ON4CRD

Sējums 07

Rezistori



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Juridiskie paziņojumi

Sējums 07 · Rezistori

Vietnes izdevējs : Radio Club Durnal ON4CRD

Publikāciju vadītājs : Radio Club Durnal ON4CRD komiteja

https://on4crd.be

Juridiskie paziņojumi

Intelektuālais īpašums

Vietnē publicētie teksti, attēli, dokumenti, logotipi un materiāli paliek to attiecīgo autoru vai kluba īpašumā. Jebkurai reproducēšanai vai atkārtotai izmantošanai ir jāievēro avots, piemērojamās tiesības un jebkura autora atļauja.

Atbildība

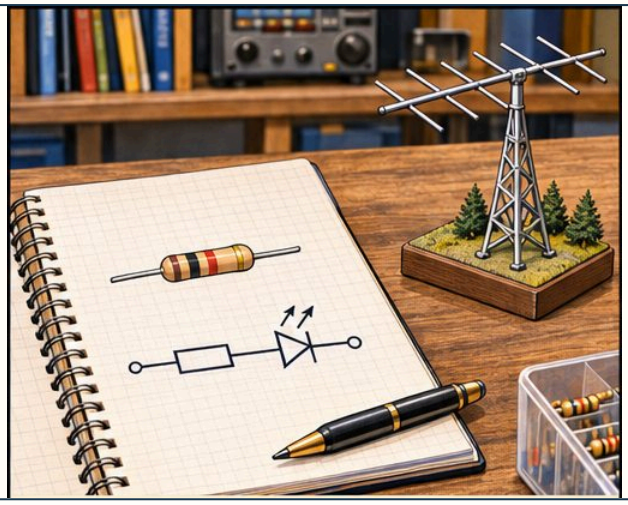
Klubs strādā, lai publicētu noderīgu un pārbaudītu informāciju, bet negarantē kļūdu, izlaidumu vai pārtraukumu neesamību. Tehniskā vai reglamentējošā informācija ir jāsalīdzina ar oficiāliem avotiem, ja tā pamato lēmumu.

Ilustrācijas veidotas ar mākslīgā intelekta palīdzību.

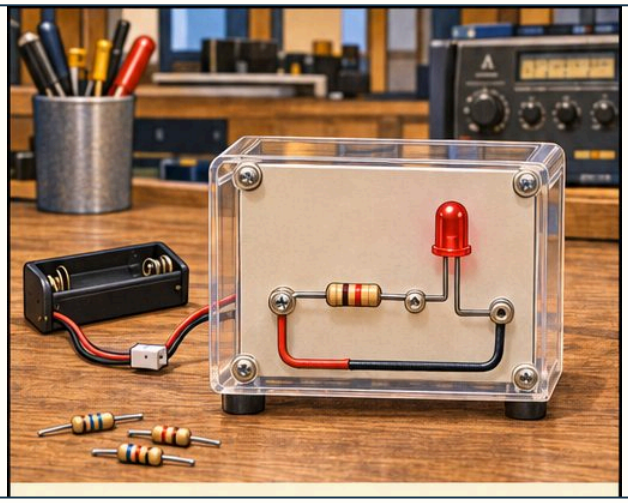
Stenda indikators



Lucas satiek Henri, lai sagatavotu kluba iepazīšanās stendu.



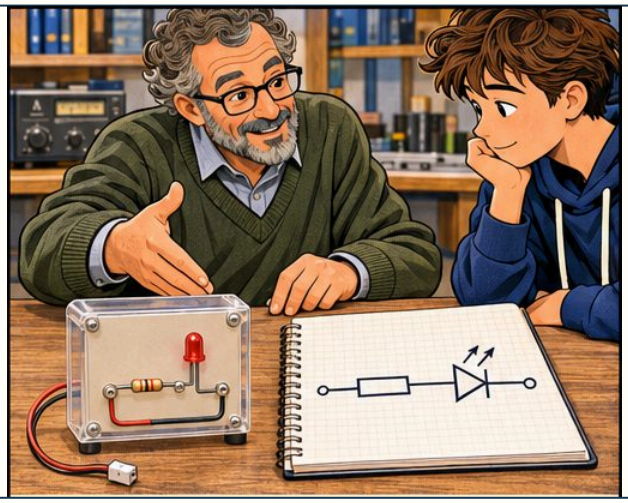
Pēc antenām viņu piezīmju grāmatiņā nonāk daudz mazāka detaļa.



Demonstrācijas paneļa indikators vairs neiedegas.



«Nomainīsim LED?» jautā Lucas, atverot detaļu kastīti.

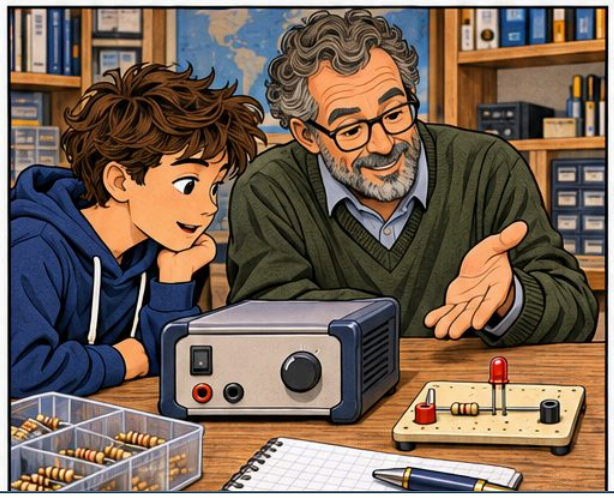


Henri vispirms vēlas saprast shēmu, pirms kaut ko mainīt.



Viņu uzdevums: atjaunot uzticamu indikatoru un izskaidrot katru izvēli.

Pirms meklēšanas atvienot



Panelim ir mācību barošanas avots ar 5 V un strāvas ierobežojumu.



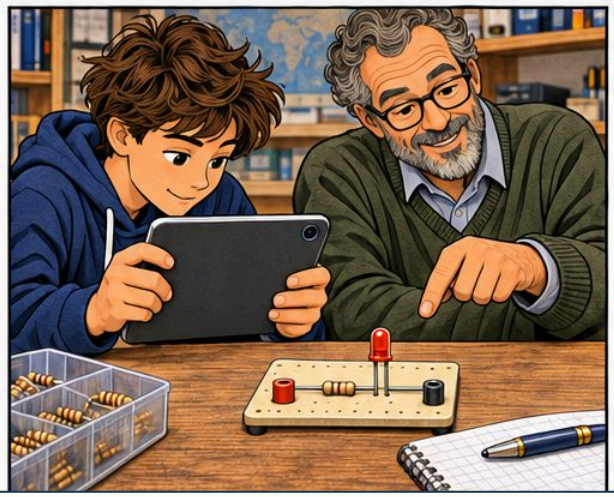
Pirms darba Henri izslēdz un atvieno barošanas avotu.



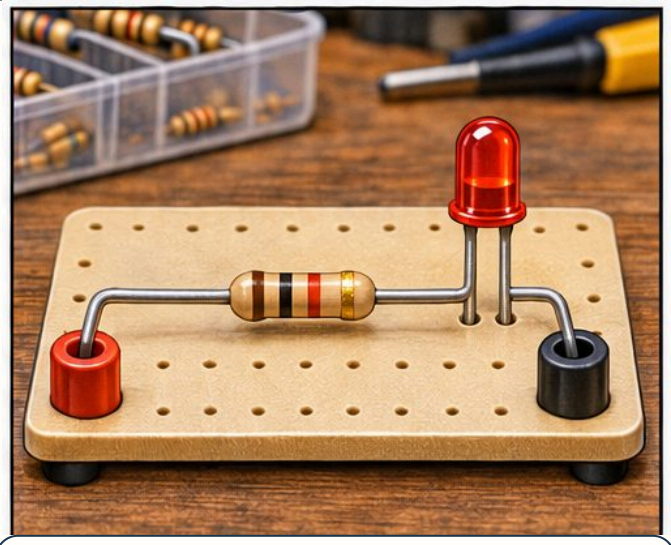
Viņi sagaida paredzēto izlādi un pārbauda sprieguma neesamību.



Šajā darbnīcā neatver nevienu elektrotīklam pieslēgtu ierīci.



Lucas nofotografē savienojumus un seko paneļa shēmai.



LED ķēdē viņš ievēro nelielu rezistoru.

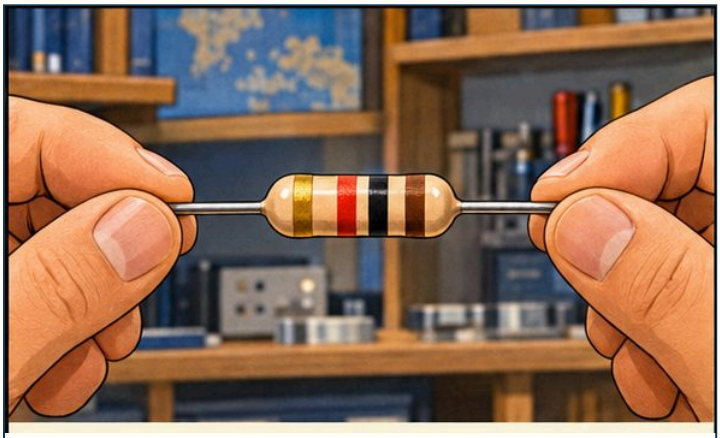
Viens nosaukums, divas nozīmes



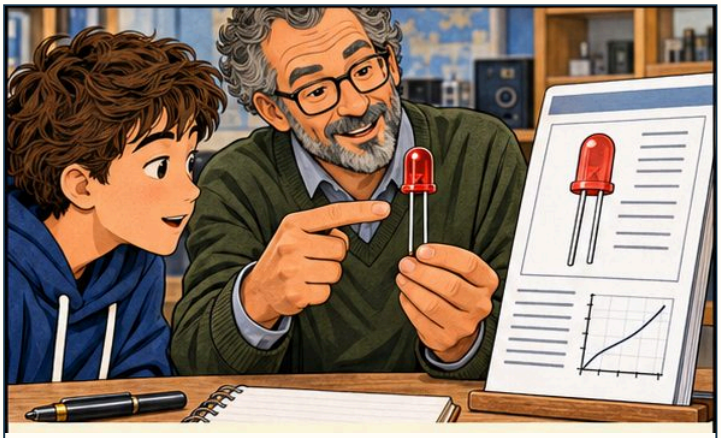
Vārds pretestība apzīmē elektrisko lielumu R; detaļu sauc par rezistoru.



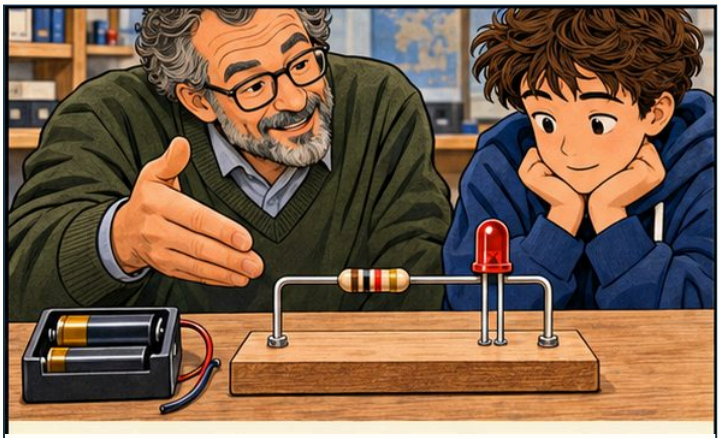
Šo lielumu mēra omos, kuru simbols ir Ω.



Parastam rezistoram nav noteikta pieslēgšanas virziena.



Savukārt LED polaritāte ir jāievēro.



Virknes rezistors palīdz ierobežot strāvu caur LED.

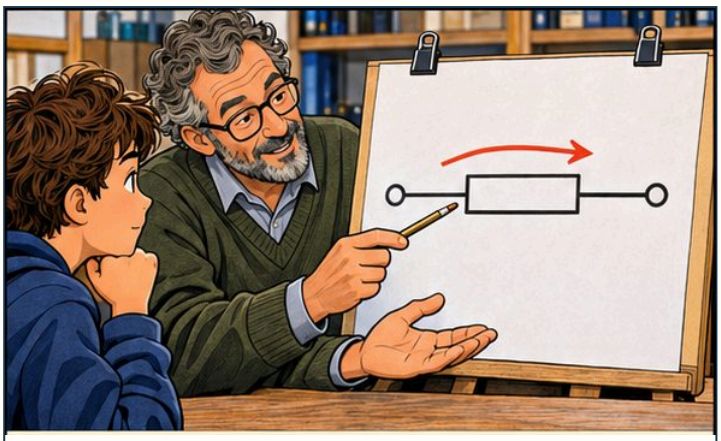


Pirms bojājuma meklēšanas Lucas noskaidro katras detaļas uzdevumu.

Atcerēties Oma likumu



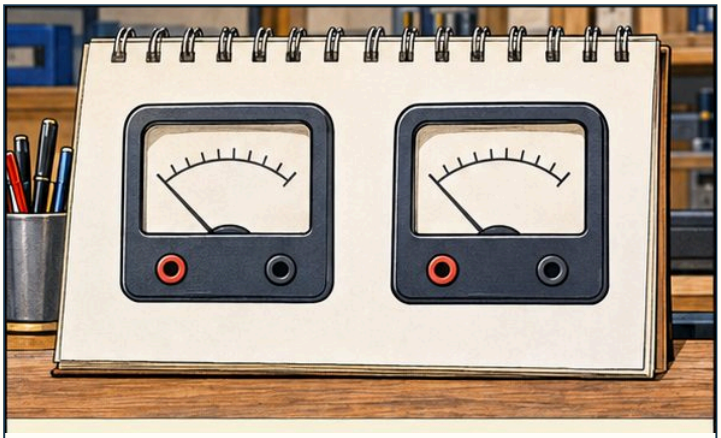
Omiskam rezistoram noteiktā temperatūrā U = R × I.



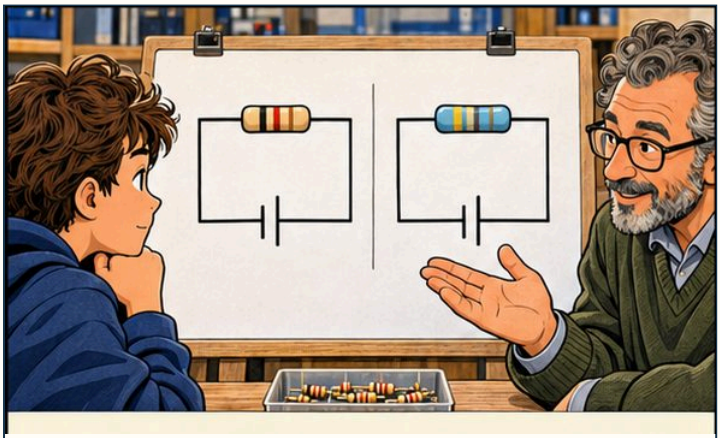
U ir spriegums uz tā izvadiem; I ir strāva caur to.



Var rakstīt arī I = U / R un R = U / I.



Šajos aprēķinos U izsaka voltos un I ampēros.



Pie vienāda sprieguma lielāka R samazina strāvu.

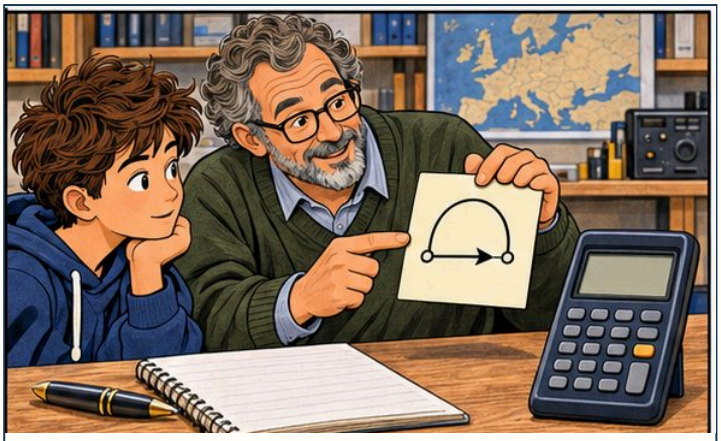


«LED nav omisks rezistors,» atgādina Henri.

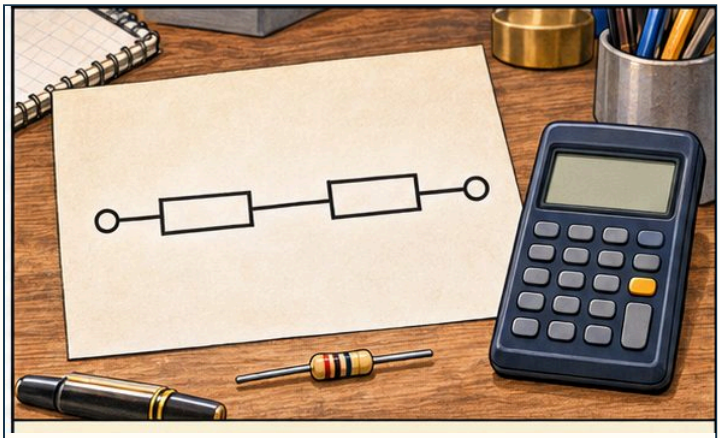
Vispirms mērvienības



1 kΩ = 1 000 Ω; 1 MΩ = 1 000 000 Ω.



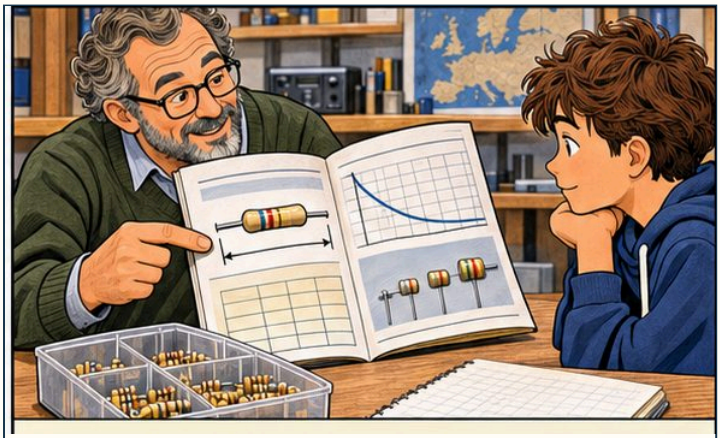
1 mA = 0,001 A: pirms formulas izmantošanas Lucas pārrēķina vienības.



Ja 5 V pieliek pie 1 kΩ, aprēķins dod 5 mA.



Uz dažām detaļām 4K7 nozīmē 4,7 kΩ, bet 2R2 nozīmē 2,2 Ω.



Marķējums atkarīgs no detaļas; noteicoša ir tās dokumentācija.



Lucas apvelk mērvienības: aizmirsts prefikss var pilnībā mainīt izvēli.

Nolasīt pirms mērīšanas



Paneļa rezistoram ir krāsainas joslas.



Henri atnes ražotāja tabulu un palielināmo stiklu.



Vispirms viņi nosaka joslu skaitu un atstarpes.



Pielaides josla bieži ir atdalīta no pārējām.



Ja lasīšanas virziens nav skaidrs, viņi pārbauda detaļas datus un izmērīto vērtību.



Ar slikti apgaismotu krāsu vien nepietiek nomaiņas izvēlei.

Četras joslas, četras lomas



Parastajā četru joslu kodā pirmās divas dod divus ciparus.



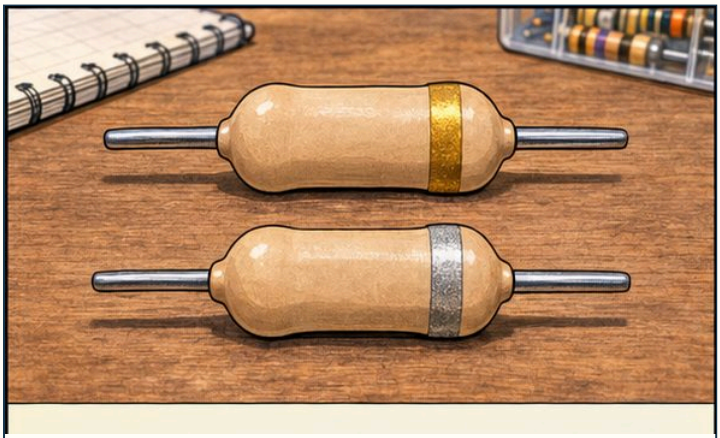
Trešā josla ir reizinātājs.



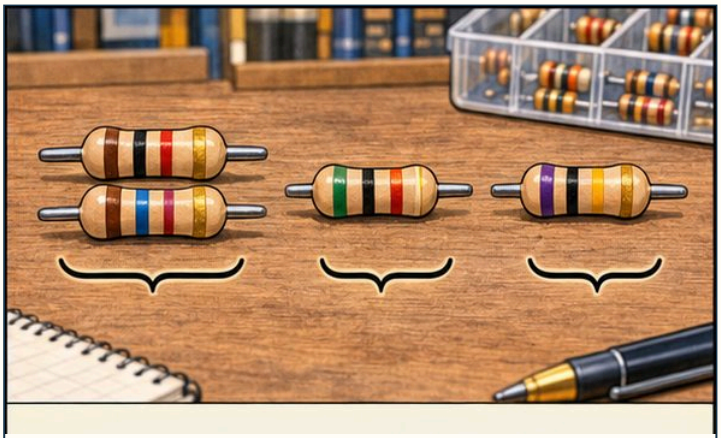
Ceturtā norāda nominālās vērtības pielaidi.



Viņi lasa no gala, kas atrodas pretī pielaides joslai.



Zelts šeit nozīmē ±5 %; sudrabs nozīmē ±10 %.



«Divi cipari, reizinātājs un pieļaujamā novirze,» rezumē Lucas.

Ciparu krāsas



Melns ir 0; brūns 1; sarkans 2; oranžs 3; dzeltens 4.



Zaļš ir 5; zils 6; violets 7; pelēks 8; balts 9.



Krāsas vieta nosaka tās lomu kodā.



Kā reizinātājs sarkans nozīmē ×100, bet oranžs ×1 000.



Zelts un sudrabs var arī reizināt ar 0,1 un 0,01.



Lucas tur tabulu pa rokai: saprast ir labāk nekā minēt.

Pirmais atšifrējums



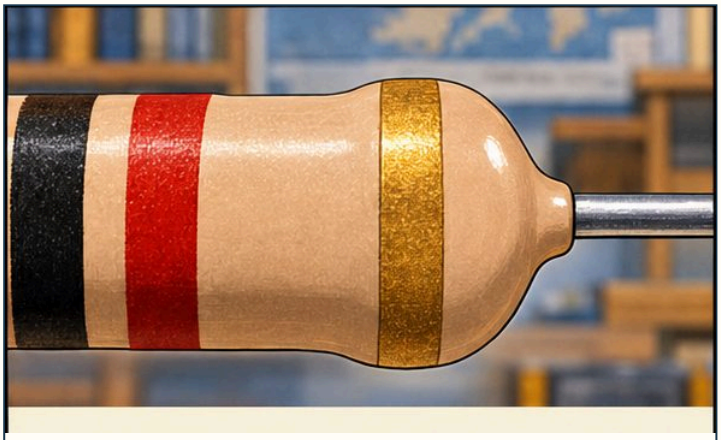
Piemērā: brūns, melns, sarkans, zelts.



Brūns un melns dod 10; sarkans reizina ar 100.



10 × 100 = 1 000 Ω jeb 1 kΩ.



Zelta josla pievieno ±5 % pielaidi.



Tātad nominālā vērtība nesola pilnīgi precīzu pretestību.

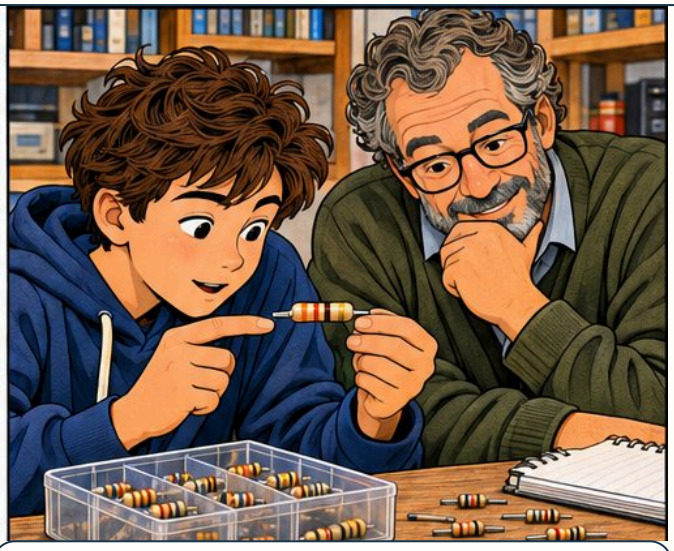


Lucas atsevišķi pieraksta vērtību un tās pielaidi.

Indikatora detaļa



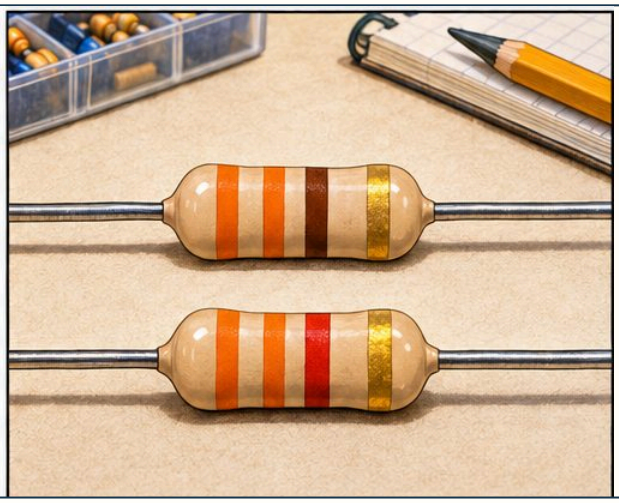
Paneļa dokumentācijā paredzēts oranžs, oranžs, brūns, zelts.



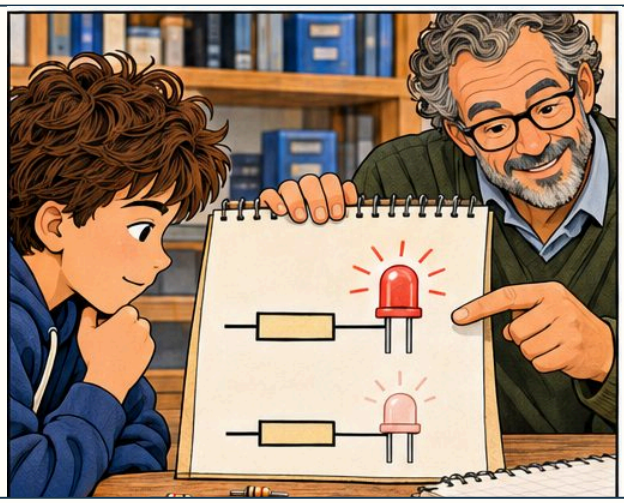
Pirmās divas joslas dod 33; brūns nozīmē ×10.



Rezultāts ir 330 Ω ar ±5 % pielaidi.



Sarkana trešā josla dotu 3 300 Ω jeb 3,3 kΩ.



Šāda sajaukšana ievērojami samazinātu indikatora strāvu.



Henri saglabā abus piemērus nākamajai apmeklētāju darbnīcai.

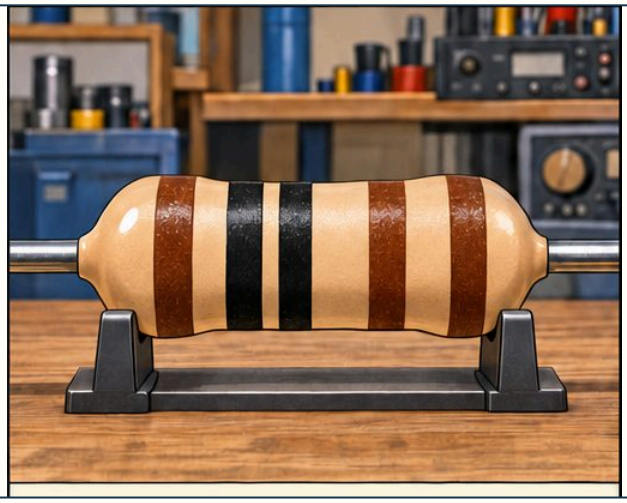
Vēl viena josla



Parastais piecu joslu kods sākas ar trim nozīmīgajiem cipariem.



Ceturtā josla reizina; piektā norāda pielaidi.



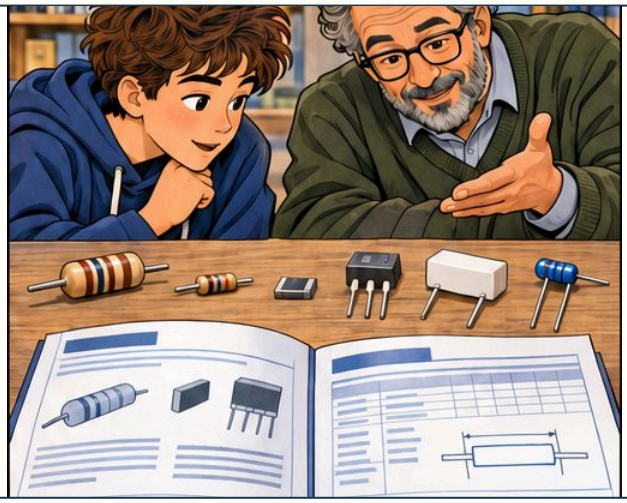
Brūns, melns, melns, brūns, brūns dod 100 × 10 = 1 000 Ω.



Pēdējā brūnā josla šeit nozīmē ±1 %.

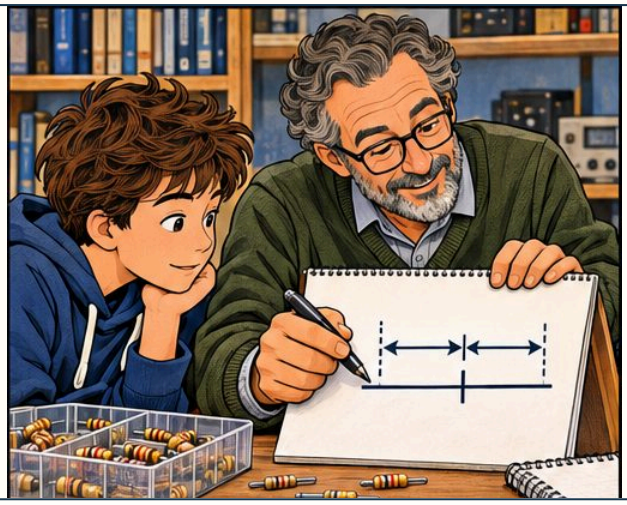


Tāpēc piecas joslas viņi nelasa tā, it kā tās būtu četras.



Ir arī citi marķējumi: Henri iesaka vienmēr izmantot pareizo dokumentāciju.

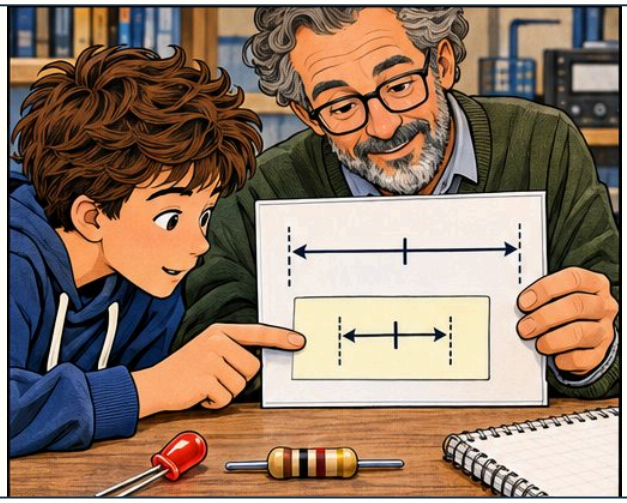
Saprast pielaidi



Pie 1 kΩ ar ±5 % maksimālā nominālā novirze ir 50 Ω.



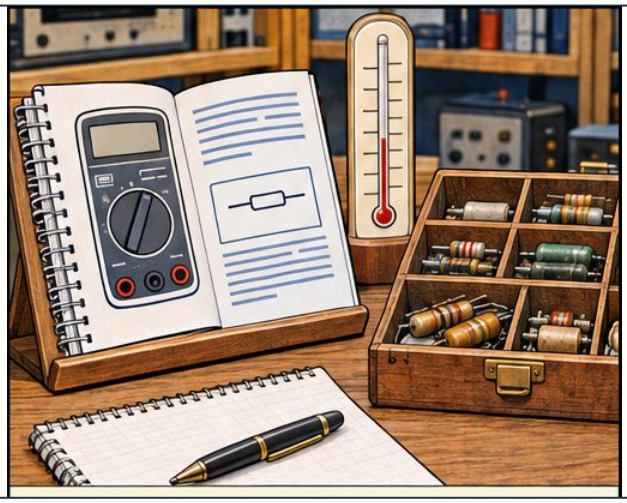
Attiecīgais intervāls ir no 950 Ω līdz 1 050 Ω.



Pie 330 Ω ar ±5 % tas ir no 313,5 Ω līdz 346,5 Ω.



Šīs robežas attiecas uz ražotāja noteiktajiem atsauces apstākļiem.



Jāņem vērā arī temperatūra, novecošana un mērījuma nenoteiktība.



Lucas saprot, kāpēc divas labas detaļas var dot atšķirīgus rādījumus.

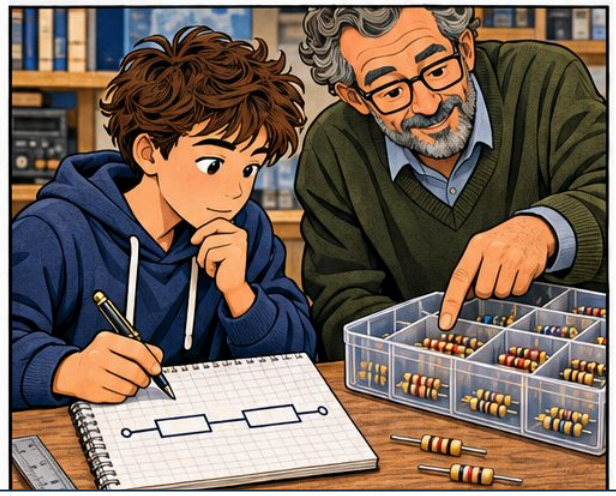
Izvēlēties pieejamu vērtību



Ražotāji piedāvā standartizētu vērtību rindas.



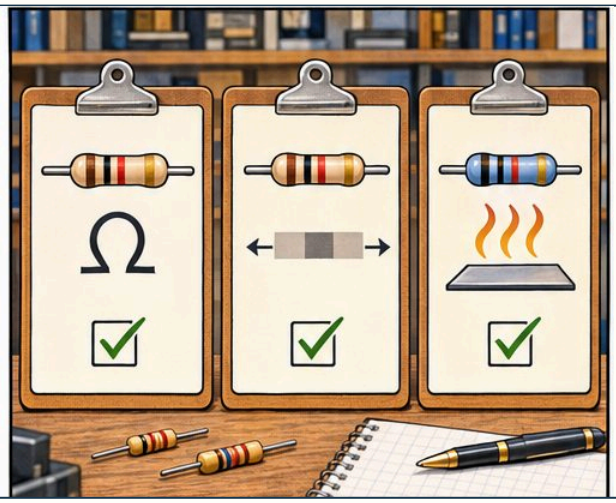
E12 rindā ir, piemēram, 270 Ω, 330 Ω un 390 Ω.



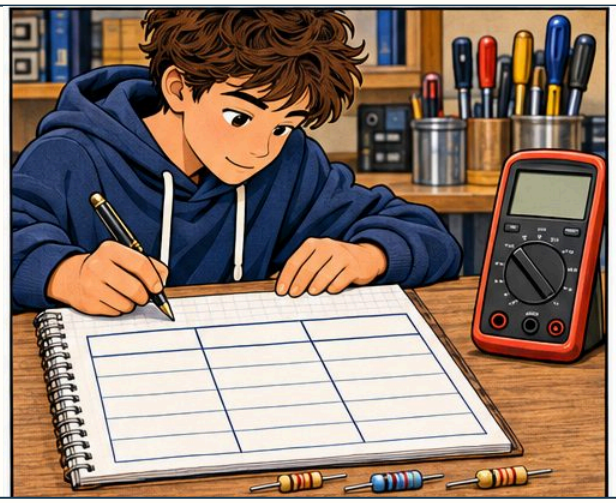
Aprēķina rezultātam ne vienmēr atbilst atvilktnē esoša detaļa.



Viņi izvēlas pēc vajadzīgās darbības un tad pārrēķina.



Vērtība, pielaide un jauda ir trīs dažādi kritēriji.

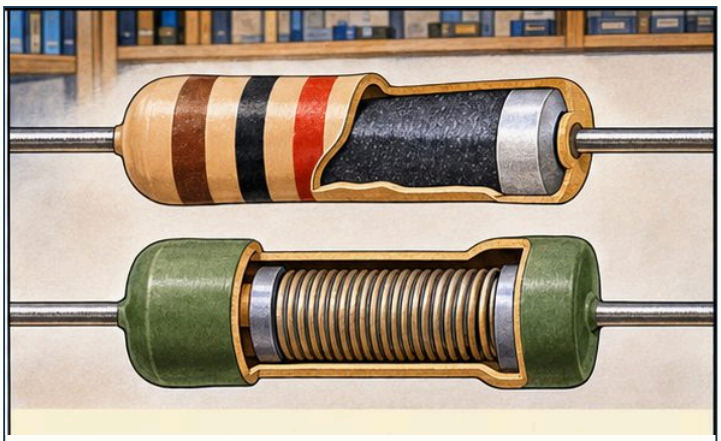


Lucas detaļu sarakstā atvēl vietu katram kritērijam.

Vienāds nosaukums



Diviem rezistoriem ar vienādu pretestību var būt atšķirīga uzbūve.



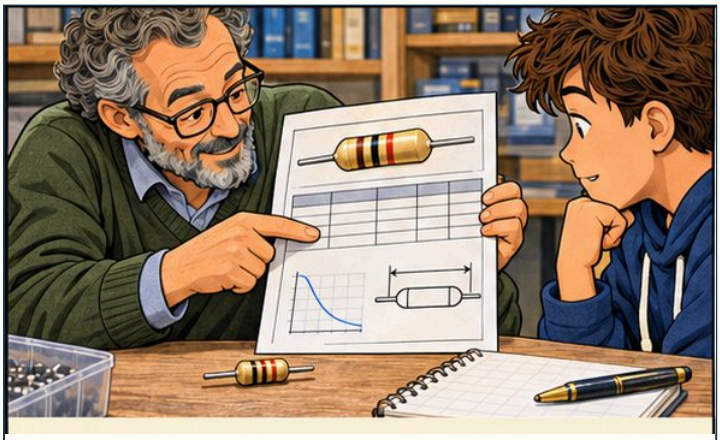
Henri parāda plēves rezistorus un stieples rezistoru.



Mazie virsmas montāžas rezistori tiek uzstādīti tieši uz iespiedplates.



Izmērs vien neatklāj ne pielaidi, ne visas robežas.

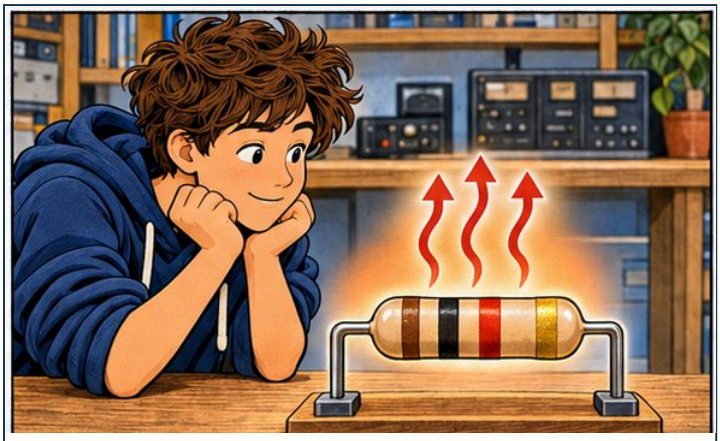


Datu lapā norādīta jauda, maksimālais spriegums un lietošanas apstākļi.

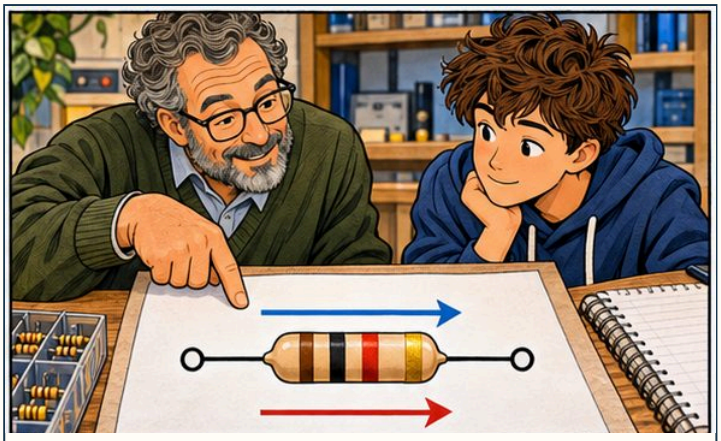


Indikatoram viņi izvēlas identificētu detaļu ar dokumentāciju.

Kur paliek enerģija?



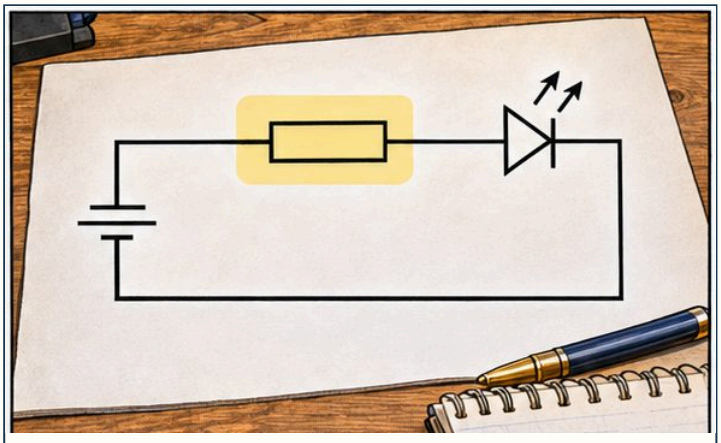
Rezistors izkliedē elektrisko enerģiju siltuma veidā.



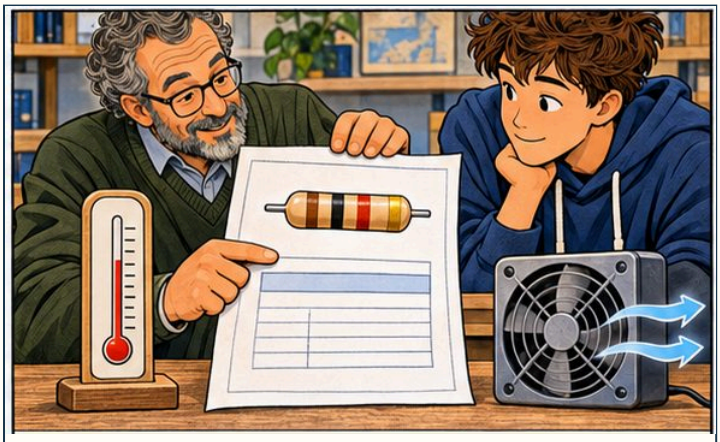
Tā izkliedētā jauda ir $P = U \times I$.



Izmantojot Oma likumu: $P = R \times I^2 = U^2 / R$.



Šie U un I attiecas uz pētāmo rezistoru.

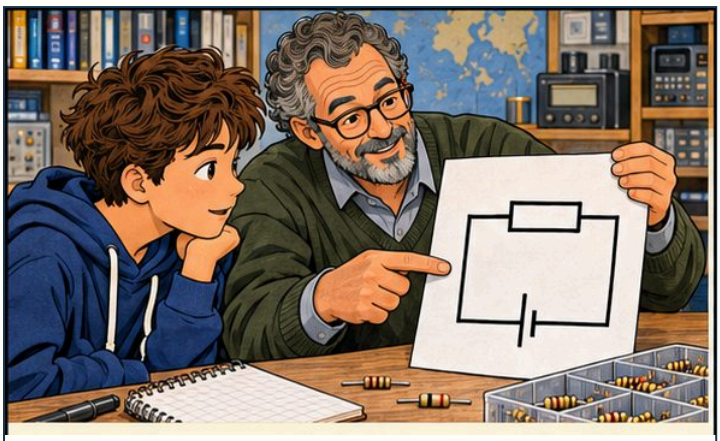


Nominālā jauda ir robeža, kas noteikta konkrētos apstākļos.



«Vairāk vatu nenozīmē vairāk omu,» secina Lucas.

Piemērs ar siltumu



Viņi rēķina uz papīra: 12 V uz 1 kΩ dod 12 mA.



Jauda ir 12^2 / 1 000 = 0,144 W.



Detaļa ar 0,25 W var derēt, ja to pieļauj lietošanas apstākļi.



Viņi atstāj rezervi un pārbauda arī apkārtējo temperatūru.

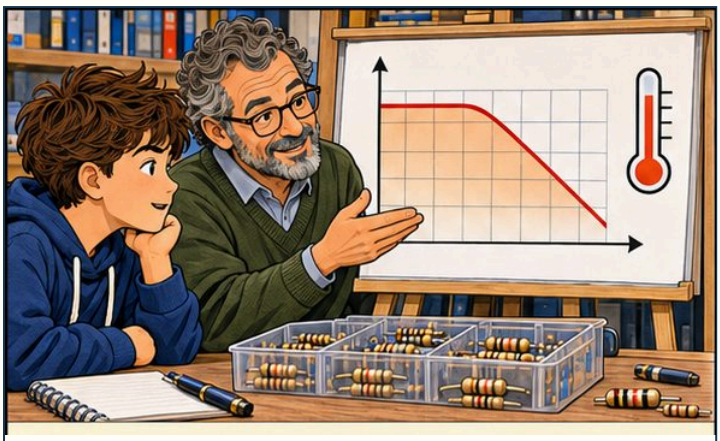


Slēgts korpuss vai tuvumā esošs siltuma avots var mainīt izvēli.



Aprēķina izpratnei nav vajadzīgs karsēšanas eksperiments.

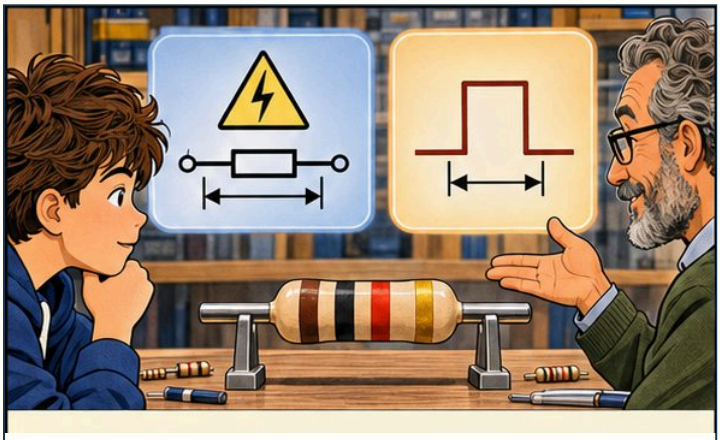
Robeža nav mērķis



Pieļaujamās jaudas samazinājuma līkne rāda, kā karstumā var samazināties atļautā jauda.



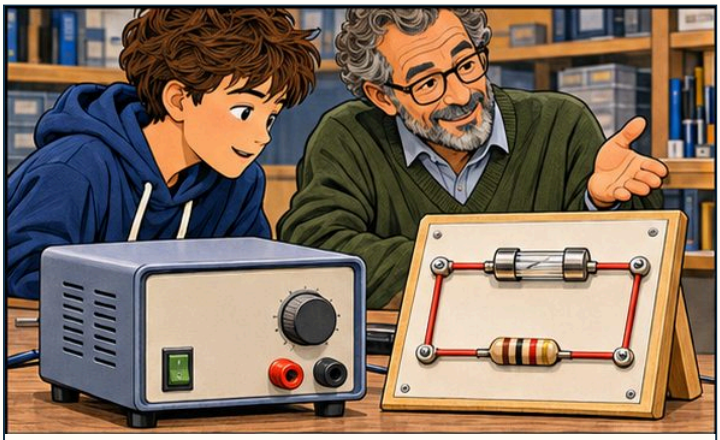
Henri parāda šo līkni izvēlētā modeļa datu lapā.



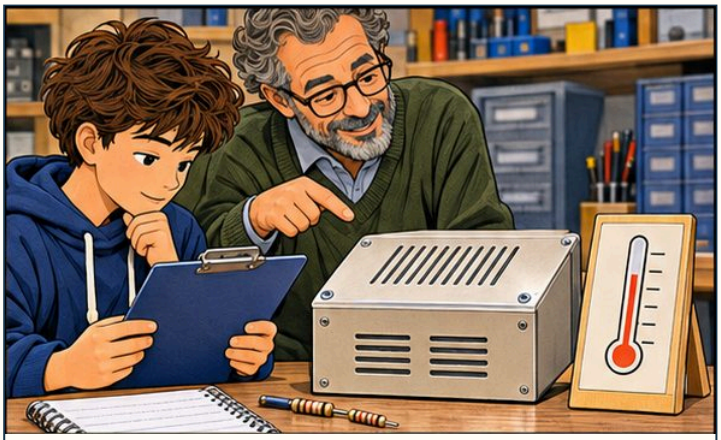
Viņi pārbauda arī darba spriegumu un iespējamos impulsus.



Jaudas izkliedēšanai paredzēts rezistors neaizstāj drošinātāju.

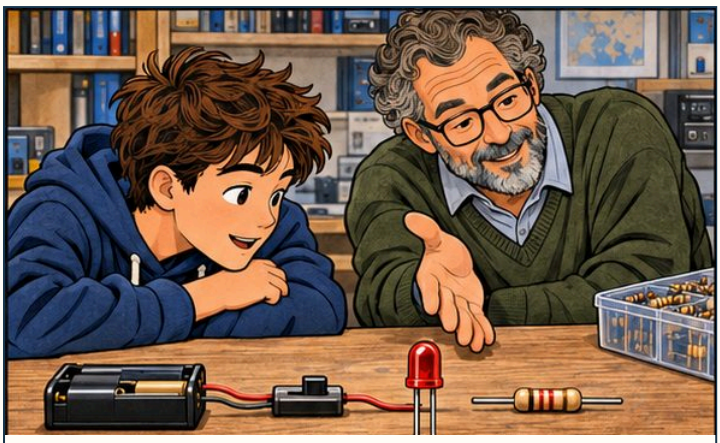


Mazajā panelī saglabājas tā projektētāja paredzētā aizsardzība.

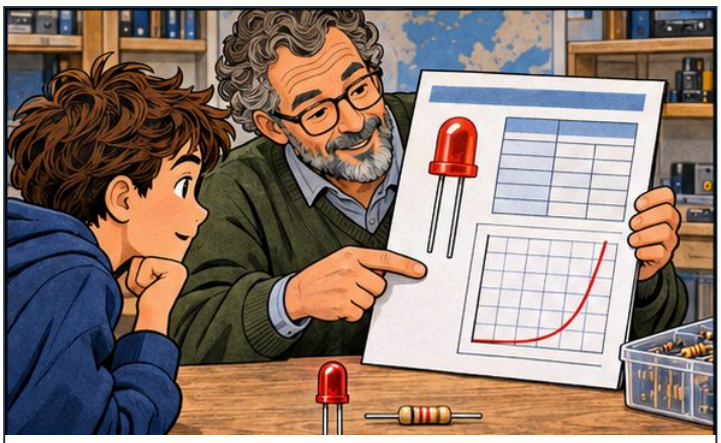


Lucas izvēlēsies ar rezervi un tad pārbaudīs faktiskos apstākļus.

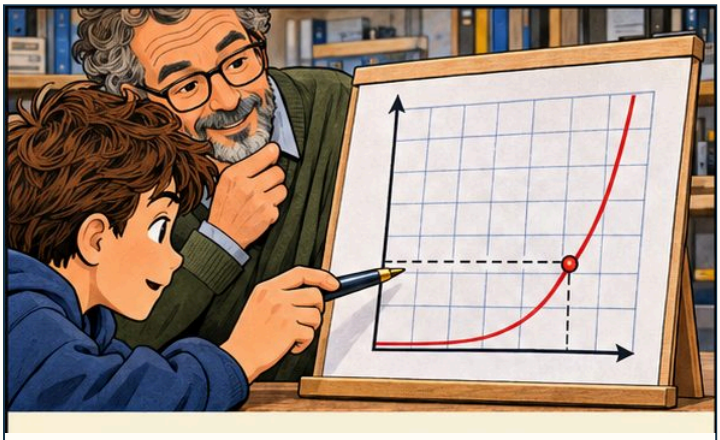
Sagatavot indikatora aprēķinu



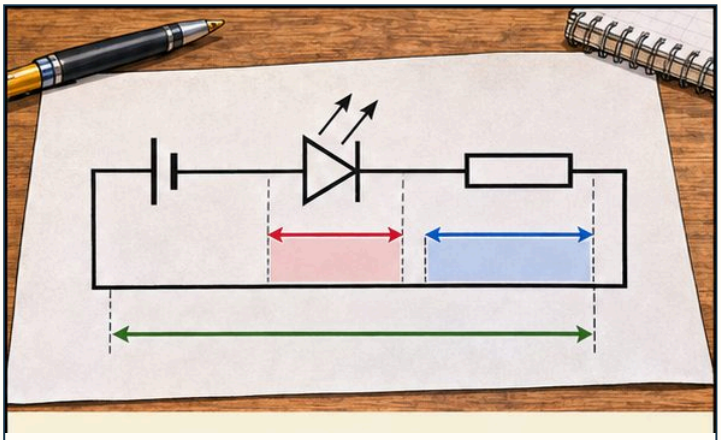
Piemērā izmantots 5 V barošanas avots un sarkana LED.



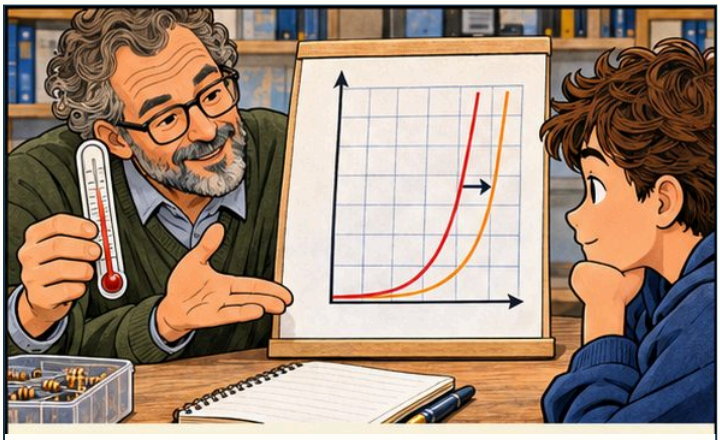
Šīs LED datu lapa ļauj pie pētāmās strāvas pieņemt apmēram 2 V.



Viņi plāno 10 mA izvēlētā modeļa pieļaujamajās robežās.



Uz virknes rezistora tad ir aptuveni 5 − 2 = 3 V.

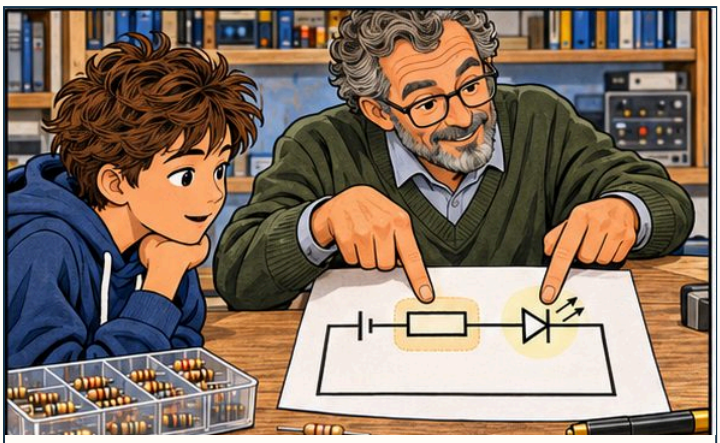


LED tiešais spriegums atkarīgs no strāvas un temperatūras.

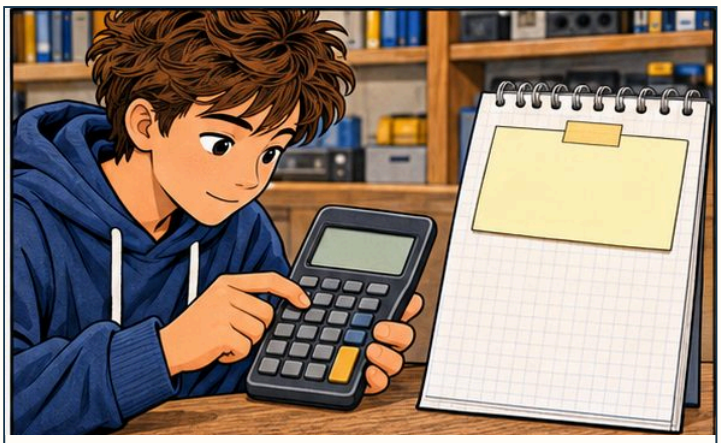


Šie pieņēmumi kalpo aprēķinam; tie neattiecas uz visām LED.

Teorētiskā vērtība



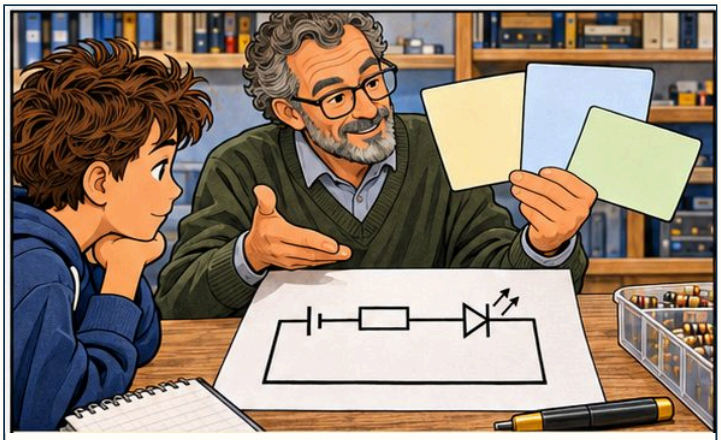
Virknes rezistoram: R = (Ubarošana − ULED) / I.



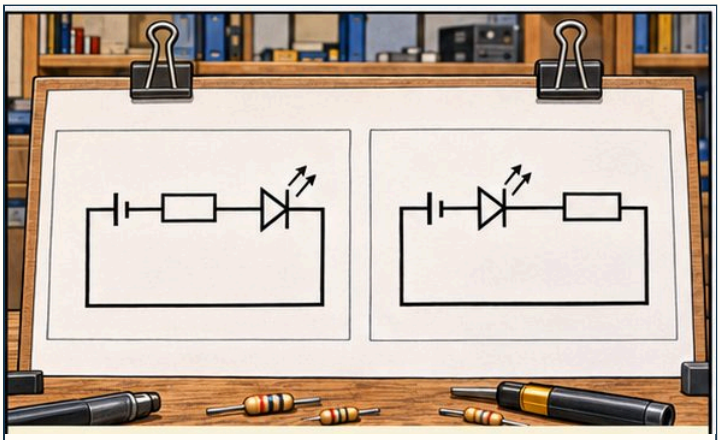
Lucas pārrēķina: 10 mA = 0,010 A.



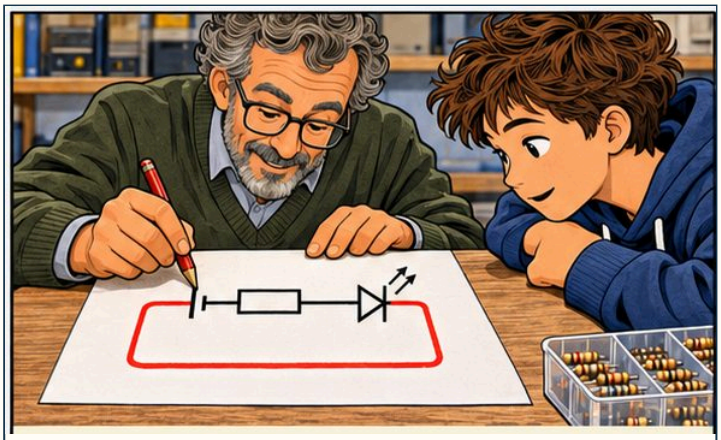
Viņš aprēķina R = (5 − 2) / 0,010 = 300 Ω.



Šī vērtība balstās uz piemēra spriegumiem un plānoto strāvu.



Tajā pašā virknes cilpā rezistors var atrasties pirms vai pēc LED.

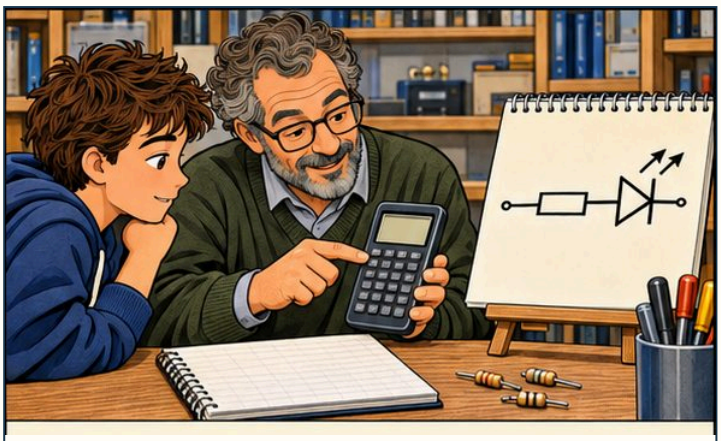


Henri pārbauda shēmu, īpaši to, vai nav rezistoru apejoša ceļa.

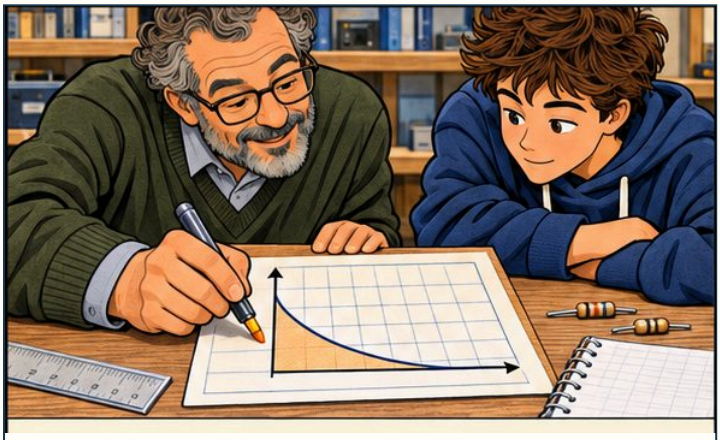
No aprēķina līdz atvilktnei



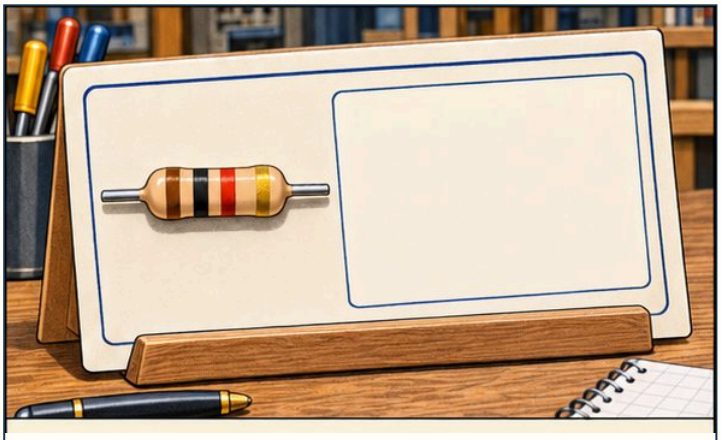
No krājuma viņi izvēlas 330 Ω, nevis 270 Ω.



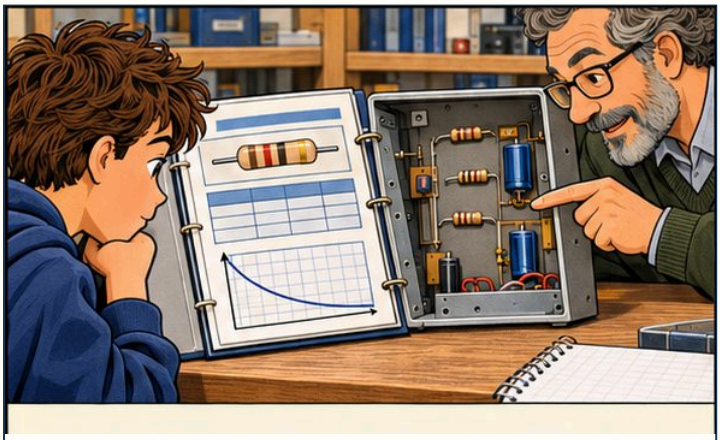
Ar tiem pašiem pieņēmumiem I ≈ 3 / 330 ≈ 9,1 mA.



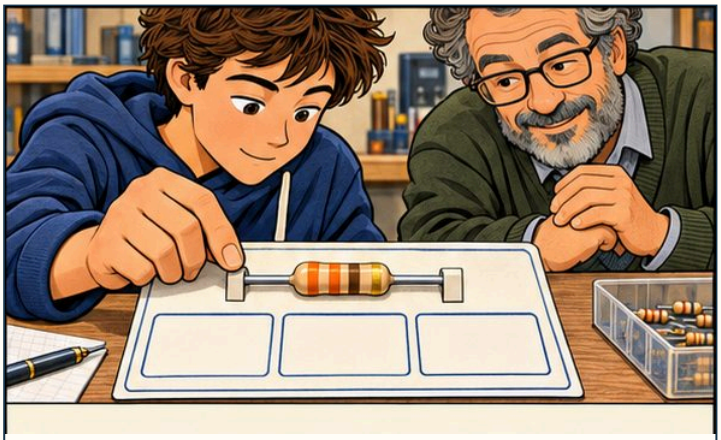
Rezistora jauda ir aptuveni 3^2 / 330 ≈ 0,027 W.



Identificēta 0,25 W detaļa šeit nodrošina lielu termisko rezervi.

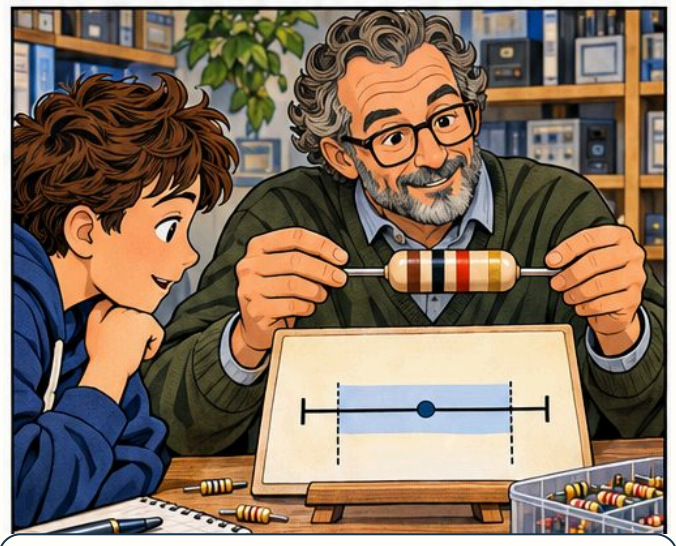


Tomēr viņi pārbauda tās datu lapu un paredzētos apstākļus panelī.



Lucas pieraksta: 330 Ω, ±5 %, 0,25 W; visi trīs kritēriji norādīti.

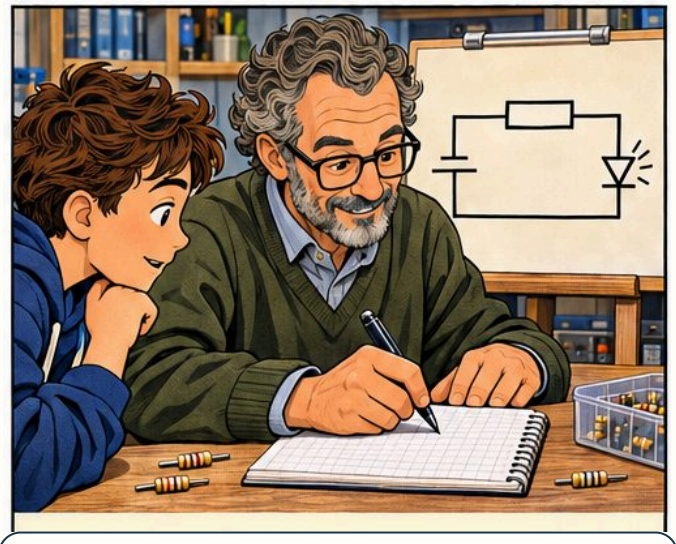
Ņemt vērā novirzes



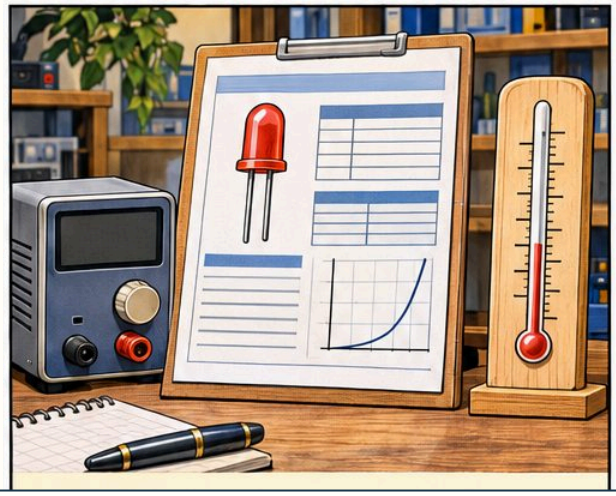
Jau R pielaide vien maina aprēķināto strāvu.



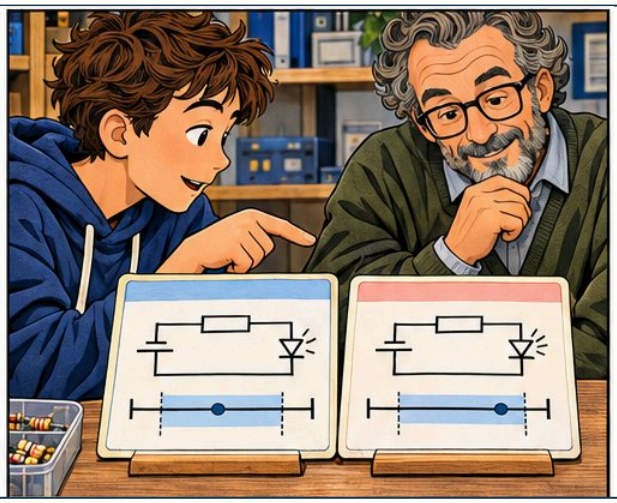
Ja uz rezistora ir 3 V, tad 313,5 Ω dod aptuveni 9,57 mA.



Pie 346,5 Ω iegūst aptuveni 8,66 mA.



Mainās arī barošanas spriegums un LED spriegums.



Reālā shēmā nelabvēlīgāko gadījumu pārbauda pēc datu lapām.



«Noderīgs tuvinājums saglabā savus pieņēmumus,» atceras Lucas.

Īstais brīdis ommetram



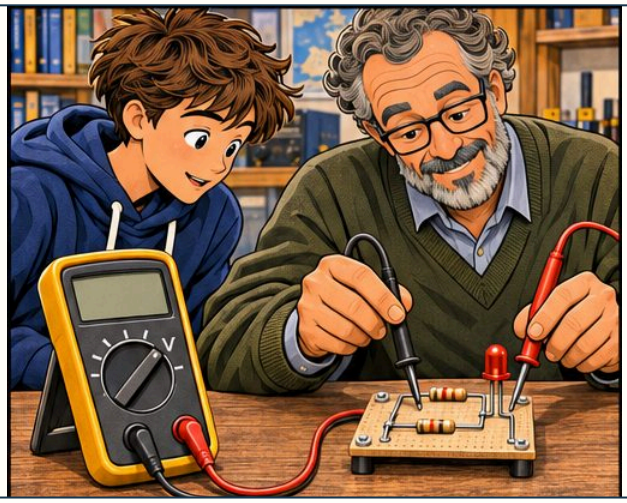
Ommetrs padod nelielu signālu, lai noteiktu pretestību.



To neizmanto ķēdē ar ieslēgtu barošanu.



Henri izslēdz, atvieno un izpilda paneļa izlādes procedūru.



Pēc tam viņš ar piemērotu iestatījumu pārbauda sprieguma neesamību.



Tikai pēc šīm pārbaudēm viņi pārslēdzas uz pretestības mērīšanu.



Lucas diagnostikas lapā pievieno šo precīzo secību.

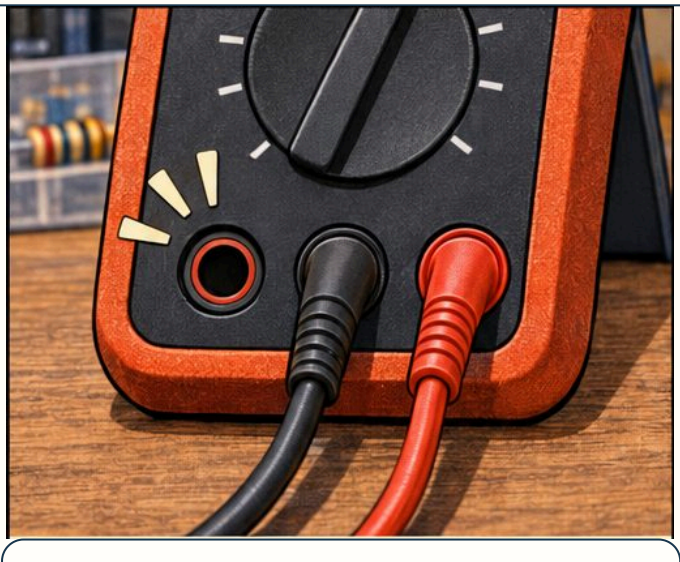
Sagatavot zondes



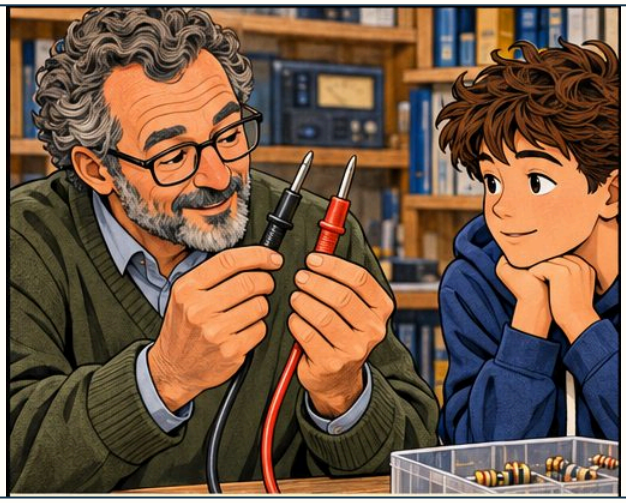
Ligzdām un diapazonam viņi ievēro multimetra instrukciju.



Melnais spraudnis iet uz COM; sarkanais — uz pretestības mērīšanas ieeju.



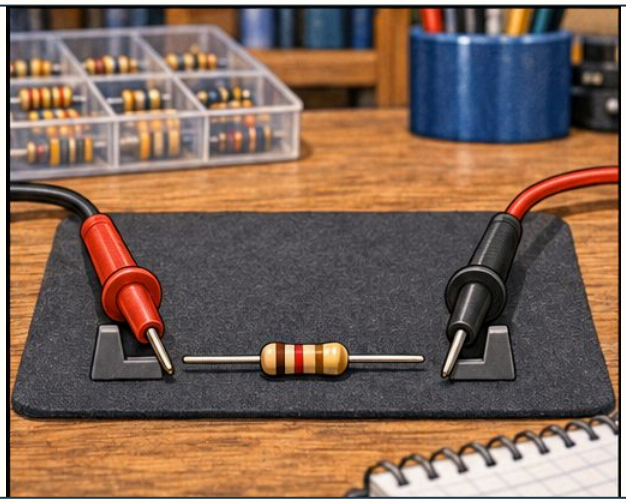
Strāvas ieeju šim mērījumam neizmanto.



Viņi pārbauda vadu stāvokli un zonžu kontaktu.

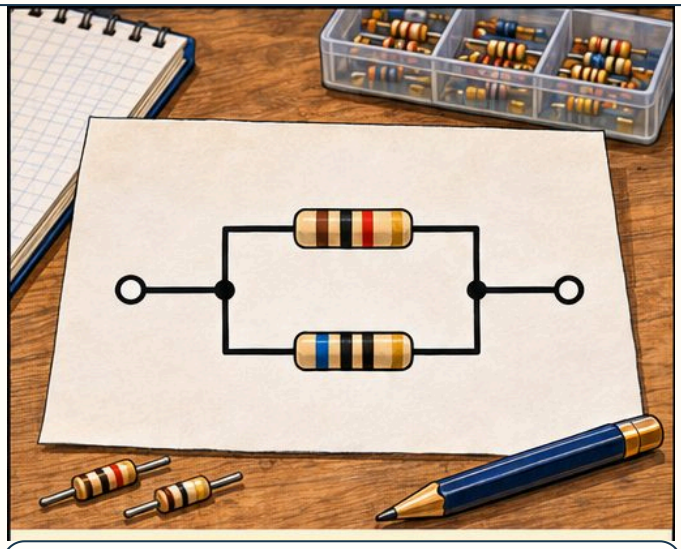


Pirksti un slikti kontakti var izkropļot rādījumu, īpaši lielai pretestībai.

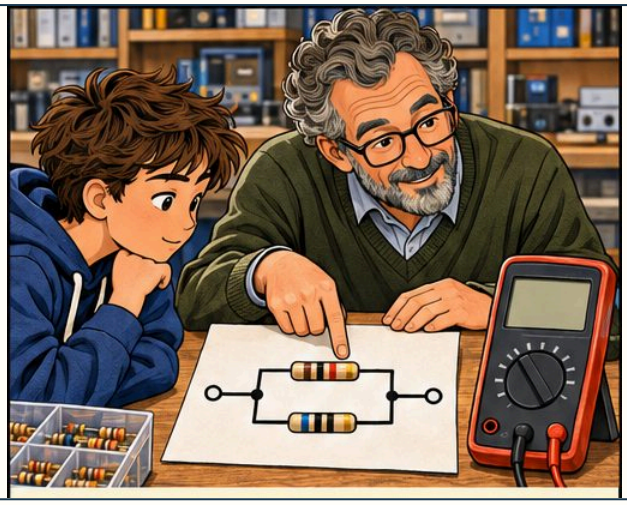


Lucas noliek detaļu uz izolējošas virsmas un netur pirkstus pie izvadiem.

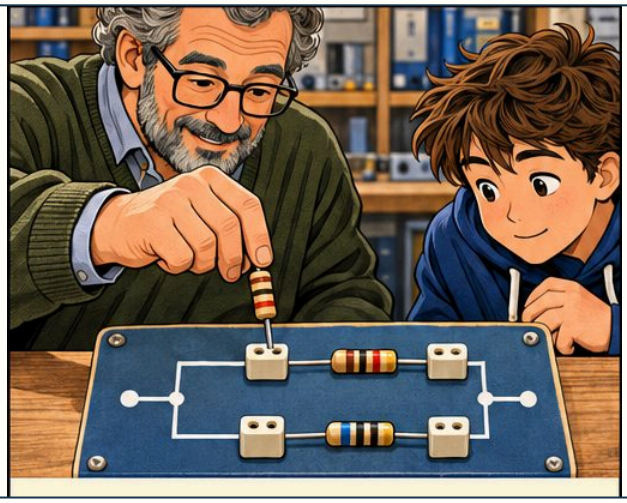
Izvairīties no slēptiem ceļiem



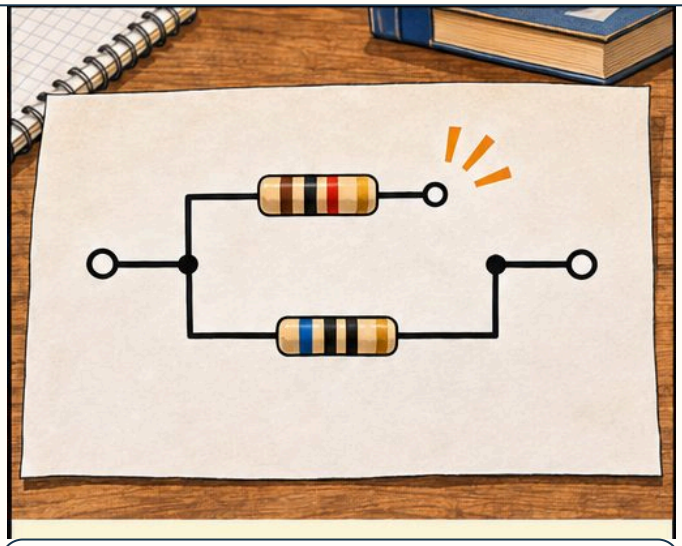
Ķēdē citas detaļas var veidot paralēlus ceļus.



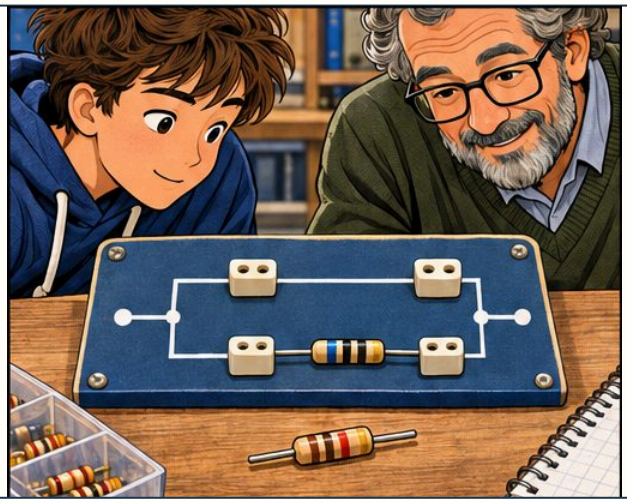
Tad rādījums ne vienmēr ir tikai šī rezistora vērtība.



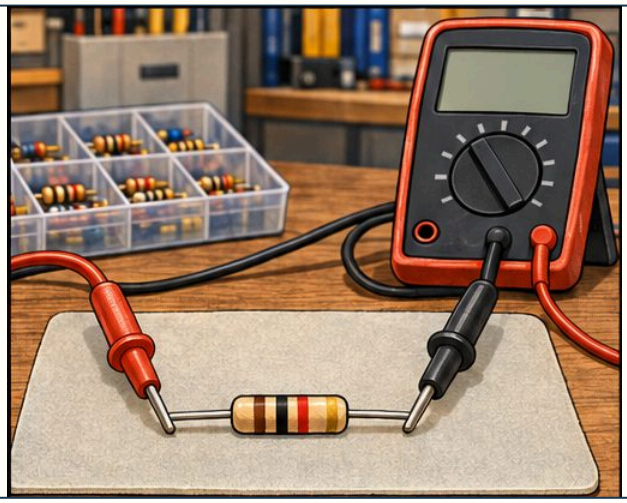
No atvienotā paneļa iespraužamā turētāja viņi izņem detaļu.



Citās shēmās var būt jāatvieno viens izvads.



Šajā darbnīcā neko neatlodē: turētājs ļauj detaļu atdalīt.

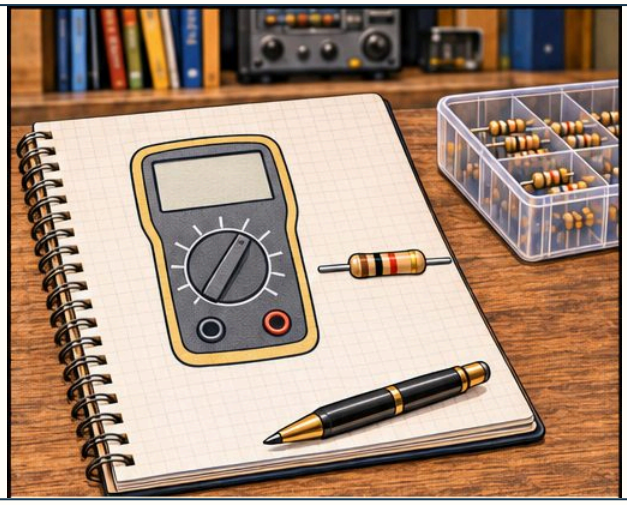


Izņemto rezistoru tagad var izmērīt atsevišķi.

Nepārvērtēt rādījumu



Vispirms viņi vingrinās ar zināmu 1 kΩ rezistoru ar ±5 %.



Piezīmēs dots iespējams rādījums: 0,998 kΩ jeb 998 Ω.



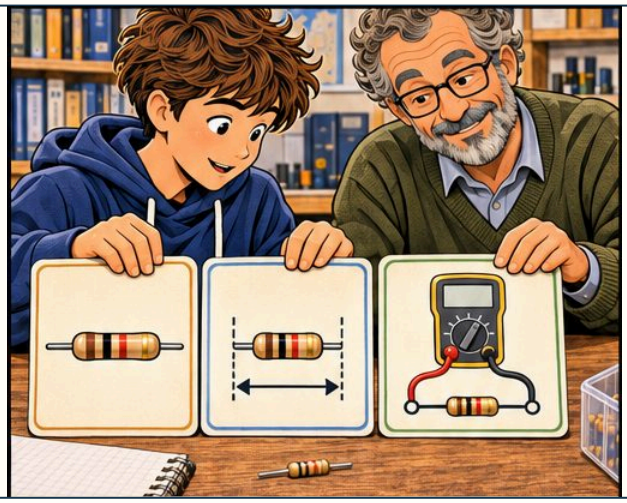
Tas ietilpst nominālajā intervālā no 950 Ω līdz 1 050 Ω.



Multimetra precizitāte un kontaktu kvalitāte ierobežo secinājumu.



Nepārtrauktības skaņas signāls neaizstāj skaitlisku pretestības mērījumu.

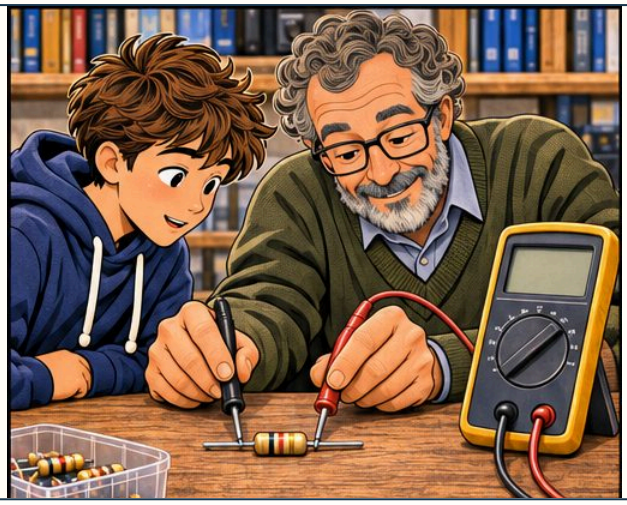


Lucas vienmēr salīdzina vienību, paredzamo diapazonu un mērīšanas apstākļus.

Pavediens, vēl ne spriedums



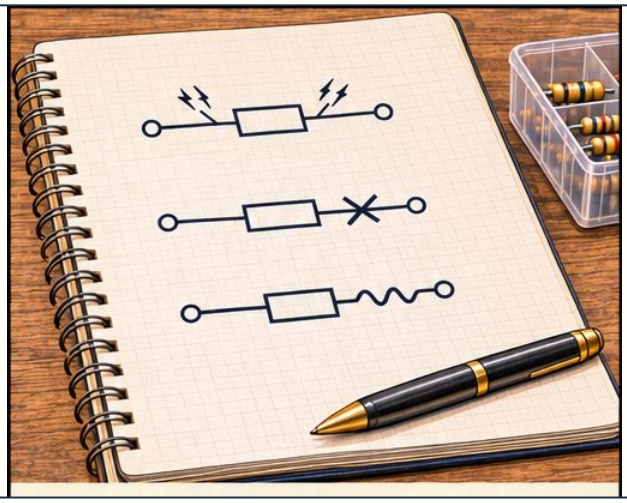
No indikatora izņemtajai detaļai ir bojāts izvada kontakts.



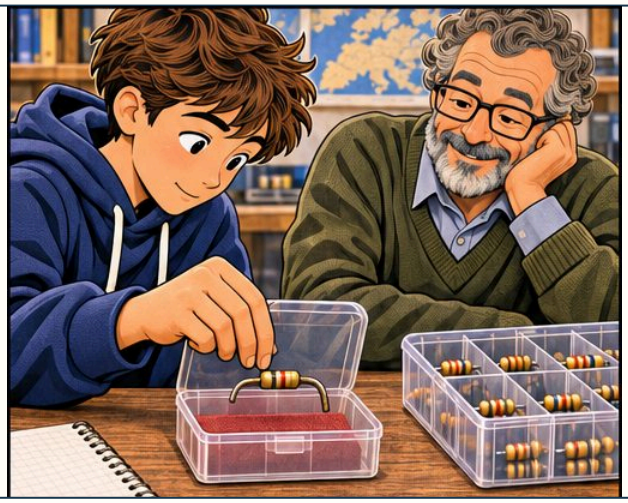
Rādījums ir nestabils; Henri atkārtoti izveido mērīšanas kontaktus.



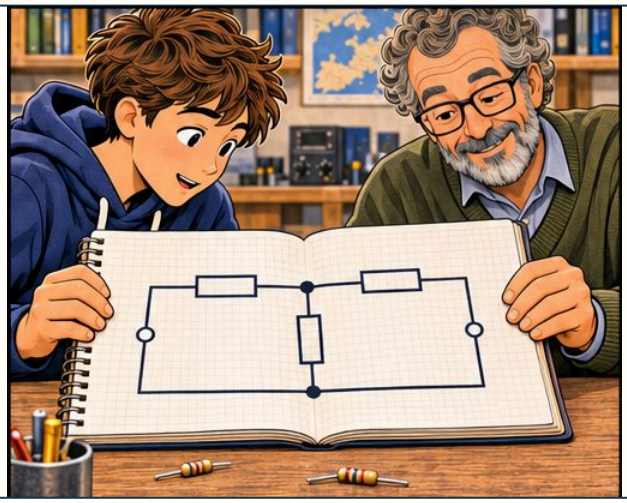
Viņi salīdzina šo uzvedību ar zināmo detaļu.



Rādījumu ārpus diapazona var izraisīt detaļa, vadi vai kontakts.



Aizdomīgo detaļu noliek malā, vēl neapgalvojot, ka atrasts viss bojājums.



Shēmai vēl jāparāda, kā rezistori darbojas kopā.

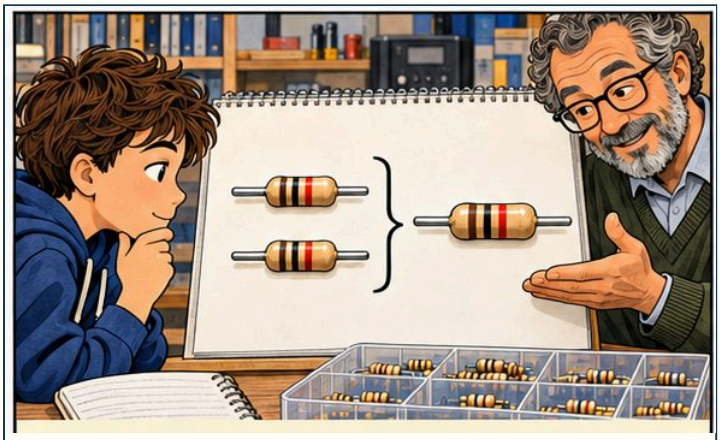
Viens ceļš



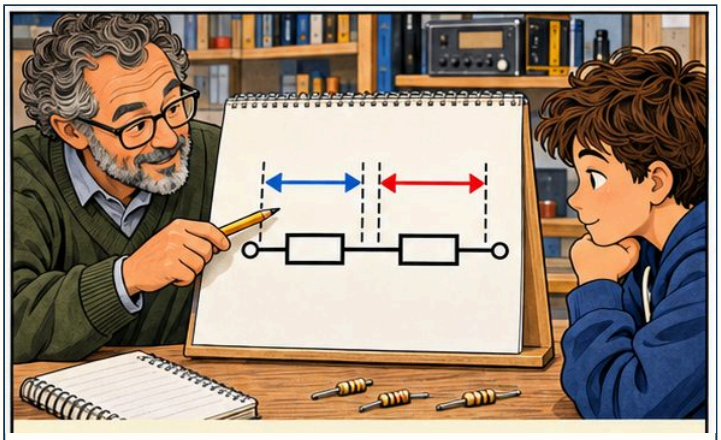
Divi rezistori ir virknē, ja bez atzarojuma caur tiem plūst viena un tā pati strāva.



To ekvivalentā pretestība ir R = R1 + R2.



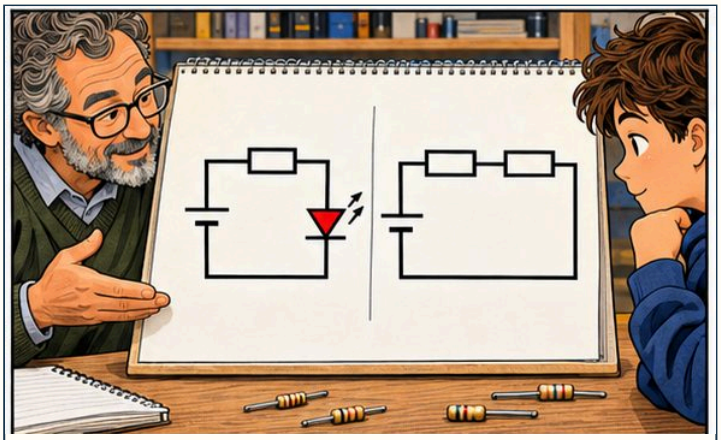
Divi 1 kΩ rezistori virknē dod 2 kΩ.



Kopējais spriegums sadalās atbilstoši to pretestībām.

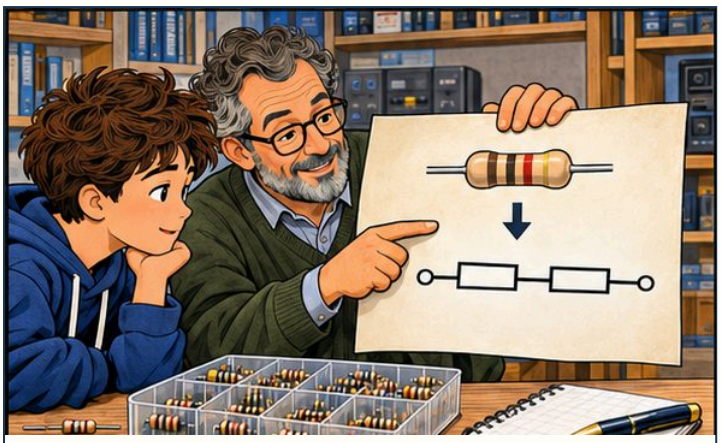


Katrai detaļai jāiztur savs spriegums un sava jauda.

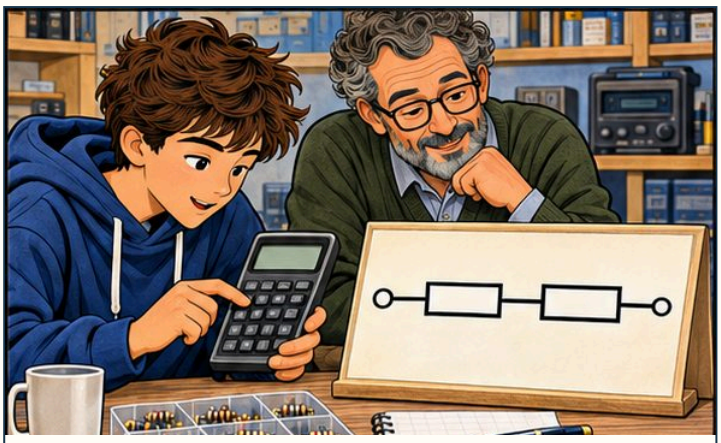


Lucas izseko vienu ceļu un atrod LED virknes rezistoru.

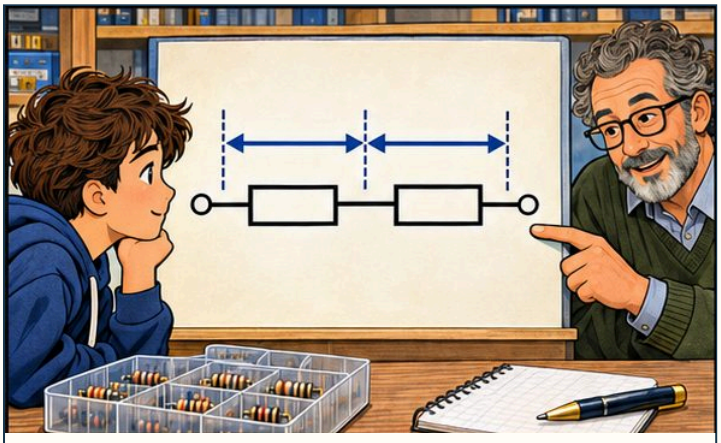
Dalīšanās virknes slēgumā



Uz papīra 5 V baro divus vienādus 1 kΩ rezistorus virknē.



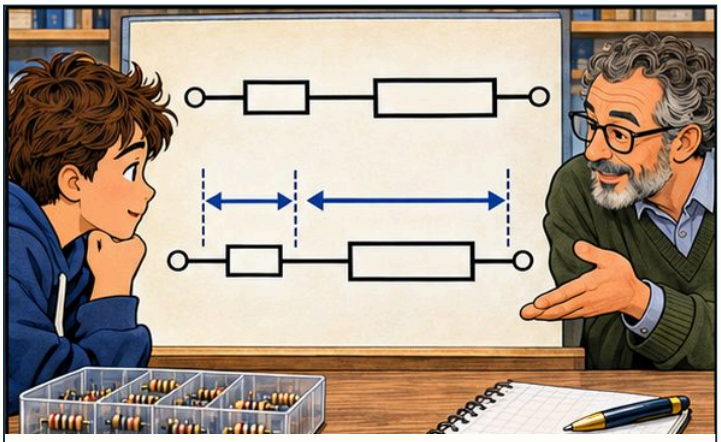
Strāva ir 5 / 2 000 = 0,0025 A jeb 2,5 mA.



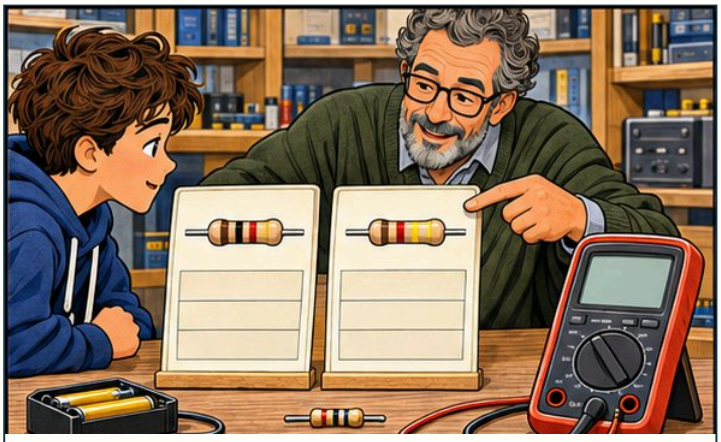
Šajā ideālajā modelī uz katra rezistora ir 2,5 V.



Katrs izkliedē 2,5 × 0,0025 = 0,00625 W.

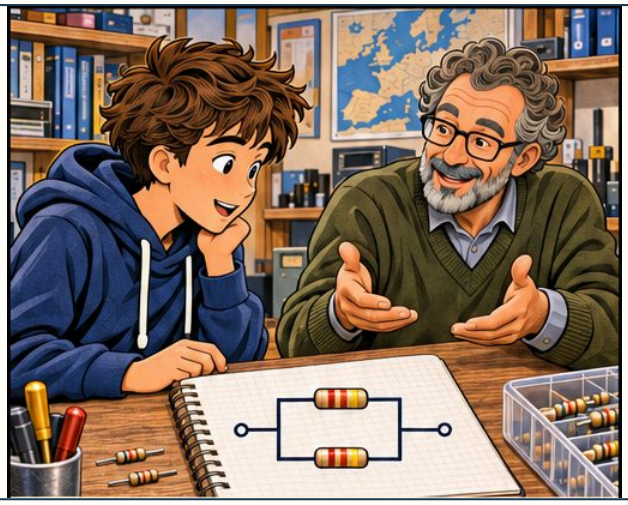


Atšķirīgas vērtības spriegumu un jaudu sadalītu citādi.

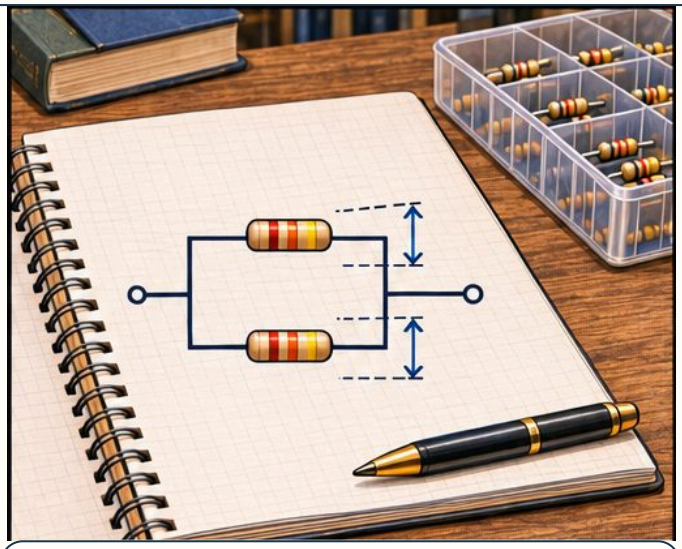


Henri uzsver: izvēlei nepietiek vien saskaitīt korpusu nominālās jaudas.

Divi ceļi starp diviem mezgliem



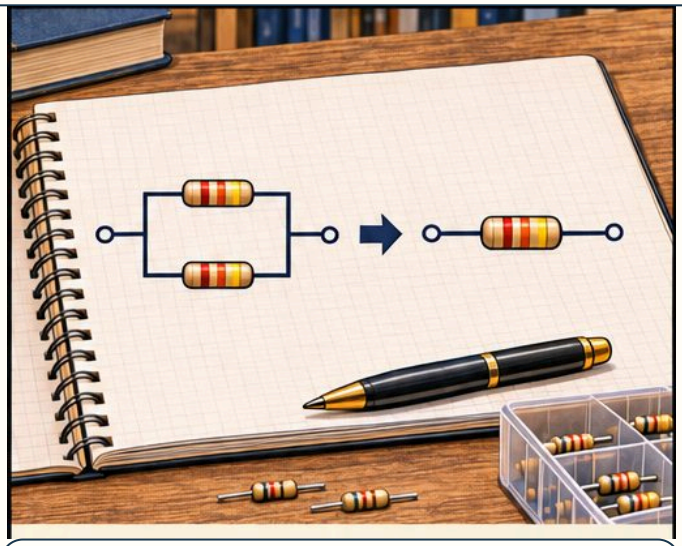
Paralēlā slēgumā rezistori pieslēgti tiem pašiem diviem mezgliem.



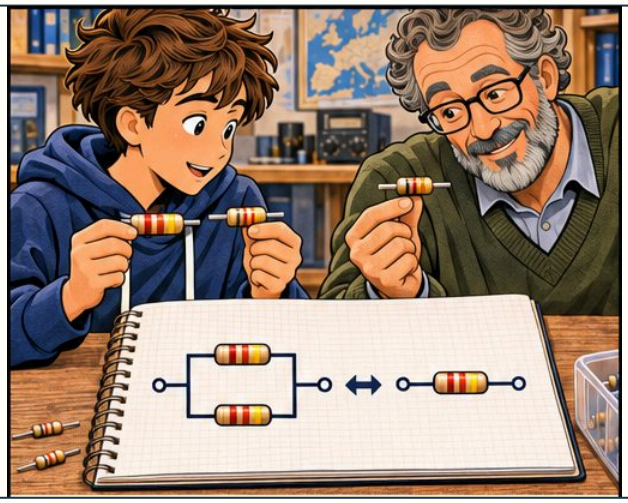
Tāpēc uz tiem ir vienāds spriegums.



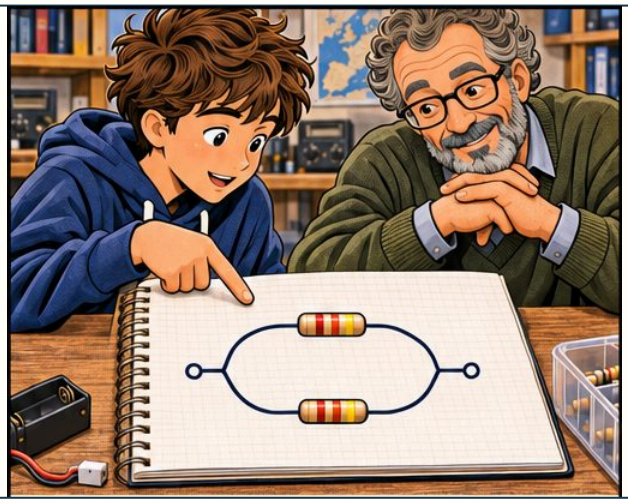
Diviem zariem: 1 / R = 1 / R1 + 1 / R2.



Divi 1 kΩ rezistori paralēli dod 500 Ω.

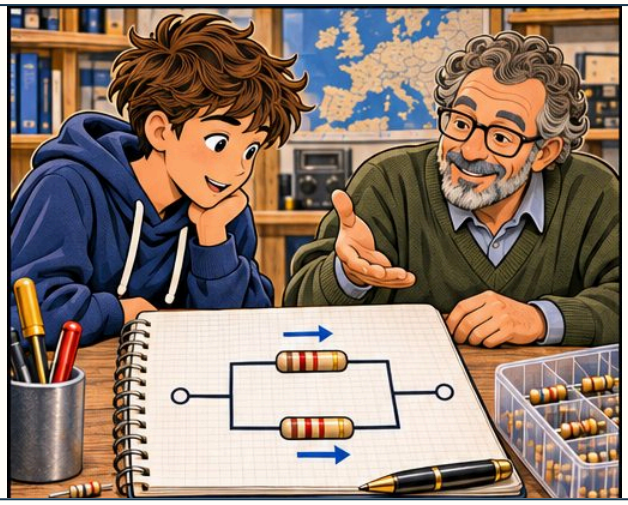


Ekvivalents ir mazāks par šo zaru mazāko pozitīvo pretestību.

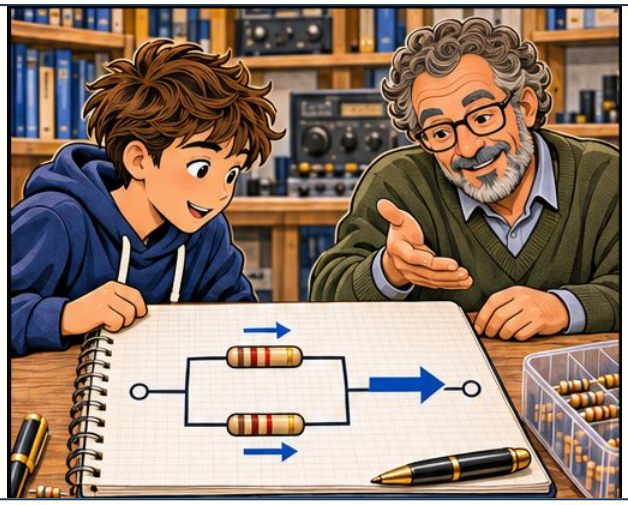


Lucas pārbauda mezglus; izvietojums zīmējumā vien nepietiek.

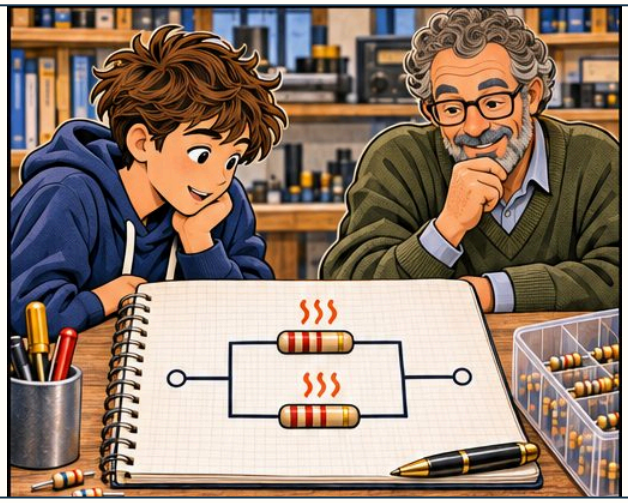
Strāvas sadalīšanās zaros



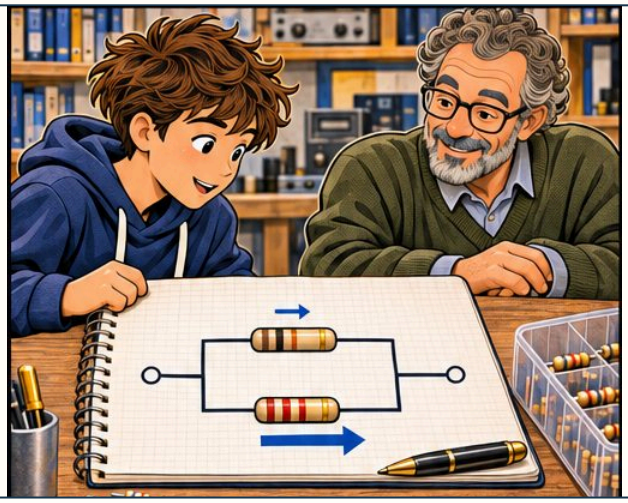
Pie 5 V uz katra rezistora ar 1 kΩ katrs zars patērē 5 mA.



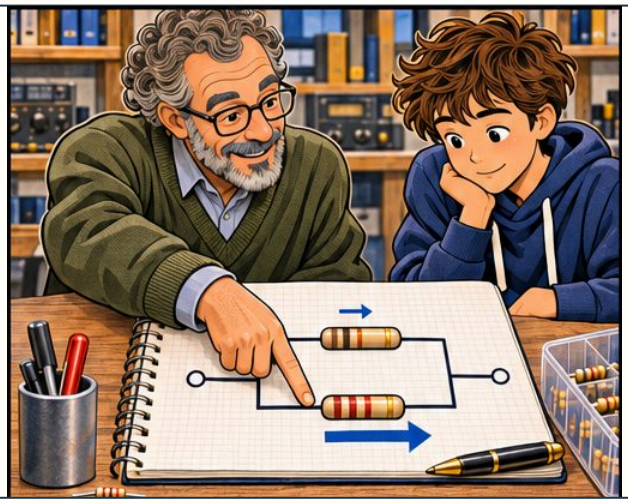
Avots piegādā to summu: šajā ideālajā piemērā 10 mA.



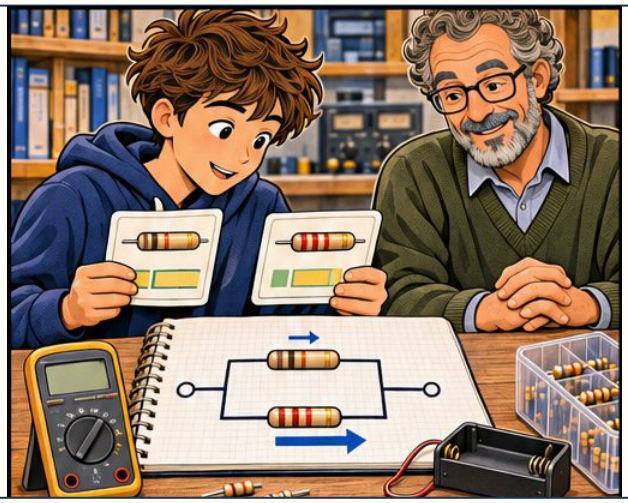
Katrs rezistors izkliedē 5^2 / 1 000 = 0,025 W.



Ja vērtības atšķiras, strāvas vairs nav vienādas.

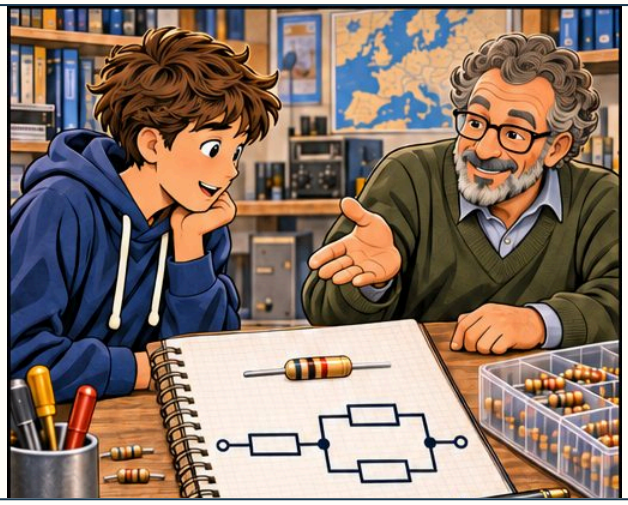


Pie vienāda sprieguma mazākas pretestības zarā plūst lielāka strāva.



Lucas saprot, kāpēc diviem paralēliem rezistoriem vajadzīgas divas pārbaudes.

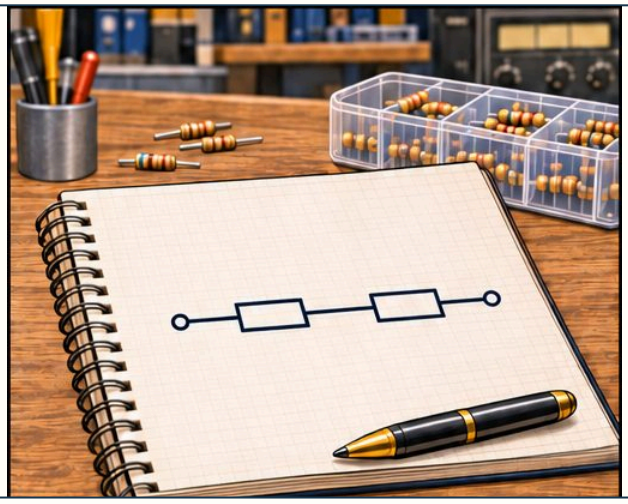
Vienkāršot, nezaudējot shēmu



Henri uzzīmē 1 kΩ virknē ar diviem paralēliem 1 kΩ rezistoriem.



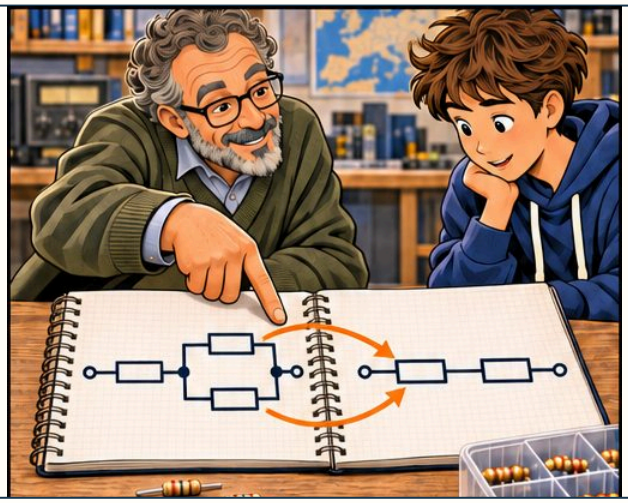
Lucas vispirms aizstāj paralēlo pāri ar 500 Ω.



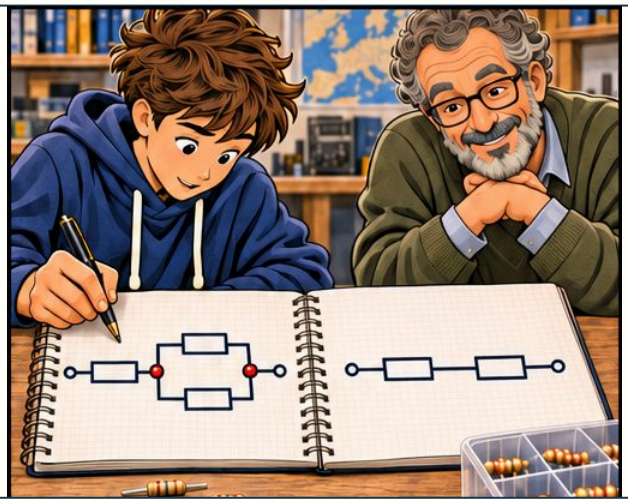
Tad pievieno virknes rezistoru: 1 000 + 500 = 1 500 Ω.



Viņš saglabā sākotnējo shēmu, lai atrastu katras detaļas strāvu.



Ekvivalentā pretestība raksturo spailes, bet neatceļ iekšējos ierobežojumus.



Metode palīdz neizvēlēties formulu tikai pēc shēmas izskata.

Iegūt starpspriegumu



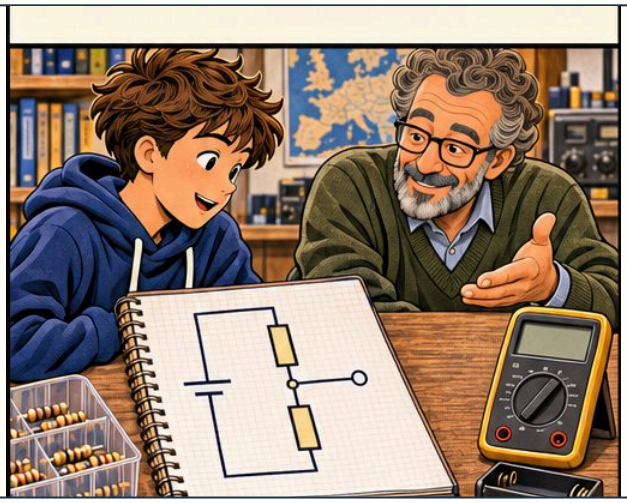
Divi rezistori virknē var veidot sprieguma dalītāju.



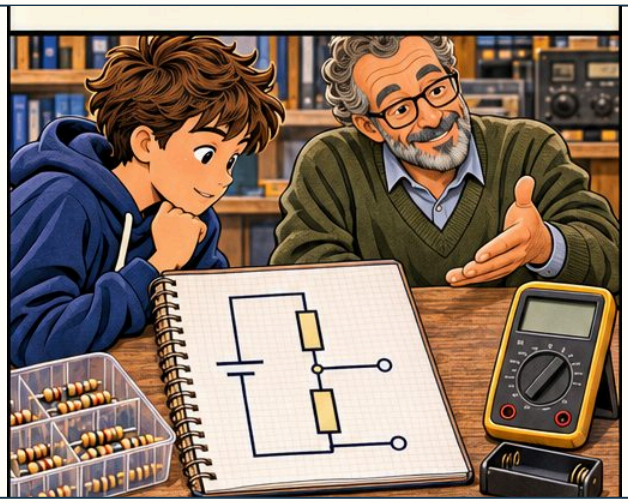
Bez slodzes: Uizeja = Uieeja × R2 / (R1 + R2).



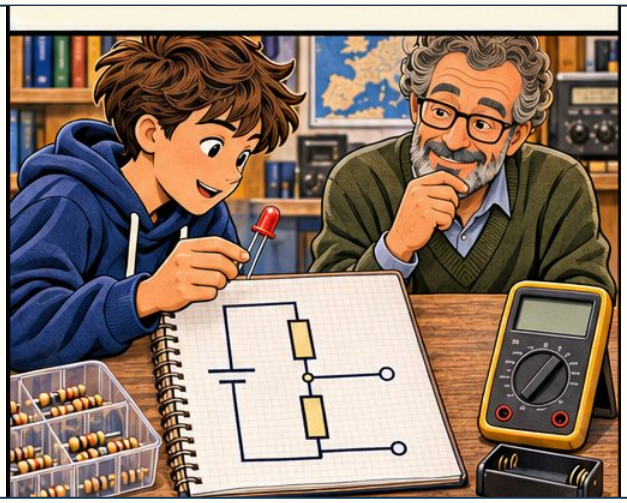
Izeju ņem uz R2 — no viduspunkta pret atskaites punktu.



Pie 5 V un diviem 1 kΩ rezistoriem tā ideāli ir 2,5 V.

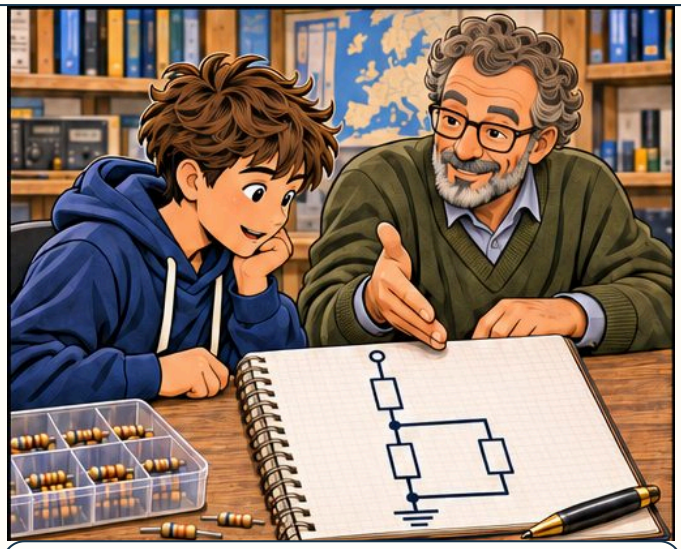


Tas pieņem, ka no izejas praktiski netiek ņemta strāva.

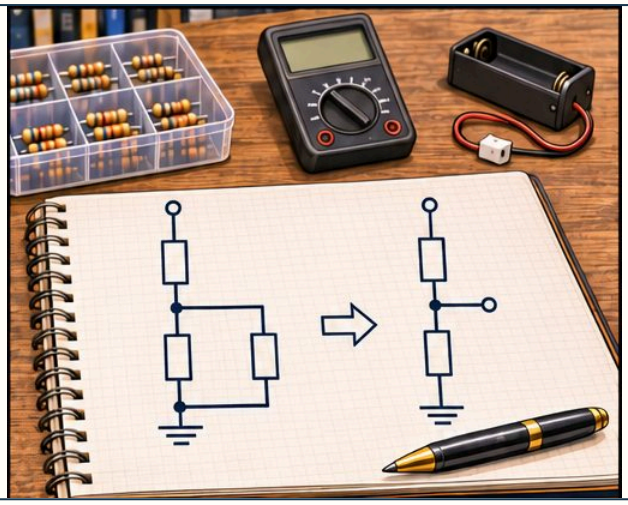


Lucas grib tur pieslēgt LED; Henri parāda, kas mainītos.

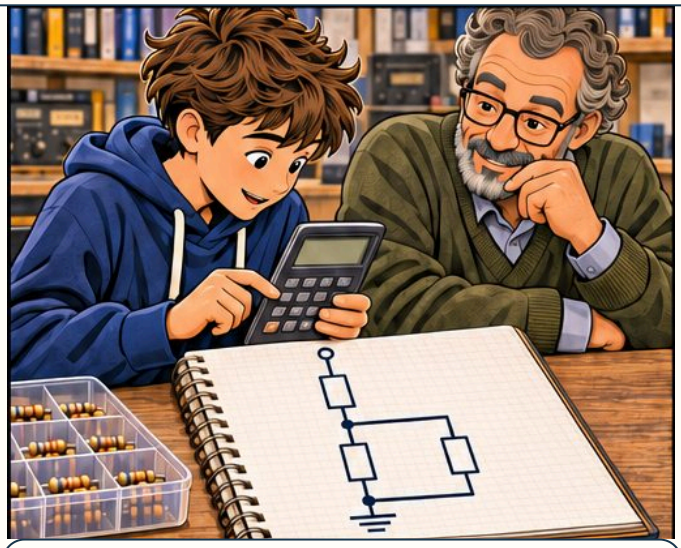
Kad izeju noslogo



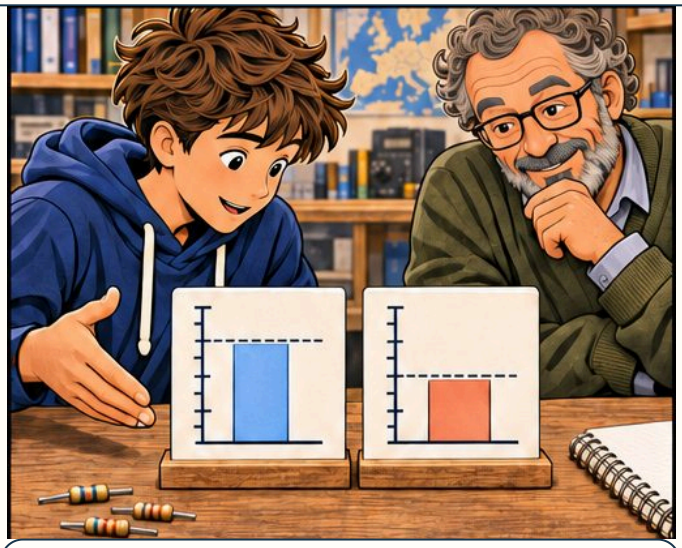
Izejai pieslēgta slodze ir paralēli R2.



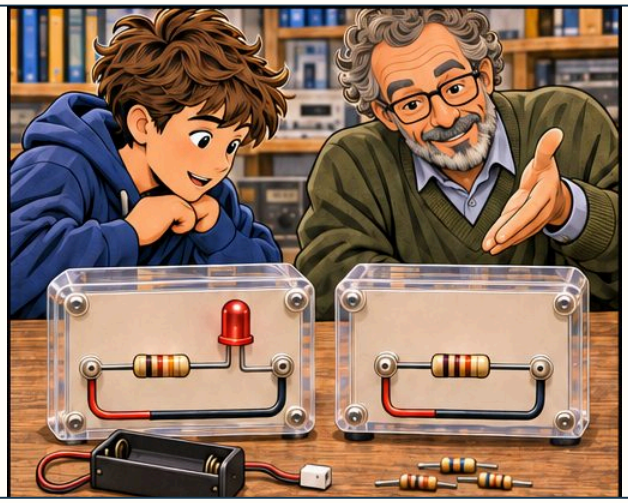
Ar 1 kΩ slodzi rezistors R2 ar 1 kΩ kļūst par 500 Ω ekvivalentu.



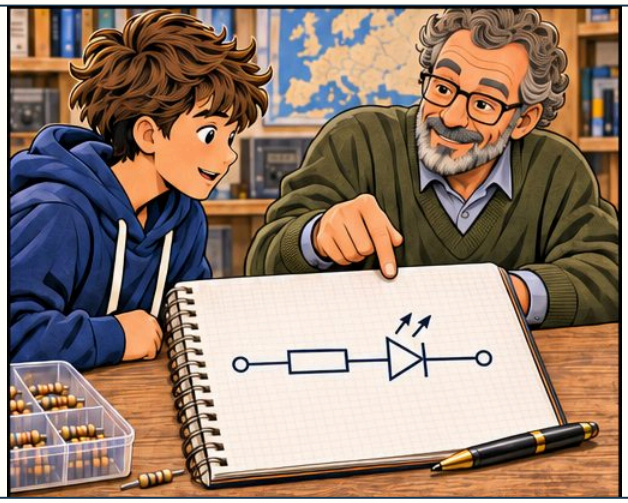
Tad izeja ir 5 × 500 / (1 000 + 500) ≈ 1,67 V.



Tā vairs nav 2,5 V: slodze mainījusi dalītāju.



LED nav omiska slodze, tāpēc aprēķins precīzi neapraksta tās gadījumu.



Indikatoram viņi saglabā paredzēto virknes shēmu bez improvizēta dalītāja.

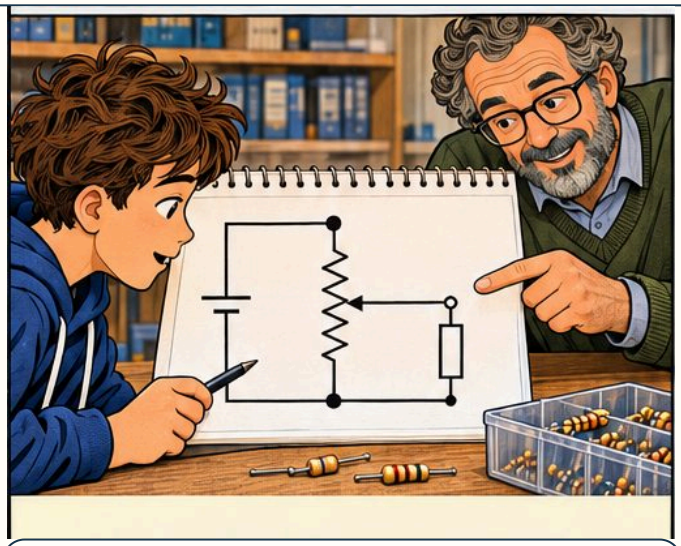
Potenciometra slīdnis



Potenciometram ir pretestības celiņš un kustīgs slīdnis.



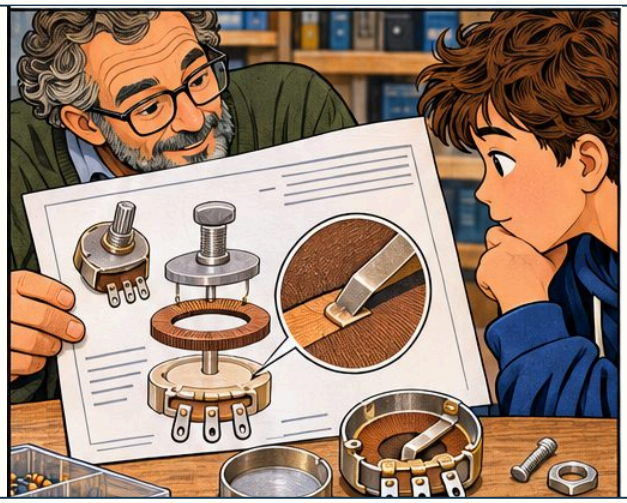
Tā trīs izvadi ļauj veidot regulējamu dalītāju.



Slodze ietekmē arī spriegumu slīdņa izvadā.



Ar diviem izvadiem tas atkarībā no shēmas var kalpot kā maināma pretestība.

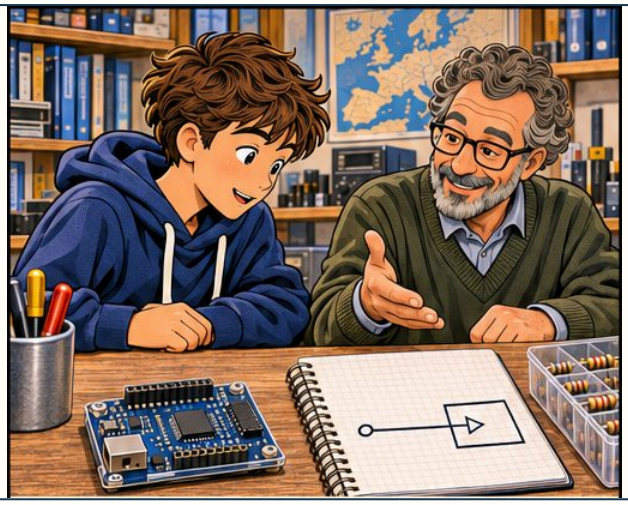


Jāpārbauda jauda, slīdņa strāva un savienojumi.

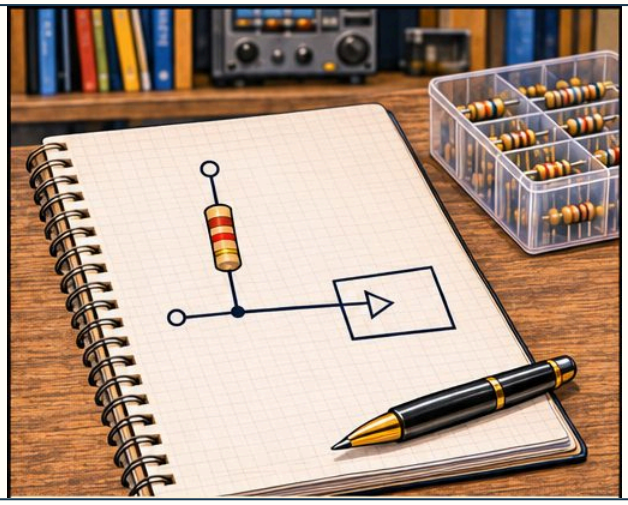


Lucas neatceļ LED aizsargājošo fiksēto rezistoru.

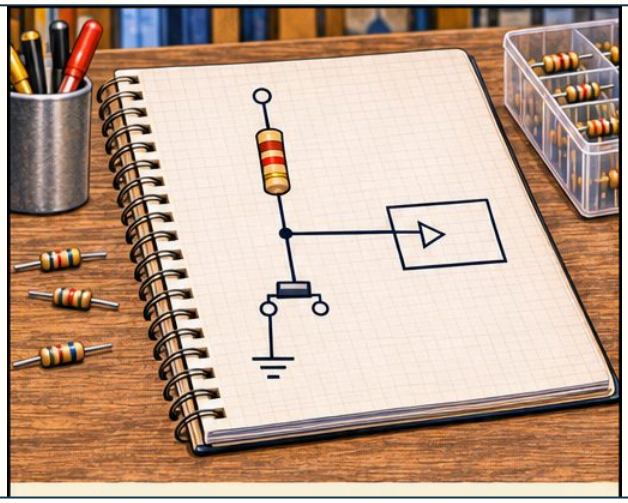
Noteikt ieejas stāvokli



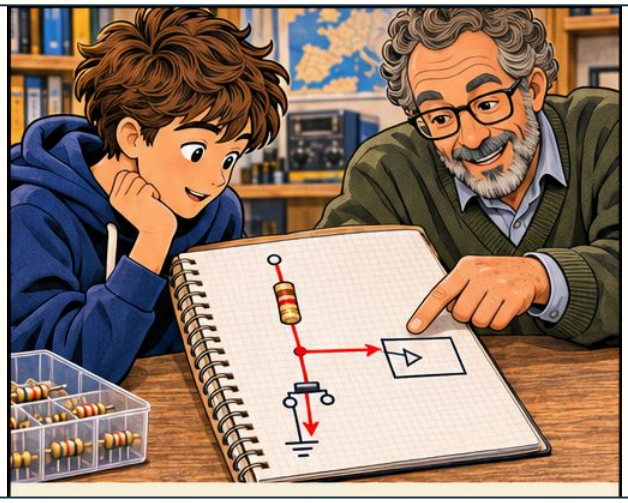
Mācību platē nepieslēgta ieeja var nolasīt nenoteiktu stāvokli.



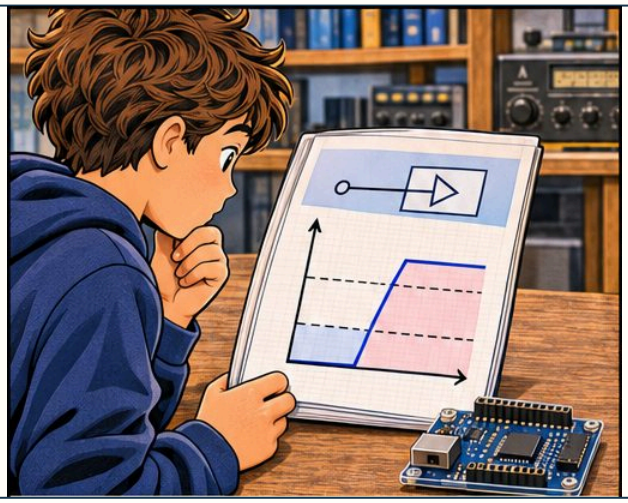
Pievilkšanas rezistors pret barošanu nosaka augstu līmeni miera stāvoklī.



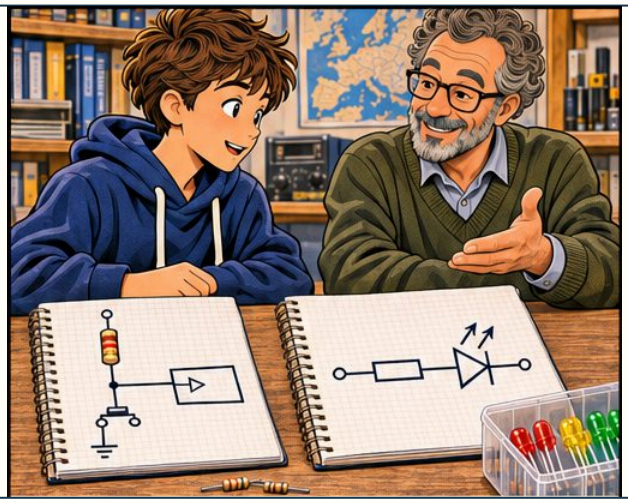
Poga pret atskaites punktu aizvērtā stāvoklī nosaka zemu līmeni.



Rezistors tad ierobežo strāvu starp barošanu un pogu.



Vērtība atkarīga no ieejas, tās sliekšņiem un dokumentācijas.

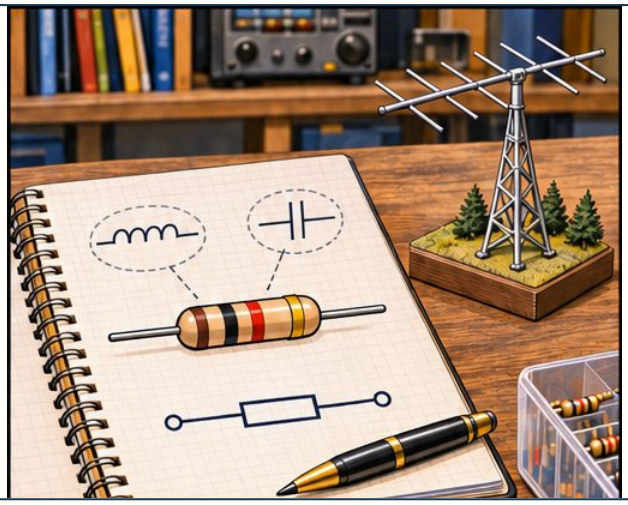


Henri parāda šo lomu zīmējumā; indikatora shēma paliek vienkārša.

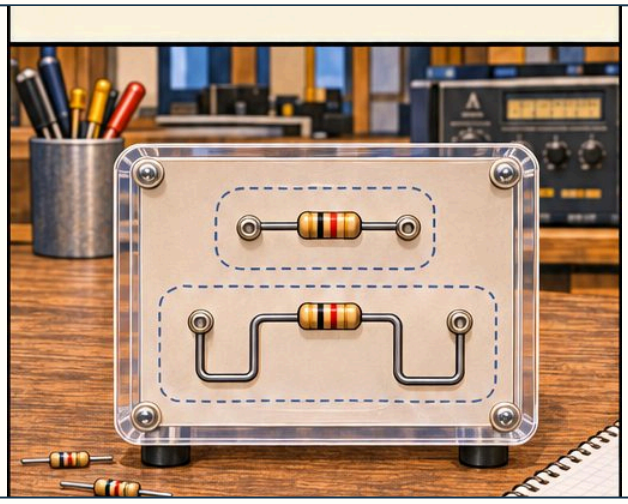
Radiofrekvencēs modelim ir robežas



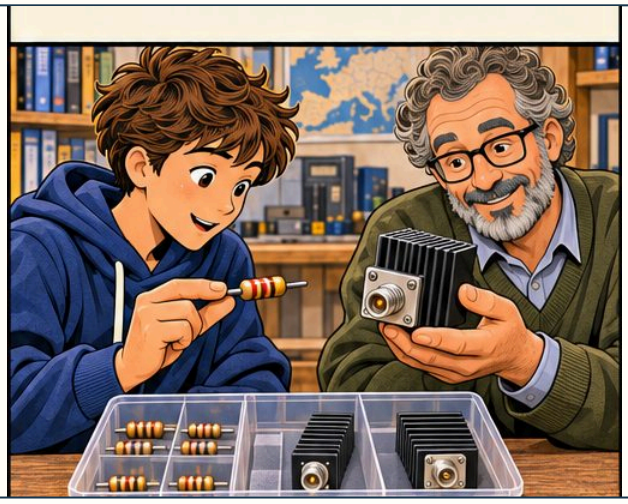
Rezistorus radioķēdēs izmanto arī nobīdei, vājināšanai vai noslogošanai.



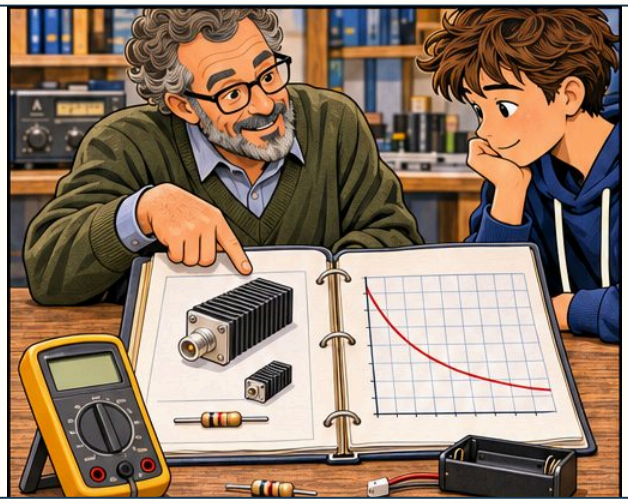
Augstās frekvencēs var būt svarīga parazītiskā induktivitāte un kapacitāte.



Savienojumi un detaļu izvietojums rada papildu efektus.



Jebkurš 50 Ω rezistors ne vienmēr ir laba RF slodze.



Frekvenču joslai, jaudai un uzbūvei jāatbilst lietojumam.



Lucas noliek RF piemērus: šajā darbnīcā nekas netiek raidīts.

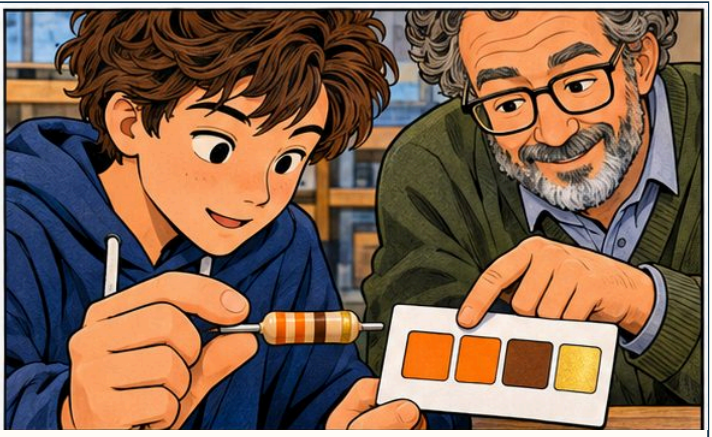
Nomaiņas lapa



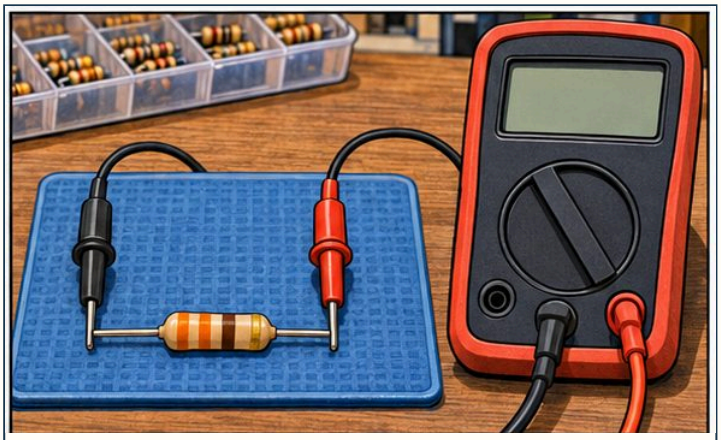
Lucas savāc shēmu, LED datus un rezistora datus.



Dokumentētajā piemērā izvēle paliek 330 Ω, ±5 %, 0,25 W.



Viņš tabulā apstiprina kodu: oranžs, oranžs, brūns, zelts.



Jauno rezistoru mēra atsevišķi, ārpus jebkuras barotas ķēdes.

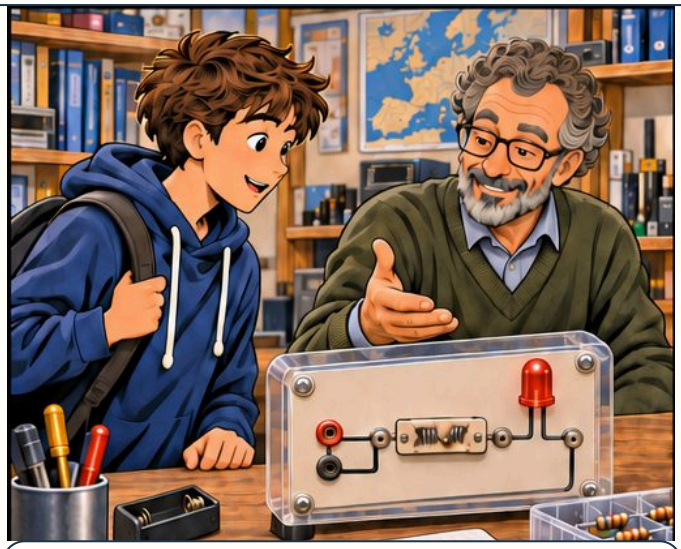


Rādījumam jābūt saderīgam ar pielaidi un multimetra nenoteiktību.

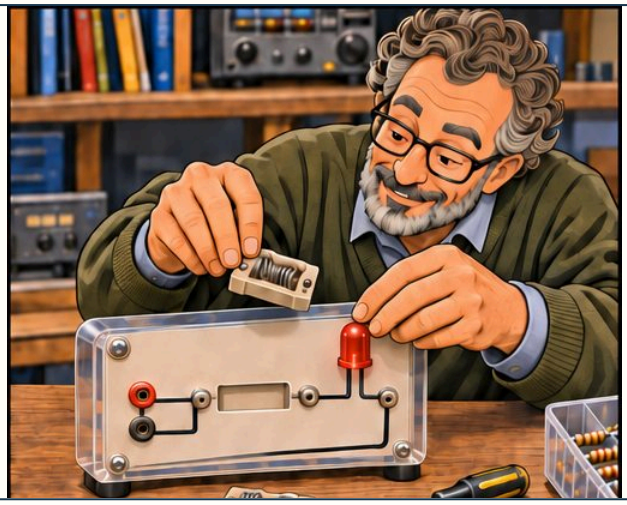


Henri pārbauda dokumentus: aprēķins un mērījums papildina viens otru.

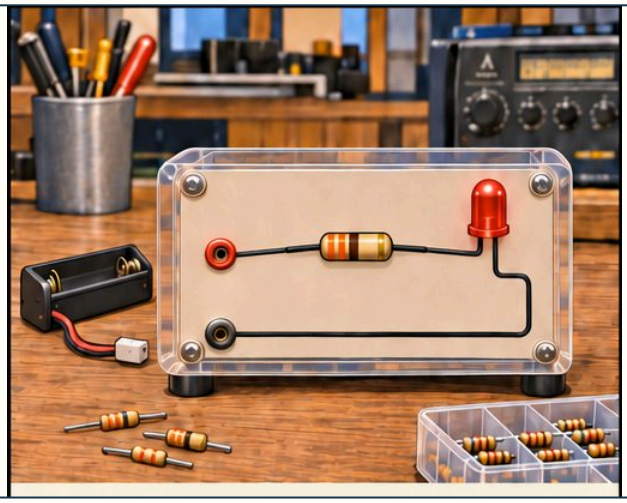
Salikt ar metodi



Nomaiņas laikā panelis paliek atvienots.



Henri pārbauda bojāto turētāju un nomaina paredzēto savienojuma detaļu.



Jauno rezistoru ievieto bez spēka un neatstāj brīvu vadu.



Lucas seko cilpai: barošana, rezistors, LED, atgriešanās.

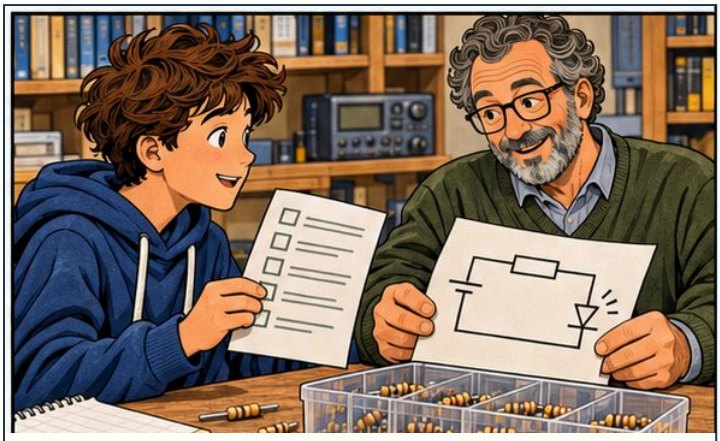


LED polaritāte atbilst shēmai un datu lapai.

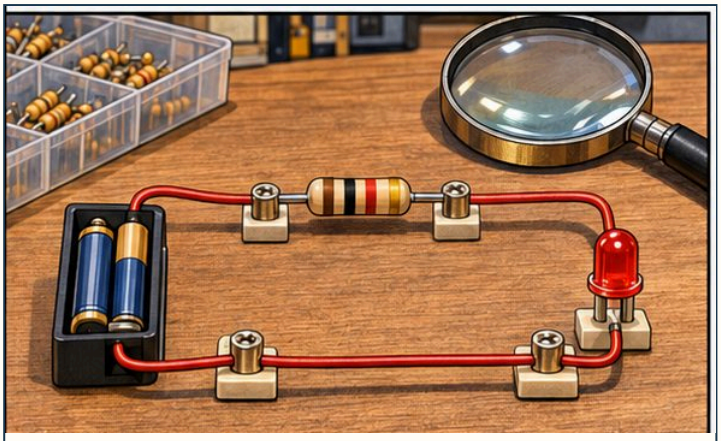


Aizdomīgā detaļa paliek atsevišķi kopā ar novērojumiem; to neizmanto atkārtoti.

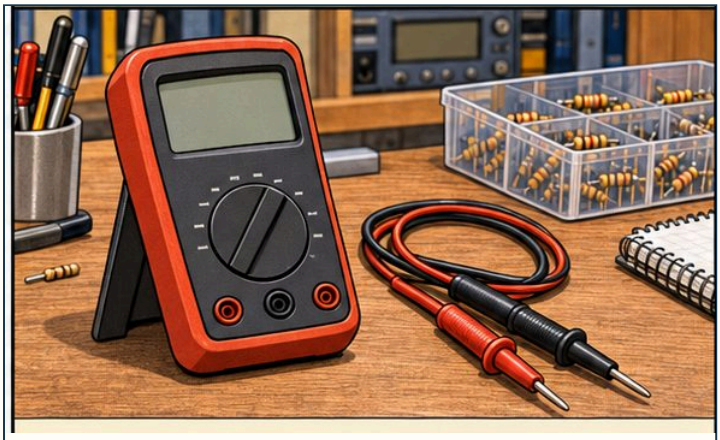
Savstarpēja pārbaude



Pirms ieslēgšanas katrs pārskata otra darbu.



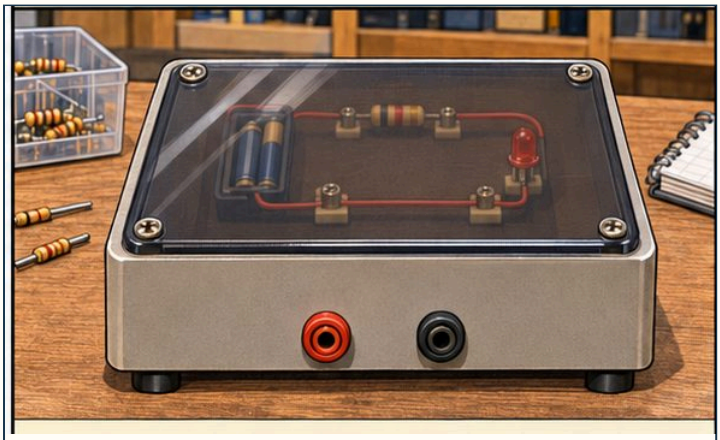
Viņi meklē īsslēgumu, izlaidumu vai savienojumu, kas apiet rezistoru.



Ommetra vadi ir noņemti no paneļa.



Henri sagatavo uz 5 V iestatītu avotu ar piemērotu strāvas ierobežojumu.

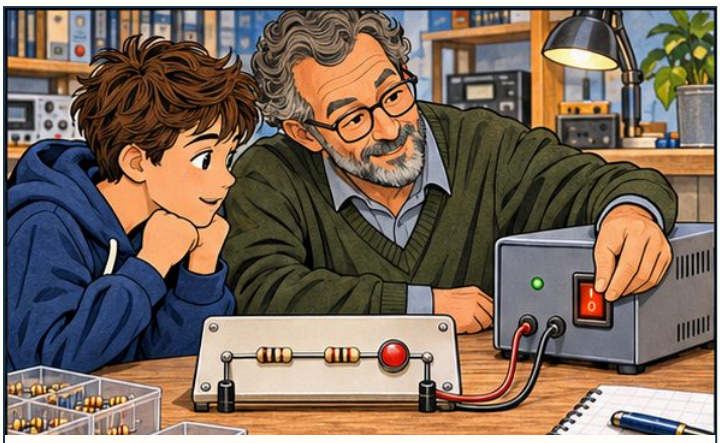


Paneli aizver pēc instrukcijas; savienojumi paliek aizsargāti.



Lucas nosauc gaidāmo rezultātu: redzams indikators ar mērenu strāvu.

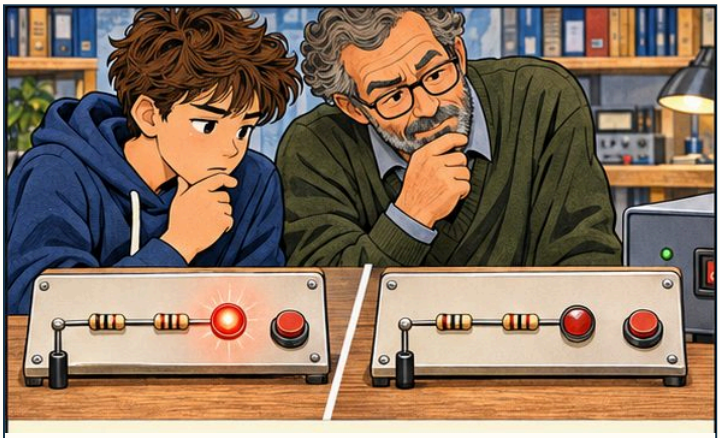
Pirmais piesardzīgais mēģinājums



Henri ieslēdz aizvērto paneli; neviens neaiztiek savienojumus.



Indikators iedegas un izdziest, kad pogu atlaiž.



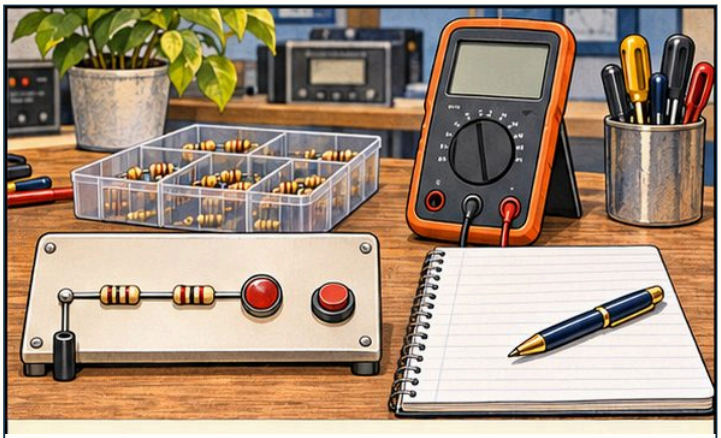
Nākamajā mēģinājumā darbībā parādās aizķeršanās.



Lucas ierosina palielināt spriegumu, tad atceras viņu metodi.



Pirms diagnostikas atsākšanas viņi izslēdz un atvieno barošanu.

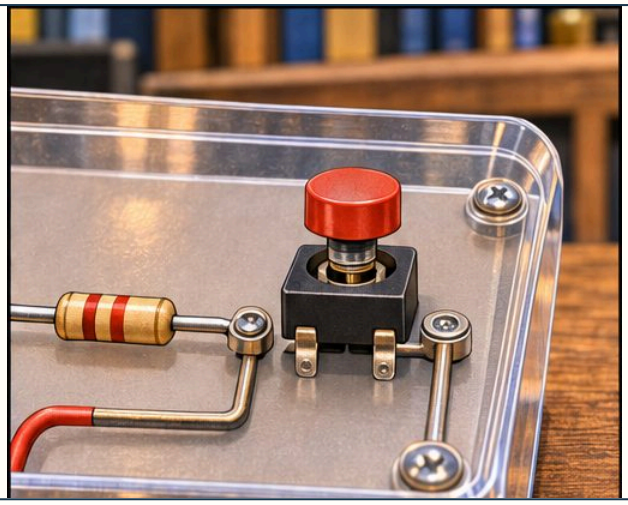


Vienreiz ieraudzīta gaisma vēl nenozīmē, ka panelis ir gatavs.

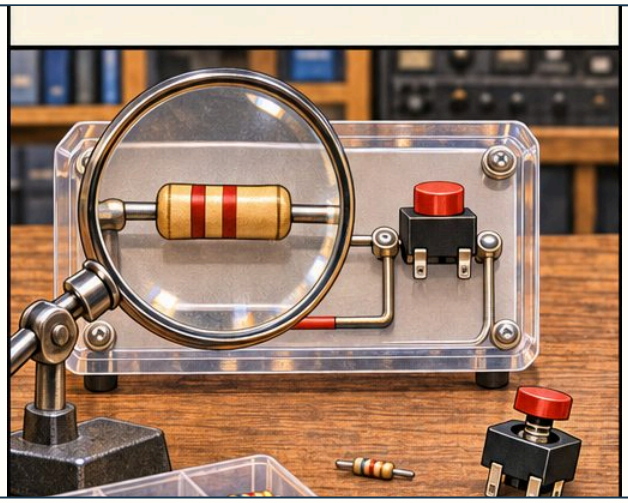
Vēl viens cēlonis



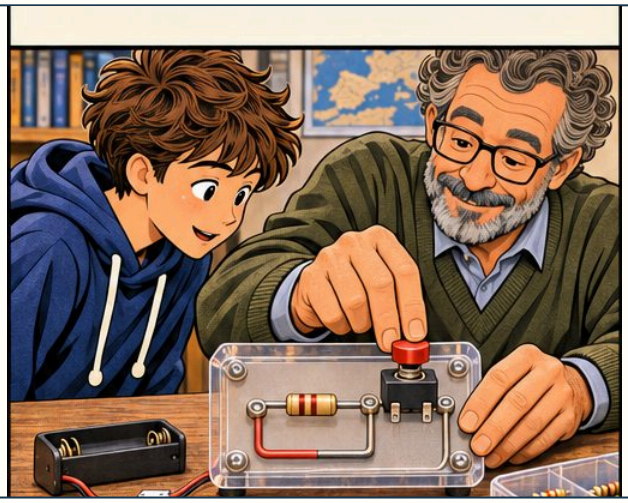
Pēc drošības pārbaudēm viņi izseko strāvas ceļu bez sprieguma.



Pogas noņemamais savienotājs nav pilnībā iesprausts.



Pareizais rezistors pats par sevi neizlabo sliktu savienojumu.



Henri iestumj savienotāju vietā un pārbauda tā turēšanos.



Lucas papildina lapu: aizdomīga detaļa un savienojuma defekts ir divi pavedieni.

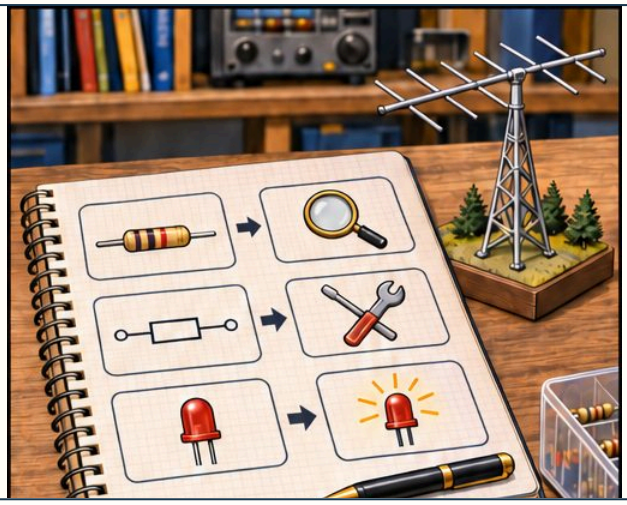


Pirms jauna mēģinājuma viņi atkārto pilnu pārbaudi.

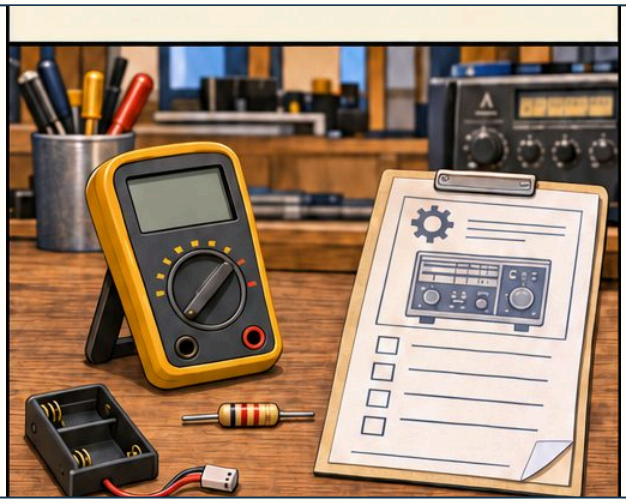
Novērot pa vienai lietai



Viņi vairs nemaina vairākas detaļas reizē.



Katrā solī piezīmēs saglabā simptomu un veikto pārbaudi.



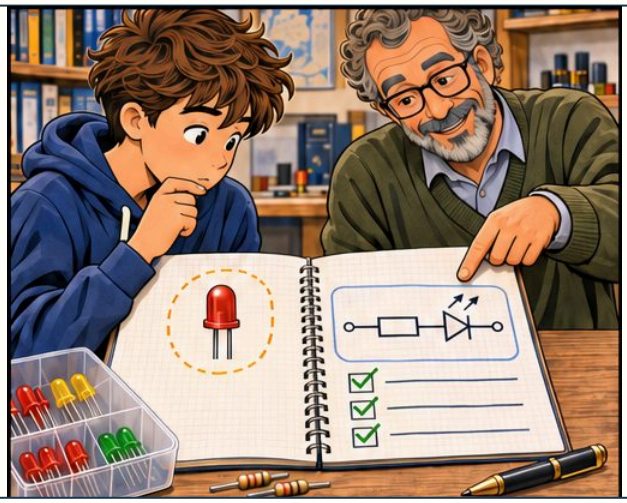
Pareiza ommetra vērtība negarantē visu uzvedību darbības laikā.



Apskate, detaļu robežas un paredzētais izmēģinājums papildina mērījumu.

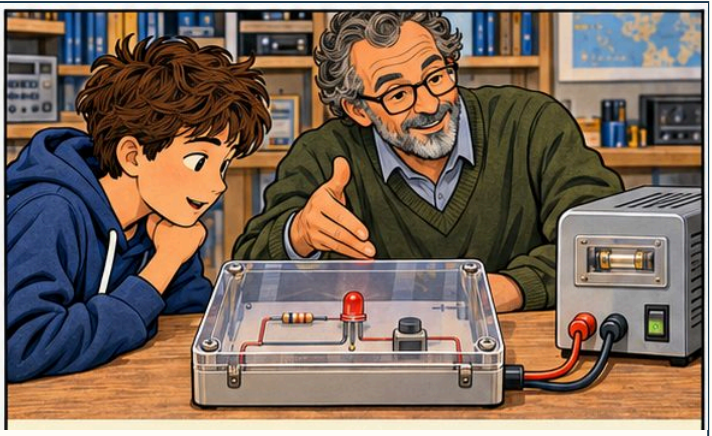


Ja parādās kas neparasts, viņi apstājas un atsāk meklēšanu bez sprieguma.



Lucas tagad var izskaidrot, kāpēc viņa pirmā doma bija pārsteidzīga.

Indikators darbojas uzticami



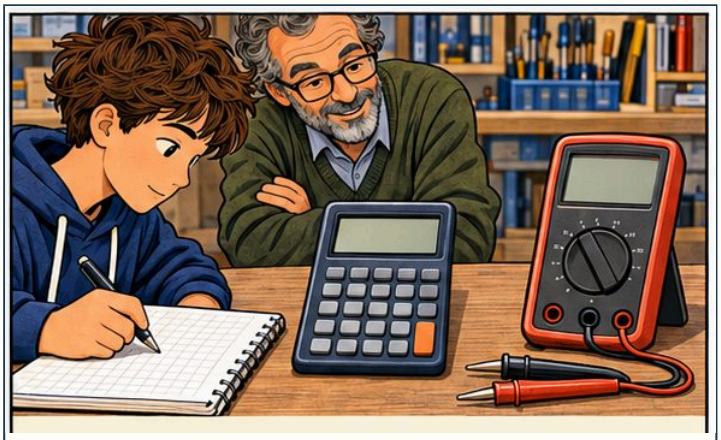
Aizvērto paneli atkal ieslēdz atbilstoši paredzētajai procedūrai.



Demonstrācijā indikators tagad regulāri reaģē uz pogu.



Henri vēro darbību; Lucas salīdzina ar gaidīto.



Aprēķināto strāvu viņi nepasniedz kā veiktu mērījumu.



Piezīmēs nošķir aprēķinus, pārbaudes un izmēģinājuma novērojumus.



Pirms pārvadāšanas uz stendu viņi izslēdz barošanu.

Izskaidrot izvēli



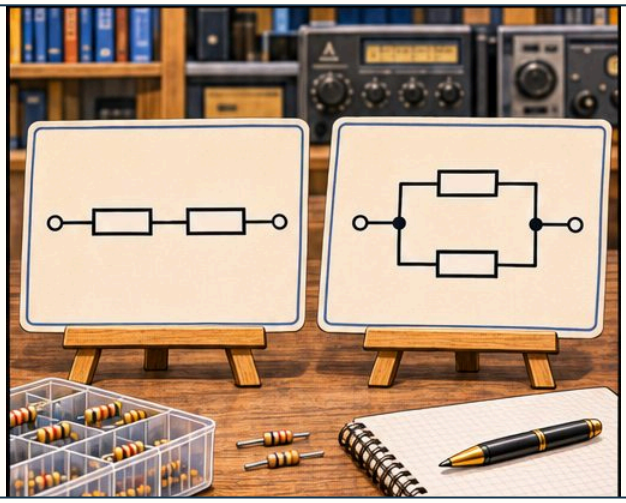
Stendā Lucas rāda apmeklētājiem palielinātu rezistoru.



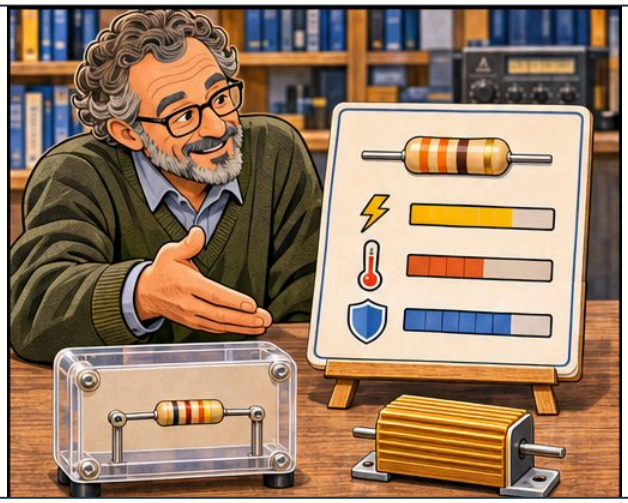
Viņš izskaidro joslas, nominālo vērtību un pielaidi.



Zīmējumā redzams virknes rezistors, kas ierobežo LED strāvu.



Otrs zīmējums salīdzina virknes un paralēlo slēgumu.



Henri jautā, kāpēc viņš pārbaudīja jaudu un lietošanas apstākļus.

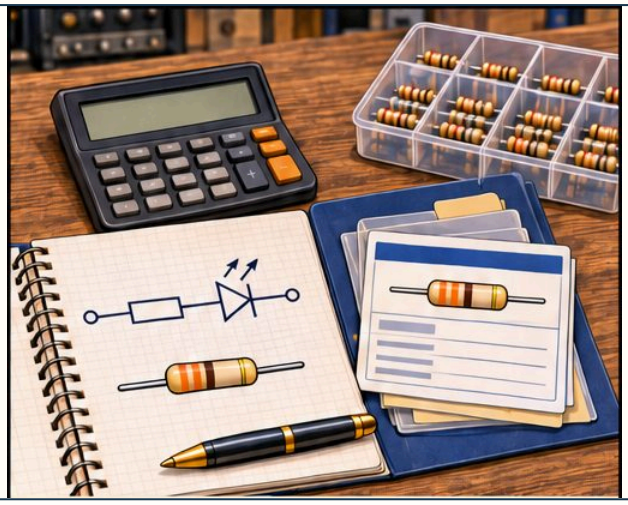


«Lai izvēlētos shēmai patiešām piemērotu detaļu,» atbild Lucas.

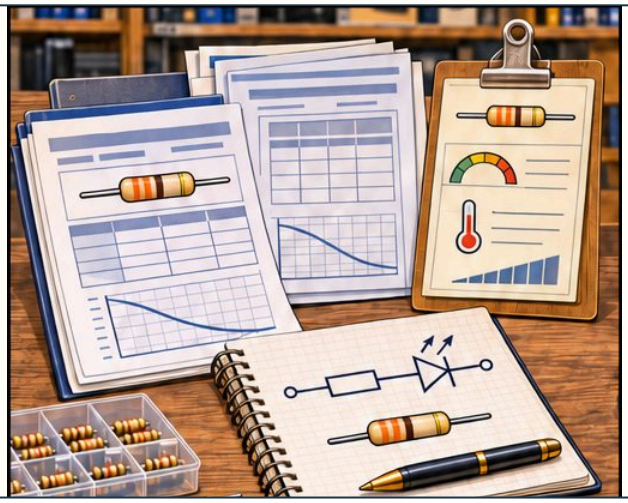
Piezīmes nākamajam



Lapa sākas ar vajadzību: indikators iepazīšanās panelim.



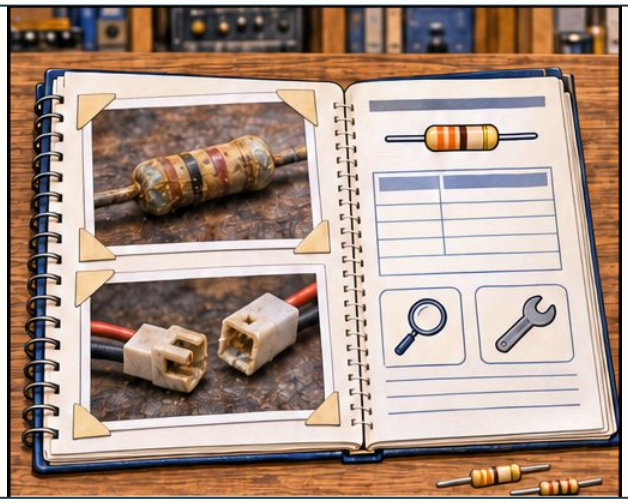
Tajā saglabāti pieņēmumi, formula un 330 Ω izvēle.



Pielaide, jauda un detaļu dati paliek kopā ar shēmu.



Procedūra atgādina mērīt pretestību bez sprieguma un vajadzības gadījumā izolētu.



Bojājumu novērojumi palīdzēs nākamajā darbnīcā meklēt metodiski.

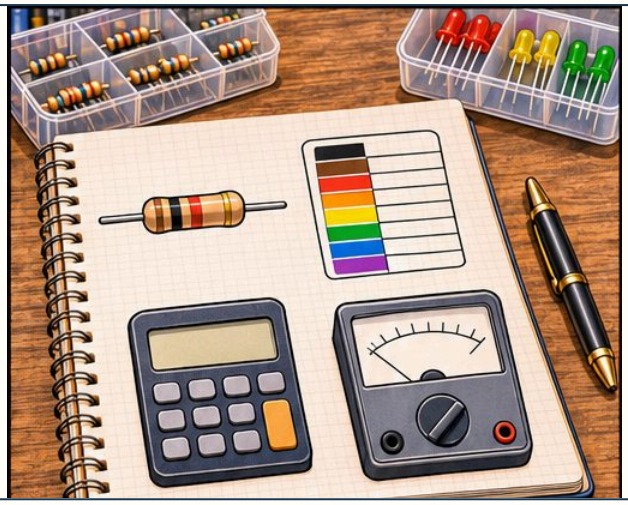


Henri ļauj Lucas sakārtot dokumentus: mācīšanās kļuvusi par dalīšanos.

Maza detaļa, liela metode



Stends gatavs; Lucas uz mazo rezistoru skatās citādi.



Nolasīt, aprēķināt, izvēlēties, izmērīt: katrs solis atbild uz jautājumu.



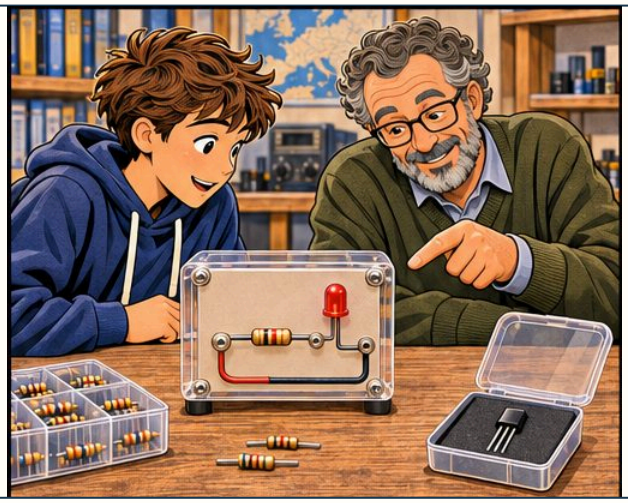
Indikators vairs nav tikai gaisma, bet skaidrojums, ko viņš var nodot tālāk.



Citā kastītē Henri parāda detaļu ar trim izvadiem.



«Vai tā var vadīt lielāku strāvu?» jautā Lucas.



Nākamā izpēte viņus gaida 08. sējumā: tranzistori.