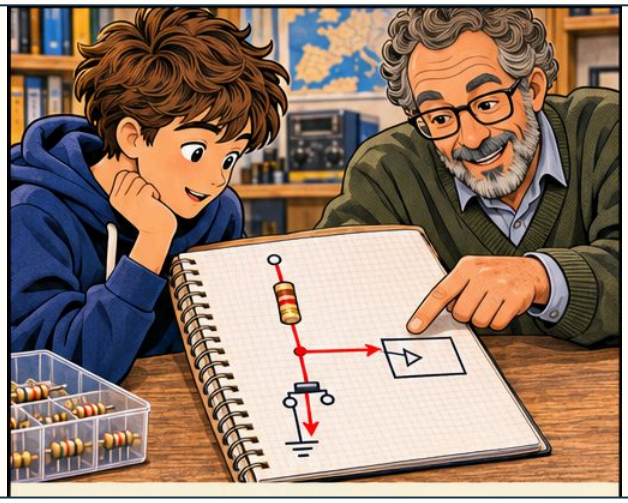
Na nastavnoj ploči plutajući ulaz može očitati neodređeno stanje.



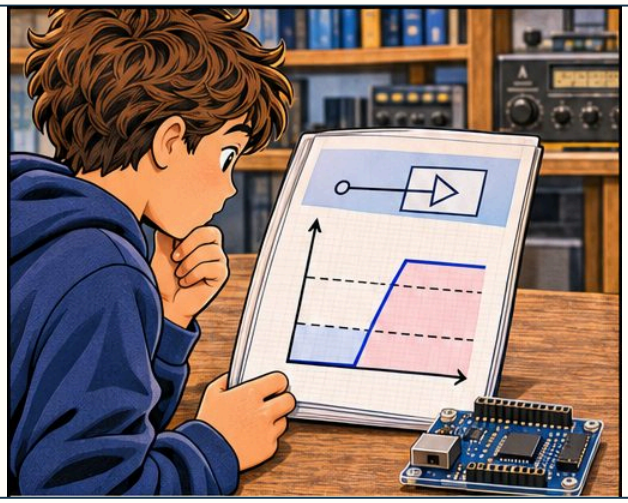
Otpornik prema napajanju zadaje visoko stanje u mirovanju.



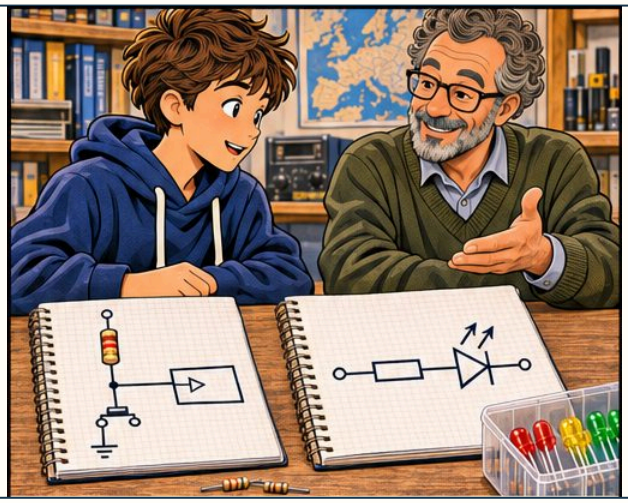
Tipka prema referenci nameće nisko stanje kad je zatvorena.



Otpornik tada ograničava struju između napajanja i tipke.



Vrijednost ovisi o ulazu, pragovima i dokumentaciji.

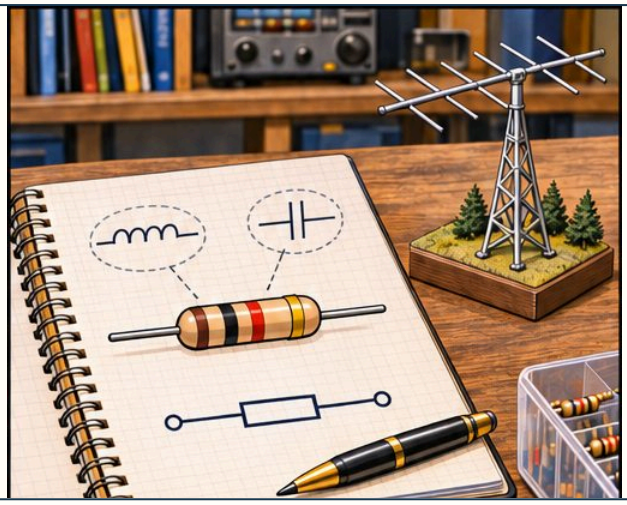


Henri pokazuje ulogu na crtežu; lampica ostaje jednostavna.

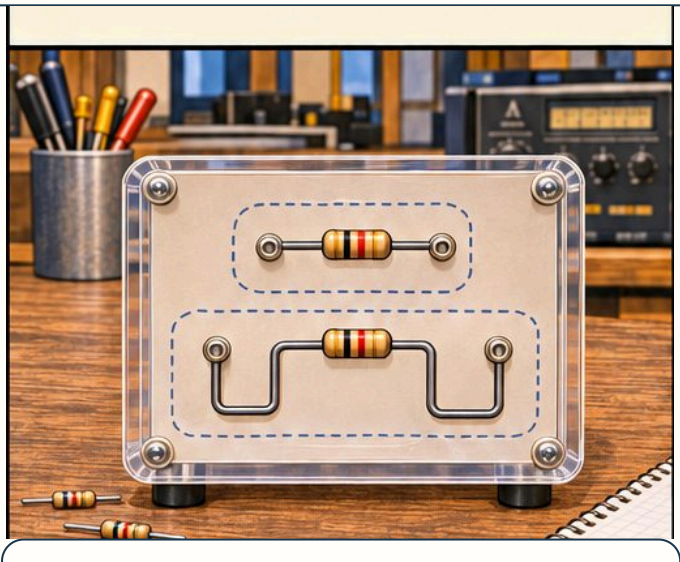
U radiju model ima granice



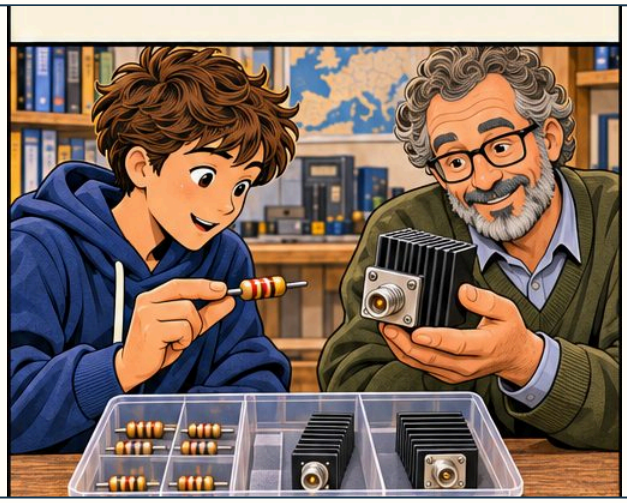
Otpornici služe i za polarizaciju, prigušenje ili završetak radijskih sklopova.



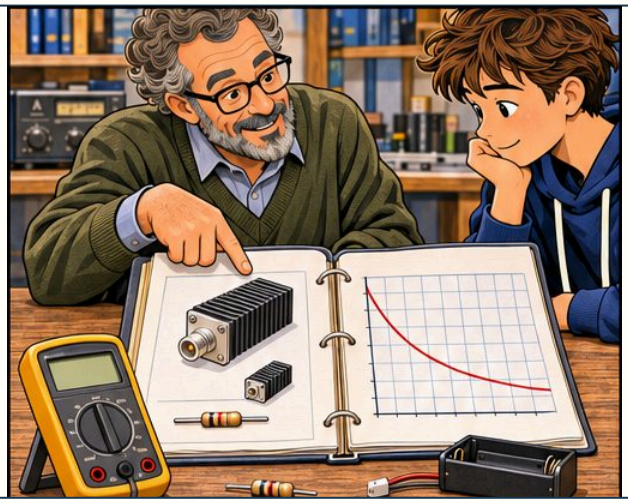
Na visokim frekvencijama mogu utjecati parazitski induktivitet i kapacitet.



Spojevi i raspored također dodaju učinke.



Bilo koji otpornik od 50 Ω nije nužno dobro RF opterećenje.



Frekvencijski pojas, snaga i konstrukcija moraju odgovarati primjeni.



Lucas sprema RF primjere: radionica ne odašilje.

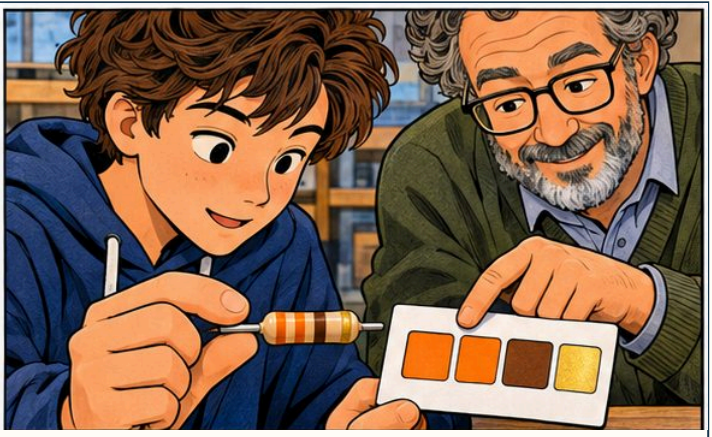
List za zamjenu



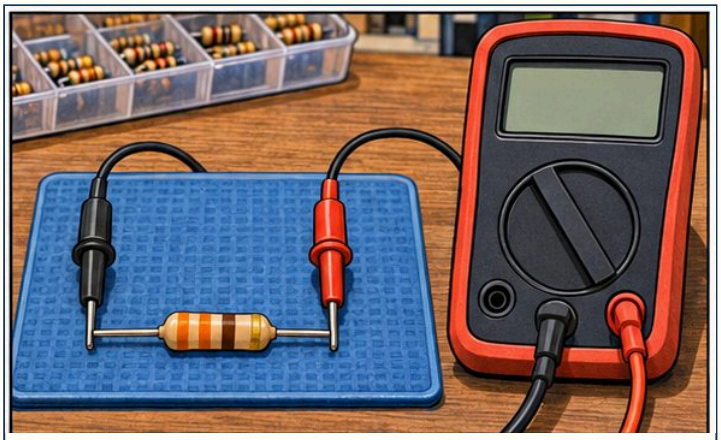
Lucas skuplja shemu te oznake LED-a i otpornika.



Za dokumentirani primjer izbor ostaje 330 Ω, ±5 %, 0,25 W.



Tablicom potvrđuje narančastu, narančastu, smeđu, zlatnu.



Novi otpornik mjeri se zasebno, izvan napajanog sklopa.

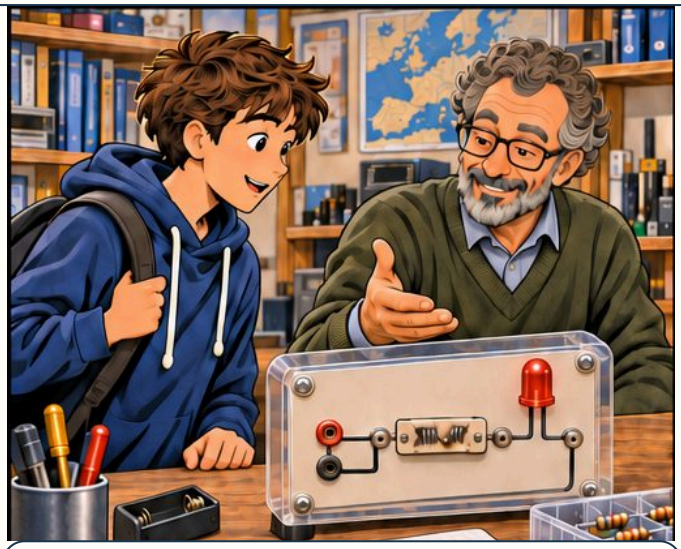


Očitanje treba biti spojivo s tolerancijom i nesigurnošću multimetra.

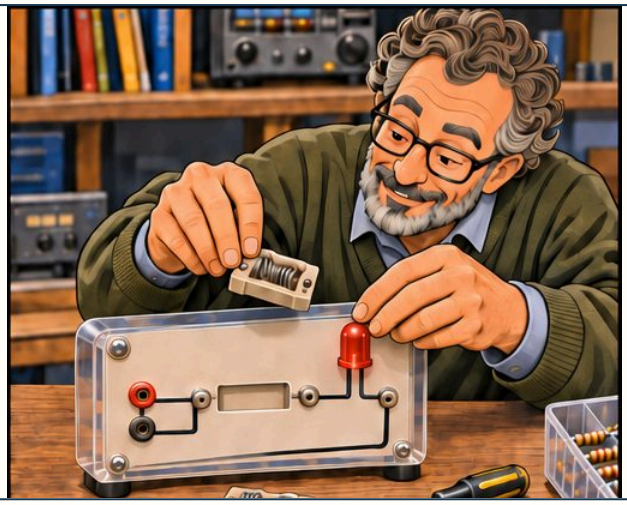


Henri pregledava mapu: računanje i mjerenje se dopunjuju.

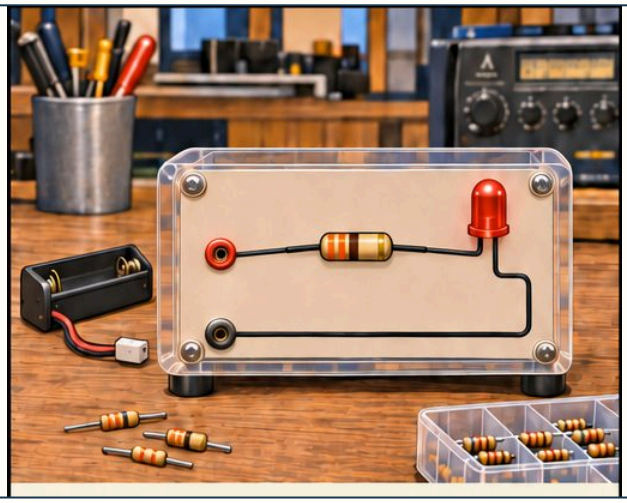
Metodično sastavljanje



Ploča ostaje odspojena tijekom zamjene.



Henri provjerava oštećeni držač i mijenja predviđeni spojni element.



Umeću novi otpornik bez sile i bez slobodne žice.



Lucas prati petlju: napajanje, otpornik, LED, povrat.

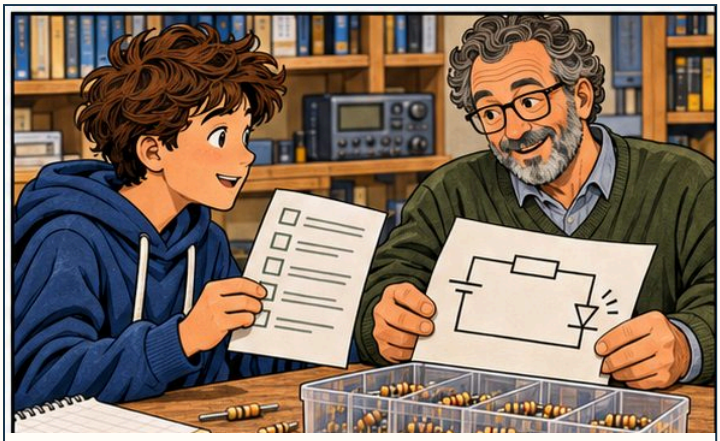


Polaritet LED-a odgovara shemi i dokumentu.

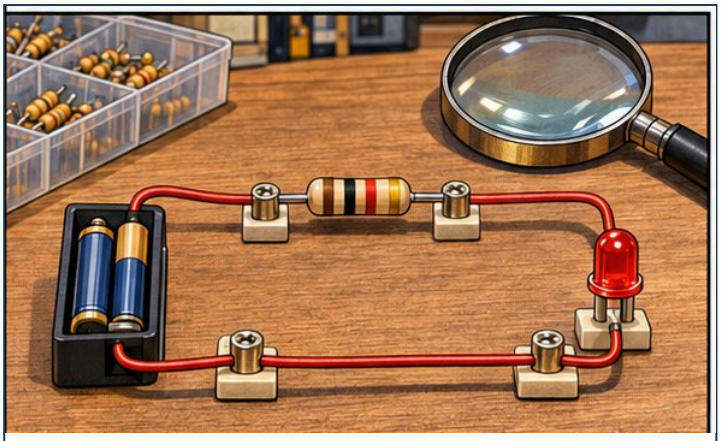


Sumnjivi dio ostaje odvojen s opažanjima i ne koristi se ponovno.

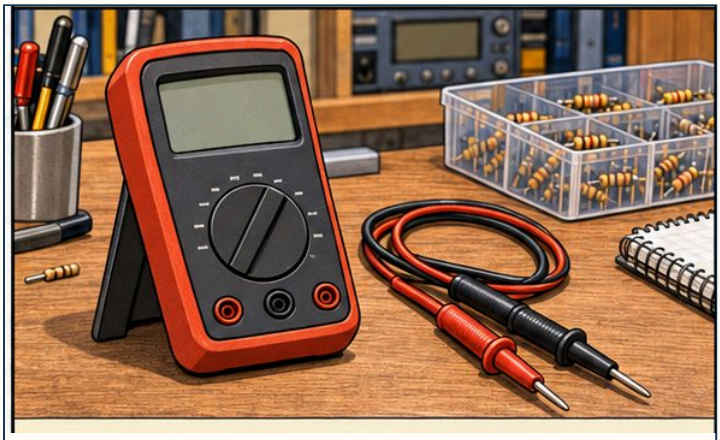
Međusobna provjera



Prije uključenja svatko provjerava rad drugoga.



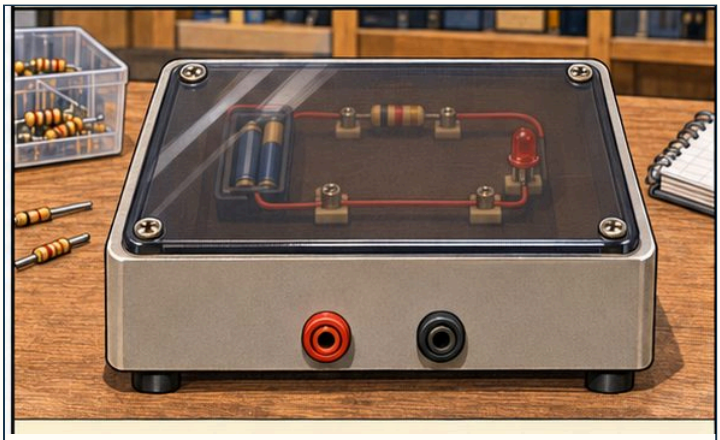
Traže kratki spoj, propust ili vezu koja zaobilazi otpornik.



Vodovi ommetra uklonjeni su s ploče.



Henri priprema napajanje na 5 V s prikladnim ograničenjem.

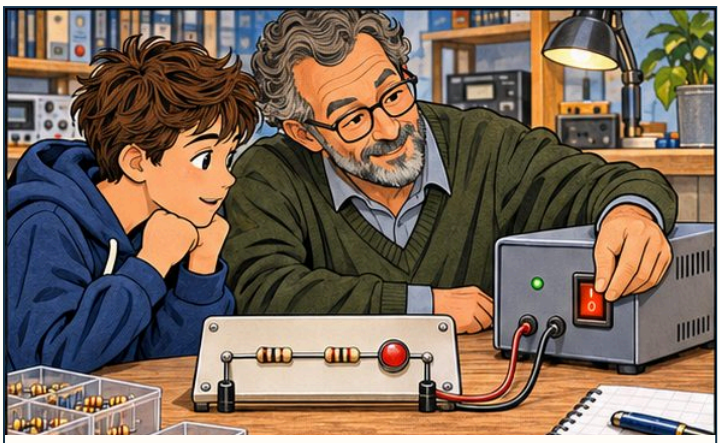


Ploča je zatvorena prema uputama, spojevi zaštićeni.



Lucas najavljuje očekivano: vidljiva lampica s umjerenom strujom.

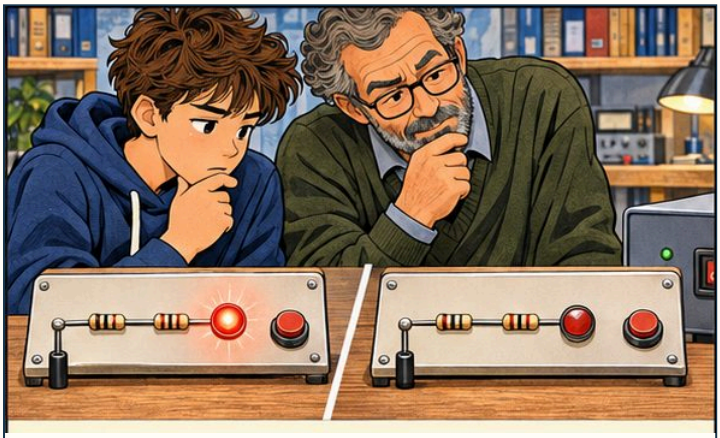
Prvi oprezan pokus



Henri uključuje zatvorenu ploču; nitko ne pomiče spojeve.



Lampica se upali pa ugasi pri otpuštanju tipke.



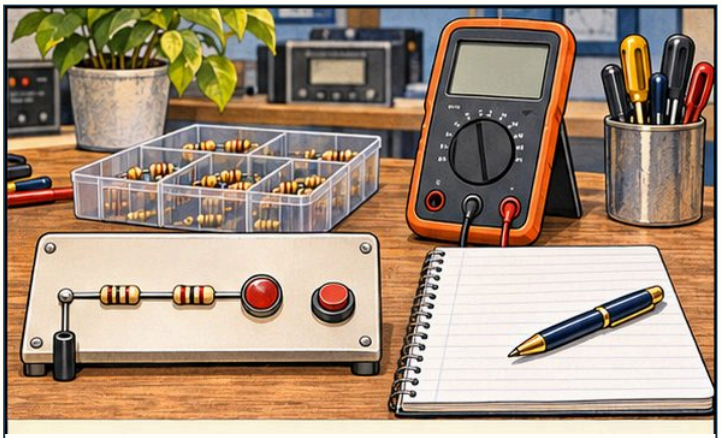
Pri novom pokušaju pojavljuje se zastajkivanje.



Lucas predlaže više napona pa se sjeti metode.



Isključuju i odspajaju prije nastavka dijagnostike.

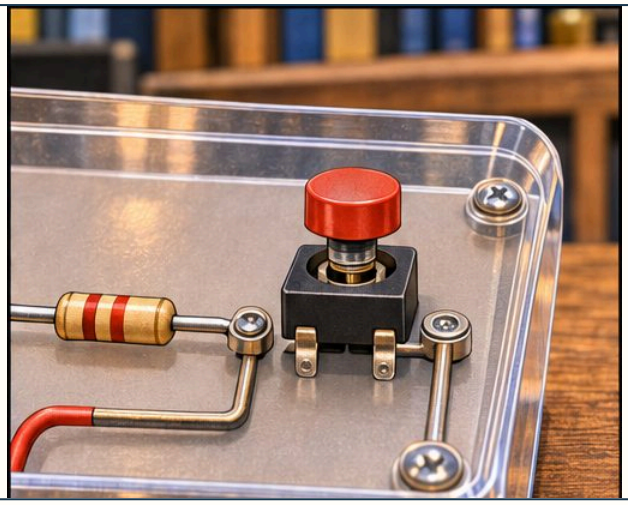


Jedno viđeno svjetlo nije dovoljno za proglašenje ploče spremnom.

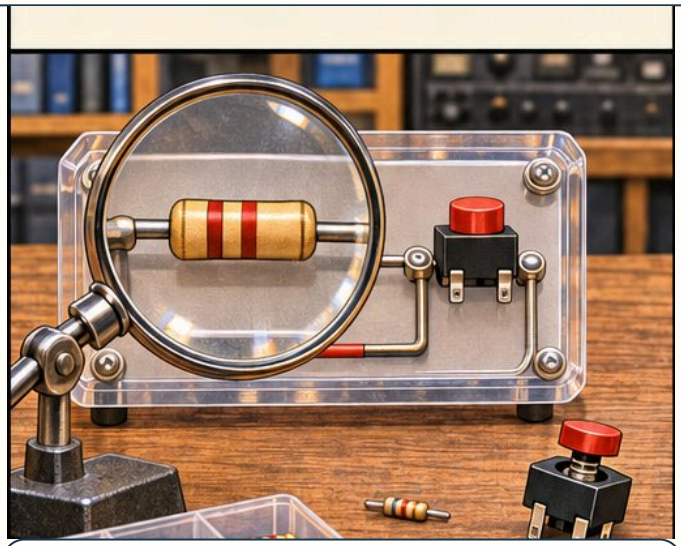
Drugi uzrok



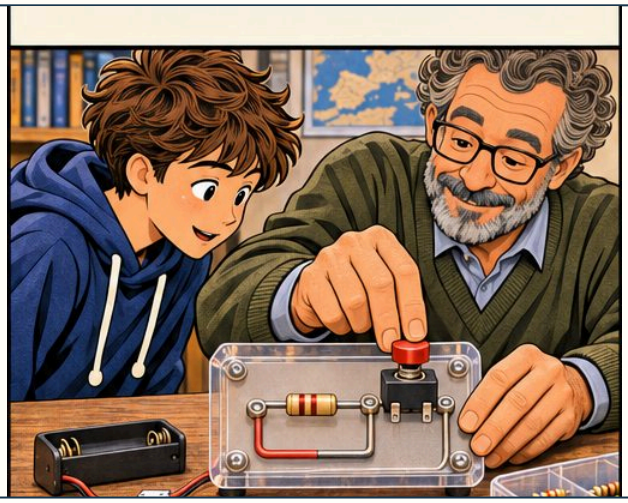
Nakon sigurnosnih provjera prate put struje bez napajanja.



Odvojivi konektor tipke nije potpuno umetnut.



Sam ispravan otpornik ne popravlja loš spoj.



Henri postavlja konektor i provjerava držanje.



Lucas dopisuje: sumnjivi dio i loš spoj dva su traga.

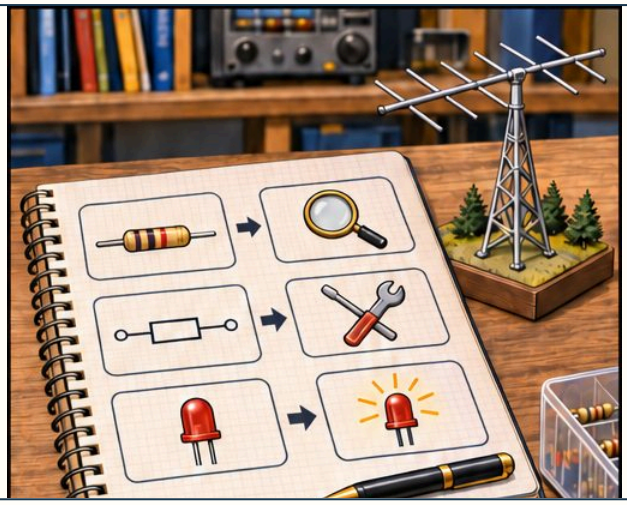


Prije novog pokušaja ponavljaju cijelu provjeru.

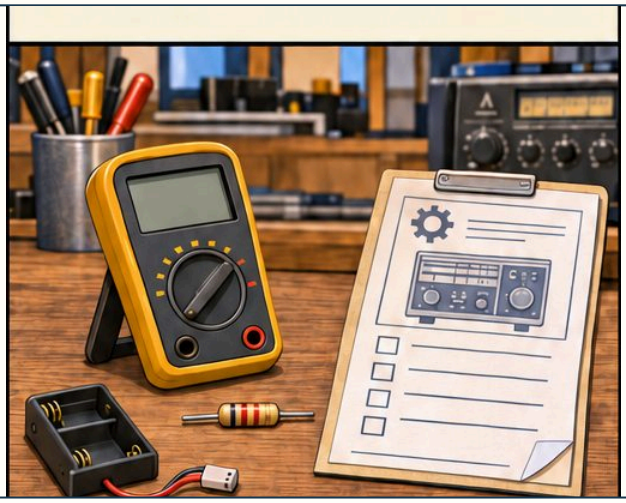
Jedno opažanje odjednom



Više ne mijenjaju nekoliko dijelova istodobno.



U svakoj fazi bilježnica čuva simptom i obavljenu provjeru.



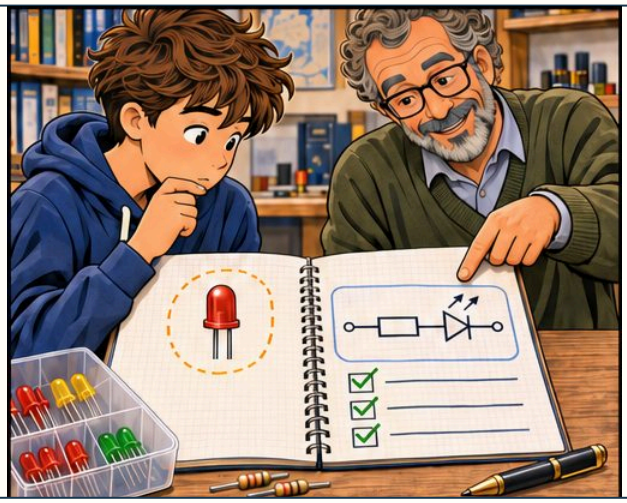
Ispravna vrijednost na ommetru ne jamči svako ponašanje u radu.



Pregled, ograničenja dijelova i predviđeni pokus dopunjuju mjerenje.

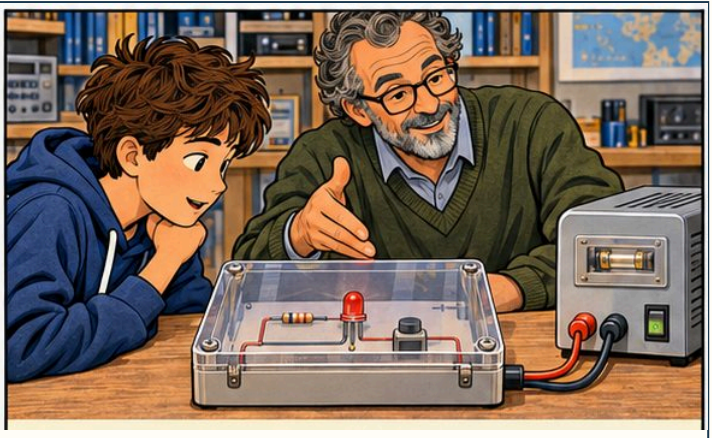


Na neuobičajen znak staju i nastavljaju tražiti bez napajanja.



Lucas sada može objasniti zašto je prva ideja bila prebrza.

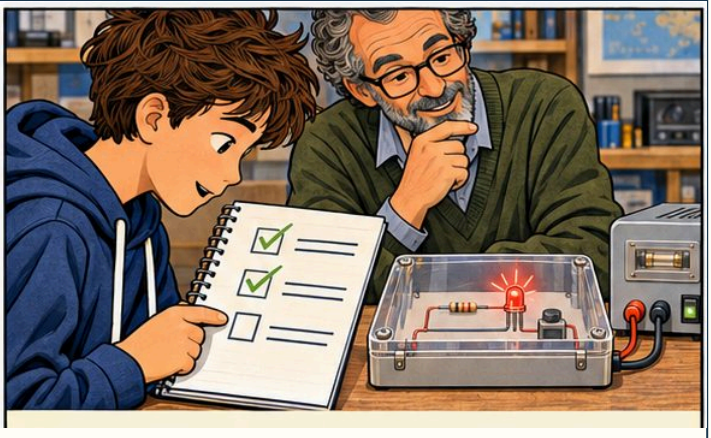
Lampica ispunjava obećanje



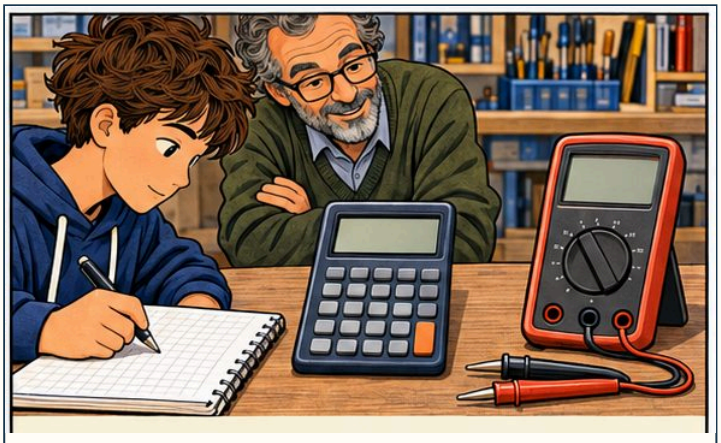
Zatvorena ploča ponovno se napaja predviđenim postupkom.



U demonstraciji lampica sada redovito odgovara na tipku.



Henri prati rad; Lucas uspoređuje s očekivanim.



Izračunatu struju ne predstavljaju kao provedeno mjerenje.



Bilježnica razdvaja račune, provjere i opažanja pokusa.

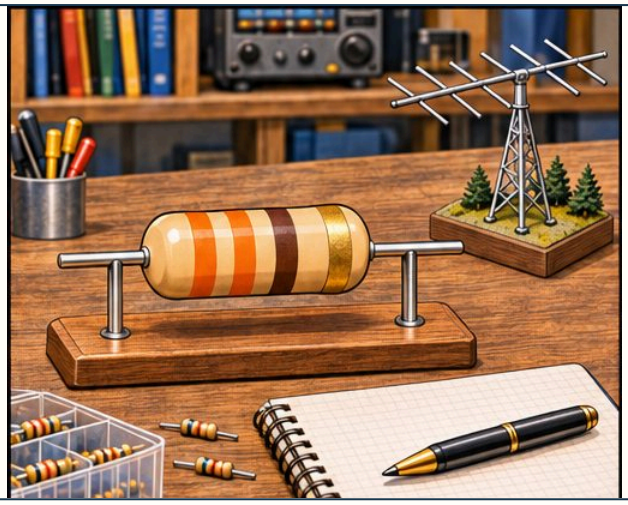


Isključuju napajanje prije pripreme prijevoza na štand.

Objasniti izbor



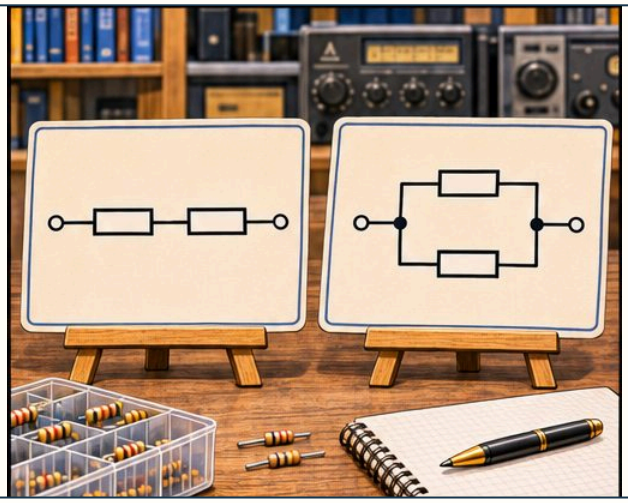
Na štandu Lucas pokazuje povećani otpornik posjetiteljima.



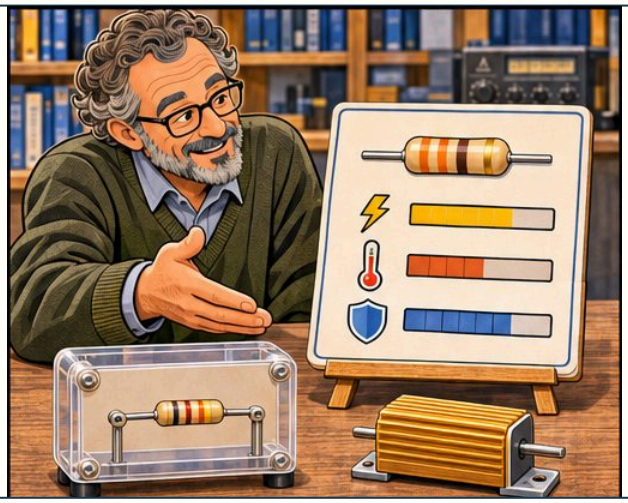
Objašnjava trake, nazivnu vrijednost i toleranciju.



Crtež pokazuje serijski otpornik koji ograničava struju LED-a.



Drugi crtež uspoređuje serijski i paralelni spoj.



Henri pita zašto je provjerio snagu i uvjete uporabe.

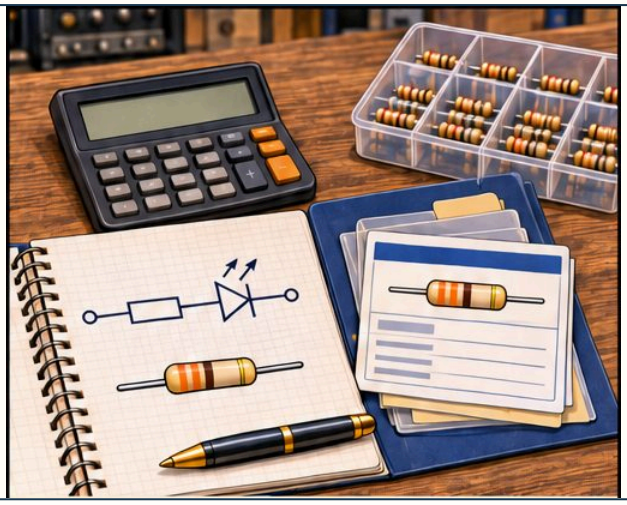


«Da odaberem dio koji zaista odgovara sklopu», kaže Lucas.

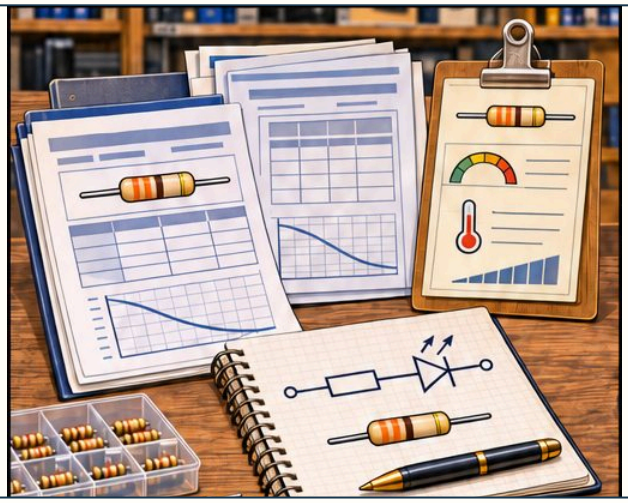
Bilježnica za sljedećega



List počinje potrebom: lampica za pokaznu ploču.



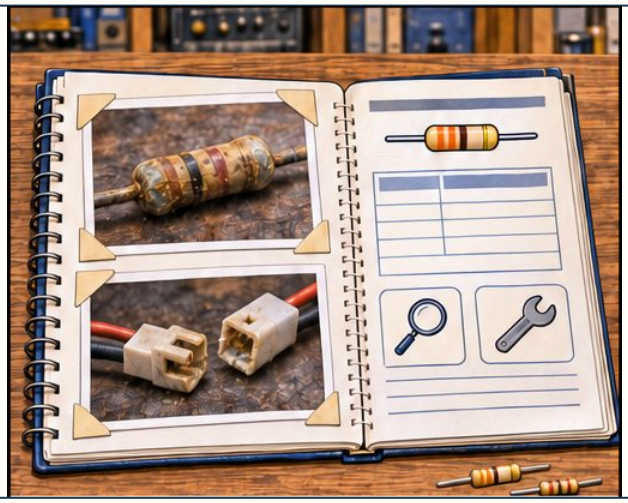
Čuva pretpostavke, formulu i izbor od 330 Ω.



Tolerancija, snaga i oznake dijelova ostaju sa shemom.



Postupak podsjeća na mjerenje bez napajanja i odvajanje po potrebi.



Opažanja kvara pomoći će sljedećoj radionici metodično tražiti.

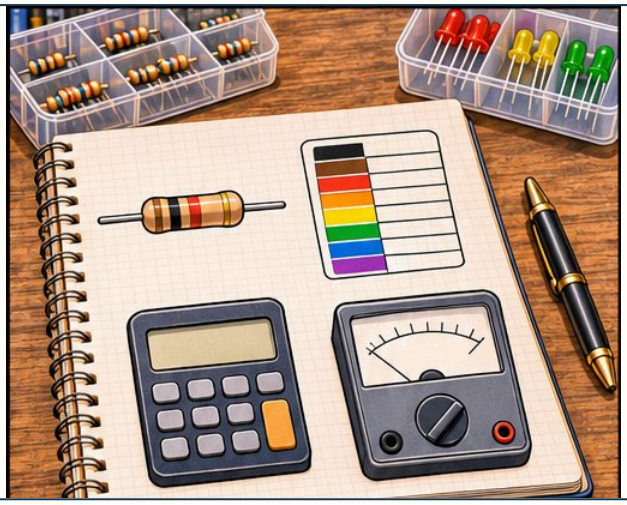


Henri prepušta spremanje mape učeniku: Lucas sada dijeli naučeno.

Mala komponenta, velika metoda



Štand je spreman; Lucas drukčije gleda mali otpornik.



Čitati, računati, birati, mjeriti: svaki korak odgovara na pitanje.



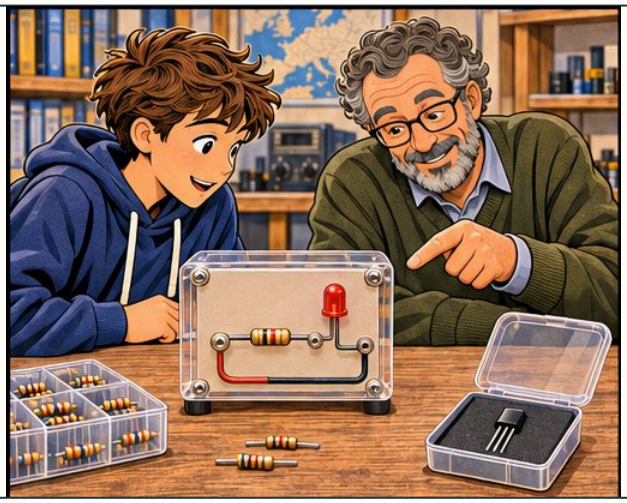
Lampica nije više samo svjetlo, nego objašnjenje koje može prenijeti.



U drugoj kutiji Henri pokazuje komponentu s tri nožice.



«Može li upravljati većom strujom?» pita Lucas.



Sljedeće istraživanje čeka u tomu 08: tranzistori.