ON4CRD

Volum 05

Il-kalkolu tal-filtri



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Avviżi legali

Volum 05 · Il-kalkolu tal-filtri

Pubblikatur tal-websajt : Radio Club Durnal ON4CRD

Maniġer tal-pubblikazzjoni : Kumitat ta' Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Avviżi legali

Proprjetà intellettwali

Testi, stampi, dokumenti, logos u materjali ppubblikati fuq is-sit jibqgħu proprjetà tal-awturi rispettivi tagħhom jew tal-klabb. Kwalunkwe riproduzzjoni jew użu mill-ġdid għandu jirrispetta s-sors, id-drittijiet applikabbli u kwalunkwe permess tal-awtur.

Responsabbiltà

Il-klabb jaħdem biex jippubblika informazzjoni utli u verifikata, iżda ma jiggarantixxix in-nuqqas ta’ żbalji, ommissjonijiet jew interruzzjonijiet. L-informazzjoni teknika jew regolatorja trid tiġi vverifikata ma' sorsi uffiċjali meta tappoġġja deċiżjoni.

Illustrazzjonijiet maħluqa bl-għajnuna tal-intelliġenza artifiċjali.

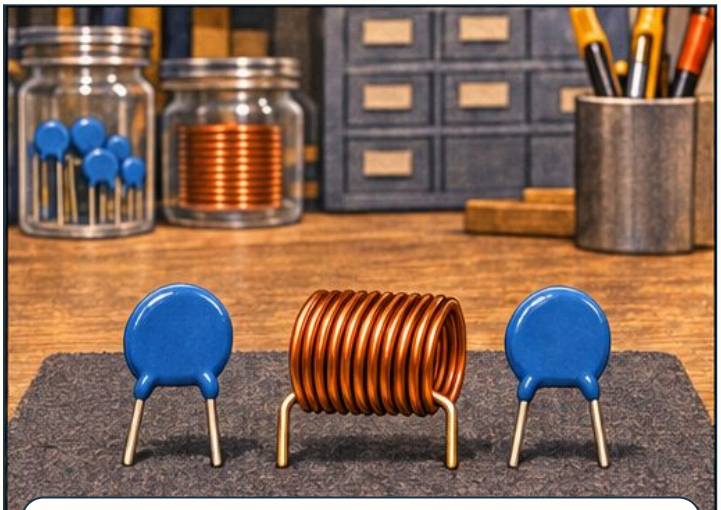
Missjoni ġdida



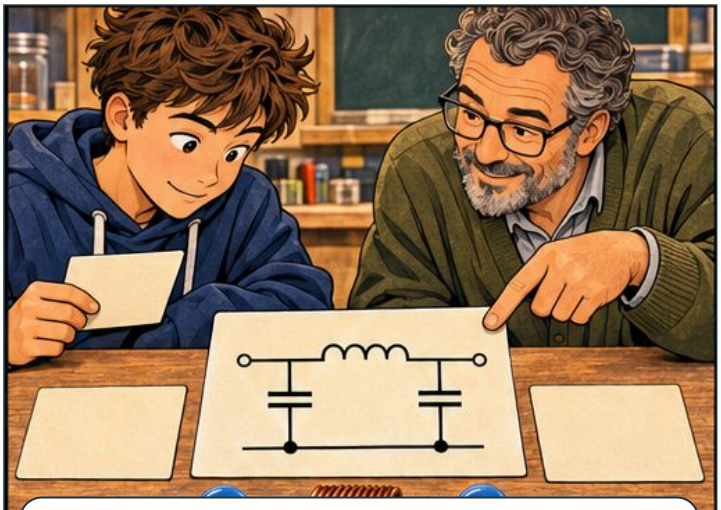
Wara l-workshop tal-elettriku, Lucas jerġa' jiftaħ il-pitazz fil-klabb.



Henri qed iħejji turija dwar il-kwalità tas-sinjali.



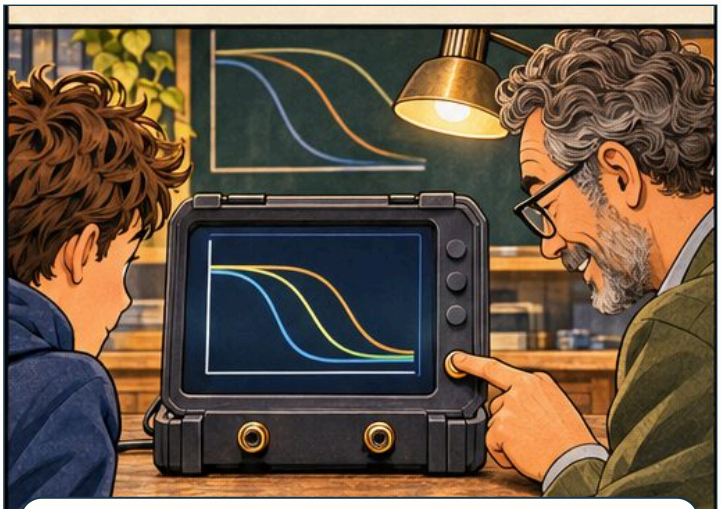
Fuq il-mejda hemm żewġ kondensaturi u kolja.



L-isfida: jifhmu, jikkalkulaw u jkejlu filtru li jgħaddi l-frekwenzi baxxi.



Iż-żagħżugħ irid jifhem kif tliet komponenti jistgħu jbiddlu kollox.



Jibdew billi jaraw minn xiex hu magħmul sinjal.

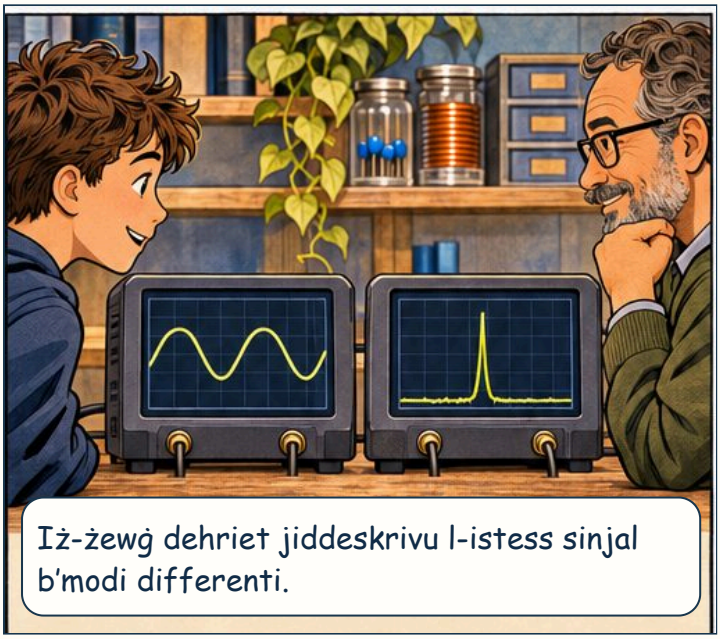
Is-sinjal u r-ritratt tiegħu



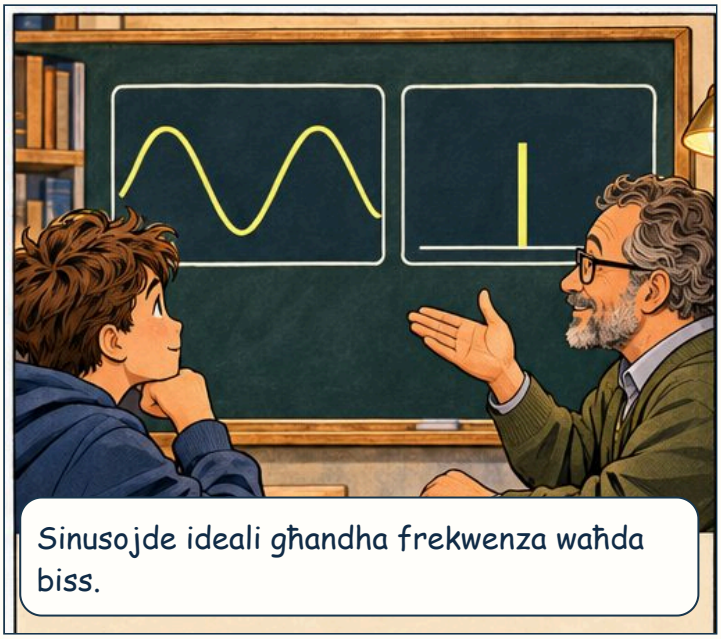
Kurva fiż-żmien turi kif jinbidel sinjal.



Spettru juri l-komponenti tiegħu skont il-frekwenza.



Iż-żewġ dehriet jiddeskrivu l-istess sinjal b'modi differenti.



Sinusojde ideali għandha frekwenza waħda biss.

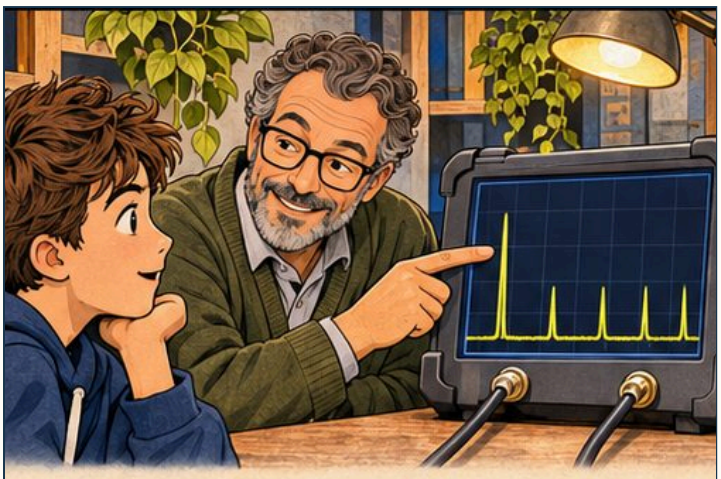


Forma mgħawġa jista' jkollha diversi komponenti.



Iż-żagħżugħ jiskopri ritratt li ma kienx jaf jaqra.

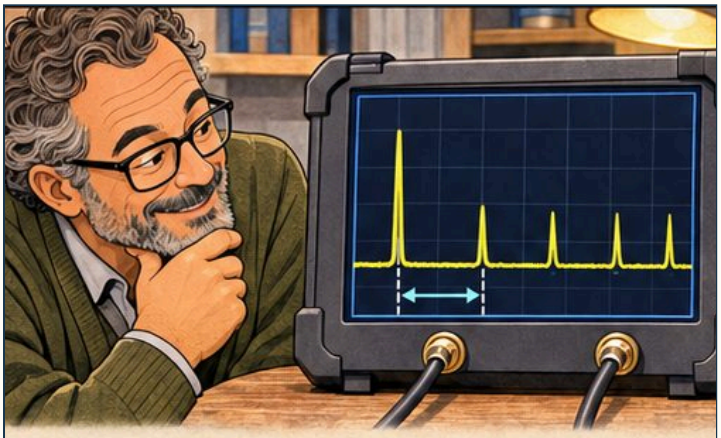
Jidhru l-armoniċi



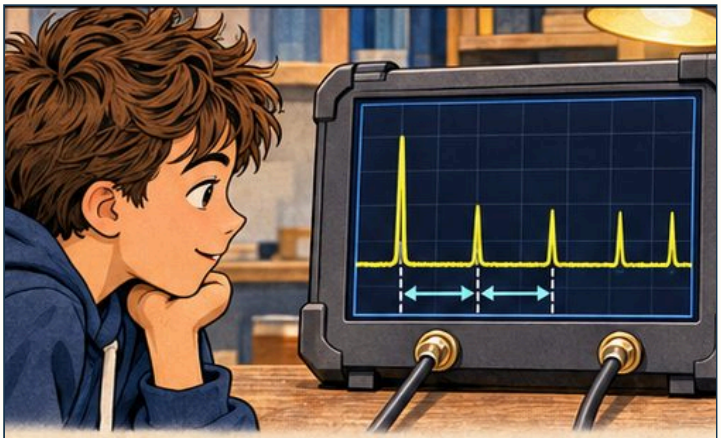
Il-frekwenza fundamentali hi l-ewwel referenza tas-sinjal perjodiku.



L-armoniċi tagħha huma multipli sħaħ ta' dik il-frekwenza.



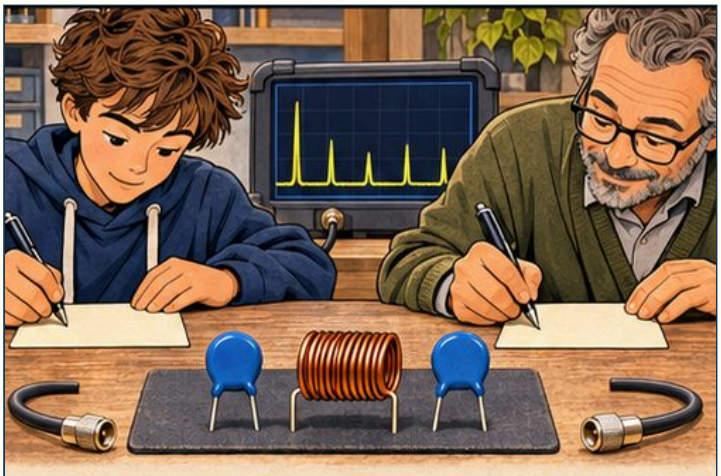
It-tieni armonika għandha d-doppju tal-frekwenza fundamentali.



It-tielet għandha t-triplu ta' dik il-frekwenza.

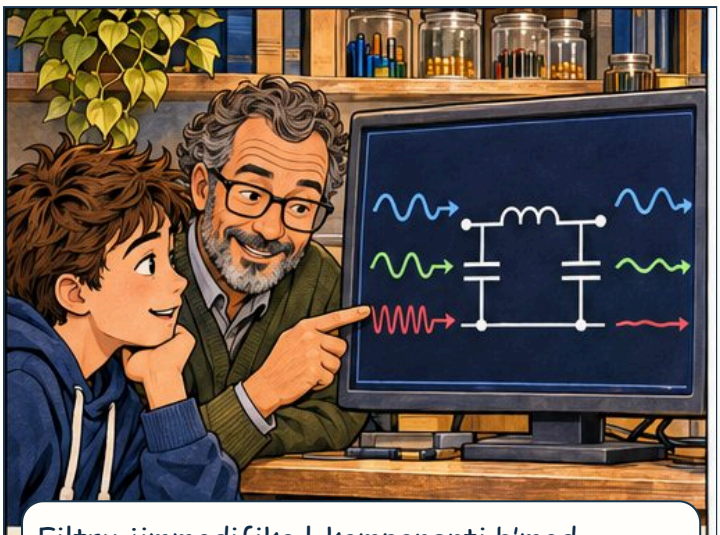


Madankollu, mhux kull komponent mhux mixtieq hu armonika.

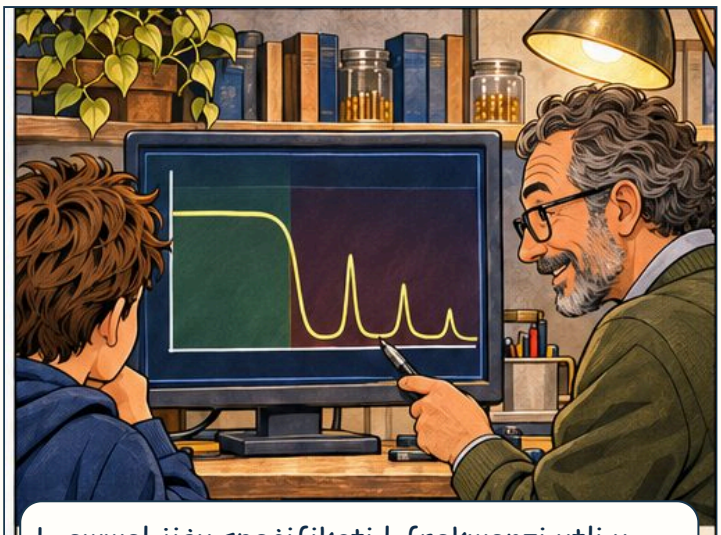


Il-filtru jrid jissodisfa ħtieġa definita sewwa.

Nagħżlu x'għandna nżommu



Filtru jimmodifika l-komponenti b'mod differenti skont il-frekwenza.



L-ewwel jiġu speċifikati l-frekwenzi utli u dawk li jfixklu.



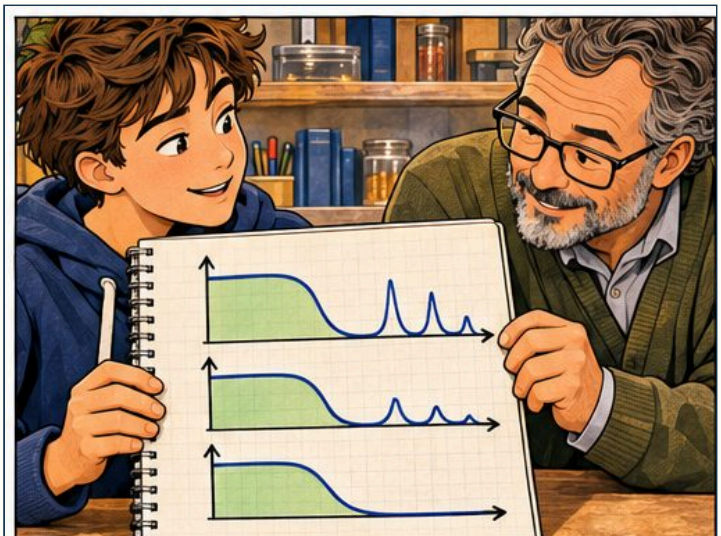
Jiġi stabbilit ukoll l-attenwament mixtieq.



Mingħajr dawn l-għanijiet, il-kalkolu tal-komponenti ftit jagħmel sens.

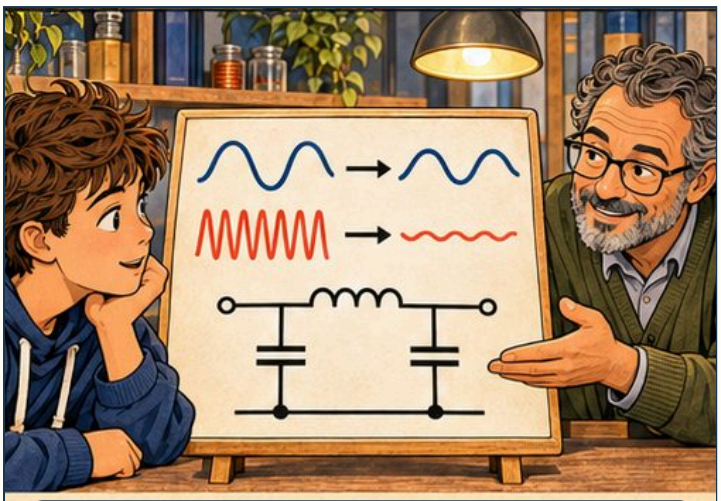


Iż-żagħżugħ idawwar iż-żona utli fi spettru ta' eżempju.



Il-pitazz tiegħu jsir dokument tar-rekwiżiti.

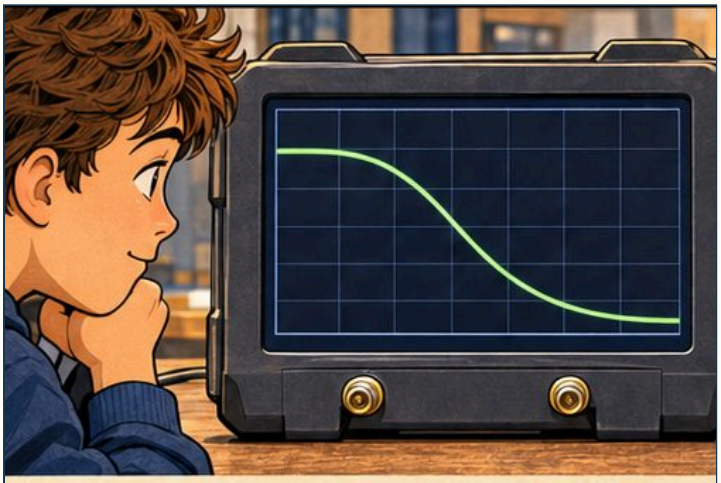
L-għażla tal-filtru għall-baxxi



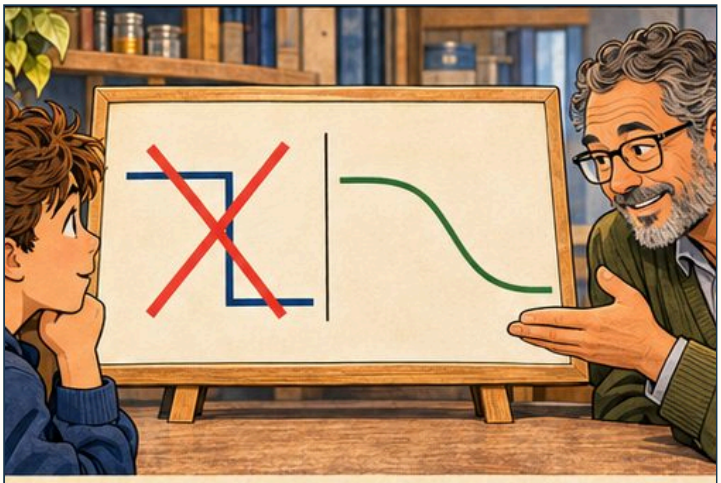
Filtru għall-baxxi jittrażmetti aħjar il-frekwenzi baxxi milli l-għoljin.



Il-medda li jgħaddi tinsab fuq in-naħa tal-frekwenzi baxxi.



Aktar 'il fuq, l-attenwament jiżdied gradwalment.



It-tranżizzjoni reali qatt mhi ħajt vertikali perfett.



Dan it-tip jaqbel mat-turija tal-lum.



Iż-żagħżugħ ipinġi inklinazzjoni aktar milli barriera.

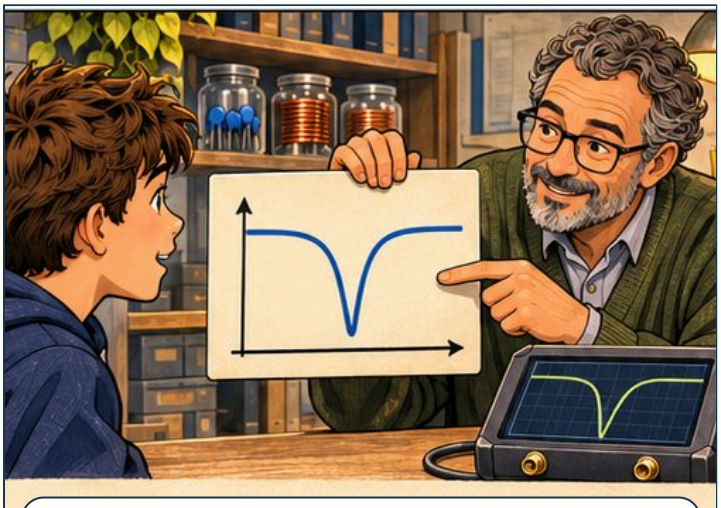
Toroq oħra possibbli



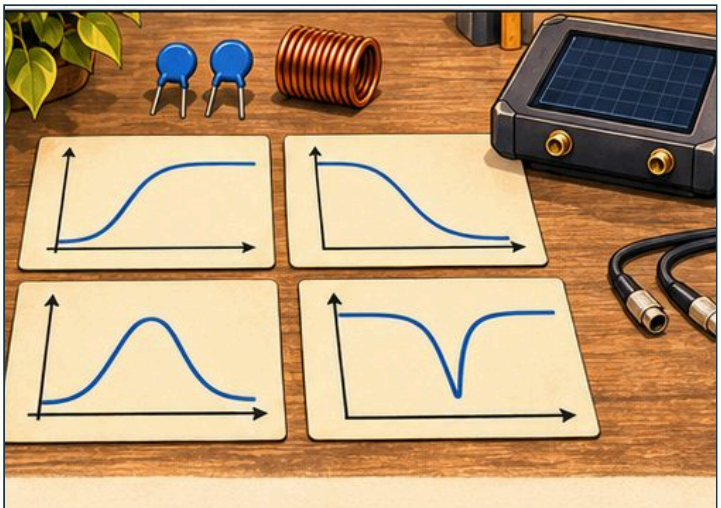
Filtru għall-għoljin jattenwa l-baxxi u jżomm l-għoljin.



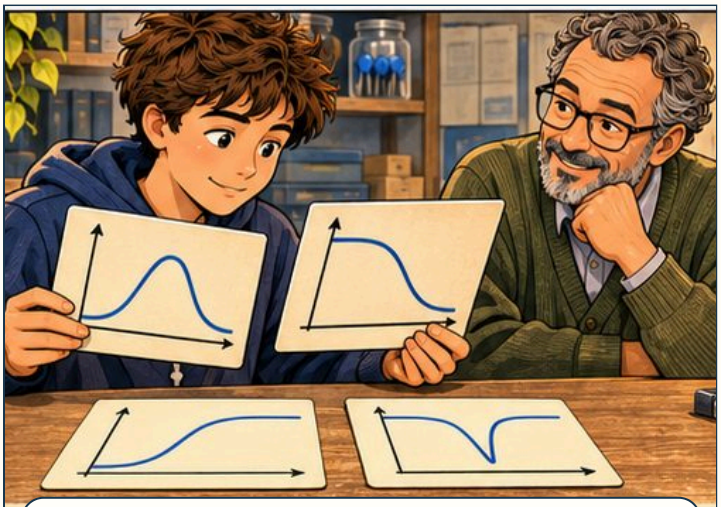
Filtru li jgħaddi medda jagħżel firxa bejn żewġ limiti.



Filtru li jwaqqaf medda, bil-maqlub, jattenwa firxa magħżula.



Dawn il-familji jaqdu ħtiġijiet differenti.



L-isem jiddeskrivi risposta, mhux kwalità universali.



Iż-żagħżugħ iwarrab tliet karti għall-workshop li jmiss.

Qtugħ li xorta jħalli jgħaddi



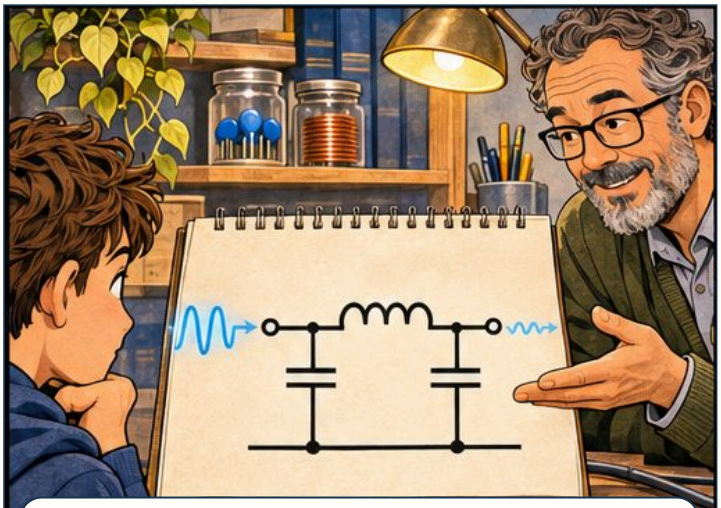
Il-frekwenza ta' qtugħ hawn tindika livell ta' referenza.



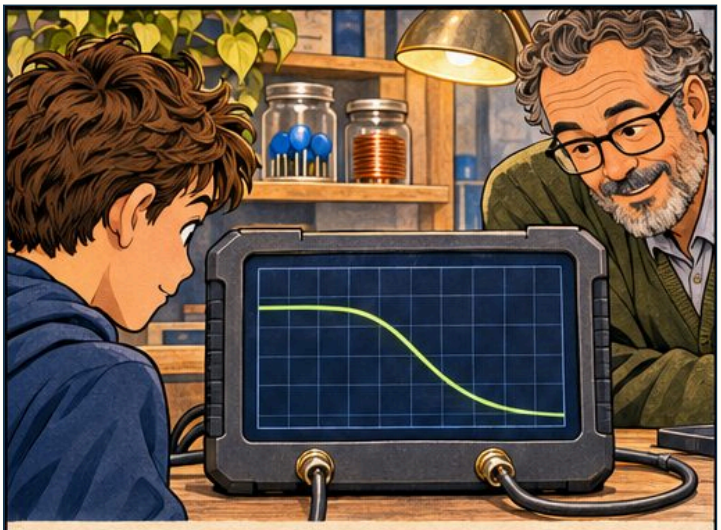
Ma tfissirx li s-sinjal jisparixxi f'daqqa.



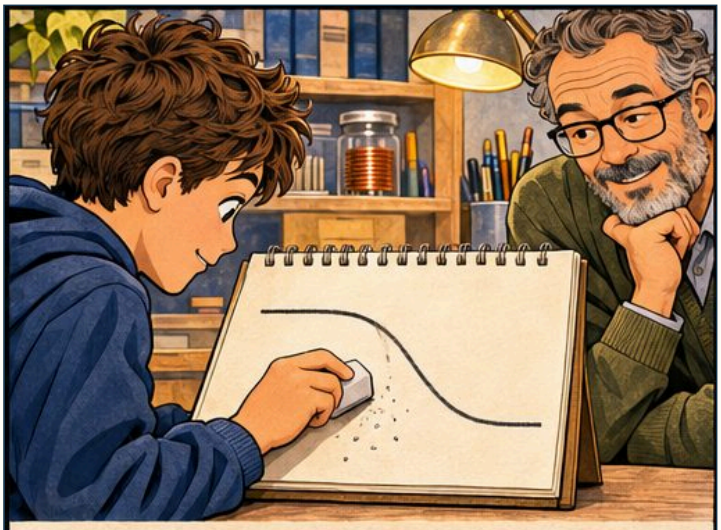
Għall-Butterworth ideali tagħhom, tikkorrispondi għal madwar −3 dB.



Għalhekk il-filtru għadu jittrażmetti enerġija f'din il-frekwenza.



Aktar 'il fuq, l-attenwament ikompli jiżdied.

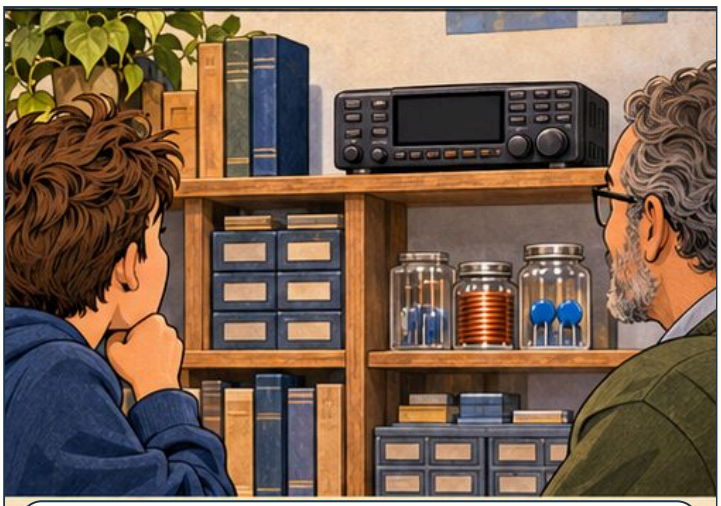


Din il-preċiżjoni tevita l-ewwel idea żbaljata.

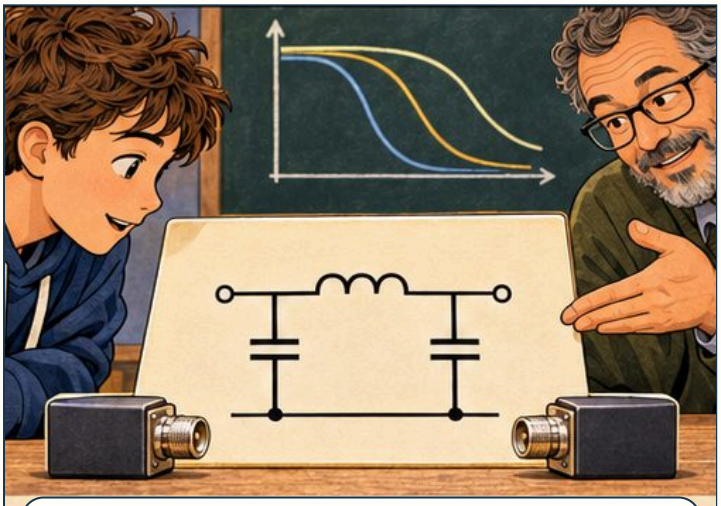
Eżempju tal-laboratorju



Jagħżlu frekwenza ta' qtugħ teorika ta' 10 MHz.



Dan il-valur iservi għat-tagħlim, mhux biex jistabbilixxi frekwenza ta' xandir.



Is-sors u t-tagħbija ta' referenza jkunu ta' 50 Ω.



Iċ-ċirkwit jiġi studjat fuq il-bank b'sinjal dgħajjef.



Ma titqabbad la antenna u lanqas trasmettitur.

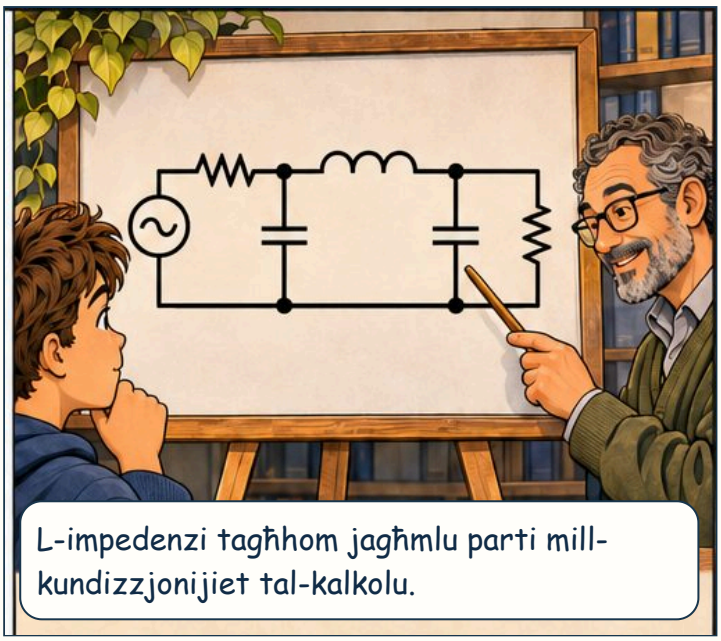


L-għan hu risposta li titkejjel, mhux kuntatt bir-radju.

Għaliex nispeċifikaw 50 ohm?



Filtru jaħdem bejn sors u tagħbija.



L-impedenzi tagħhom jagħmlu parti mill-kundizzjonijiet tal-kalkolu.



Hawn kull waħda hi idealment 50 Ω, purament reżistiva.



Jekk jinbidlu dawn il-kundizzjonijiet, tinbidel ir-risposta.

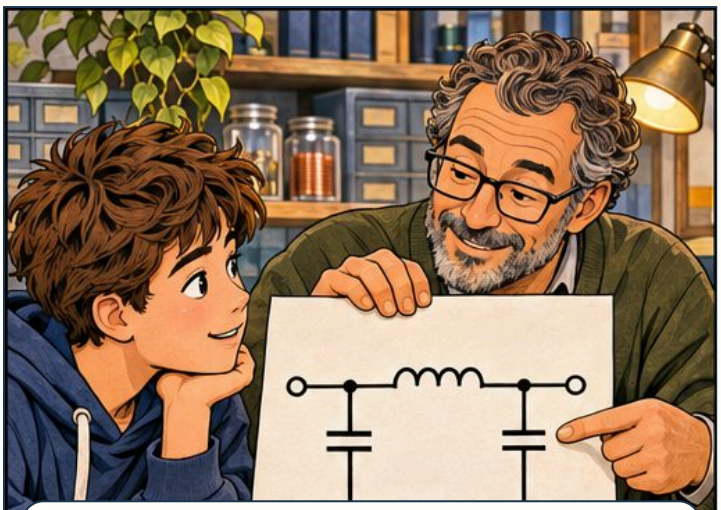


Għalhekk mhux biżżejjed tikkopja tliet valuri.



Iż-żagħżugħ iżid iż-żewġ terminazzjonijiet mal-iskema.

Il-mudell u ċ-ċirkwit reali



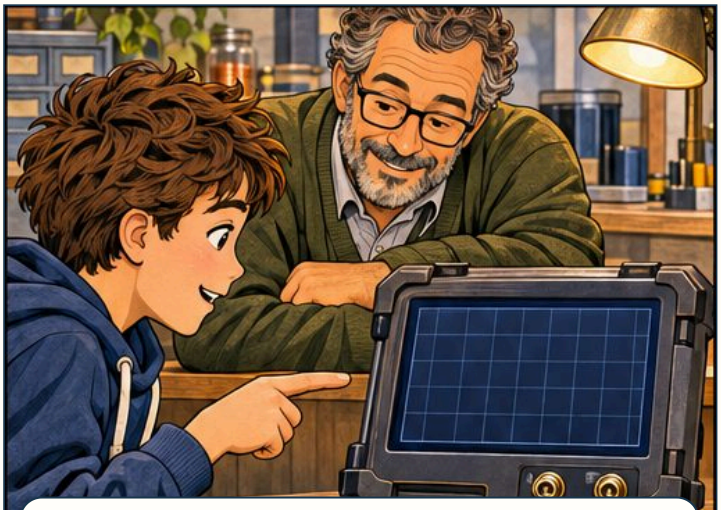
Il-kalkolu jibda b'komponenti ideali mingħajr telf.



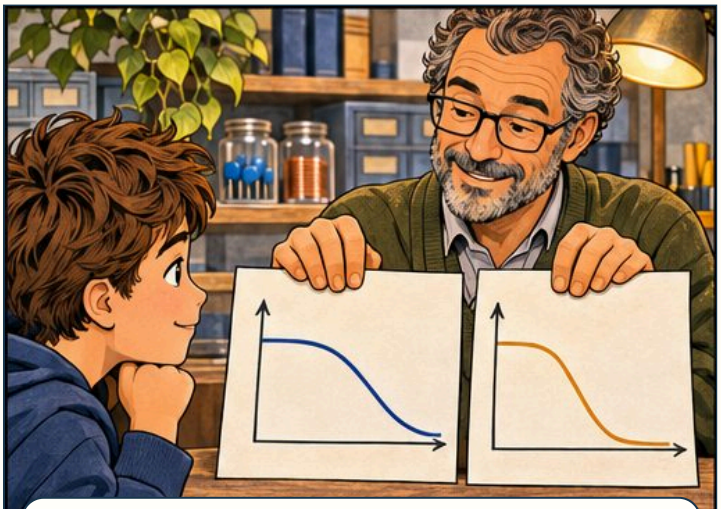
Iċ-ċirkwit reali jkollu reżistenzi u effetti parassitiċi.



Il-mudell jippermetti li wieħed ibassar risposta inizjali.



Il-kejl imbagħad jippermetti l-eżami tad-differenzi.

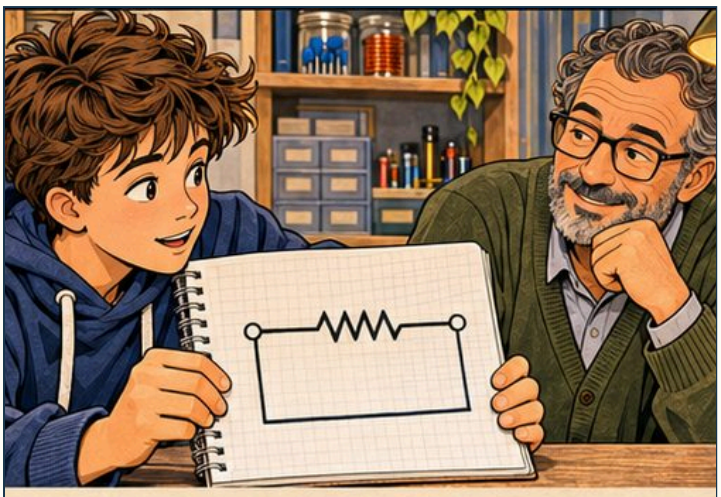


Jekk tħallat it-tbassir mar-riżultat, ma tifhimx dawn id-devjazzjonijiet.

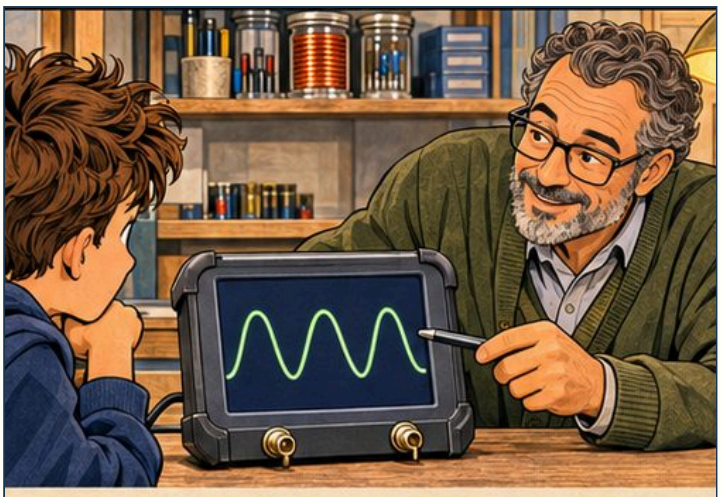


Il-pitazz jagħti spazju separat lil kull wieħed.

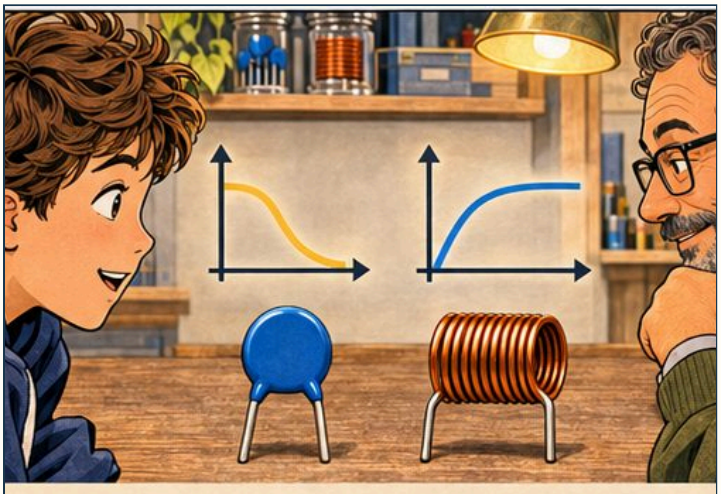
Ir-reżistenza m'għadhiex biżżejjed



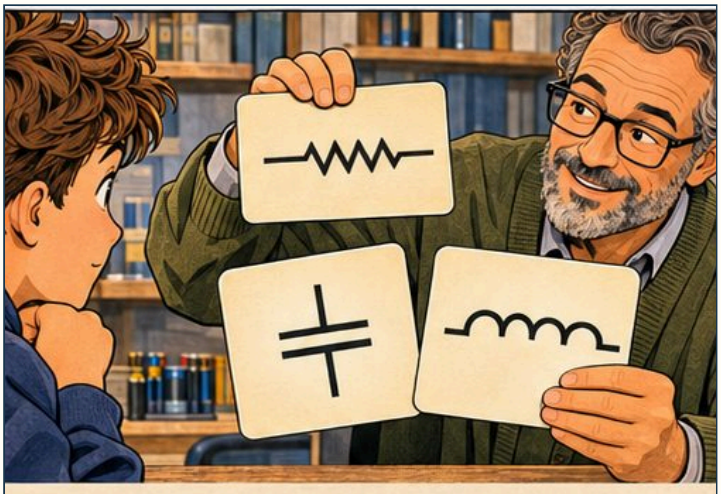
Il-volum ta' qabel rabat vultaġġ, kurrent u reżistenza f'ċirkwit kontinwu.



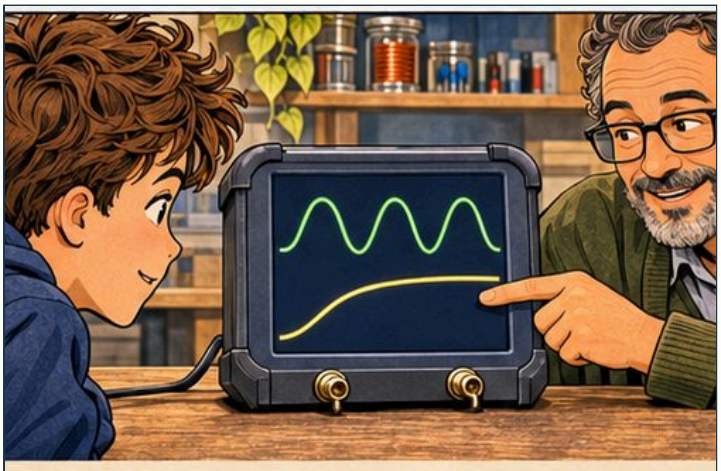
Hawn is-sinjal jinbidel malajr u l-frekwenza tiegħu tgħodd.



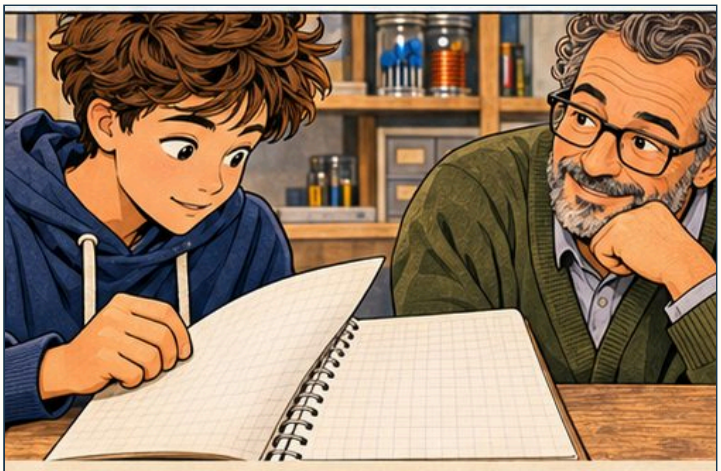
Kondensaturi u koljaturi jopponu l-kurrent skont il-frekwenza.



Din ir-reattanza mhix sempliċement reżistenza.



L-impedenza tiddeskrivi aktar il-komportament elettriku b'kurrent alternanti.

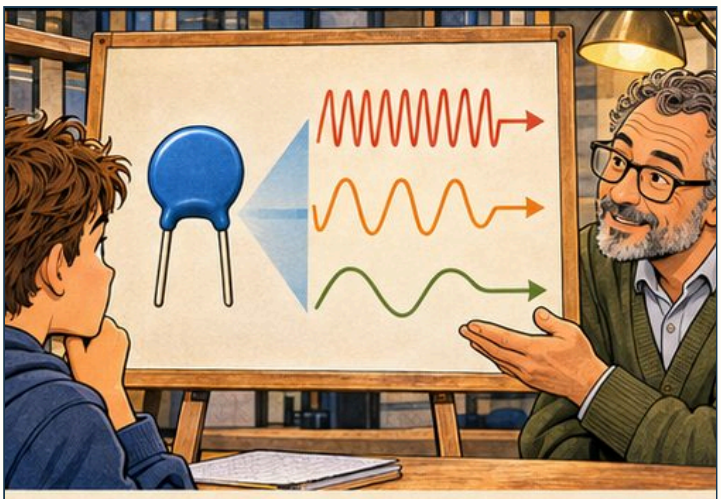


Iż-żagħżugħ jifhem għaliex hemm bżonn mudell ġdid.

Ir-rwol tal-kondensatur



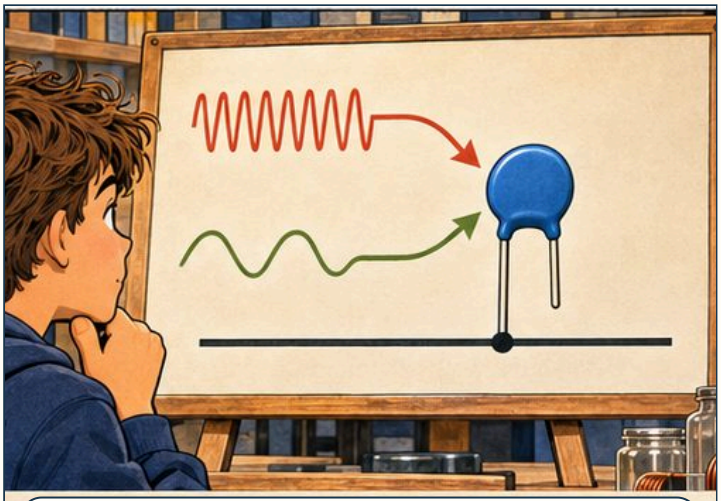
Il-kapaċitanza tinkiteb C u titkejjel f'farads, F.



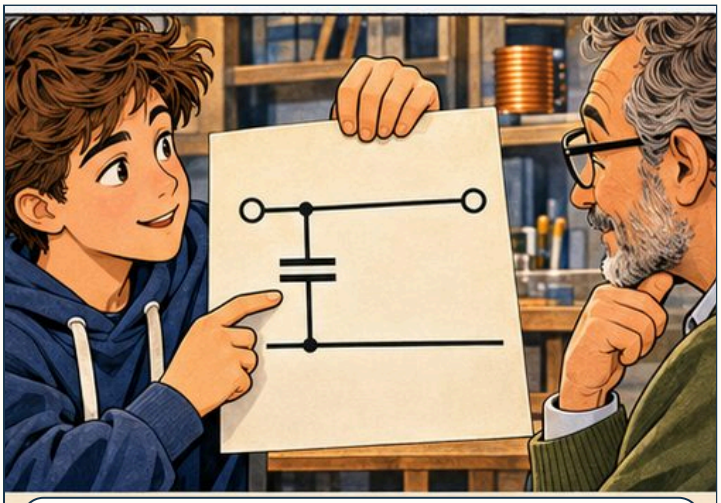
Għal kondensatur ideali, ir-reattanza tonqos meta tiżdied il-frekwenza.



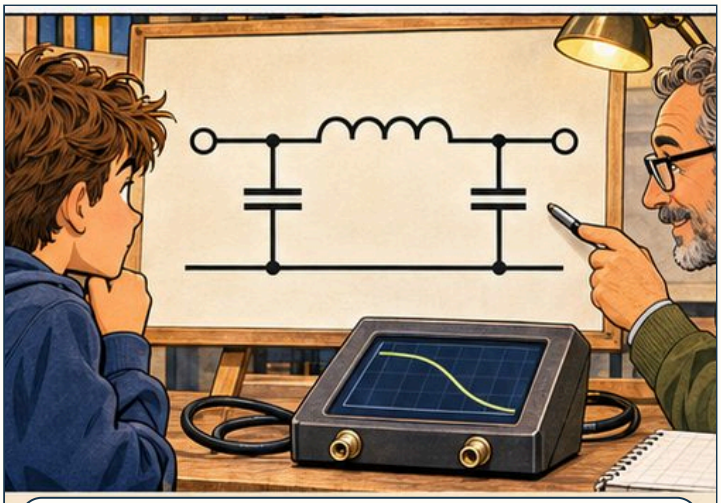
Il-valur assolut tagħha hu Xc = 1/(2πfC).



Bl-istess kapaċitanza, frekwenzi għoljin jiltaqgħu ma' inqas reattanza.



Fil-filtru tagħhom, il-kondensaturi jitqabbdu mal-massa komuni.

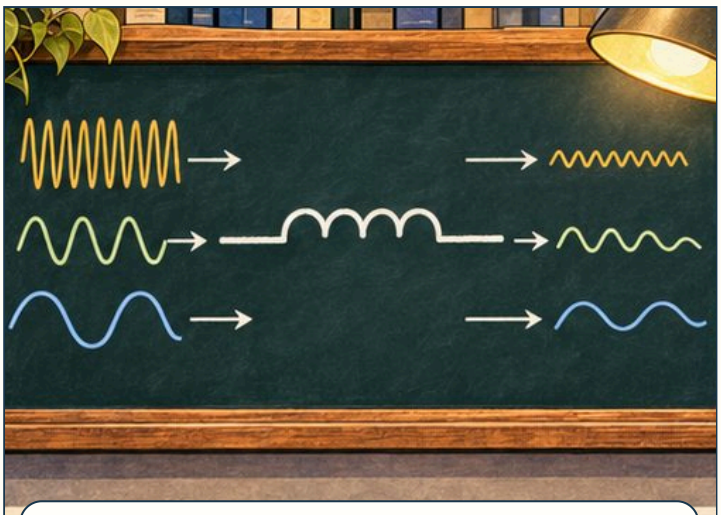


Ir-rwol tagħhom jiddependi wkoll mill-bqija taċ-ċirkwit.

Ir-rwol tal-kolja



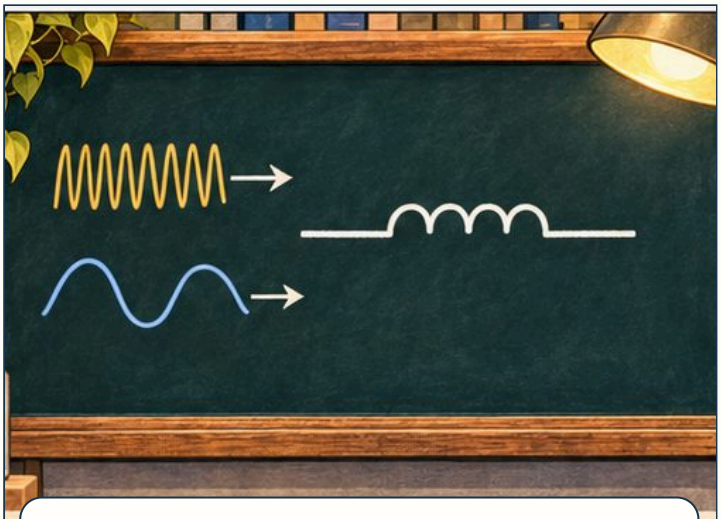
L-induttanza tinkiteb L u titkejjel f'henrys, H.



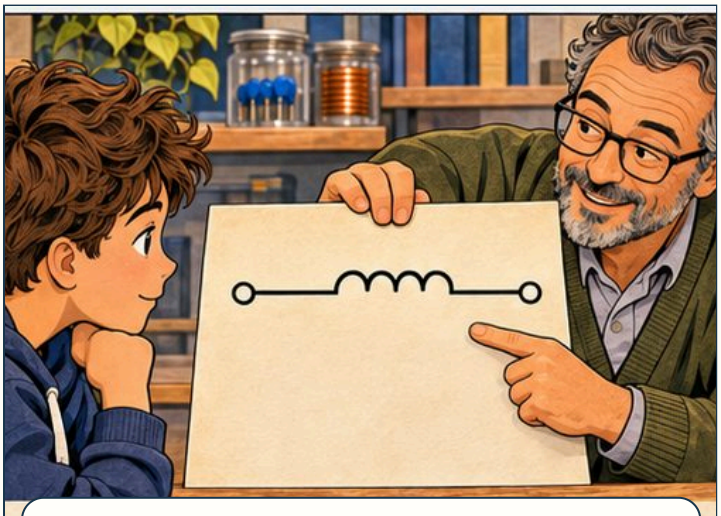
Għal kolja ideali, ir-reattanza tiżdied mal-frekwenza.



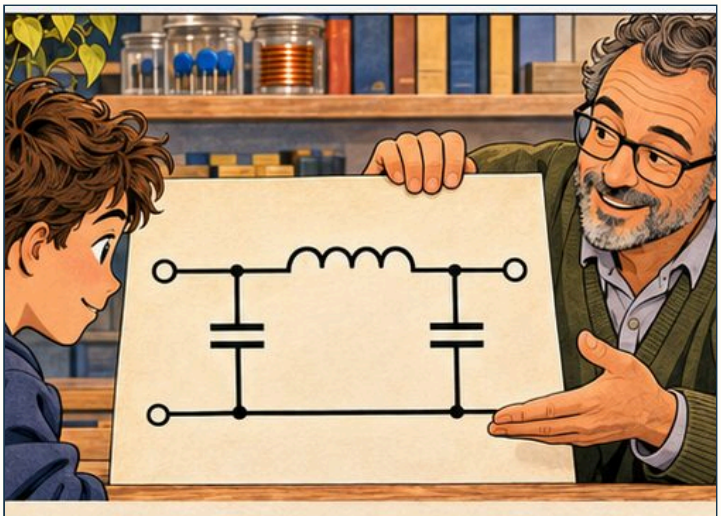
Il-valur assolut tagħha hu XL = 2πfL.



Bl-istess induttanza, frekwenzi għoljin jiltaqgħu ma' aktar reattanza.

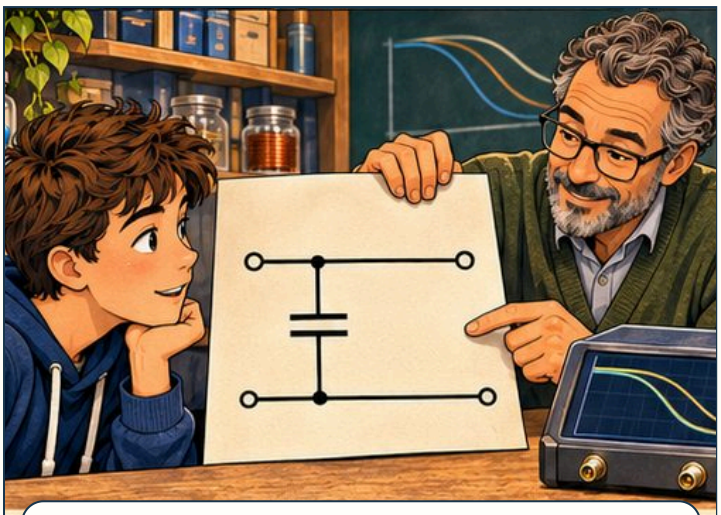


Fil-filtru tagħhom, il-kolja tkun fit-triq tas-sinjal.

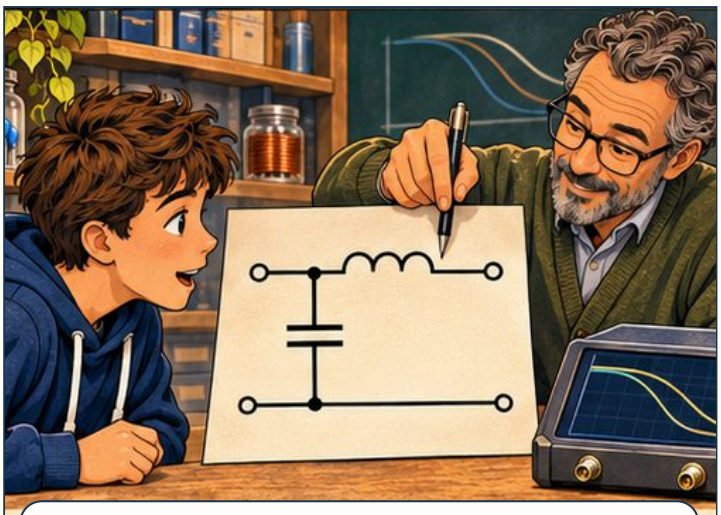


Iż-żewġ tipi ta' komponenti jaħdmu flimkien.

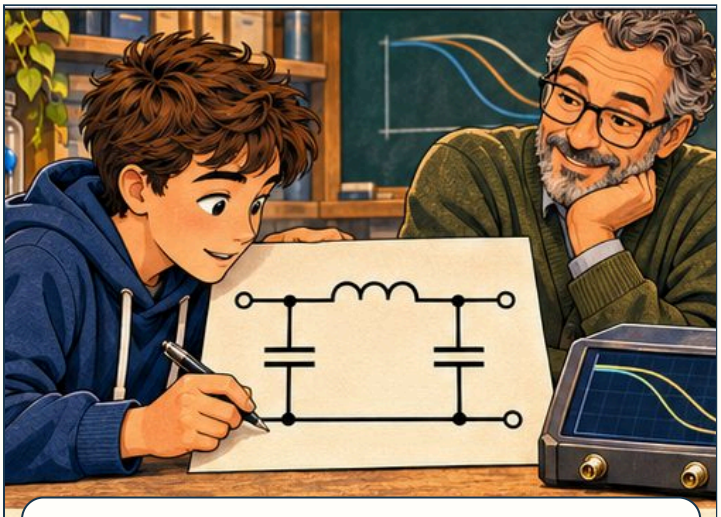
L-iskema tieħu forma ta' π



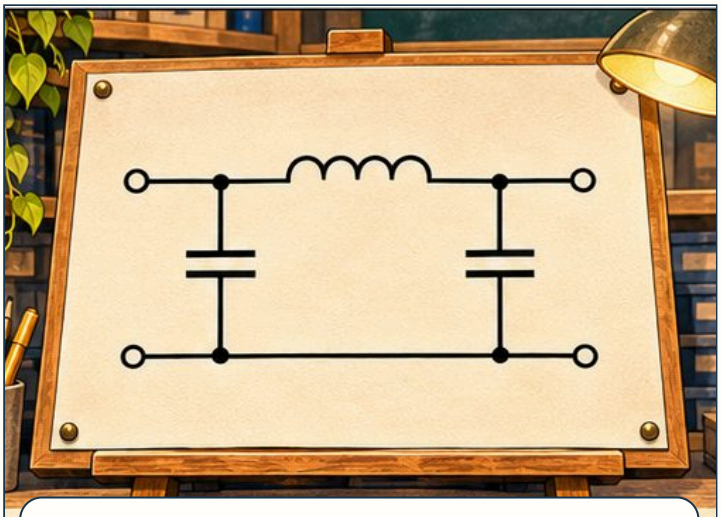
Id-dħul jingħaqad mal-ewwel kondensatur imqabbad mal-massa.



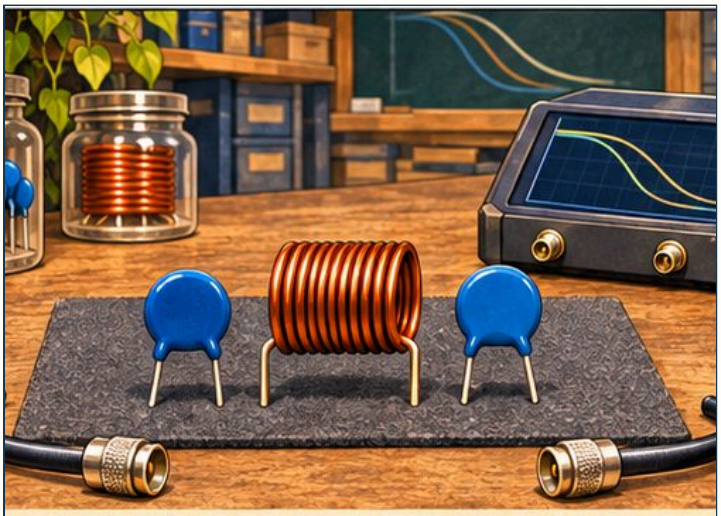
Kolja mbagħad tgħaqqad id-dħul mal-ħruġ f'serje.



It-tieni kondensatur jgħaqqad il-ħruġ mal-istess massa.



Żewġ fergħat jinżlu fuq iż-żewġ naħat tal-kolja.



Dan l-arranġament ifakkar fl-ittra Griega π.

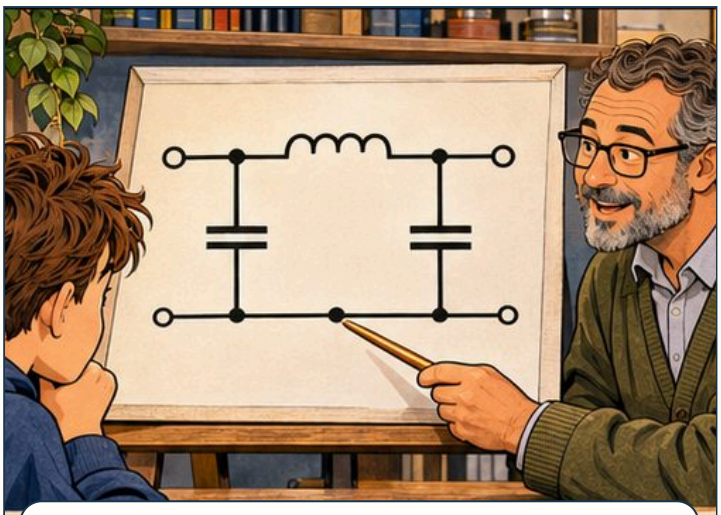


Iż-żagħżugħ isegwi kull konnessjoni bil-lapes.

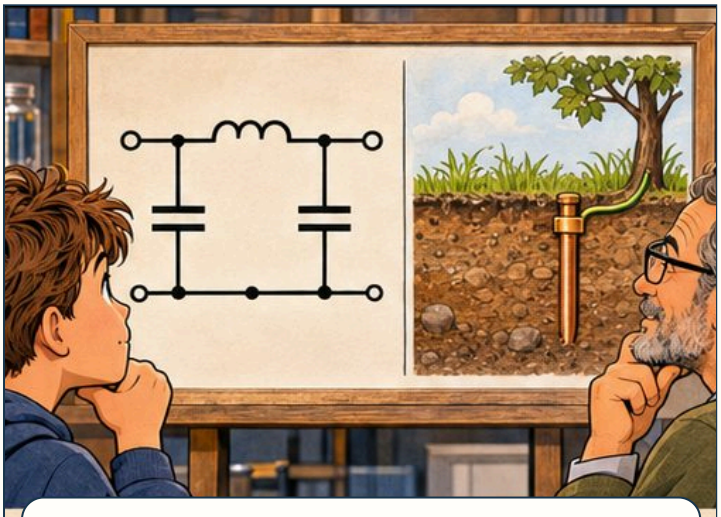
Il-massa tal-iskema



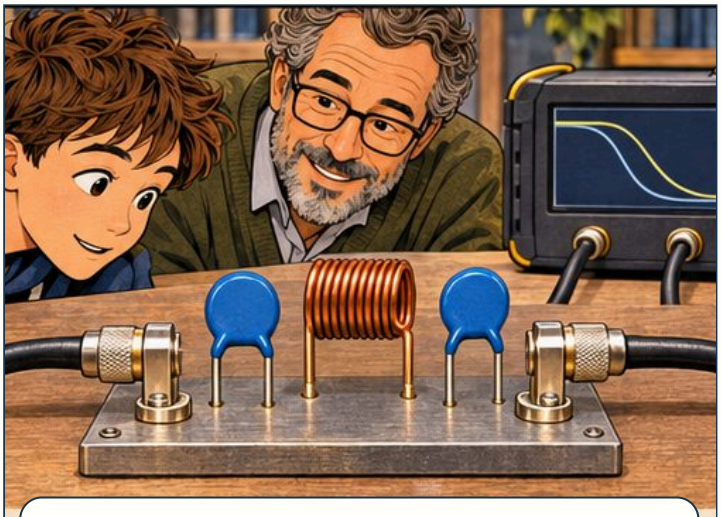
Iż-żewġ kondensaturi jaqsmu referenza elettrika komuni.



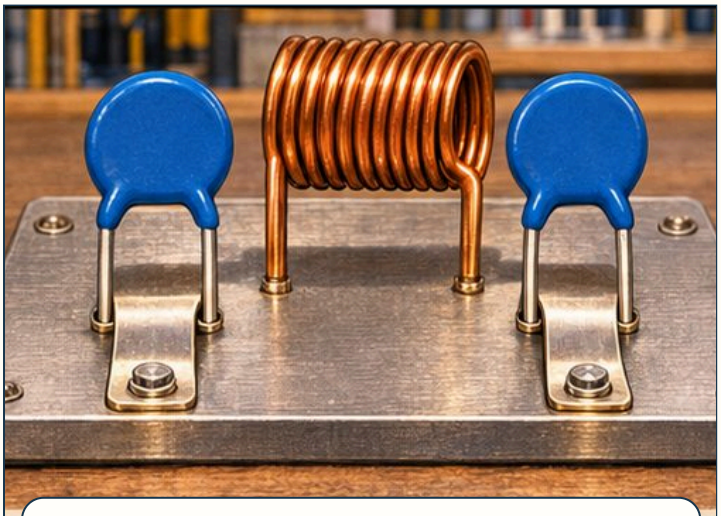
Is-simbolu tal-massa hawn jirrappreżenta din ir-referenza taċ-ċirkwit.



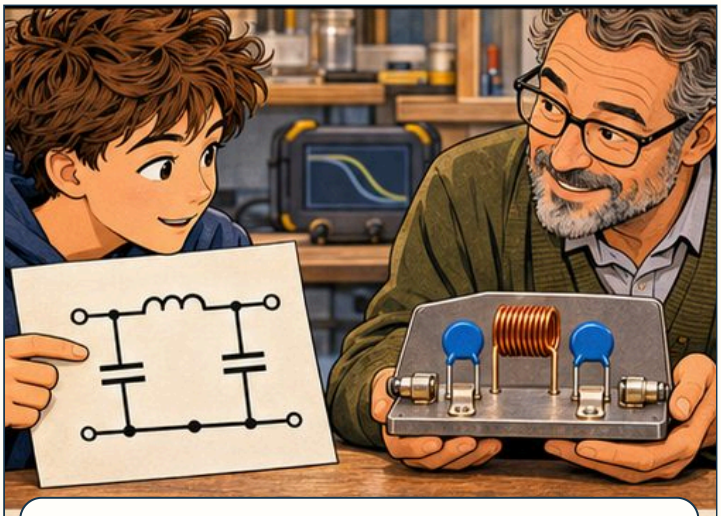
Ma jfissirx awtomatikament konnessjoni mal-art.



L-ilqugħ tal-kejbils koassjali jingħaqad ma' din il-massa skont l-iskema.

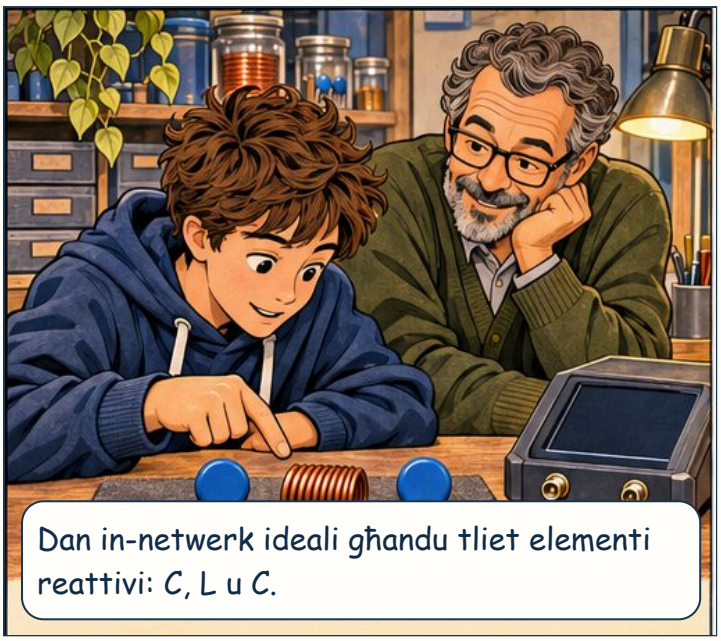


Konnessjoni qasira tillimita ċerti effetti parassitiċi.

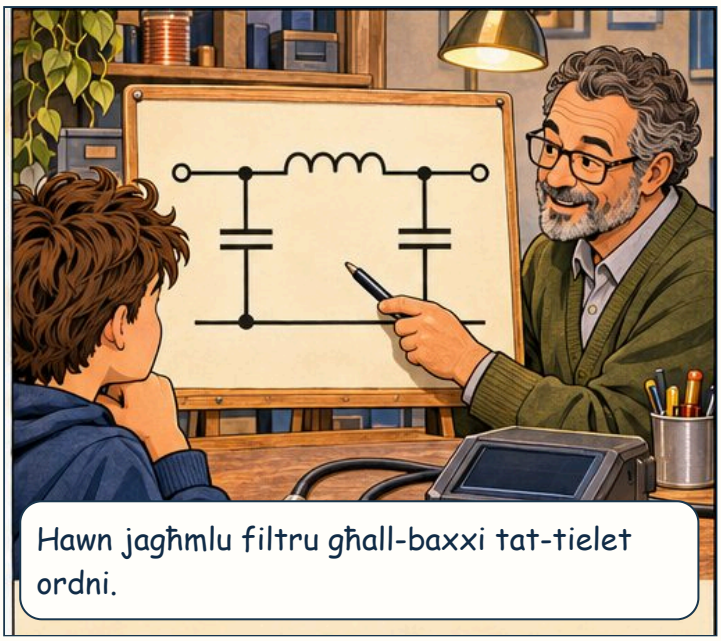


Iż-żagħżugħ jiddistingwi s-simbolu mir-realizzazzjoni konkreta tiegħu.

Tliet elementi u ordni



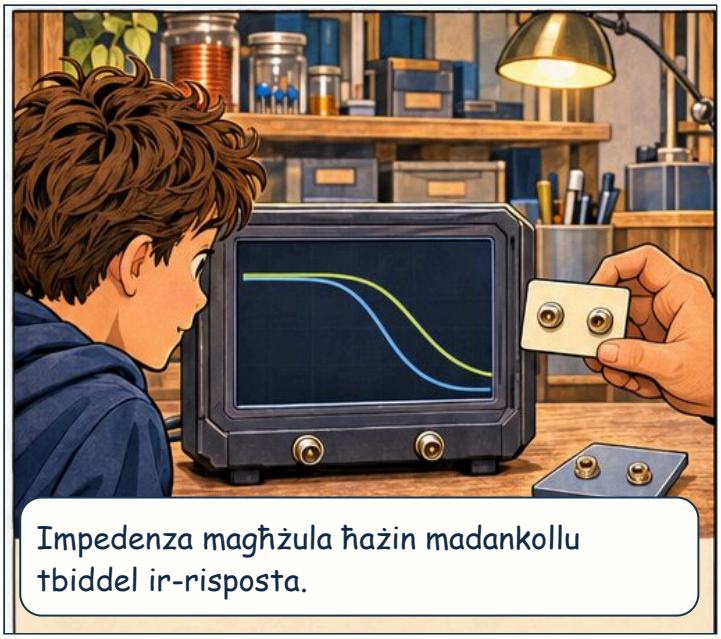
Dan in-netwerk ideali għandu tliet elementi reattivi: C, L u C.



Hawn jagħmlu filtru għall-baxxi tat-tielet ordni.



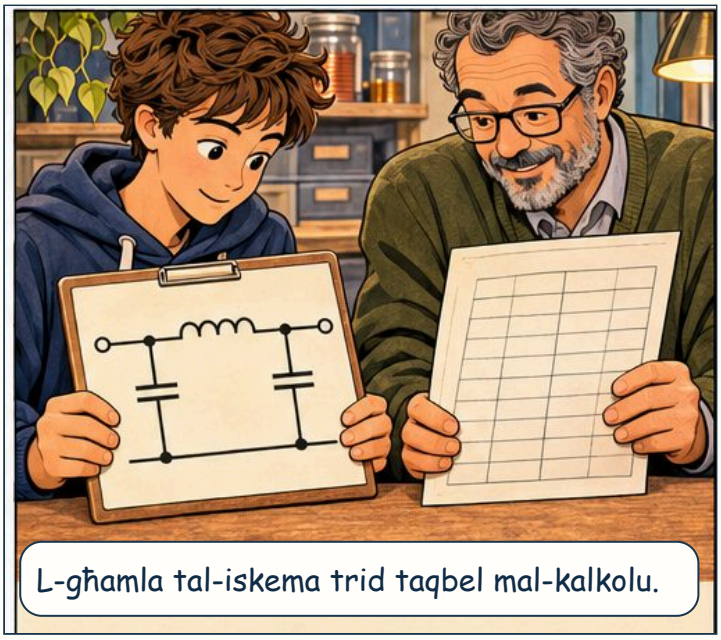
L-ordni jikkaratterizza fost oħrajn l-inklinazzjoni mbiegħda tal-mudell.



Impedenza magħżula ħażin madankollu tbiddel ir-risposta.



Iż-żieda każwali ta' komponenti ma toħloqx il-filtru mixtieq.

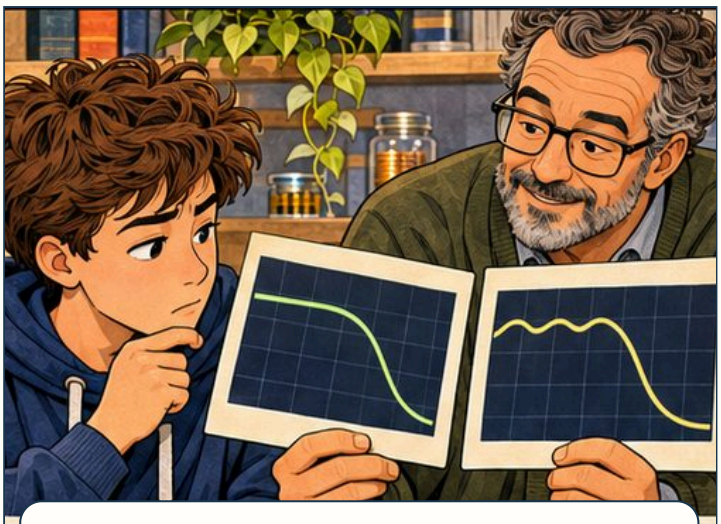


L-għamla tal-iskema trid taqbel mal-kalkolu.

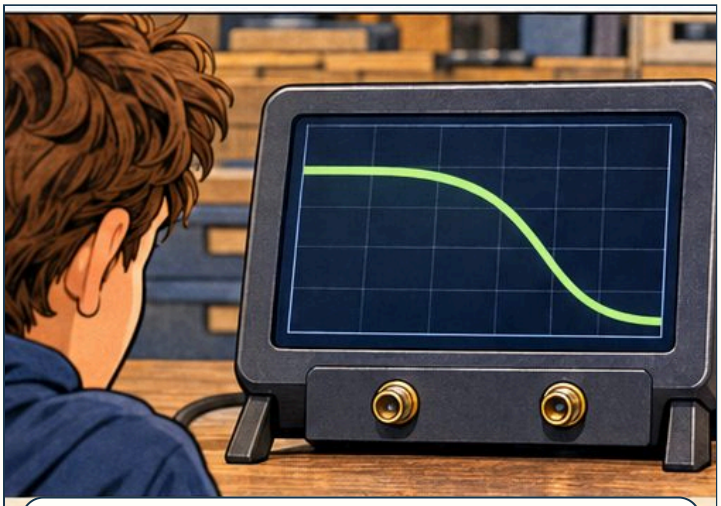
Għaliex Butterworth?



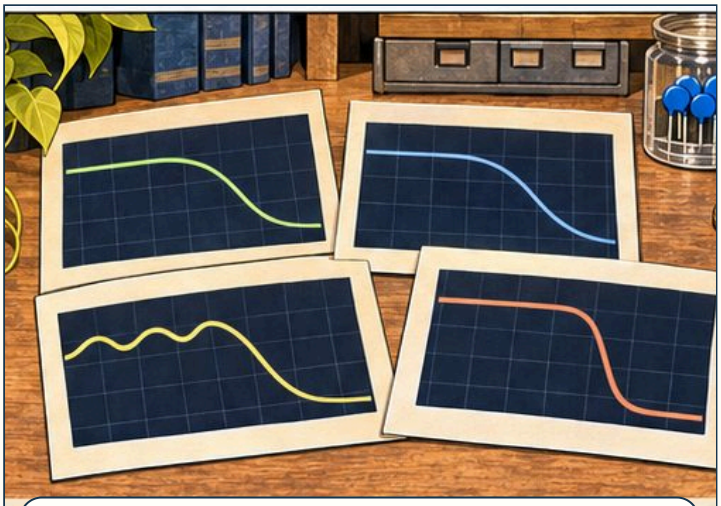
Ir-risposta Butterworth hi massimalment ċatta fil-medda li tgħaddi.



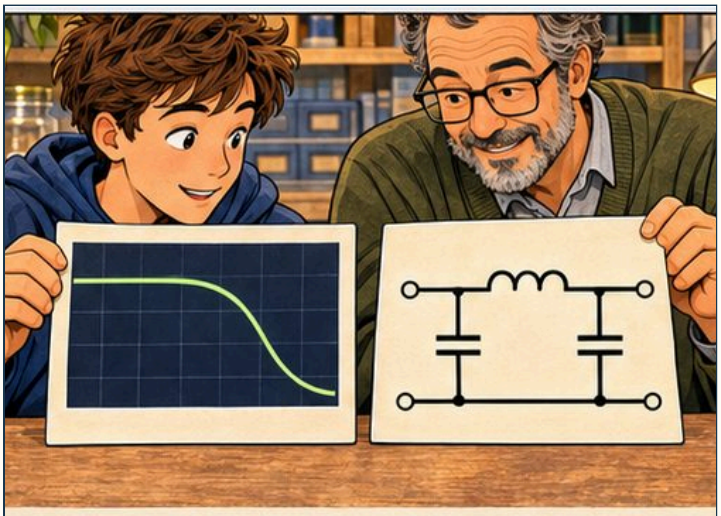
Il-mudell ideali ma jurix ondulazzjonijiet f'din il-medda.



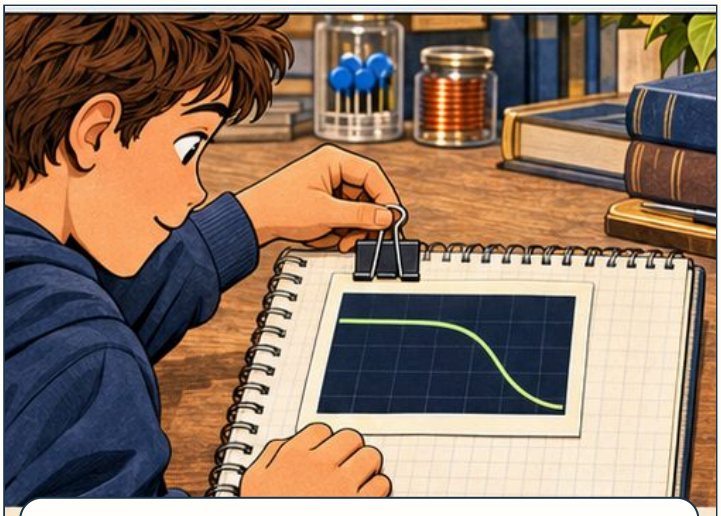
It-tranżizzjoni tibqa' gradwali, b'kurvatura karatteristika.



Risposti oħra jaċċettaw kompromessi differenti.



Jagħżlu din il-familja għal disinn inizjali ċar.



Għalhekk l-isem jgħid aktar minn sempliċement filtru għall-baxxi.

Prototip biex nibdew



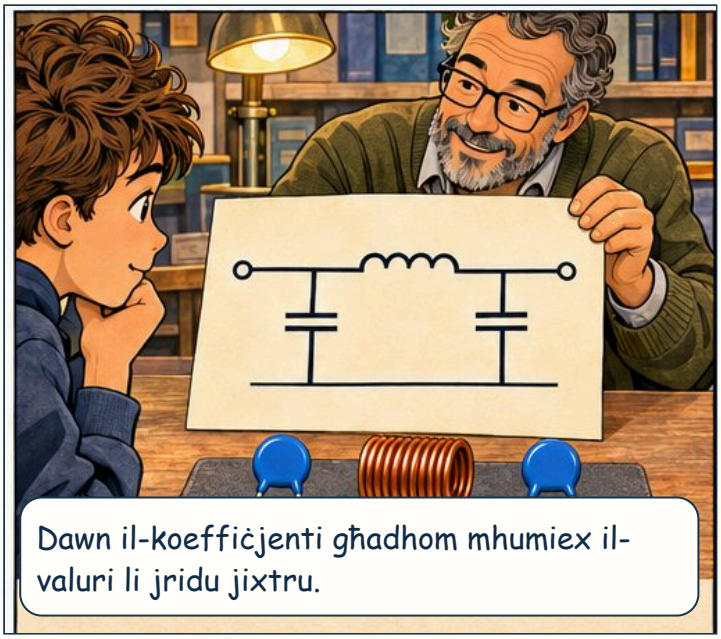
Prototip normalizzat jagħti l-koeffiċjenti tad-disinn.



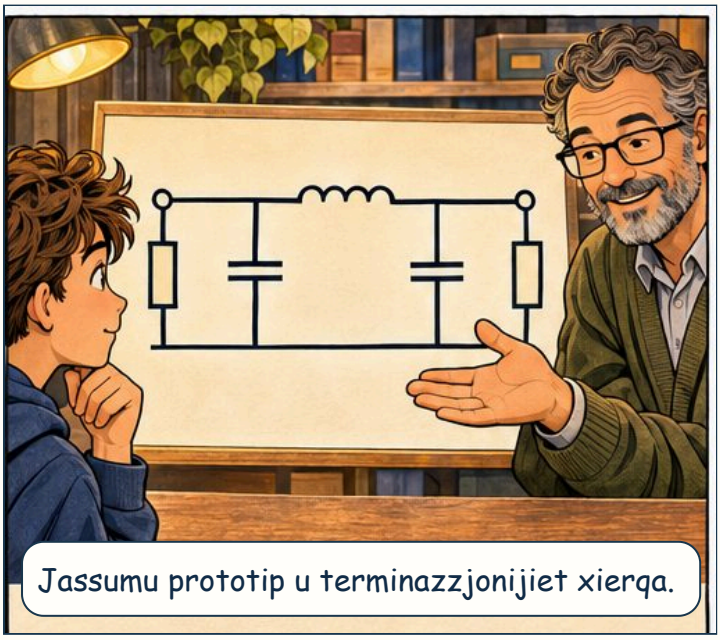
Għal dan il-Butterworth tat-tielet ordni huma 1, 2 u 1.



Jikkorrispondu, fl-ordni, għall-kondensatur, il-kolja u l-kondensatur.



Dawn il-koeffiċjenti għadhom mhumiex il-valuri li jridu jixtru.



Jassumu prototip u terminazzjonijiet xierqa.

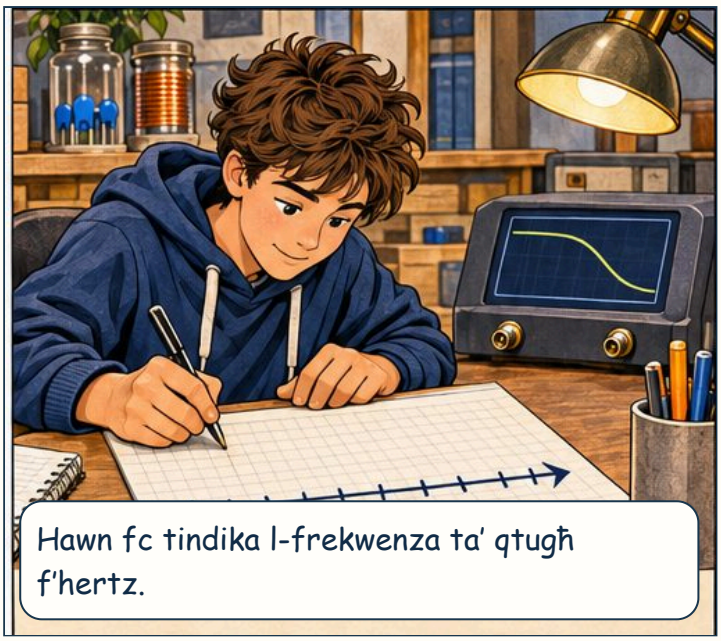


Għad iridu jistabbilixxu l-iskala tal-frekwenza u l-impedenza.

Nibdlu l-iskala



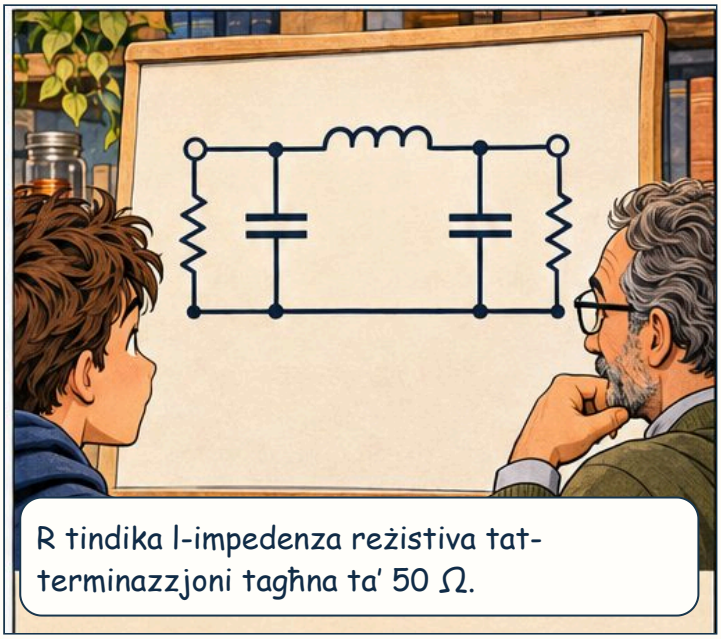
Il-frekwenza angolari tal-qtugħ hi ωc = 2πfc.



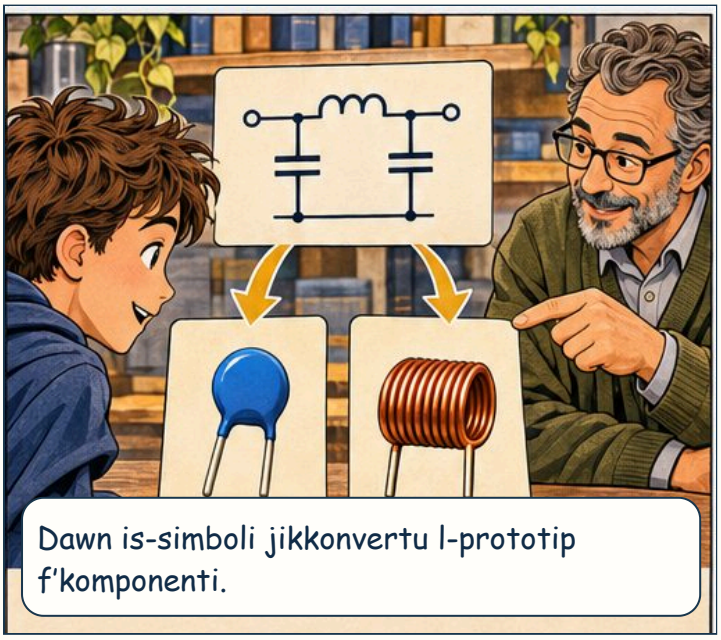
Hawn fc tindika l-frekwenza ta' qtugħ f'hertz.



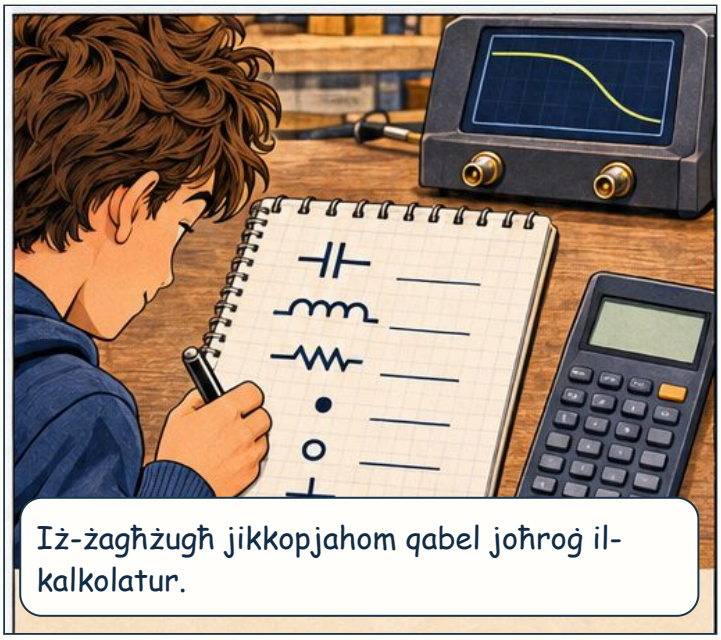
Il-frekwenza angolari ωc titkejjel f'radjanti kull sekonda.



R tindika l-impedenza reżistiva tat-terminazzjoni tagħna ta' 50 Ω.



Dawn is-simboli jikkonvertu l-prototip f'komponenti.

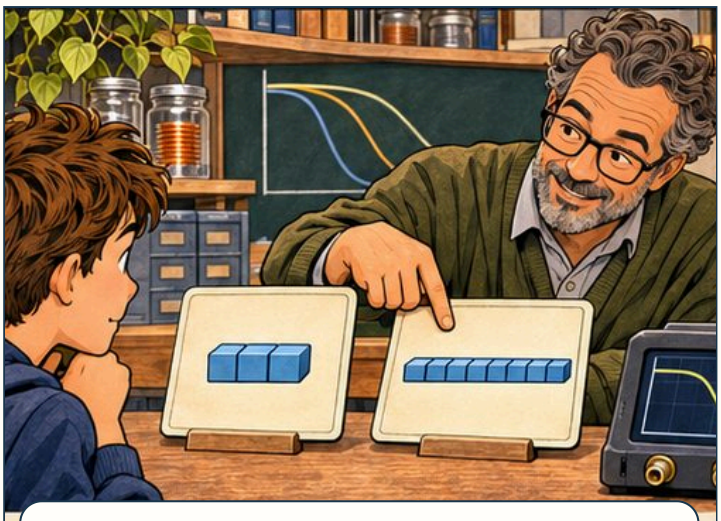


Iż-żagħżugħ jikkopjahom qabel joħroġ il-kalkolatur.

L-unitajiet qabel in-numri



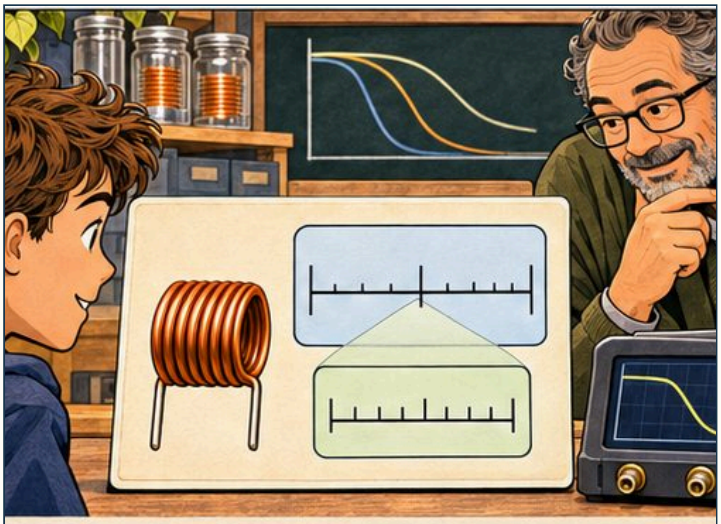
Megahertz wieħed hu miljun hertz.



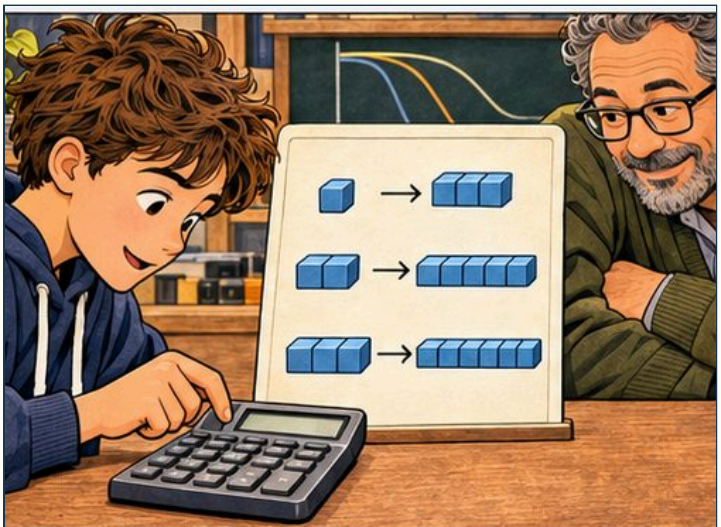
Għalhekk il-qtugħ ta' 10 MHz hu 10 000 000 Hz.



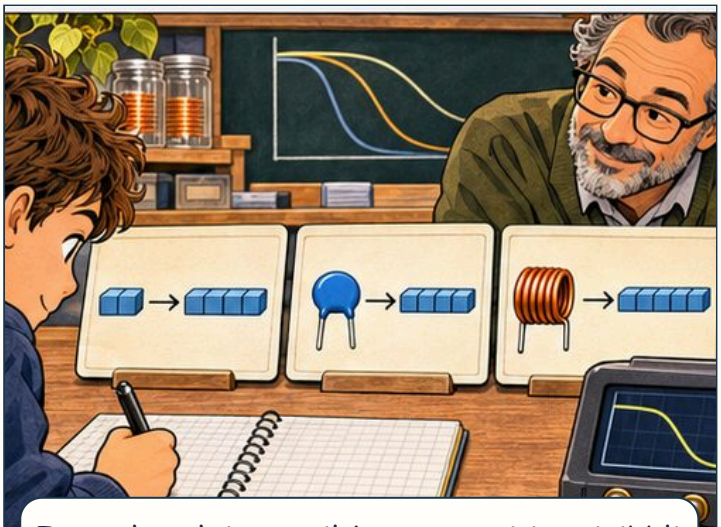
Picofarad wieħed hu 10^{-12} F.



Microhenry wieħed hu 10^{-6} H.

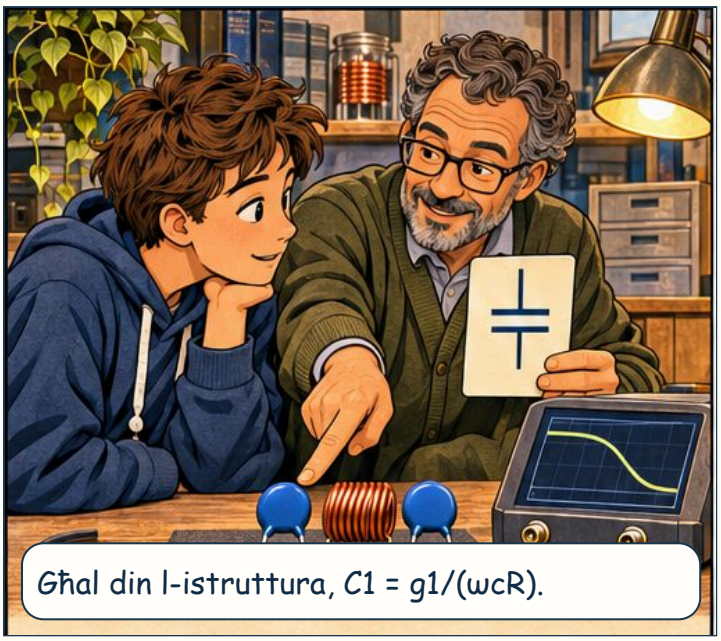


Il-formuli l-ewwel jużaw l-unitajiet bażiċi.

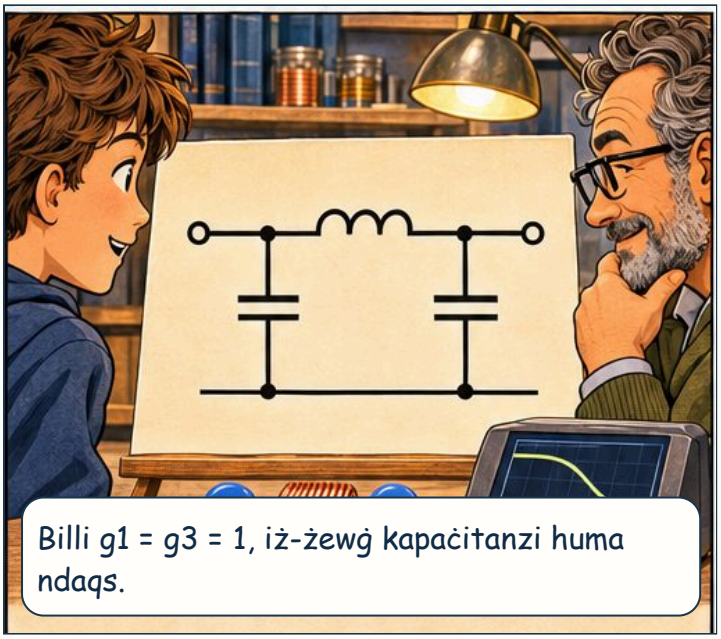


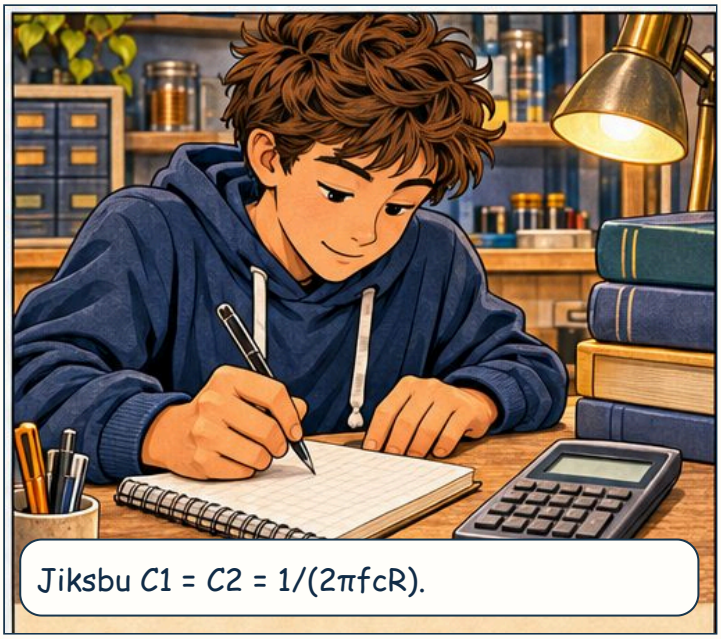
Iż-żagħżugħ iżomm il-konverżjonijiet viżibbli ħdejn il-kalkoli.

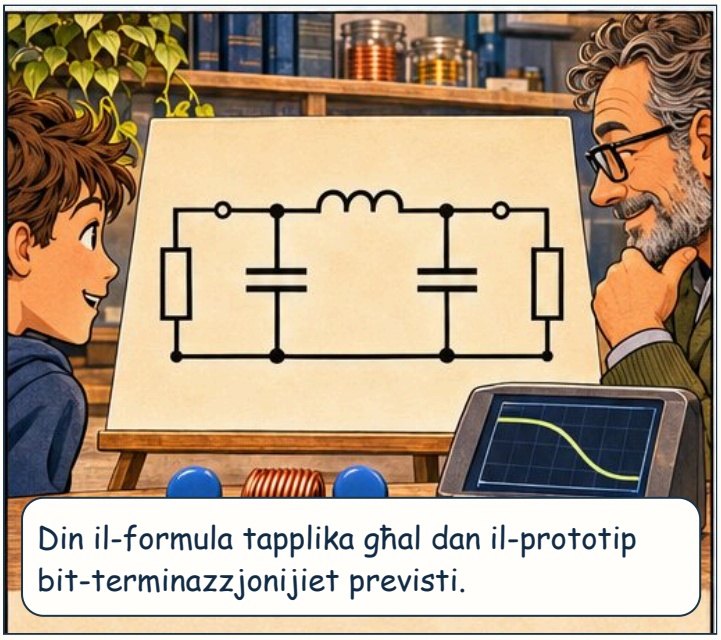
Il-formula tal-kondensaturi













Nikkalkulaw il-kapaċitanzi



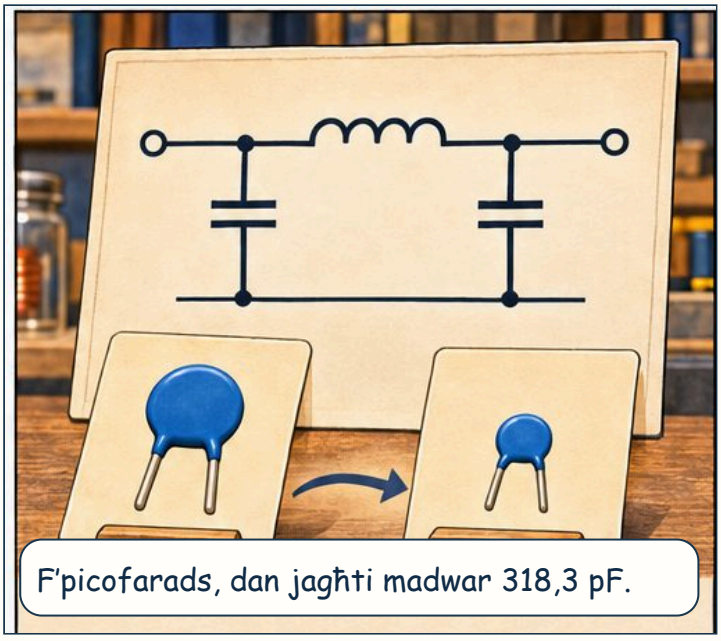
Jissostitwixxu fc b'10 000 000 Hz u R b'50 Ω.



Id-denominatur hu madwar 3,142 × 10^{9}.



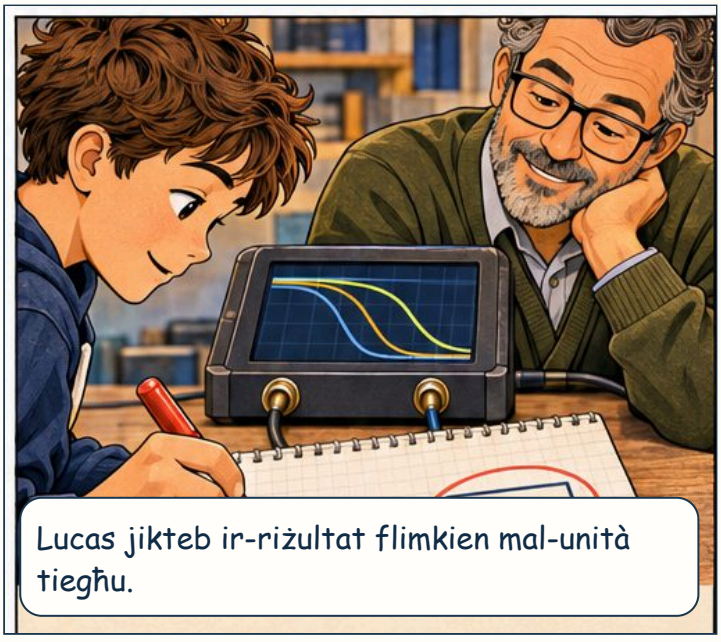
Kull kapaċitanza ideali hi madwar 3,183 × 10^{-10} F.



F'picofarads, dan jagħti madwar 318,3 pF.

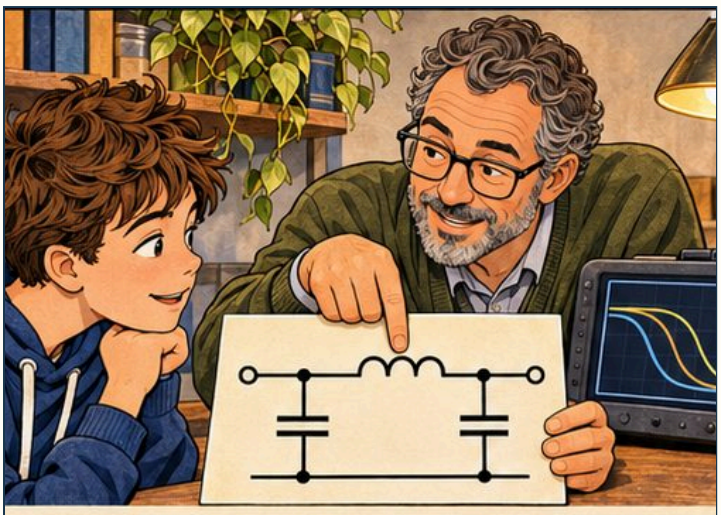


Iż-żewġ kondensaturi għalhekk ikollhom l-istess valur teoriku.



Lucas jikteb ir-riżultat flimkien mal-unità tiegħu.

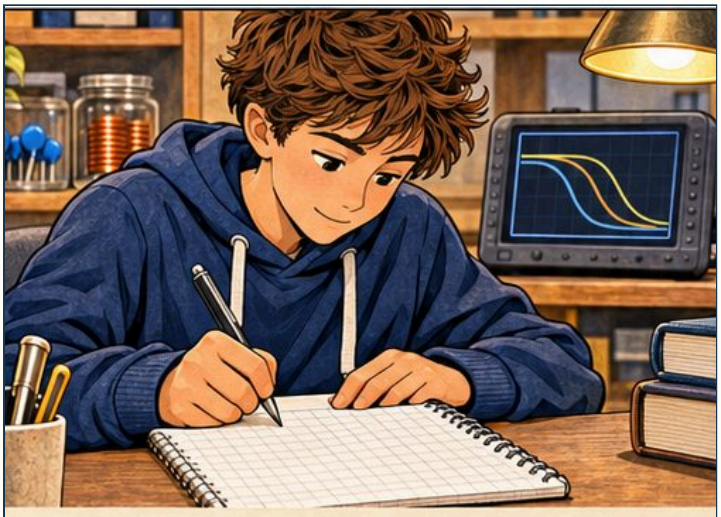
Il-formula tal-kolja



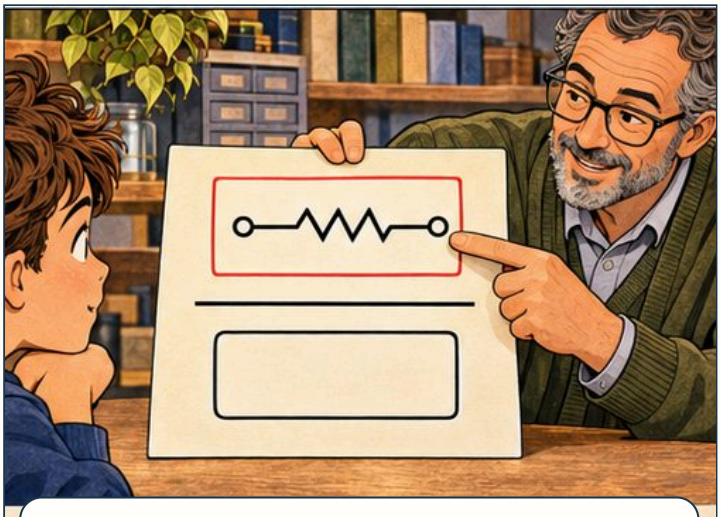
Għall-kolja f'serje, L = g2R/ωc.



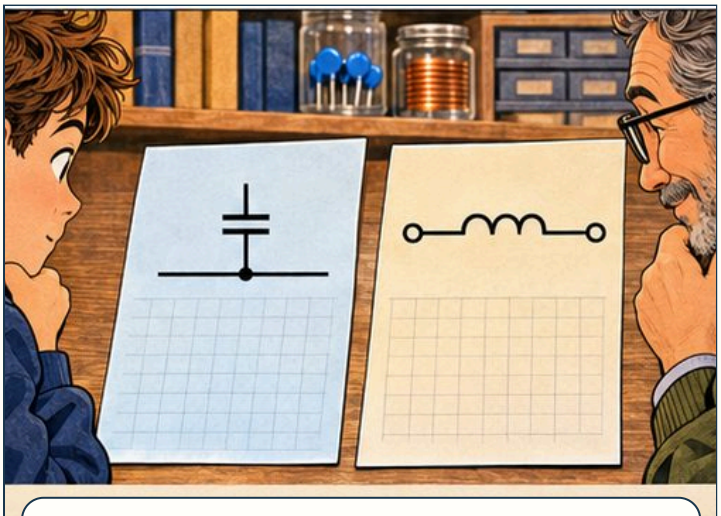
Il-koeffiċjent ċentrali hawn hu g2 = 2.



Għalhekk jiksbu L = 2R/(2πfc).



Din id-darba r-reżistenza tat-terminazzjoni tinsab fin-numeratur.



Iż-żagħżugħ iqabbel din il-formula ma' dik tal-kondensaturi.

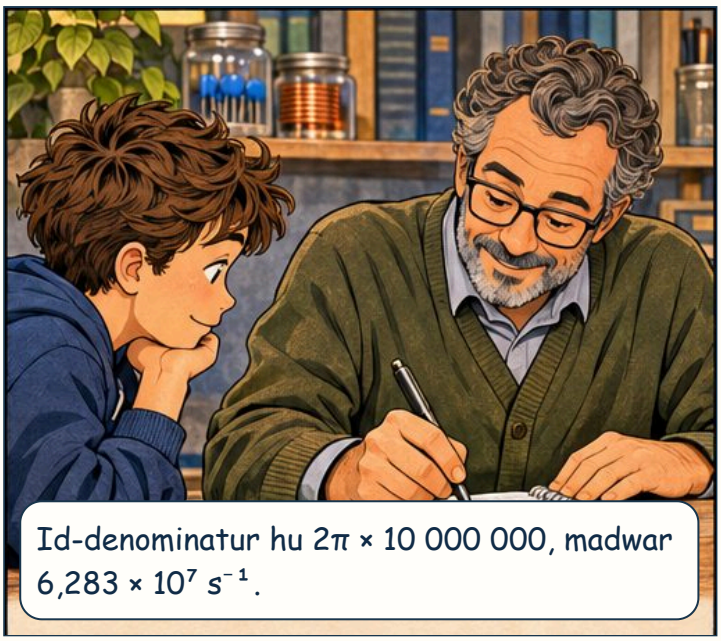


Xebh fid-dehra ma jeħlisx mill-ħtieġa li terġa' taqra.

Nikkalkulaw l-induttanza



In-numeratur hu 2 × 50, jiġifieri 100 Ω.



Id-denominatur hu 2π × 10 000 000, madwar $6{,}283 \times 10^{7}\ s^{-1}$.



Il-kalkolu jagħti madwar $1{,}592 \times 10^{-6}$ H.



Il-kolja ideali għalhekk ikollha induttanza ta' madwar 1,59 μH.



Jiġbru t-tliet riżultati fuq l-istess skema.



Il-proġett issa għandu l-ewwel definizzjoni sħiħa.

L-iżball tal-miljun



Iż-żagħżugħ imbagħad jipprova jerġa' jdaħħal il-kalkolu malajr.



Idaħħal 10 minflok 10 000 000.



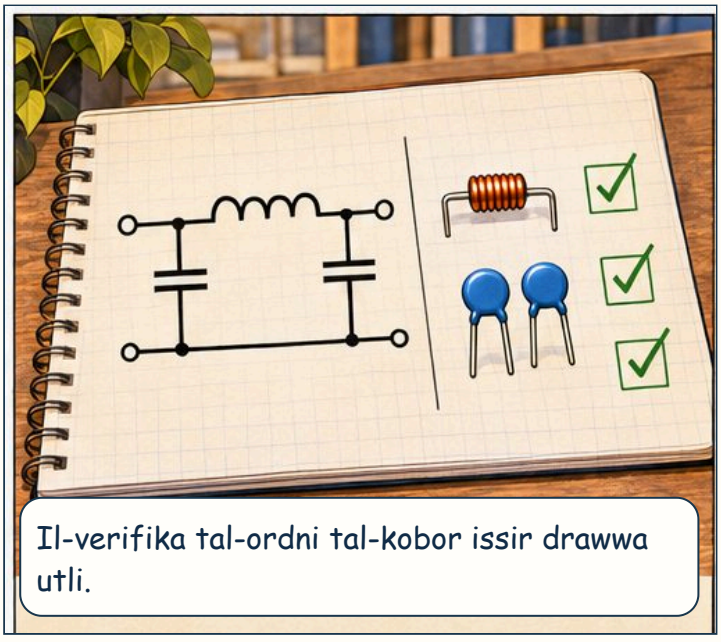
Ir-riżultat isir miljun darba kbir wisq.



Il-paragun mal-komponenti mistennija juri l-problema minnufih.



Jikkoreġi l-input u jerġa' jagħmel il-kalkolu separatament.

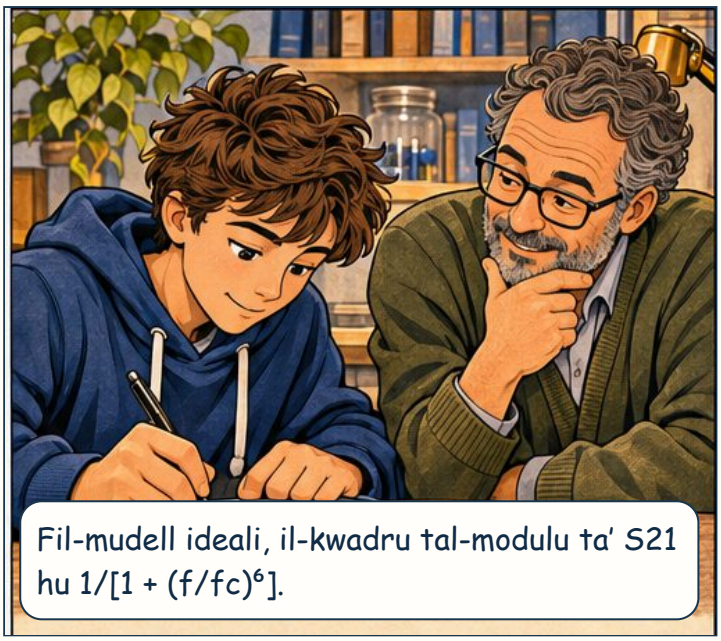


Il-verifika tal-ordni tal-kobor issir drawwa utli.

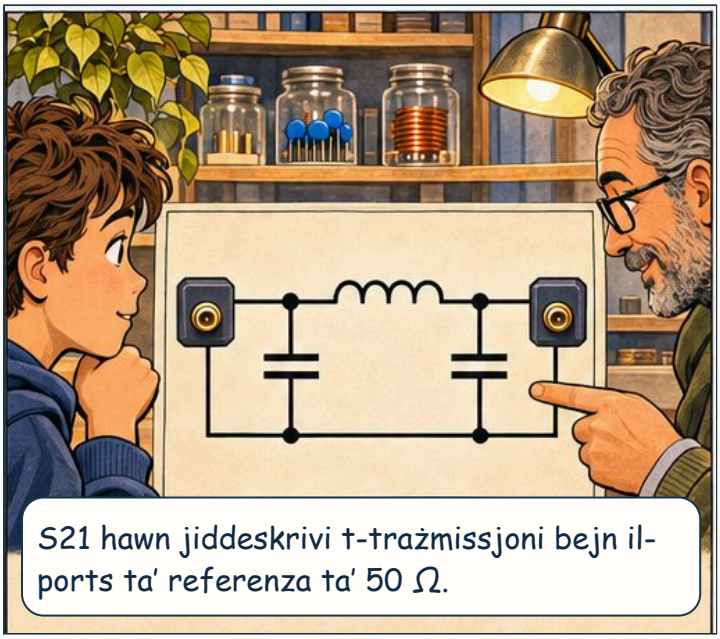
Inbassru kurva sħiħa



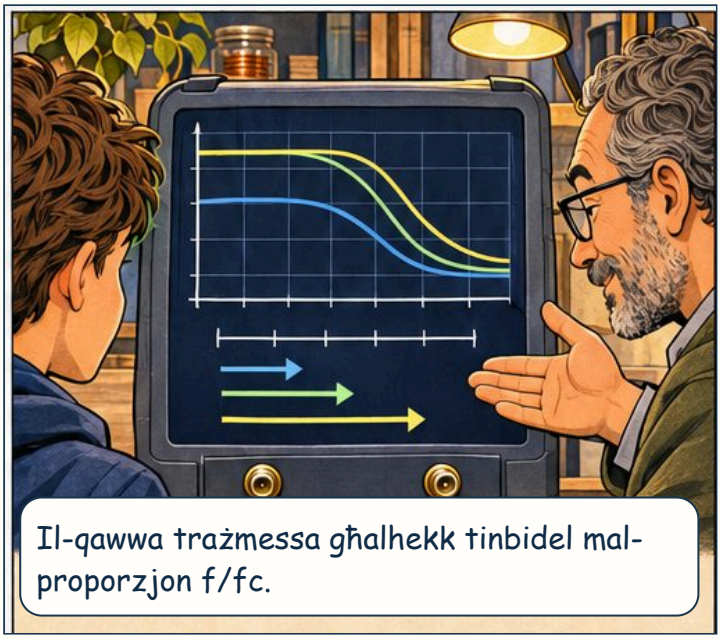
Tliet valuri għadhom ma jiddeskrivux ir-risposta kollha.



Fil-mudell ideali, il-kwadru tal-modulu ta' S21 hu $1/[1 + (f/fc)^6]$.



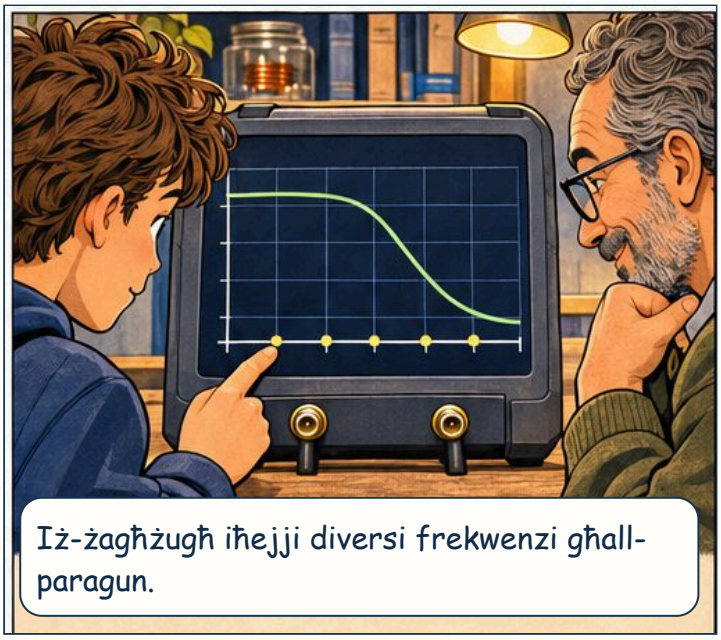
S21 hawn jiddeskrivi t-trażmissjoni bejn il-ports ta' referenza ta' 50 Ω.



Il-qawwa trażmessa għalhekk tinbidel mal-proporzjon f/fc.



Il-kurva teorika sservi ta' referenza qabel il-kejl.



Iż-żagħżugħ iħejji diversi frekwenzi għall-paragun.

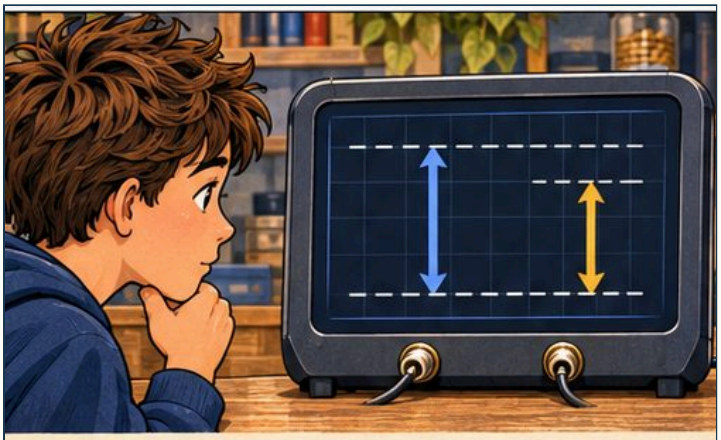
Xi jfissru tliet decibels negattivi?



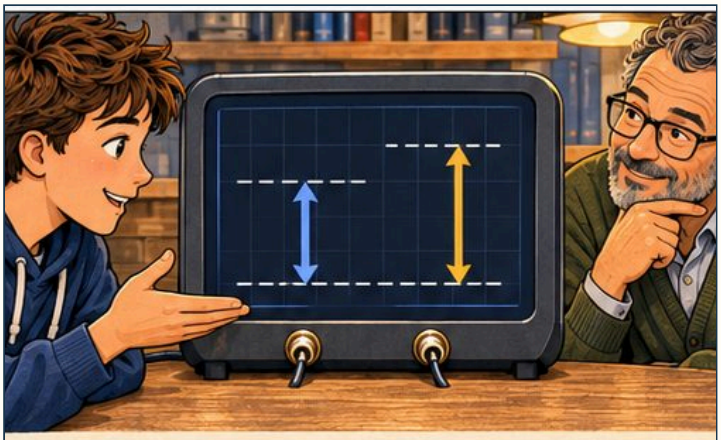
Meta f = fc, il-proporzjon ideali tal-qawwa trażmessa hu 1/2.



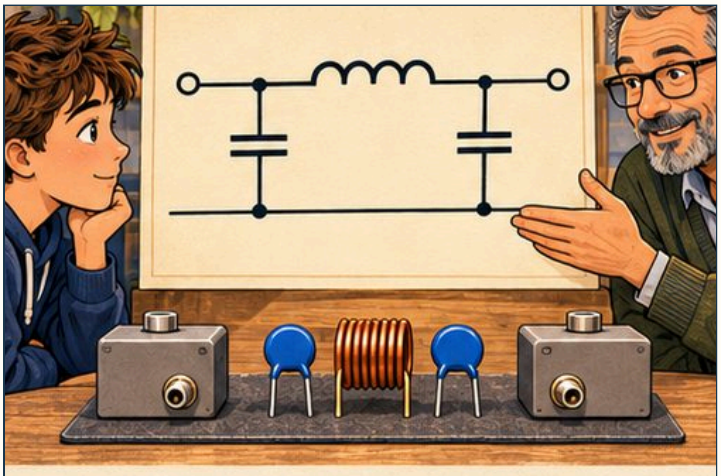
F'decibels, 10 log10(1/2) jagħti madwar −3,01 dB.



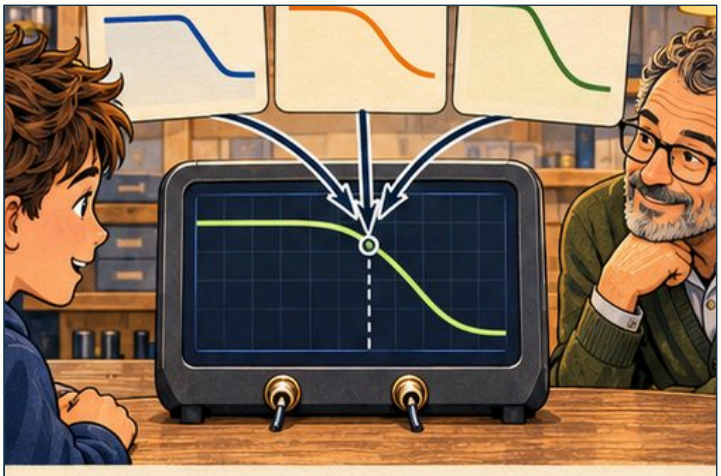
Il-modulu ta' S21 imbagħad hu madwar 0,707.



Din l-amplitudni għalhekk mhix nofs.



Il-kalkolu juża r-referenzi xierqa ta' 50 Ω.

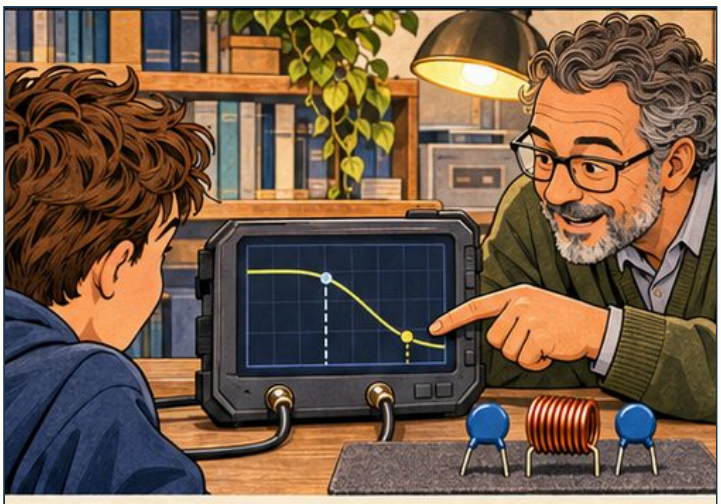


Iż-żagħżugħ jgħaqqad tliet kitbiet tal-istess punt tal-kurva.

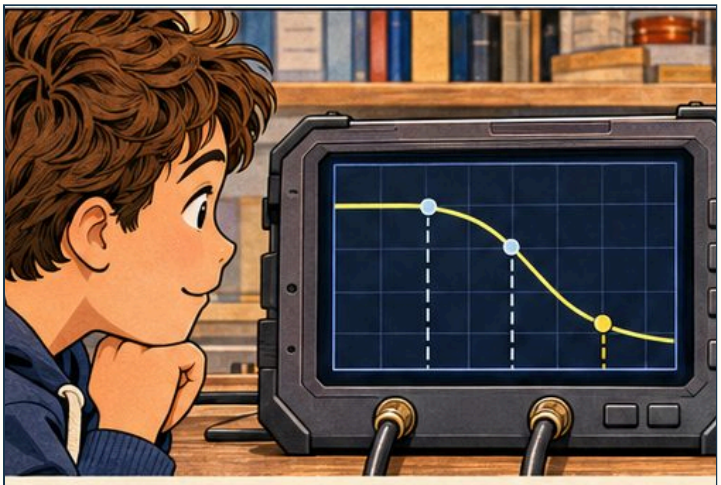
Lil hinn mill-qtugħ



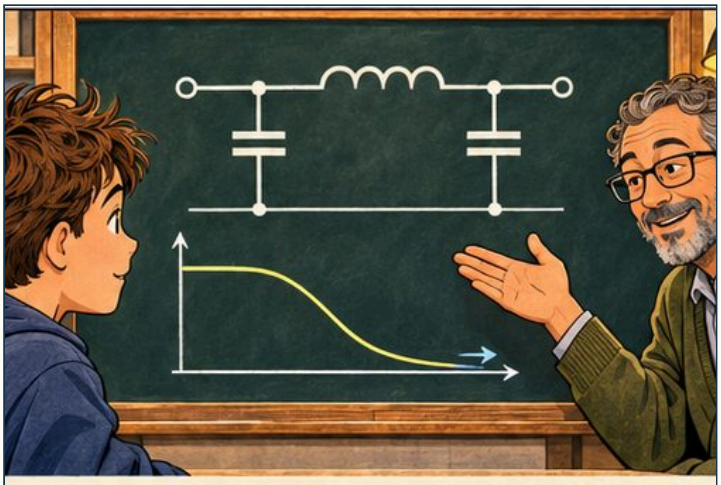
F'20 MHz, f/fc hu 2.



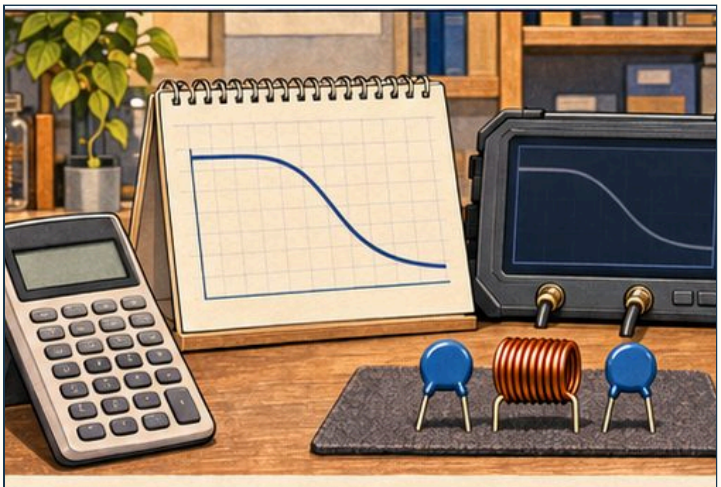
It-trażmissjoni ideali ssir madwar −18,13 dB.



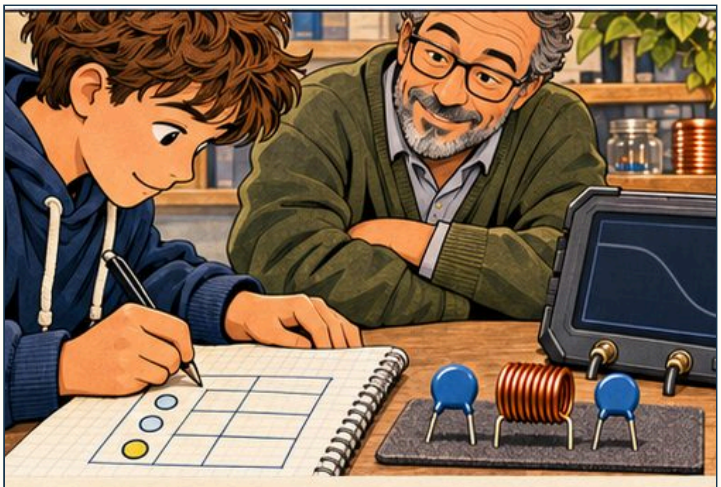
F'30 MHz, f/fc hu 3: madwar −28,63 dB.



L-attenwament jiżdied, iżda jibqa' finit.

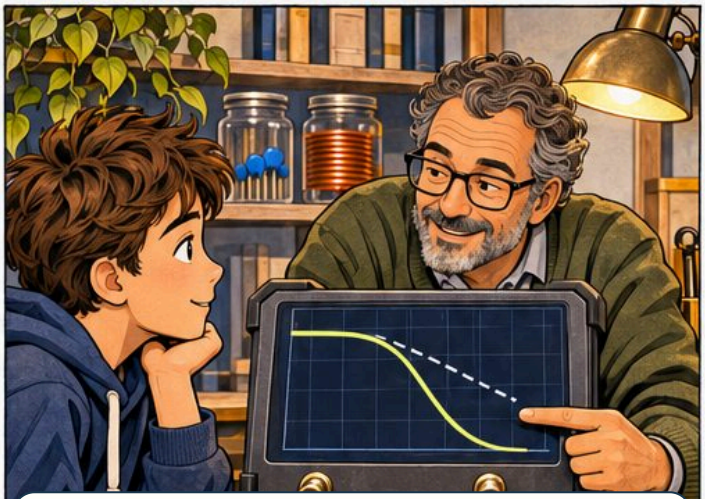


Dawn in-numri huma kkalkulati, mhux imkejla fuq iċ-ċirkwit.

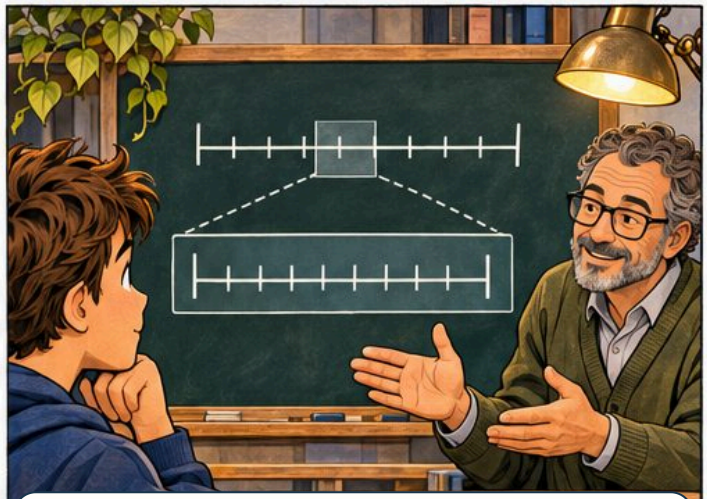


Iż-żagħżugħ ipoġġihom fil-kolonna tat-tbassir.

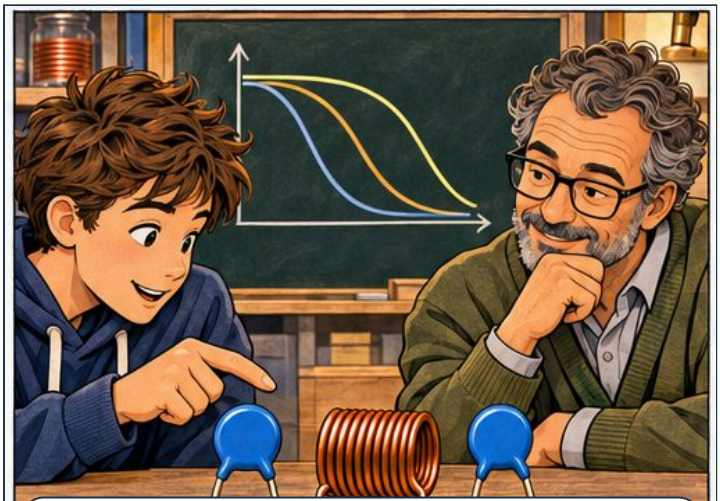
L-inklinazzjoni mhix wegħda



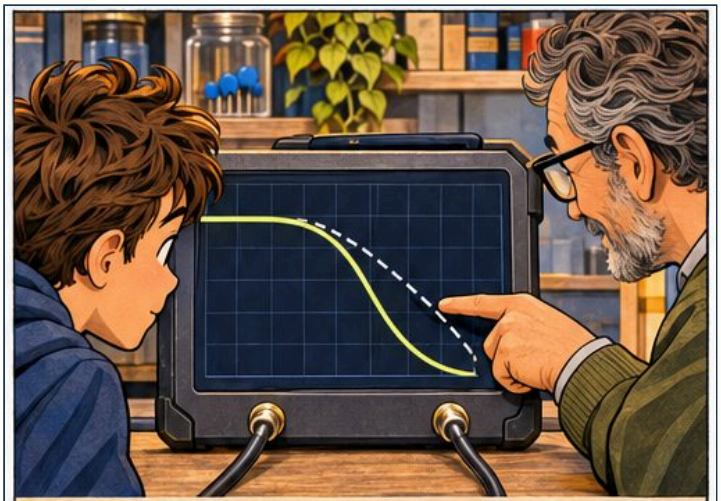
'Il bogħod mill-qtugħ, l-attenwament ideali jersaq lejn 60 dB kull deċennju.



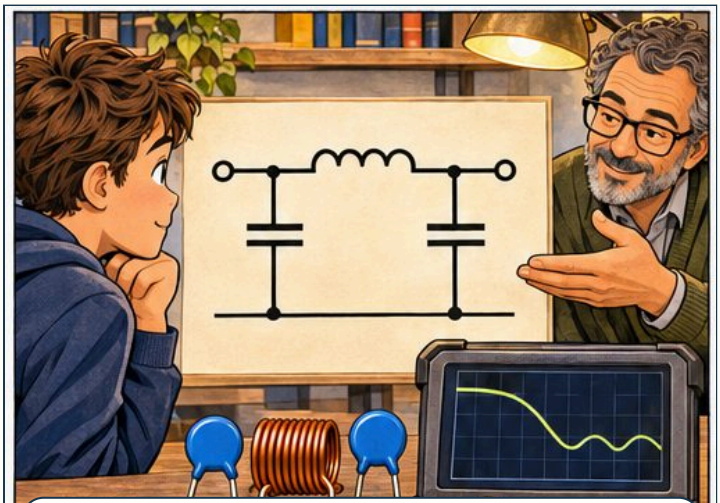
Deċennju jfisser frekwenza mmultiplikata b'għaxra.



Din l-inklinazzjoni asintotika tappartjeni lill-mudell tat-tielet ordni.



Qrib il-qtugħ, il-kurva mhix linja dritta.

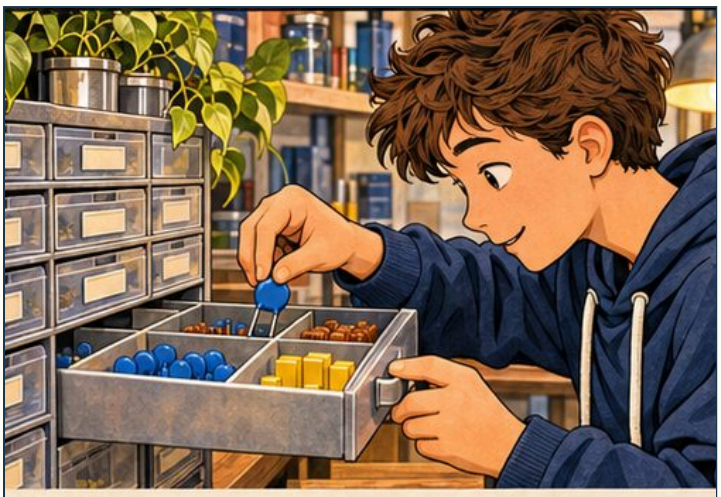


Il-komponenti reali jillimitaw ukoll din l-evoluzzjoni.

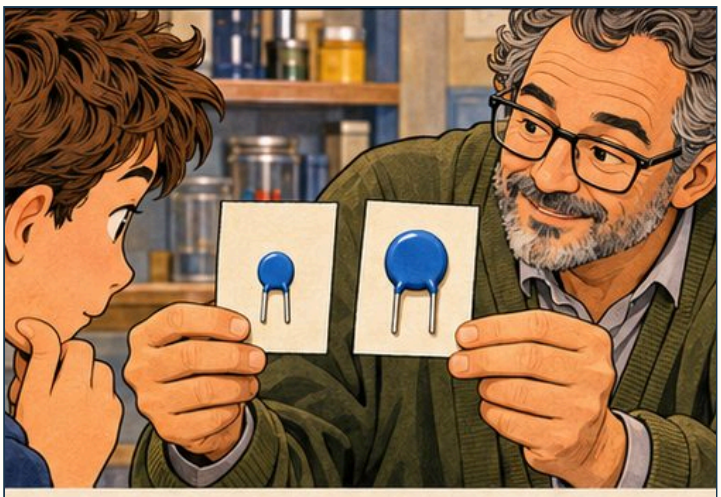


Iż-żagħżugħ ma jestendix regola lil hinn mill-kundizzjonijiet tagħha.

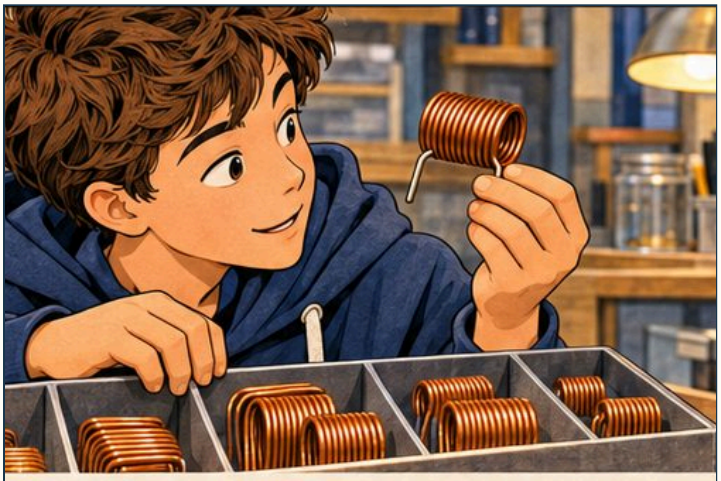
Il-valuri li nsibu



Il-kexxun mhux bilfors fih kondensaturi ta' 318,3 pF.



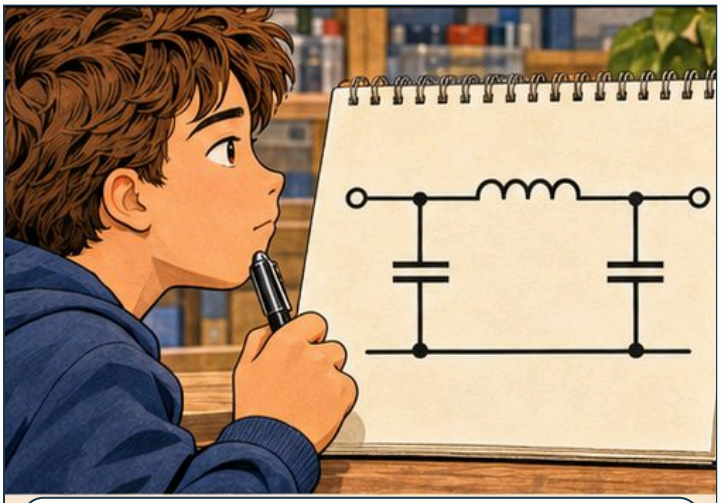
Valur komuni ta' 330 pF mhuwiex identiku.



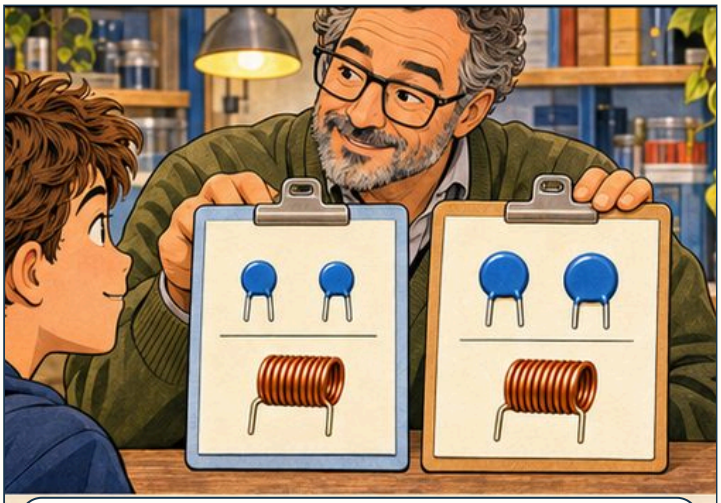
Kolja ta' 1,6 µH toqrob il-valur ikkalkulat.



L-għażla tagħhom titlob kalkolu mill-ġdid jew simulazzjoni tar-risposta.

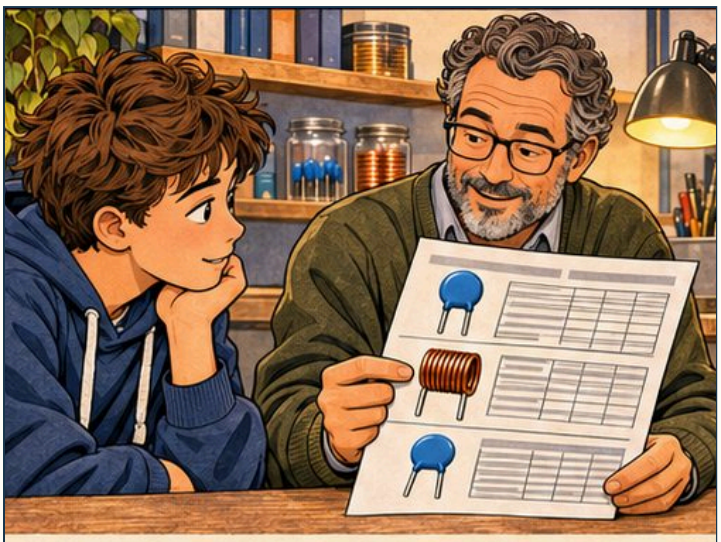


Iċ-ċirkwit ma jistax jissejjaħ awtomatikament eżattament 10 MHz.



Iż-żagħżugħ iżomm separati l-valuri ideali u dawk magħżula.

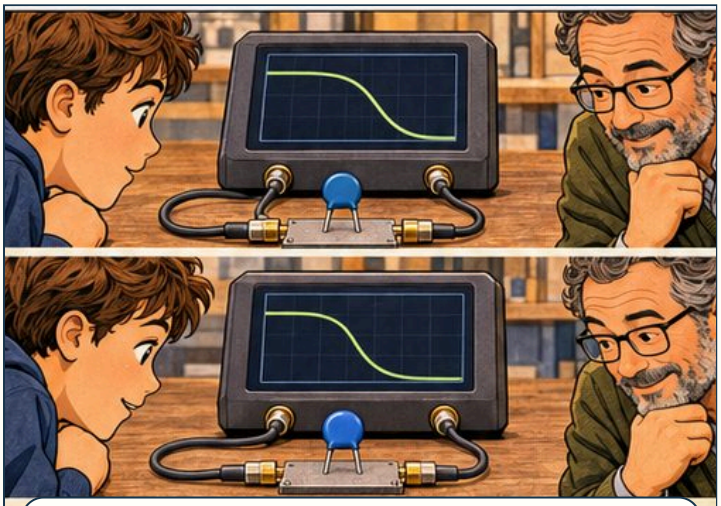
Kull biċċa għandha tolleranza



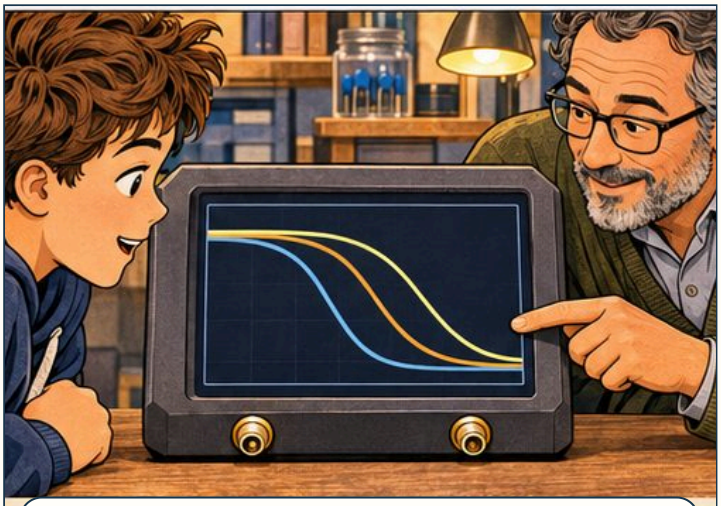
Valur nominali mhuwiex valur eżatt garantit.



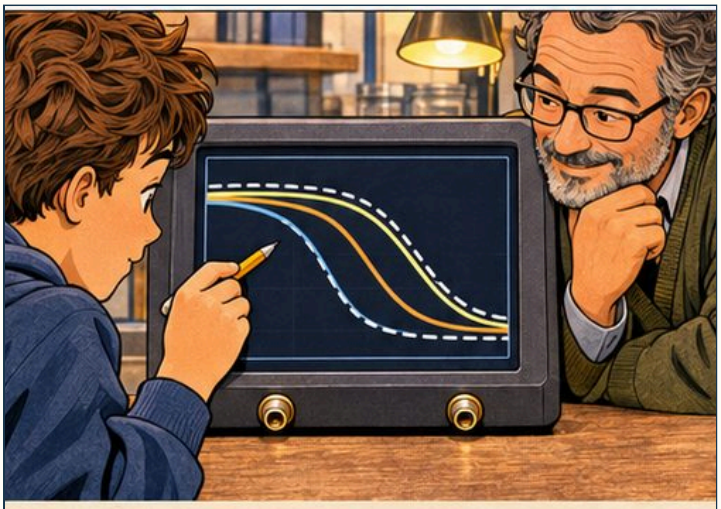
It-tolleranzi tal-kondensaturi u tal-kolja huma importanti.



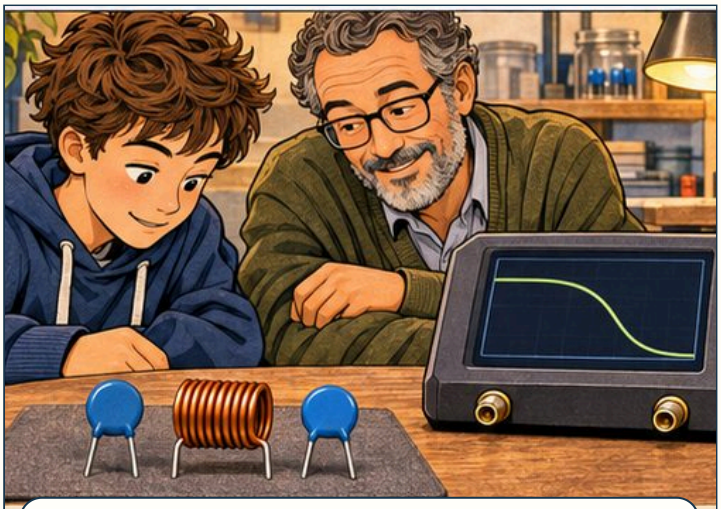
Żewġ komponenti bl-istess marka jistgħu jvarjaw ftit.



Simulazzjoni tista' tesplora diversi kombinazzjonijiet ta' valuri.



Tgħin tbassar firxa ta' risposti possibbli.



Il-kejl imbagħad jeżamina l-biċċiet li tassew jintużaw.

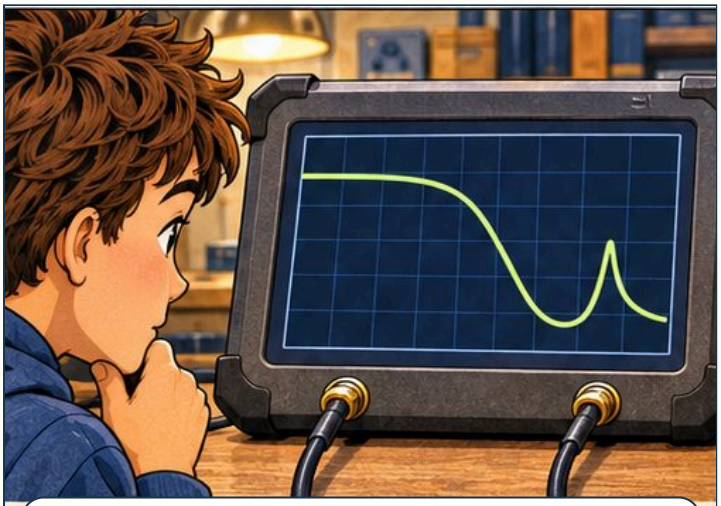
Il-komponenti mħbija



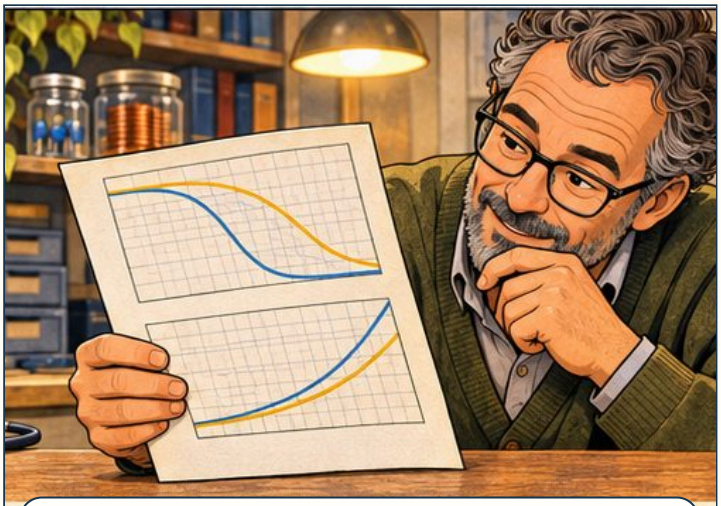
Kolja reali għandha wkoll reżistenza u kapaċitanza parassitika.



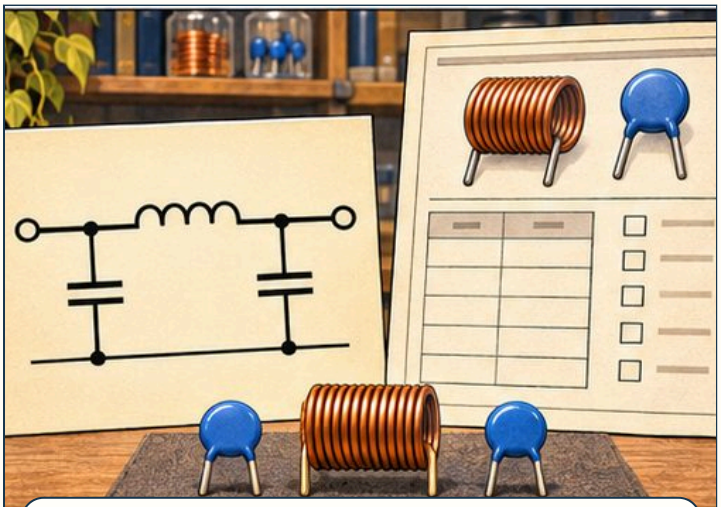
Kondensatur għandu, fost oħrajn, telf u induttanza parassitika.



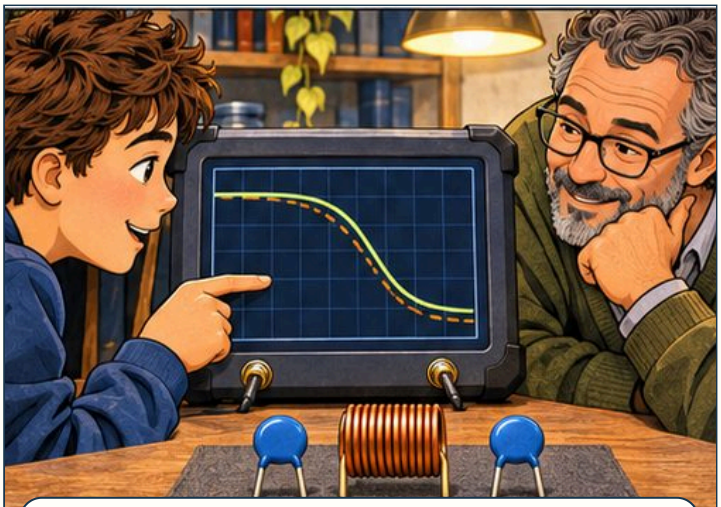
Il-komportament tagħhom jinbidel qrib ċerti reżonanzi.



L-iskedi tekniċi juru limiti li jridu jiġu eżaminati.



Għalhekk il-valur f'picofarads jew microhenrys mhux biżżejjed.

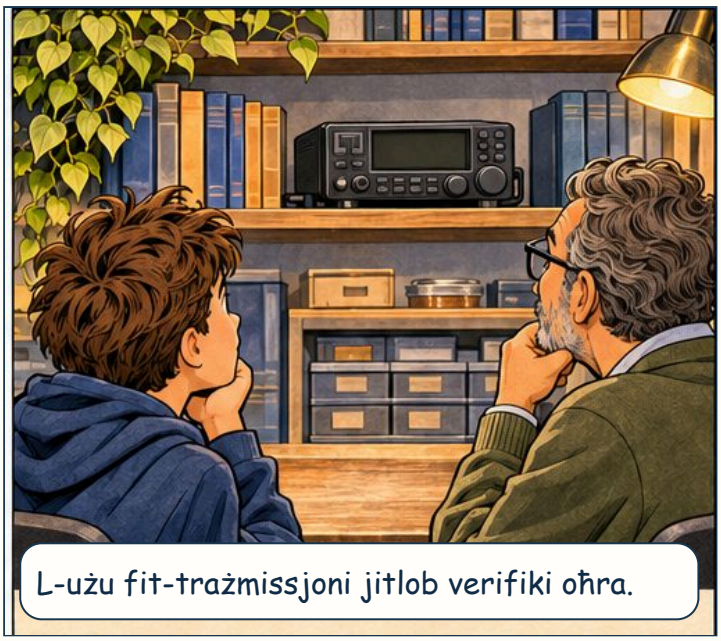


Iż-żagħżugħ jitgħallem jaqra lil hinn mill-ewwel linja.

Bank ma jikkwalifikax trasmettitur



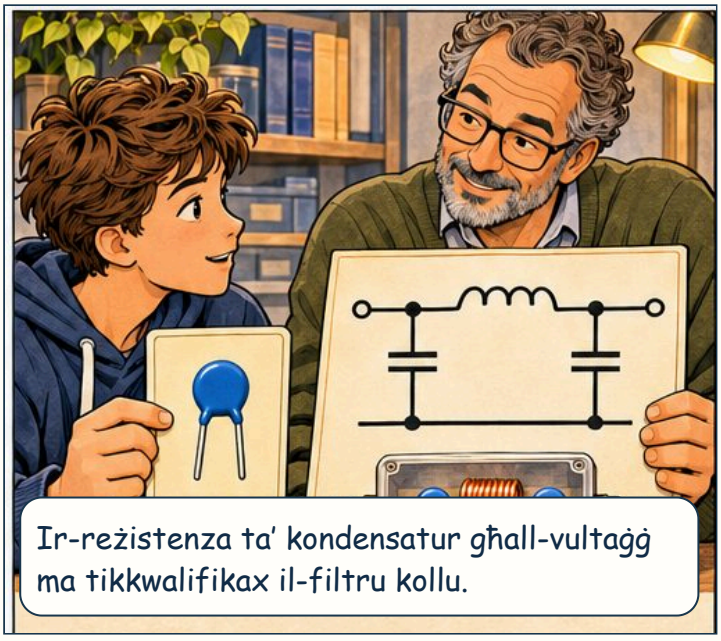
Id-dimostratur jirċievi biss is-sinjal dgħajjef previst mill-analizzatur.



L-użu fit-trażmissjoni jitlob verifiki oħra.



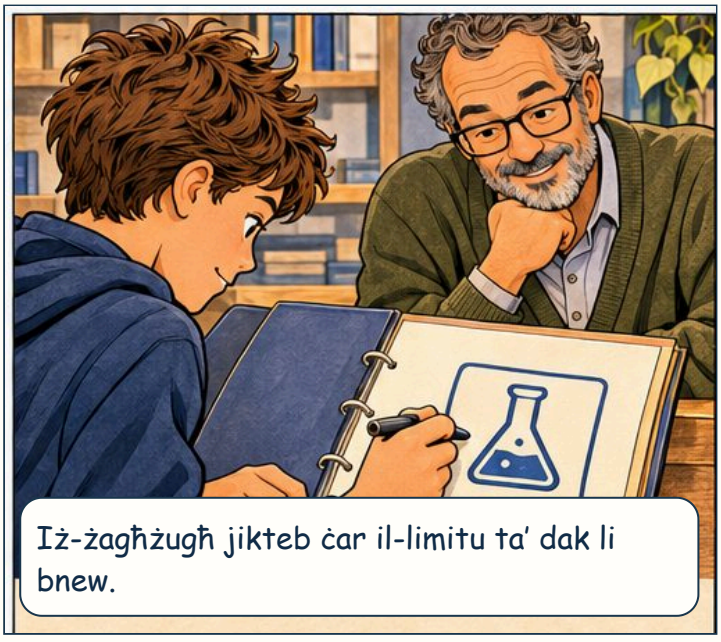
Ikunu jridu jiġu studjati vultaġġi, kurrenti, tisħin u qawwa permissibbli.



Ir-reżistenza ta' kondensatur għall-vultaġġ ma tikkwalifikax il-filtru kollu.

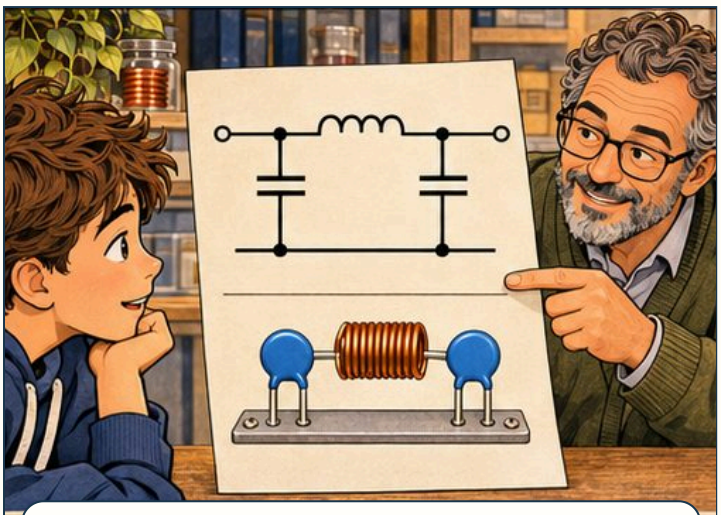


Dan il-workshop ma jinkludix provi ta' qawwa.

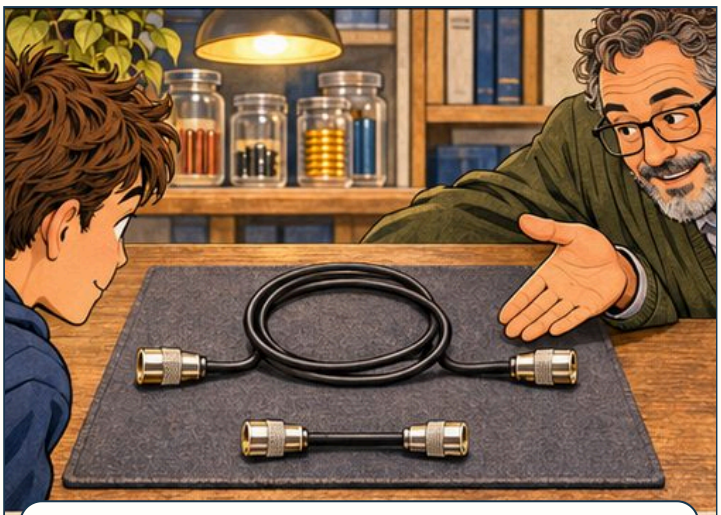


Iż-żagħżugħ jikteb ċar il-limitu ta' dak li bnew.

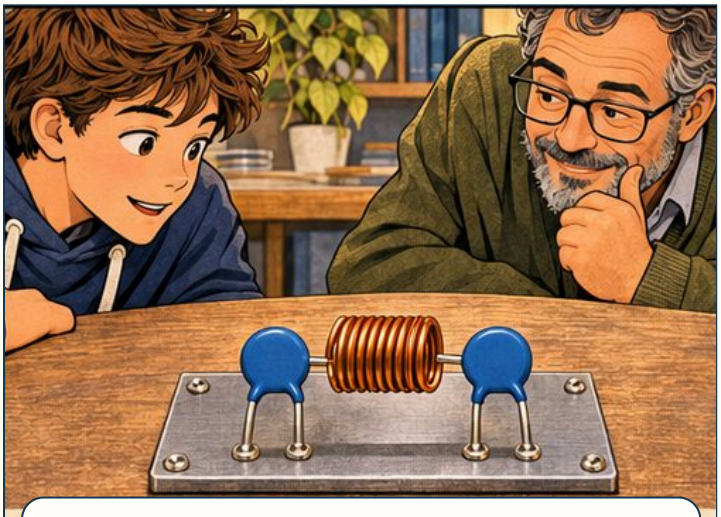
Inpinġu t-tqassim



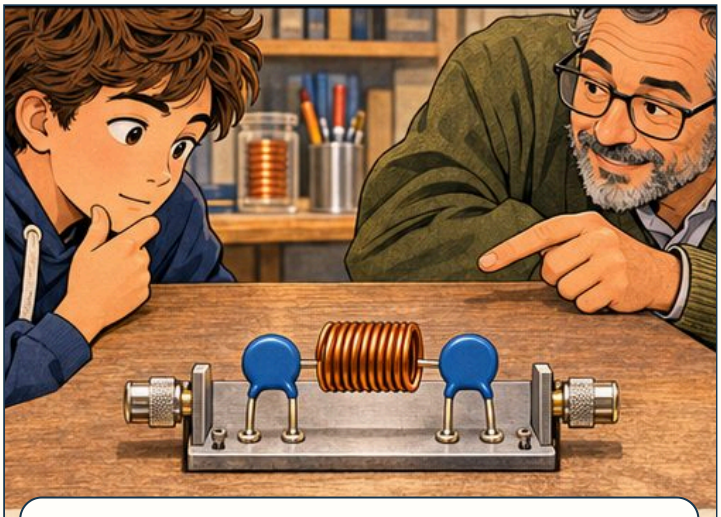
L-iskema turi l-konnessjonijiet, iżda mhux il-ġeometrija kollha tagħhom.



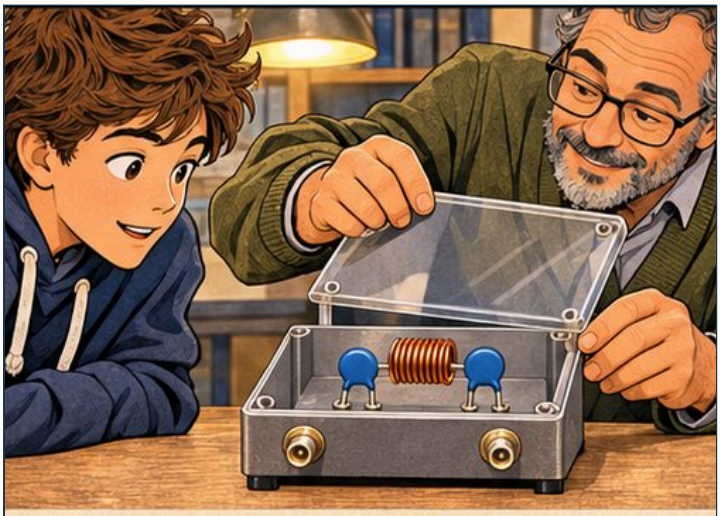
F'dawn il-frekwenzi, it-tul tal-konnessjonijiet u t-tqassim jistgħu jgħoddu.



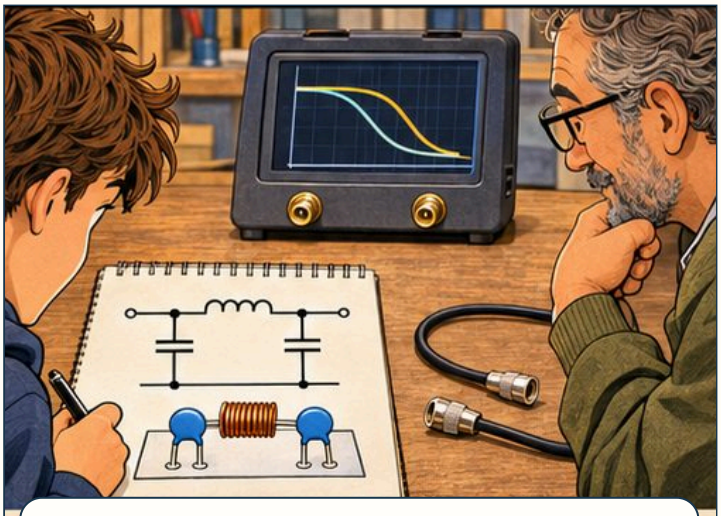
Jippjanaw massa komuni u konnessjonijiet qosra.



Jisseparaw ukoll mogħdijiet li jistgħu jakkoppjaw direttament.

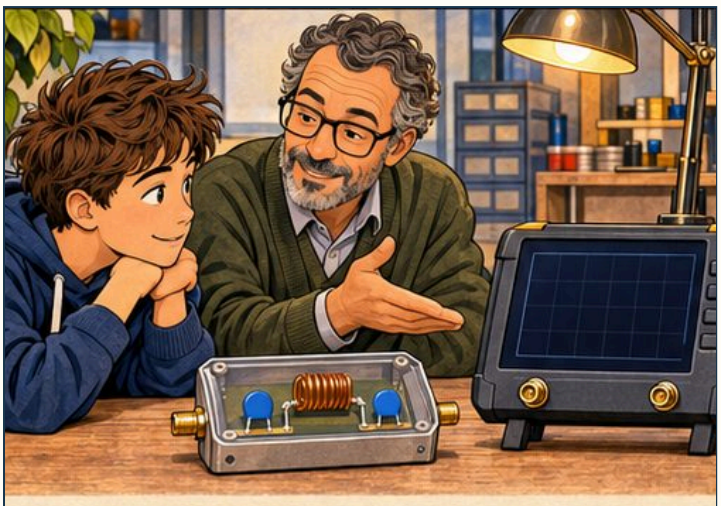


Henri iħejji dimostratur adattat għall-kejl.

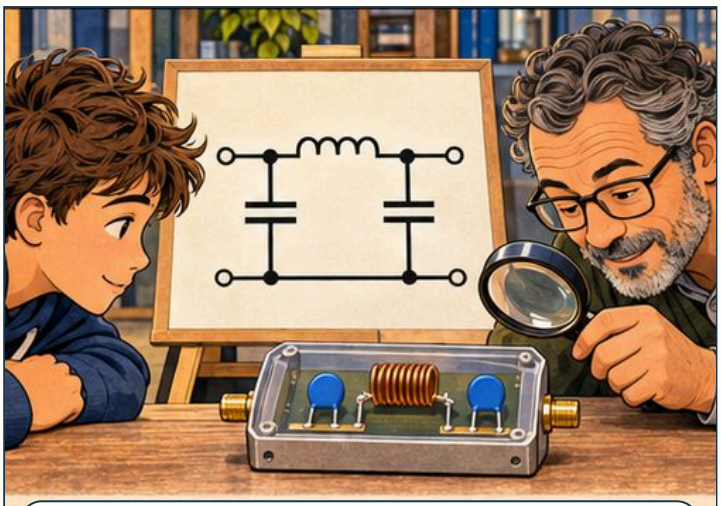


Lucas iqabbel it-tqassim mal-iskema, konnessjoni wara oħra.

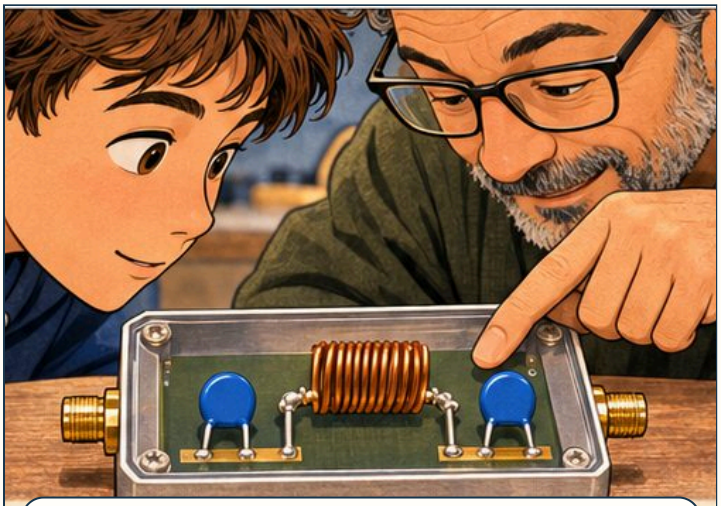
Niċċekkjaw qabel inqabbdu



Is-sors tal-kejl jibqa' mitfi waqt it-tħejjija.



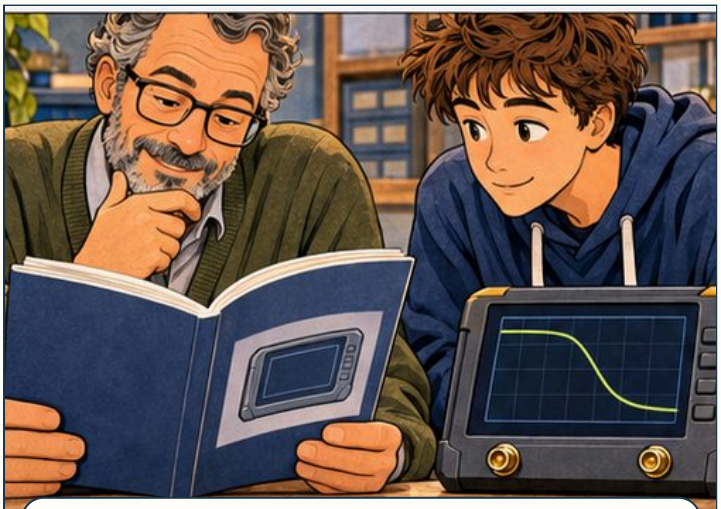
Jiċċekkjaw il-konnessjonijiet, il-komponenti u l-massa komuni.



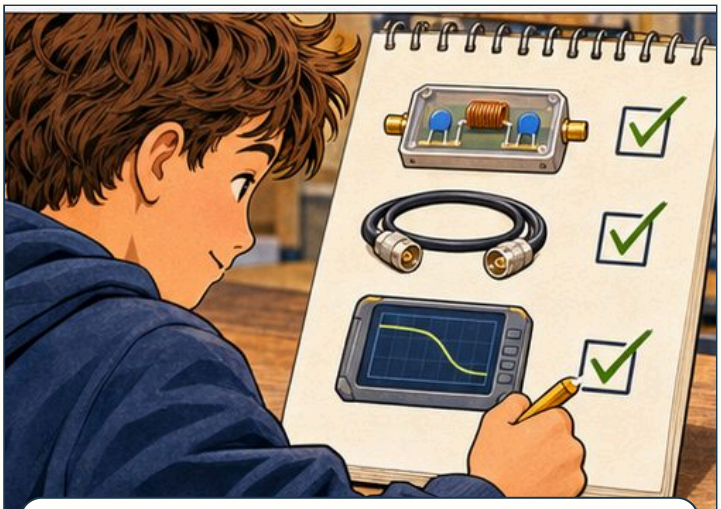
Ifittxu short circuit, konnessjoni żbaljata jew biċċa bil-ħsara.



Jispezzjonaw ukoll il-konnetturi u l-kejbils.



Il-mentor jiċċekkja l-limiti tad-dħul tal-apparat.

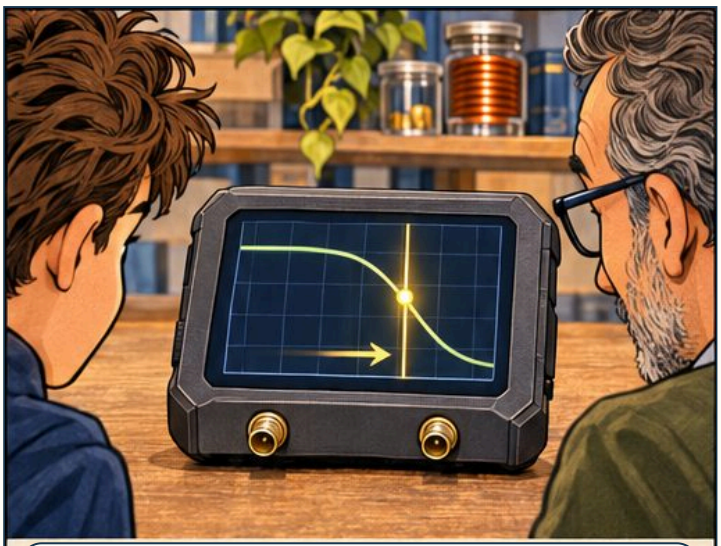


Iż-żagħżugħ itemm il-lista qabel l-ewwel skennjar.

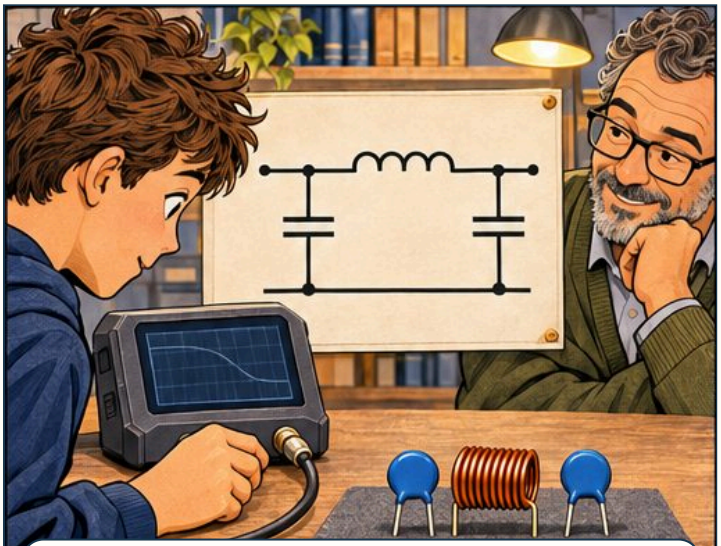
L-analizzatur jistaqsi



L-analizzatur tan-netwerk jibgħat sinjal dgħajjef magħruf.



Jiskennja firxa magħżula ta' frekwenzi.



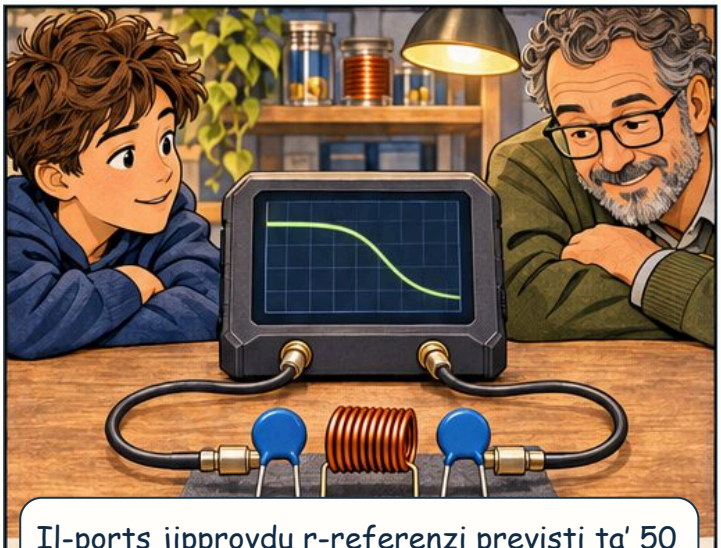
Il-port 1 jitma' d-dħul tal-filtru.



Il-port 2 josserva t-trażmissjoni fil-ħruġ tiegħu.



Il-parametru S21 jippermetti li ssegwi din it-trażmissjoni.



Il-ports jipprovdu r-referenzi previsti ta' 50 Ω.

Nikkalibraw fil-post it-tajjeb



Il-kejbils u l-adapters jagħmlu parti mill-kejl.



Għalhekk isegwu l-proċedura ta' kalibrazzjoni tal-apparat.



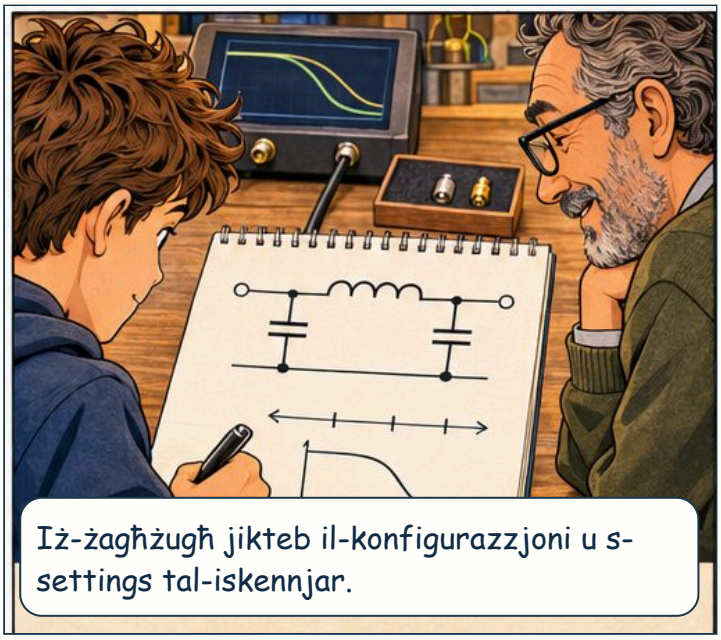
L-istandards xierqa jitqabbdu skont il-manwal tiegħu.



Il-pjani ta' referenza jitqiegħdu fit-truf tal-kejbils.



Wara l-kalibrazzjoni, dawn il-konnessjonijiet jinżammu kemm jista' jkun.



Iż-żagħżugħ jikteb il-konfigurazzjoni u s-settings tal-iskennjar.

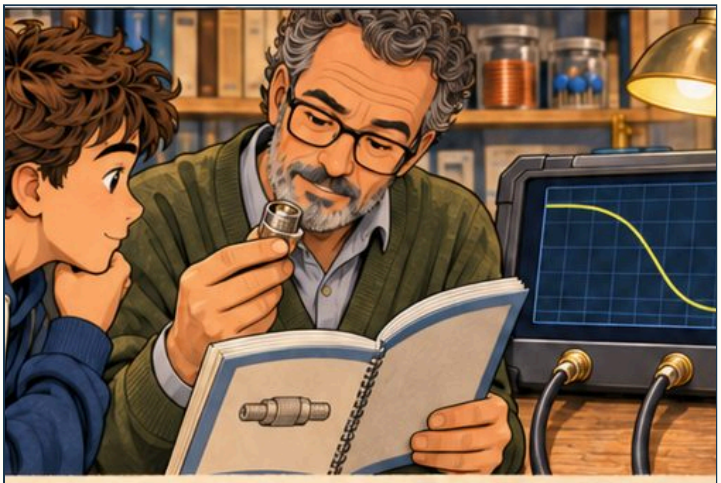
Niċċekkjaw il-mogħdija diretta



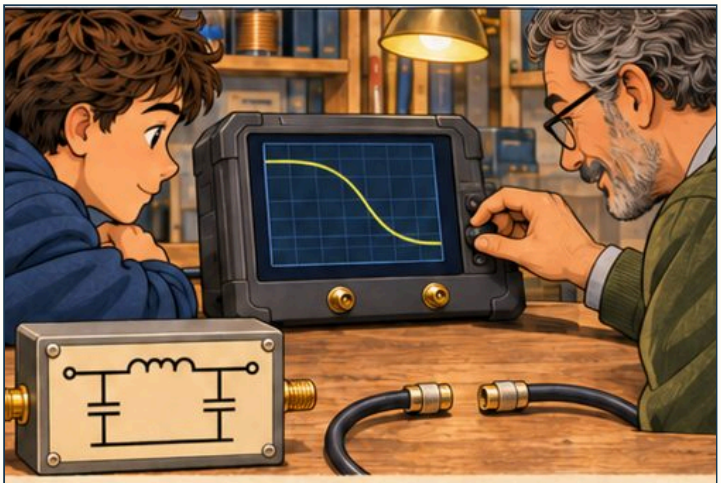
Qabel il-filtru, konnessjoni diretta tivverifika r-referenza.



It-trażmissjoni mistennija trid tkun kompatibbli ma' din il-konnessjoni.



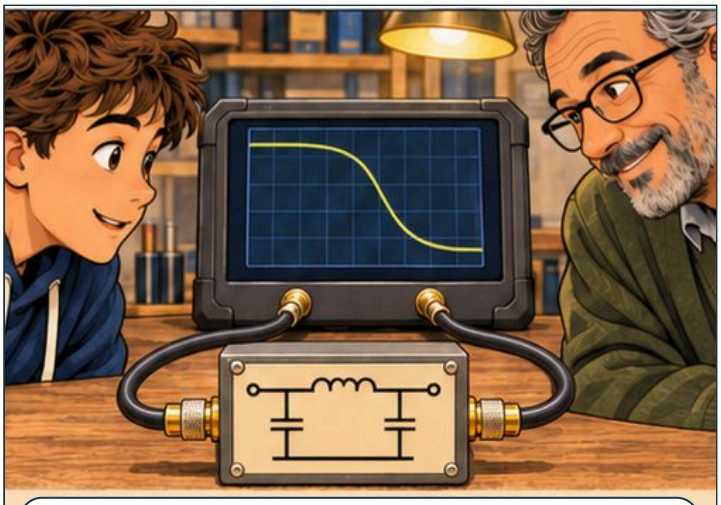
Anomalija titlob eżami tal-kejbils, il-kalibrazzjoni u s-settings.



Filtru ma jinbidilx biex jaħbi difett fil-bank tal-kejl.



Wara l-verifika, is-sors jintefa għat-tqabbid.

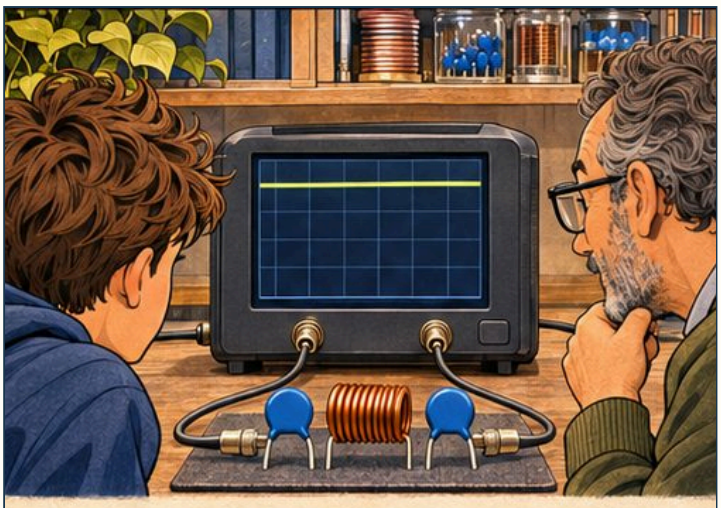


Imbagħad il-filtru jitqiegħed bejn iż-żewġ kejbils.

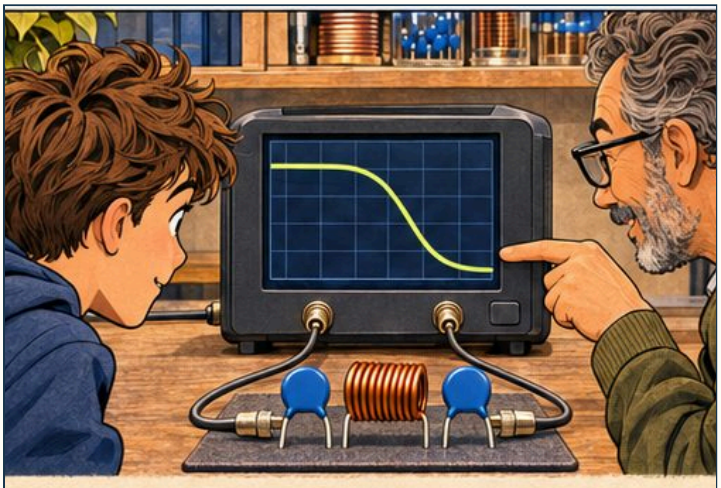
L-ewwel skennjar



Jibdew skennjar li jkopri l-medda utli u t-tranżizzjoni.



It-traċċa tibqa' ogħla fil-frekwenzi baxxi.



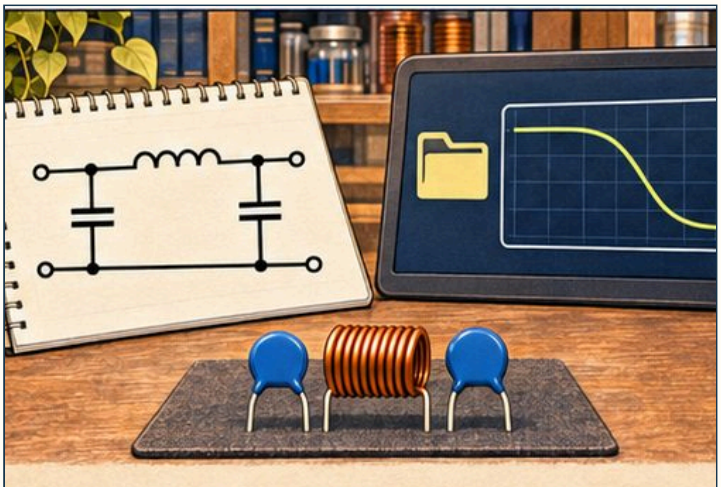
Imbagħad tinżel hekk kif tiżdied il-frekwenza.



Iż-żagħżugħ jagħraf il-forma mistennija, mingħajr ma jassumi qbil perfett.

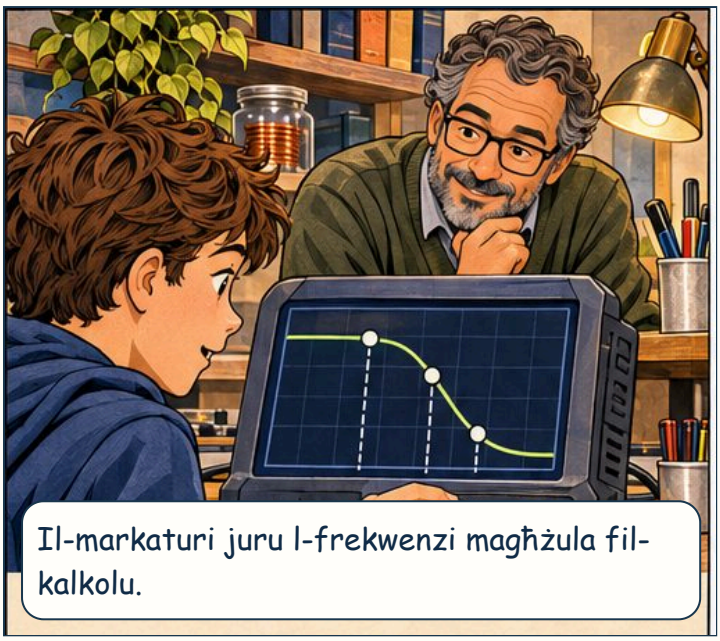


Isalva t-traċċa u l-kundizzjonijiet tal-kejl.



Riżultat miżmum jista' jitqabbel wara kull bidla.

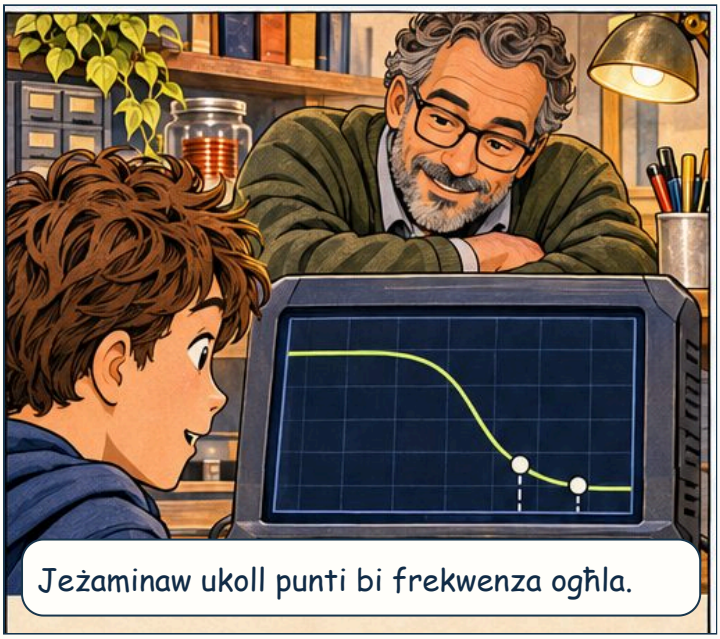
Naqraw punti preċiżi



Il-markaturi juru l-frekwenzi magħżula fil-kalkolu.



Jaqraw it-trażmissjoni qrib il-qtugħ mistenni.



Jeżaminaw ukoll punti bi frekwenza ogħla.



Il-valuri tassew moqrija jmorru fil-kolonna tal-kejl.



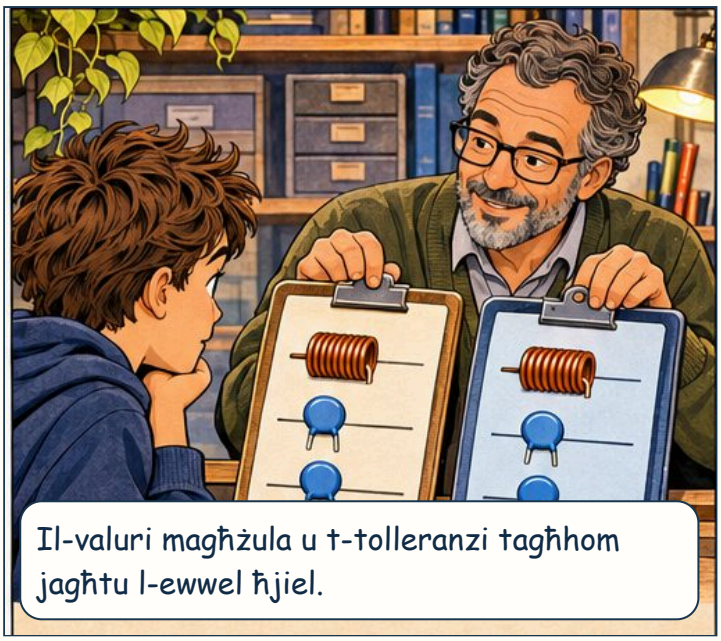
Iżommu l-qari miksub, anki jekk ivarja mit-tbassir tagħhom.



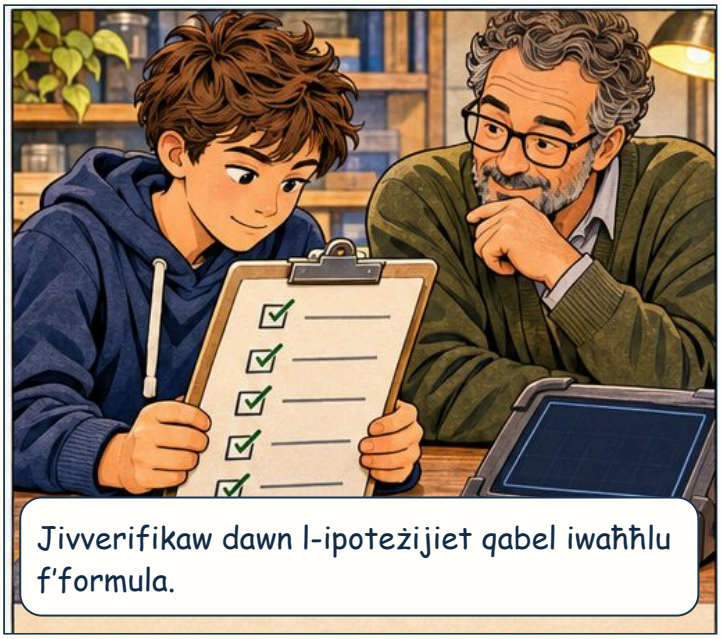
Iż-żagħżugħ jindika wkoll id-data u l-konfigurazzjoni.

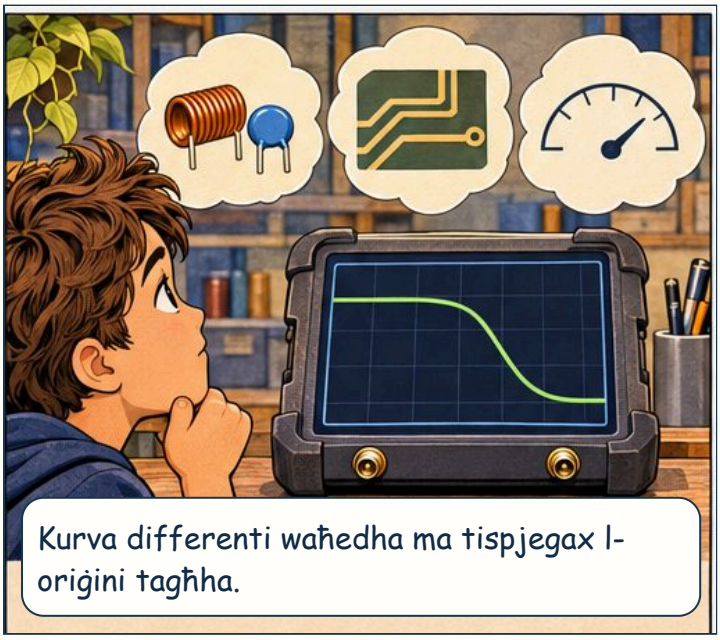
Nifhmu devjazzjoni





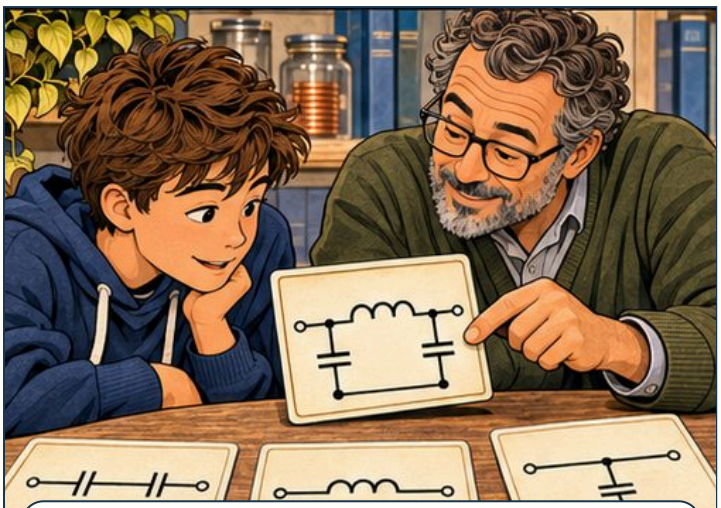




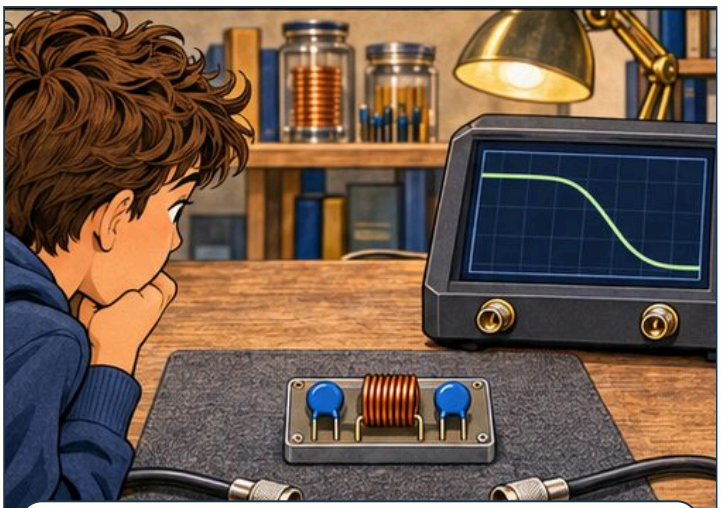




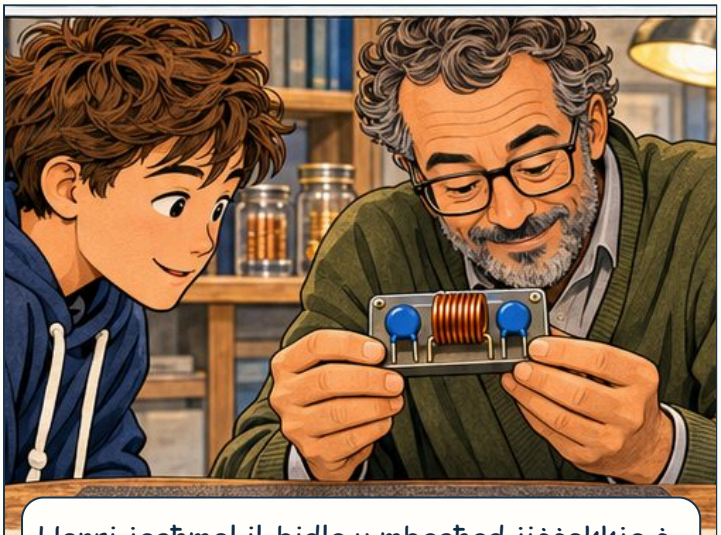
Bidla waħda kull darba



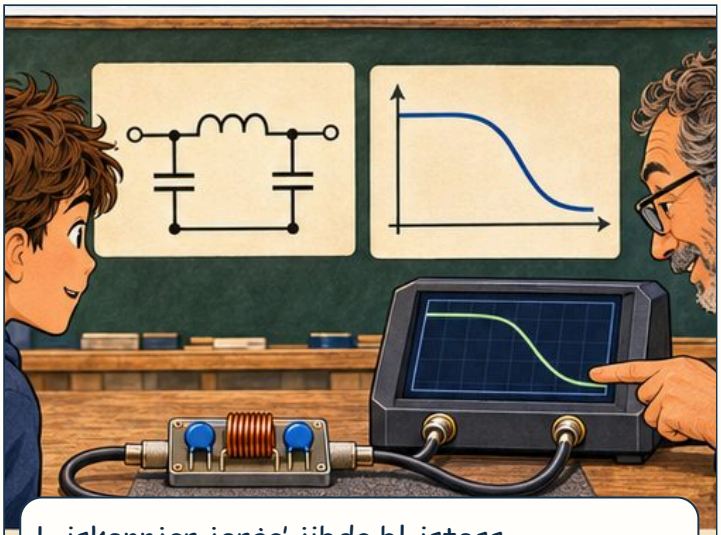
Jagħżlu ipoteżi waħda u jħejju bidla ġġustifikata.



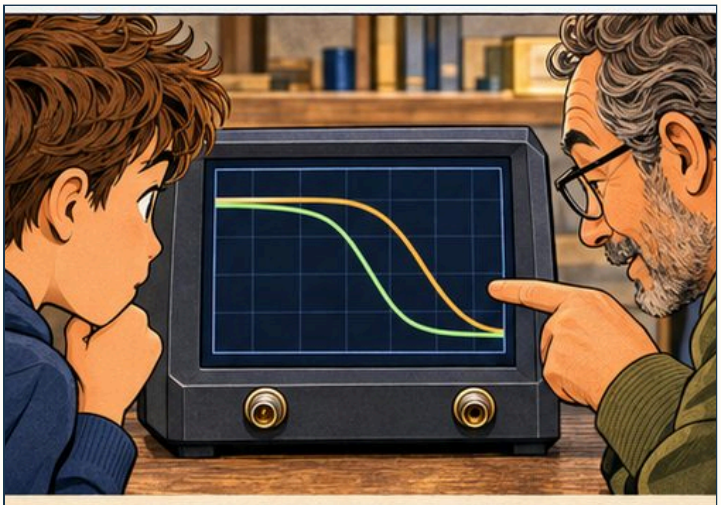
Is-sors jintefa u l-modulu jinqala' qabel l-intervent.



Henri jagħmel il-bidla u mbagħad jiċċekkja ċ-ċirkwit.



L-iskennjar jerġa' jibda bl-istess kundizzjonijiet dokumentati.

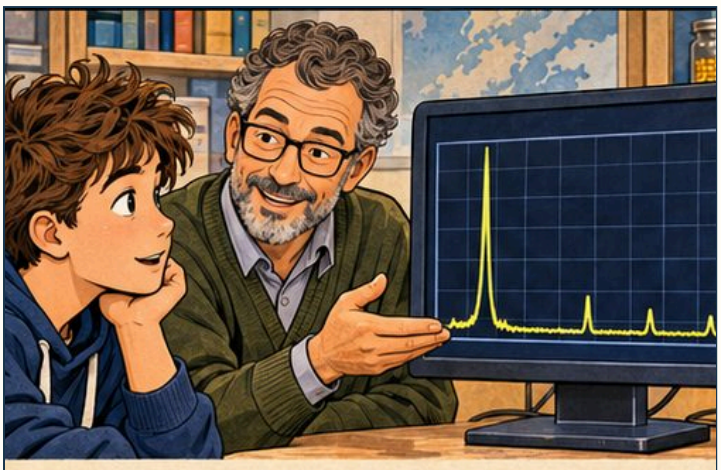


Iqabblu t-traċċa l-qadima mal-ġdida.

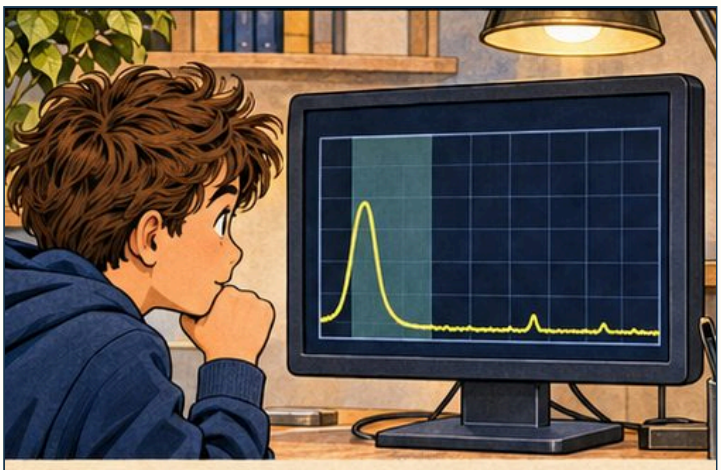


Il-metodu jevita li jħalltu diversi kawżi possibbli.

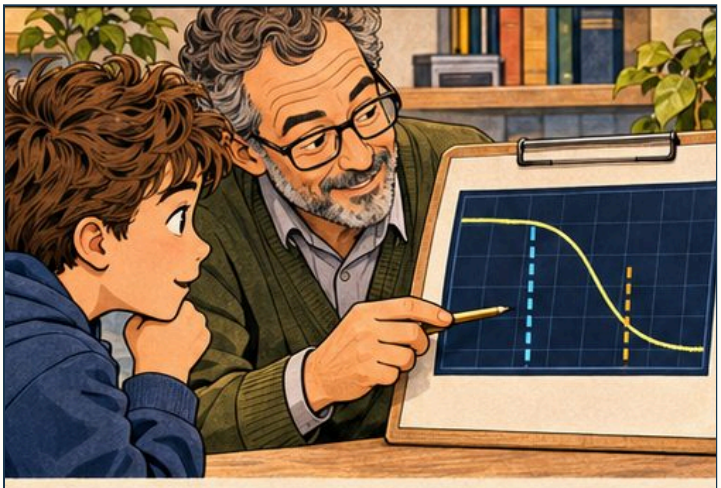
L-attenwament għandu limiti



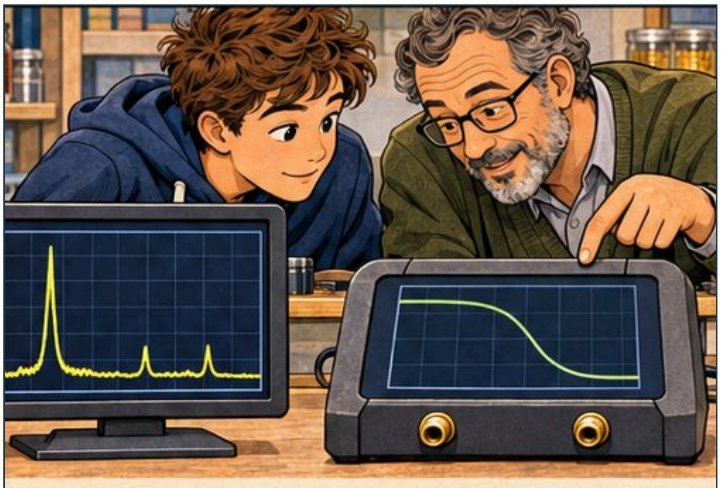
Filtru għall-baxxi ma jneħħix kull komponent mhux mixtieq.



Komponent fil-medda li jgħaddi jkun ftit attenwat.



Ir-rifjut jiddependi mill-frekwenza u mir-realizzazzjoni.



Verifika spettrali sħiħa titlob kejl addizzjonali xieraq.



Il-preżenza tal-filtru ma tipprovax il-konformità ta' stazzjon.

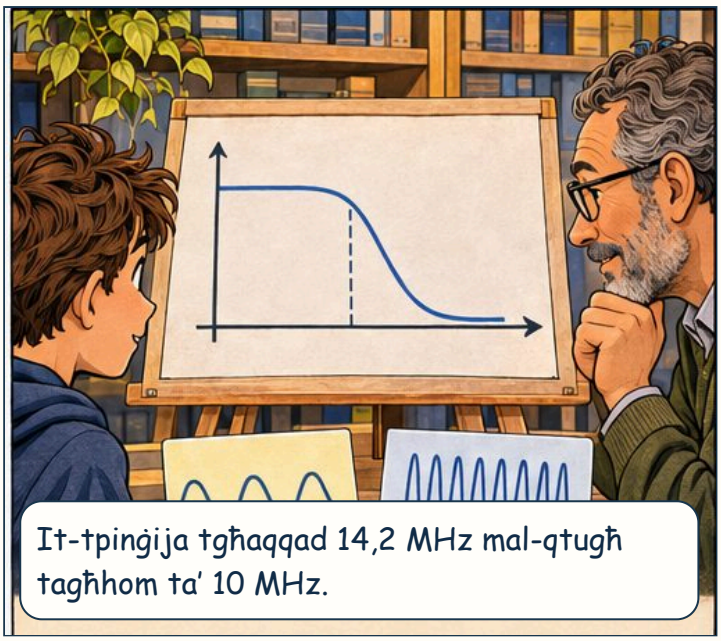


Iż-żagħżugħ jiddistingwi funzjoni utli minn garanzija ġenerali.

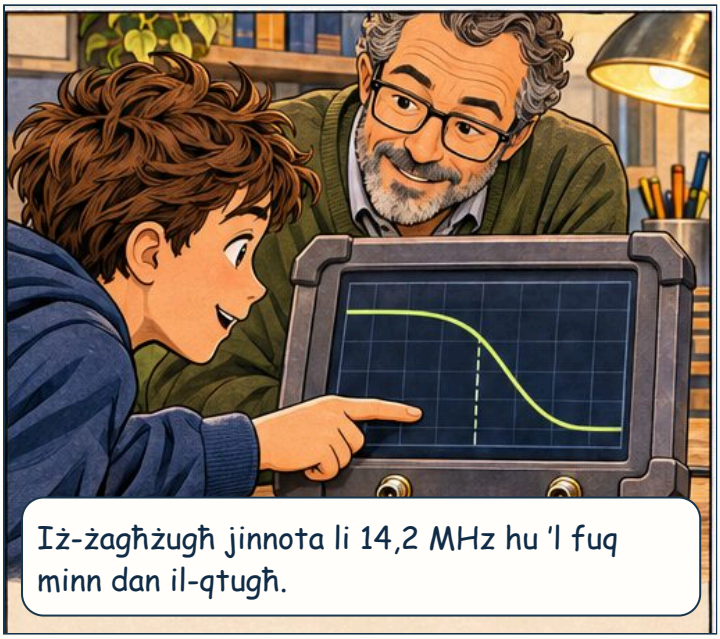
Il-frekwenza utli trid tgħaddi



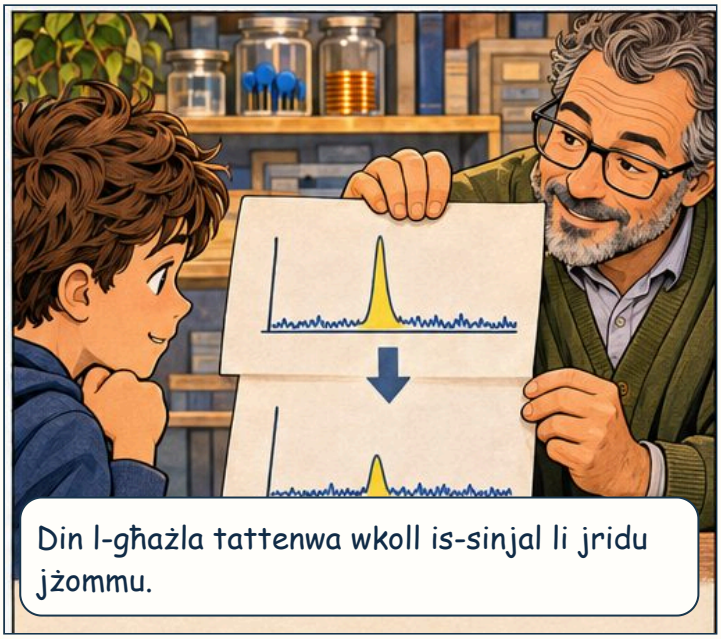
Fl-aħħar il-mentor jipproponi nassa fi tpinġija ta' stazzjon.



It-tpinġija tgħaqqad 14,2 MHz mal-qtugħ tagħhom ta' 10 MHz.



Iż-żagħżugħ jinnota li 14,2 MHz hu 'l fuq minn dan il-qtugħ.



Din l-għażla tattenwa wkoll is-sinjal li jridu jżommu.



Iridu jerġgħu jaraw ir-rekwiżiti qabel kull użu.



Eżempju ta' kalkolu mhuwiex filtru universali.

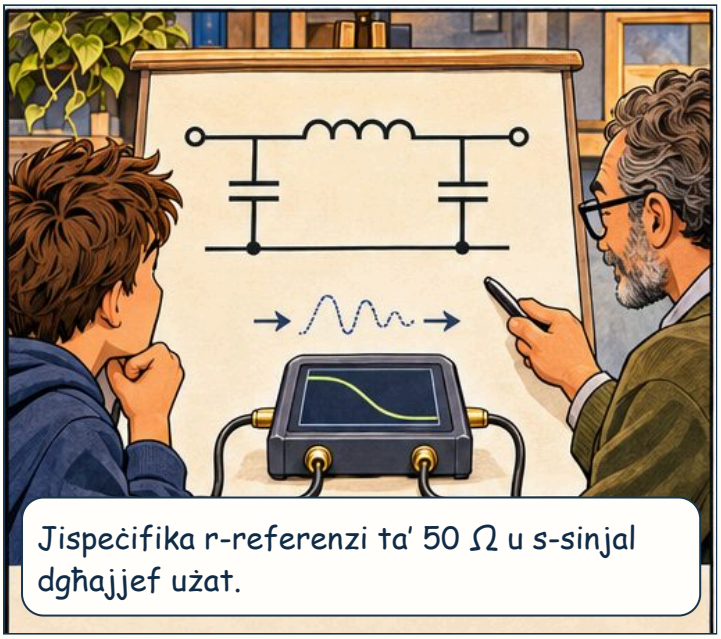
Inħejju spjegazzjoni għall-oħrajn



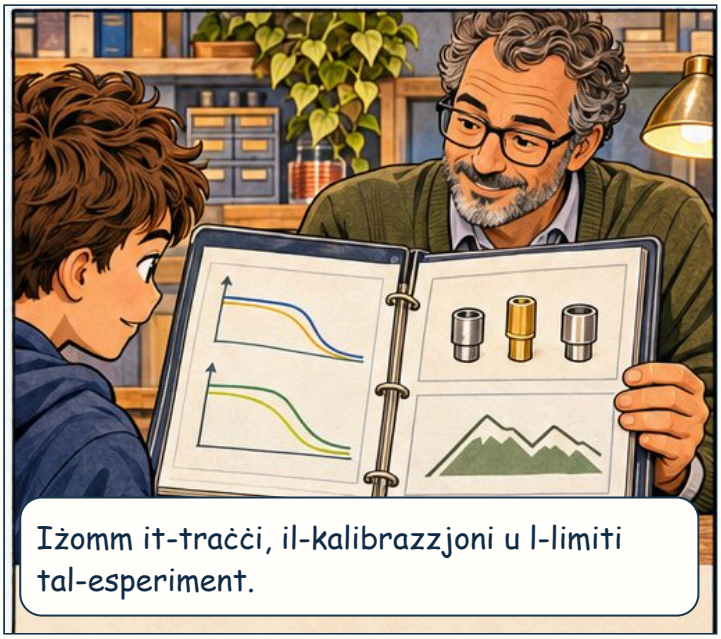
Lucas jiġbor il-ħtieġa, l-iskema, il-kalkoli u l-għażla tal-komponenti.



Jiddistingwi t-tbassir mir-riżultati tassew osservati.



Jispeċifika r-referenzi ta' 50 Ω u s-sinjal dgħajjef użat.



Iżomm it-traċċi, il-kalibrazzjoni u l-limiti tal-esperiment.



Henri jagħmel ta' viżitatur u jistaqsi l-aħħar mistoqsija.



Din id-darba ż-żagħżugħ jaf jispjega għaliex kull kundizzjoni tgħodd.

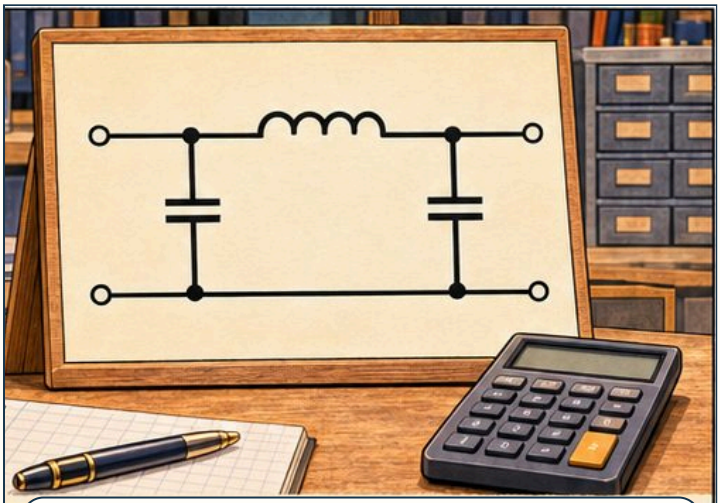
Nifhmu, nikkalkulaw, inkejlu



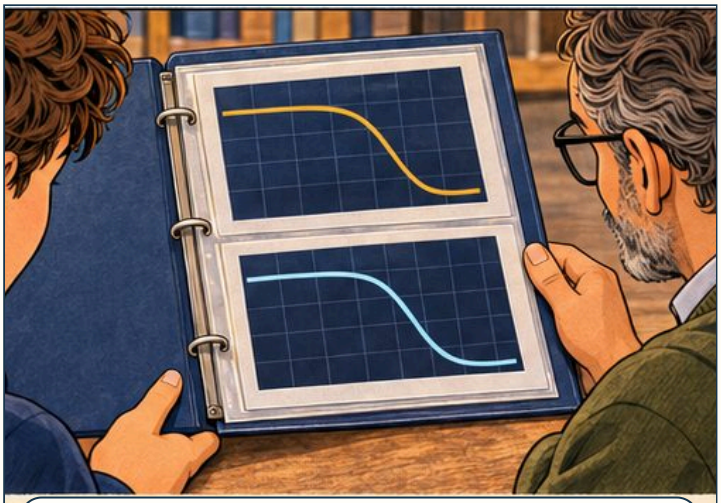
It-tliet komponenti jerġgħu jitqiegħdu fil-kaxxa tat-tagħlim.



Iż-żagħżugħ issa jaf jorbot ħtieġa ma' risposta ta' filtru.



Jaf jikkalkula dan il-Butterworth f'π u jivverifika l-unitajiet.



Jaf ukoll ikejjel, iqabbel u jistaqsi dwar id-devjazzjonijiet.



Il-pitazz iżomm metodu bl-ipoteżijiet u l-limiti tiegħu.



Fil-klabb, l-iskoperta li jmiss diġà tibda b'mistoqsija.