ON4CRD

খণ্ড 05

ফিল্টারের হিসাব



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

আইনি নোটিশ

খণ্ড 05 · ফিল্টারের হিসাব

ওয়েবসাইট প্রকাশক : Radio Club Durnal ON4CRD

প্রকাশনা ম্যানেজার : Radio Club Durnal ON4CRD কমিটি

https://on4crd.be

আইনি নোটিশ

বুদ্ধিবৃত্তিক সম্পত্তি

সাইটে প্রকাশিত পাঠ্য, ছবি, নথি, লোগো এবং উপকরণগুলি তাদের নিজ নিজ লেখক বা ক্লাবের সম্পত্তি থাকে। কোন পুনরুৎপাদন বা পুনঃব্যবহারের উৎস, প্রযোজ্য অধিকার এবং লেখকের অনুমতিকে সম্মান করতে হবে।

দায়

ক্লাবটি দরকারী এবং যাচাইকৃত তথ্য প্রকাশ করার জন্য কাজ করে, তবে ত্রুটি, বাদ বা বাধার অনুপস্থিতির গ্যারান্টি দেয় না। কারিগরি বা নিয়ন্ত্রক তথ্য অফিসিয়াল উত্সের বিরুদ্ধে পরীক্ষা করা আবশ্যক যখন এটি একটি সিদ্ধান্ত সমর্থন করে।

কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার সহায়তায় তৈরি চিত্র।

নতুন এক দায়িত্ব



বিদ্যুতের কর্মশালার পর Lucas ক্লাবে আবার তার খাতা খোলে।



Henri সিগন্যালের মান নিয়ে একটি প্রদর্শনীর প্রস্তুতি নিচ্ছেন।



টেবিলে দুটি ধারক ও একটি কুণ্ডলী রাখা আছে।



চ্যালেঞ্জ: নিম্ন-পাস ফিল্টার বোঝা, হিসাব করা, তারপর মাপা।

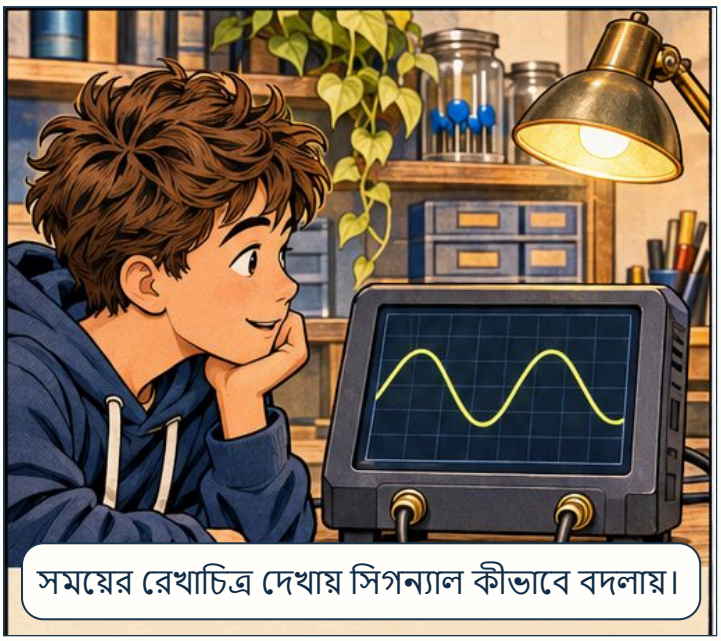


তরুণটি জানতে চায়, তিনটি যন্ত্রাংশ কীভাবে এত বদলে দিতে পারে।

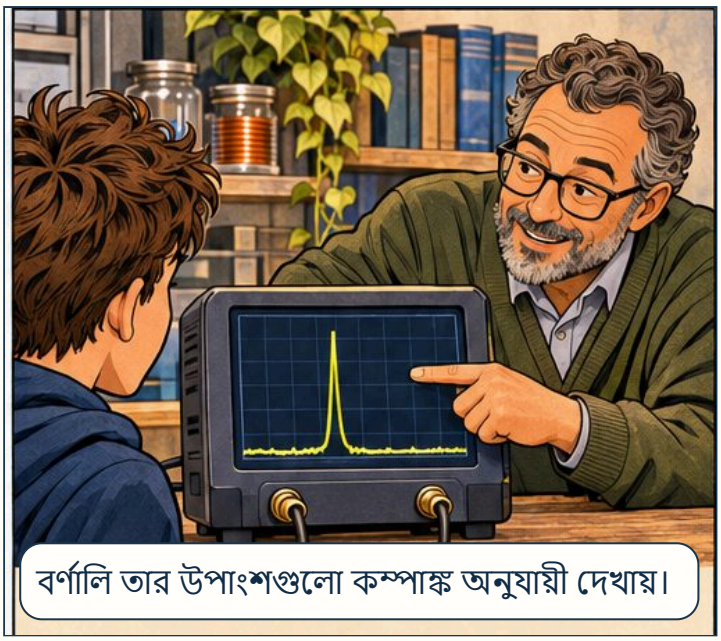


তারা প্রথমে দেখে একটি সিগন্যালে কী থাকে।

সিগন্যাল ও তার ছবি



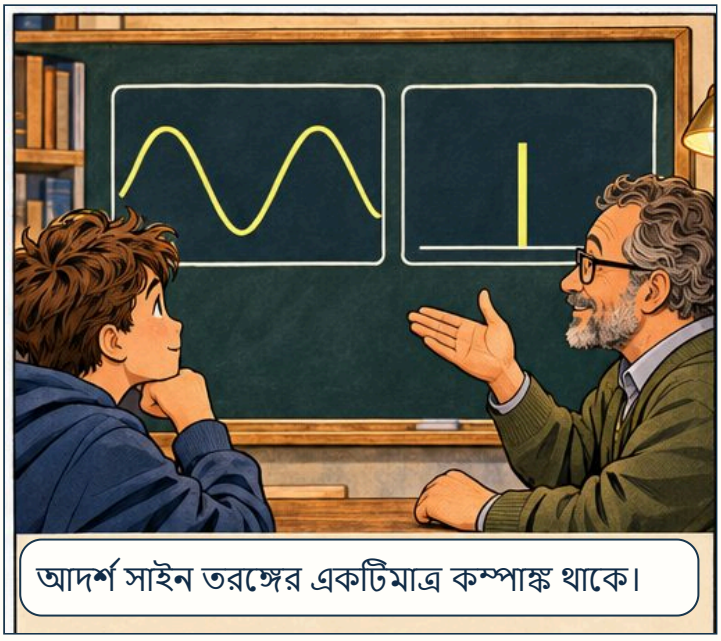
সময়ের রেখাচিত্র দেখায় সিগন্যাল কীভাবে বদলায়।



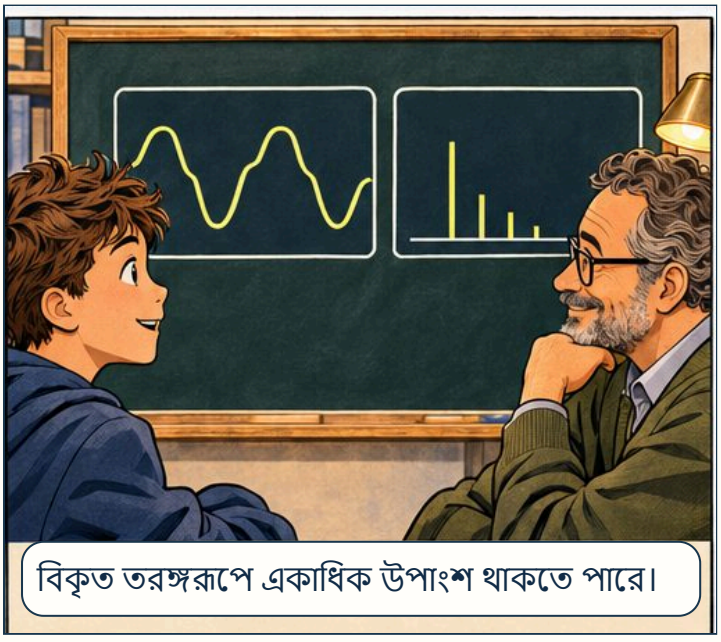
বর্ণালি তার উপাংশগুলো কম্পাঙ্ক অনুযায়ী দেখায়।



দুটি দৃশ্য একই সিগন্যালকে ভিন্নভাবে বর্ণনা করে।



আদর্শ সাইন তরঙ্গের একটিমাত্র কম্পাঙ্ক থাকে।

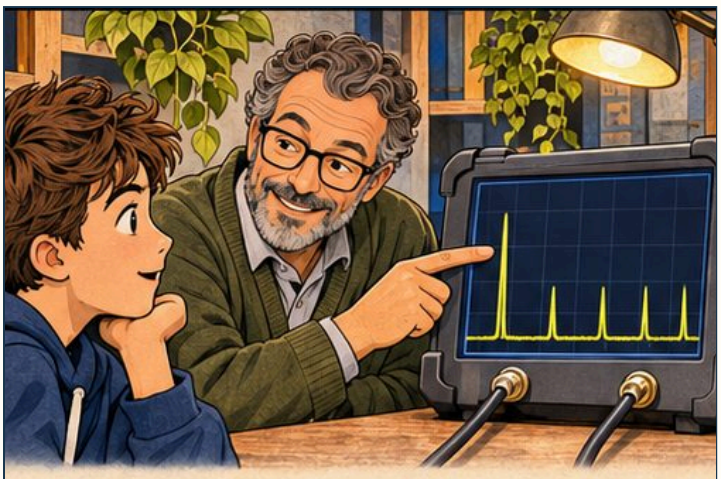


বিকৃত তরঙ্গরূপে একাধিক উপাংশ থাকতে পারে।



তরুণটি এমন ছবি বুঝতে শেখে যা সে আগে পড়তে পারত না।

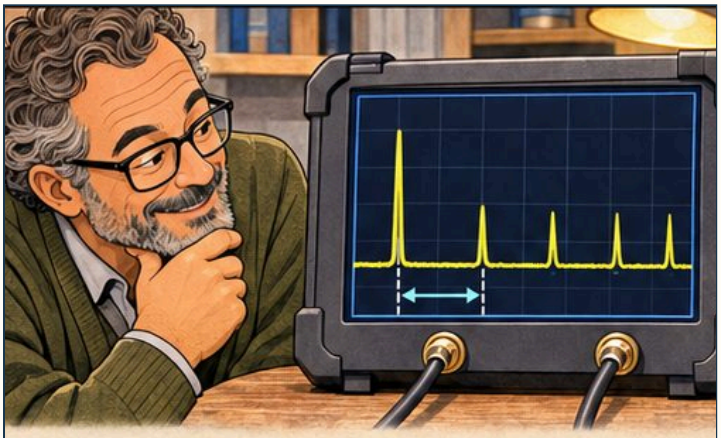
হারমোনিকগুলো প্রকাশ পায়



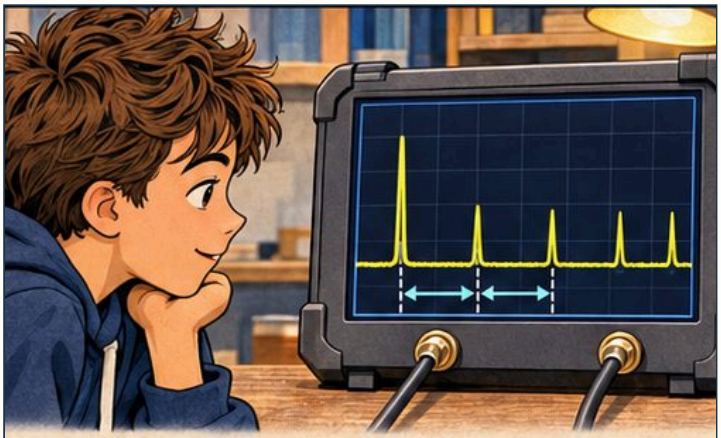
মৌলিক কম্পাঙ্ক পর্যাবৃত্ত সিগন্যালের প্রথম নির্দেশক।



এর হারমোনিকগুলো সেই কম্পাঙ্কের পূর্ণসংখ্যার গুণিতক।



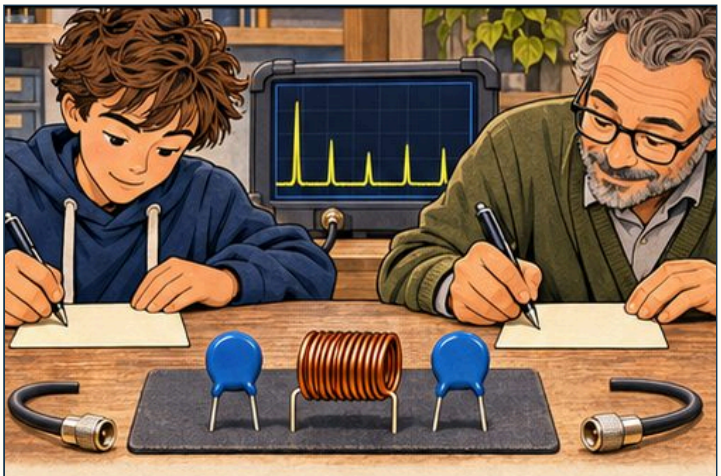
দ্বিতীয় হারমোনিকের কম্পাঙ্ক মৌলিক কম্পাঙ্কের দ্বিগুণ।



তৃতীয়টির কম্পাঙ্ক তার তিন গুণ।

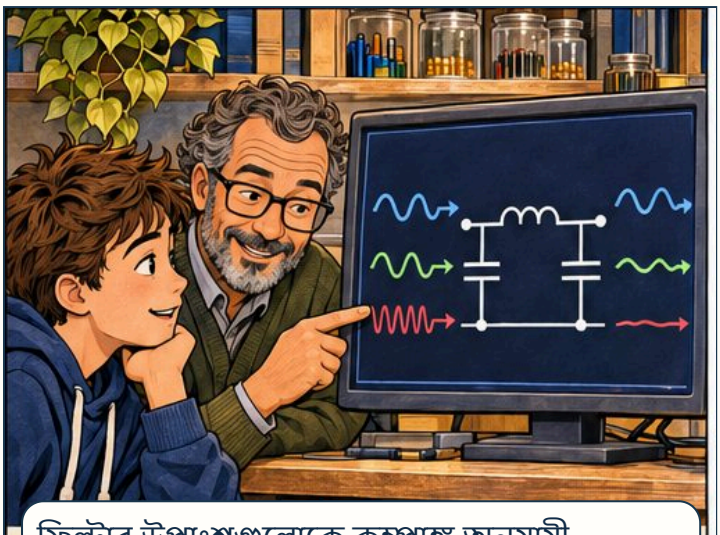


তবে সব অবাঞ্ছিত উপাংশ হারমোনিক নয়।

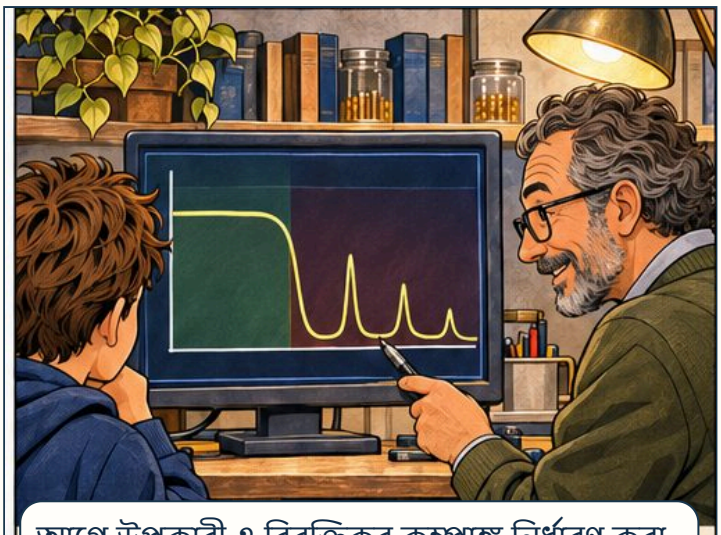


ফিল্টারকে সুনির্দিষ্ট চাহিদা পূরণ করতে হবে।

কী রাখা হবে তা বেছে নেওয়া



ফিল্টার উপাংশগুলোকে কম্পাঙ্ক অনুযায়ী ভিন্নভাবে বদলায়।



আগে উপকারী ও বিরক্তিকর কম্পাঙ্ক নির্ধারণ করা হয়।



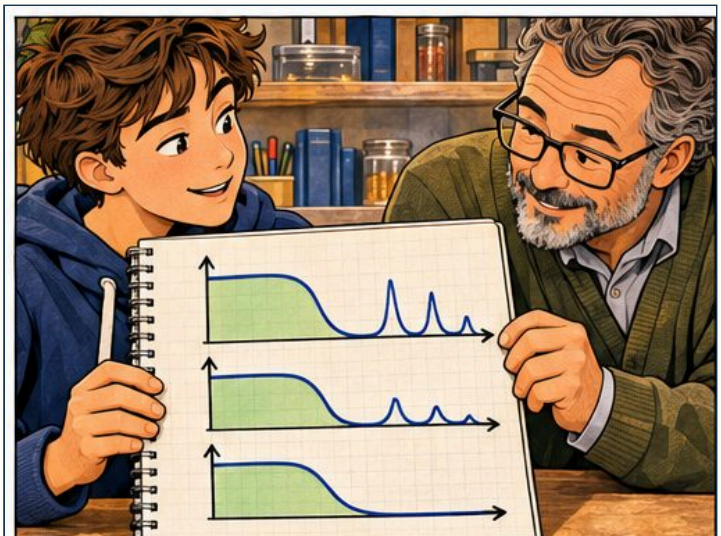
কতটা অবনমন দরকার তাও ঠিক করা হয়।



এসব লক্ষ্য ছাড়া যন্ত্রাংশের হিসাব খুব অর্থবহ হবে না।

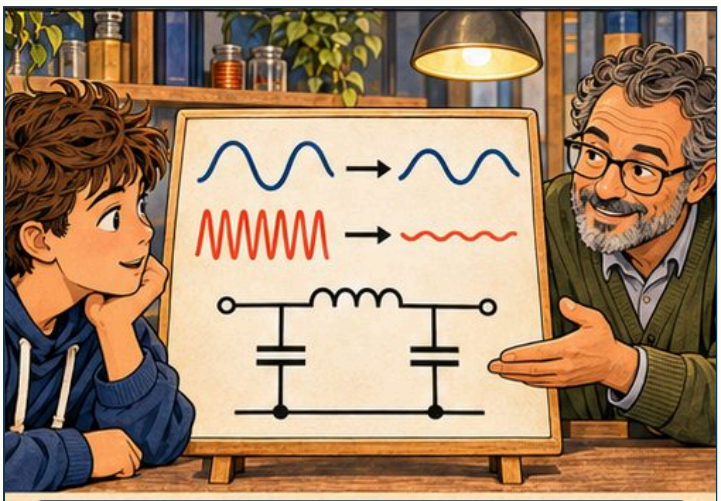


তরুণটি উদাহরণের বর্ণালিতে উপকারী এলাকা ঘিরে দেয়।



তার খাতা হয়ে ওঠে চাহিদার বিবরণ।

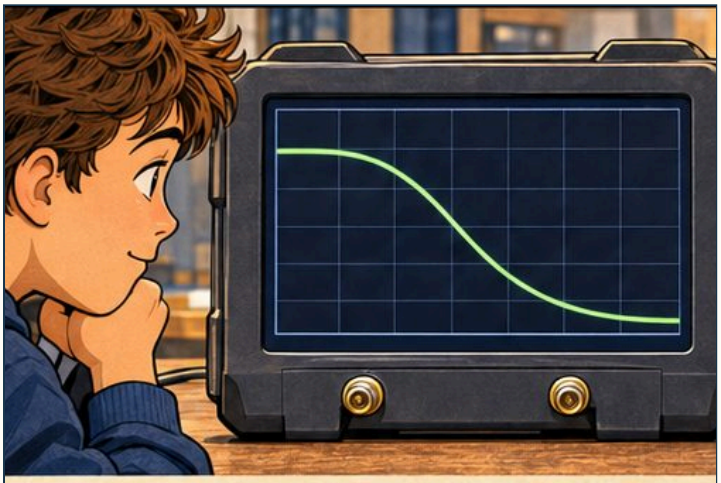
নিম্ন-পাস বেছে নেওয়া



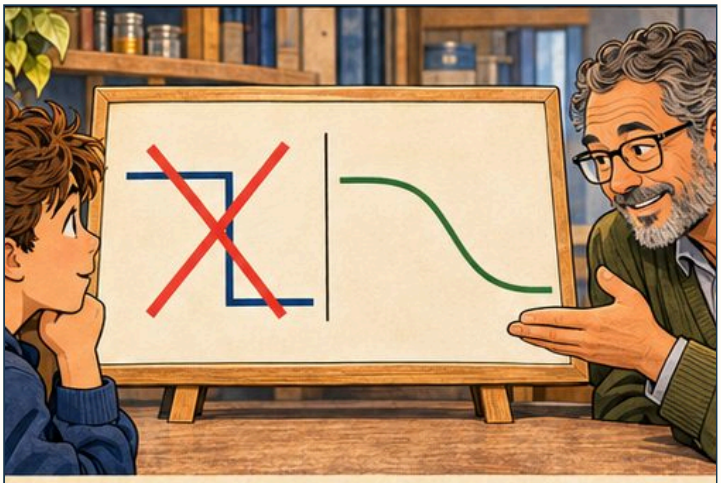
নিম্ন-পাস ফিল্টার উঁচু কম্পাঙ্কের চেয়ে নিচু কম্পাঙ্ক ভালোভাবে পাঠায়।



এর পাসব্যান্ড নিচু কম্পাঙ্কের দিকে থাকে।



আরও ওপরে অবনমন ধীরে ধীরে বাড়ে।



বাস্তব পরিবর্তন কখনো নিখুঁত খাড়া দেয়াল নয়।



আজকের প্রদর্শনীর জন্য এই ধরনটি উপযুক্ত।



তরুণটি বাধার বদলে ঢাল আঁকে।

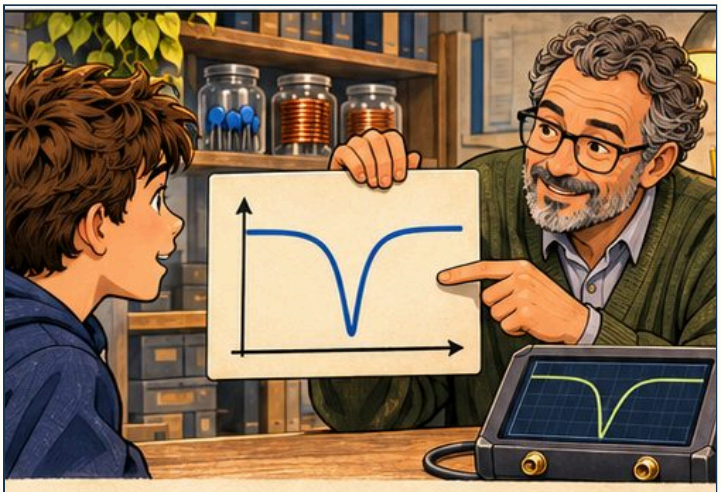
অন্য সম্ভাব্য পথ



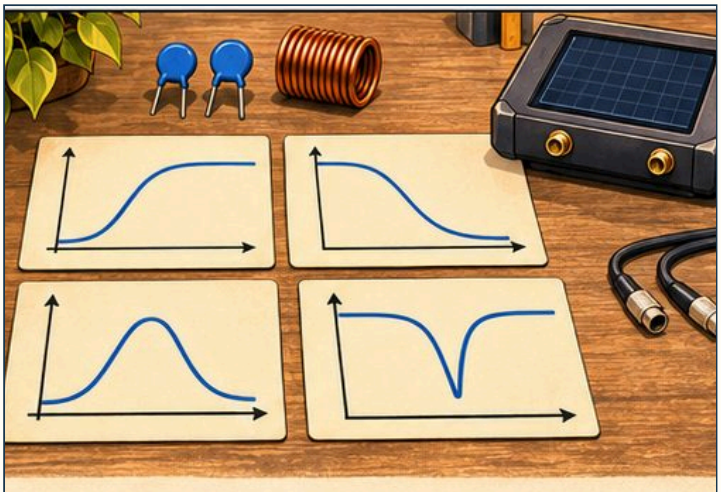
উচ্চ-পাস ফিল্টার নিচু কম্পাঙ্ক কমায়, উঁচু কম্পাঙ্ক রাখে।



ব্যান্ড-পাস ফিল্টার দুই সীমার মধ্যকার অঞ্চলকে প্রাধান্য দেয়।



ব্যান্ড-স্টপ ফিল্টার উল্টোভাবে নির্বাচিত অঞ্চল কমায়।



এই পরিবারগুলো ভিন্ন চাহিদা মেটায়।



নামটি প্রতিক্রিয়া বোঝায়, সার্বজনীন মান নয়।



তরুণটি তিনটি কার্ড পরের কর্মশালার জন্য রেখে দেয়।

কাটঅফ হলেও চলাচল থাকে



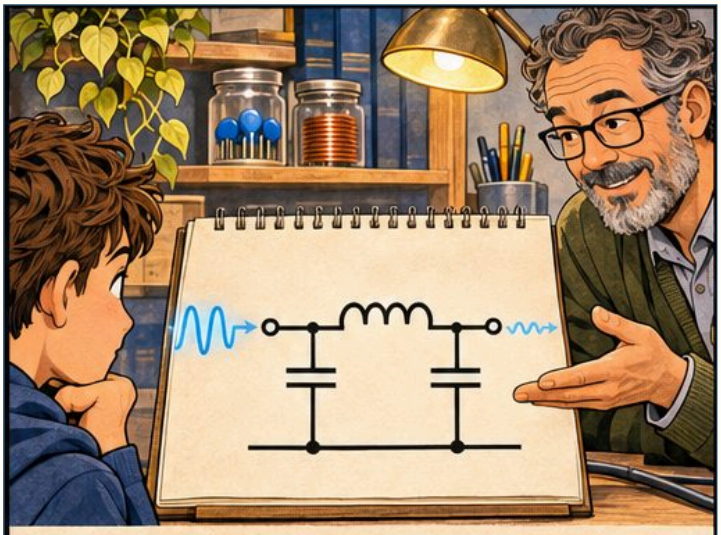
কাটঅফ কম্পাঙ্ক এখানে একটি তুলনার মাত্রা নির্দেশ করে।



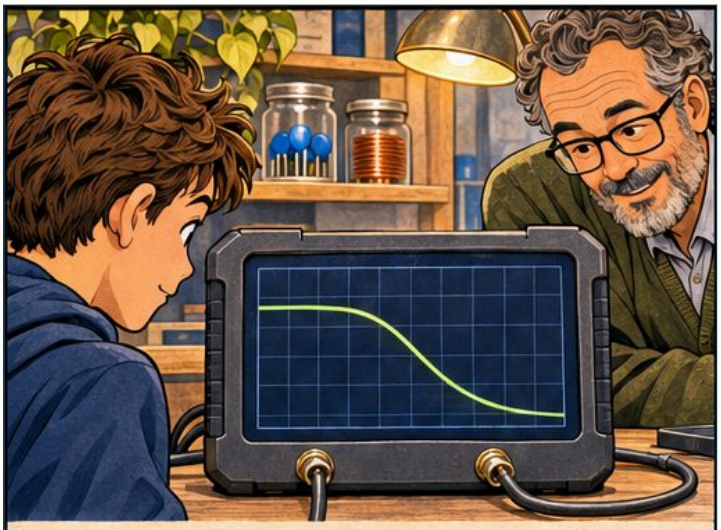
এর অর্থ সিগন্যাল হঠাৎ অদৃশ্য হওয়া নয়।



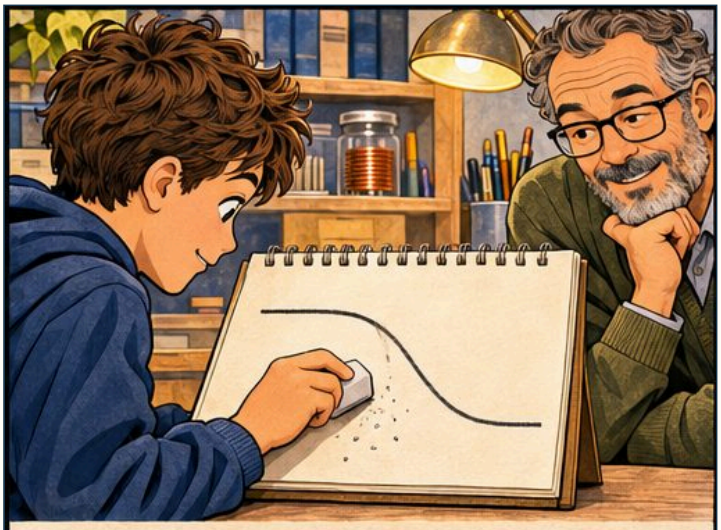
তাদের আদর্শ বাটারওয়ার্থ ফিল্টারে এটি প্রায় −3 dB।



এই কম্পাঙ্কেও ফিল্টার তাই শক্তি পাঠায়।



এর পরে অবনমন বাড়তেই থাকবে।

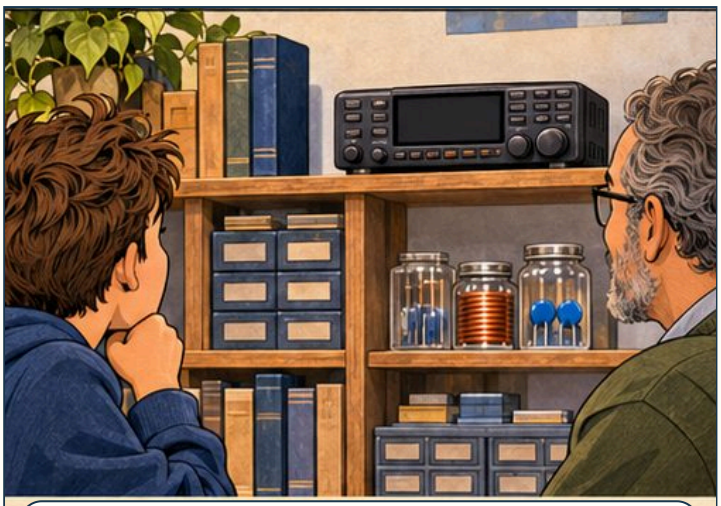


এই স্পষ্টীকরণ প্রথম ভুল ধারণা ঠেকায়।

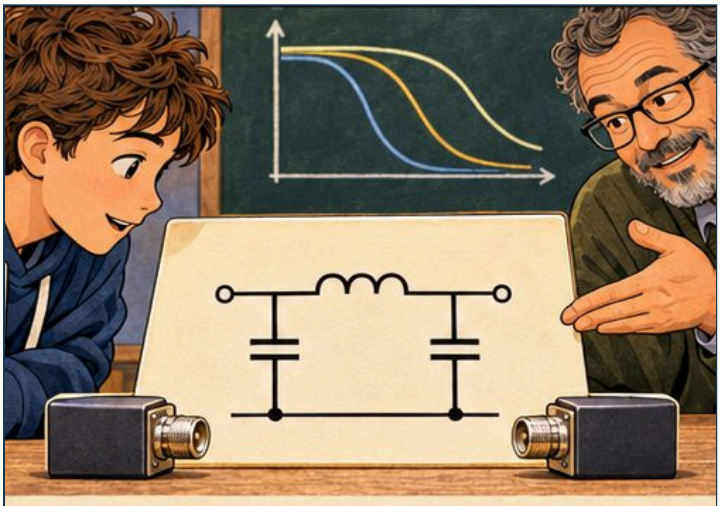
পরীক্ষাগারের উদাহরণ



তারা তাত্ত্বিক কাটঅফ 10 MHz বেছে নেয়।



এই মান শেখার জন্য, সম্প্রচারের কম্পাঙ্ক ঠিক করার জন্য নয়।



উৎস ও লোডের রেফারেন্স ইম্পিড্যান্স হবে 50 Ω।



মাপার বেঞ্চে দুর্বল সিগন্যাল দিয়ে বর্তনীটি পরীক্ষা করা হবে।



কোনো অ্যান্টেনা বা প্রেরক যুক্ত হবে না।

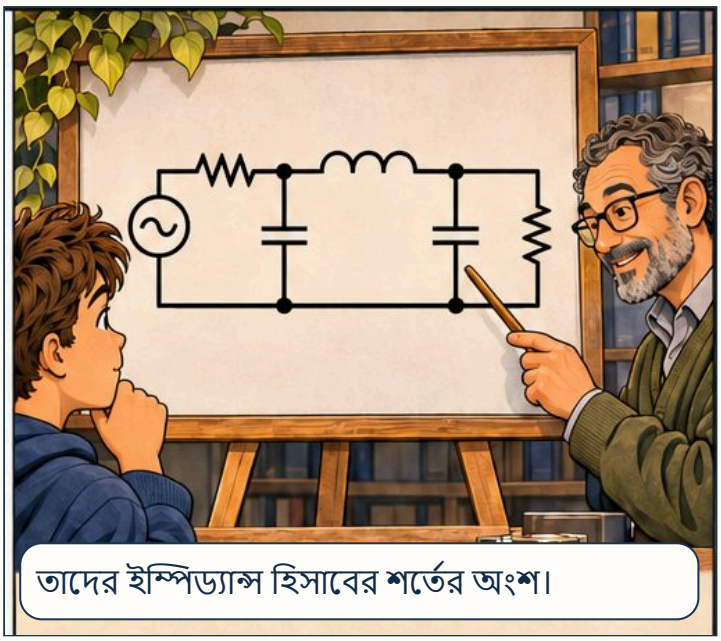


লক্ষ্য পরিমাপযোগ্য প্রতিক্রিয়া, বেতার যোগাযোগ নয়।

50 ওহম বলা কেন জরুরি?



ফিল্টার উৎস ও লোডের মাঝে কাজ করে।



তাদের ইম্পিড্যান্স হিসাবের শর্তের অংশ।



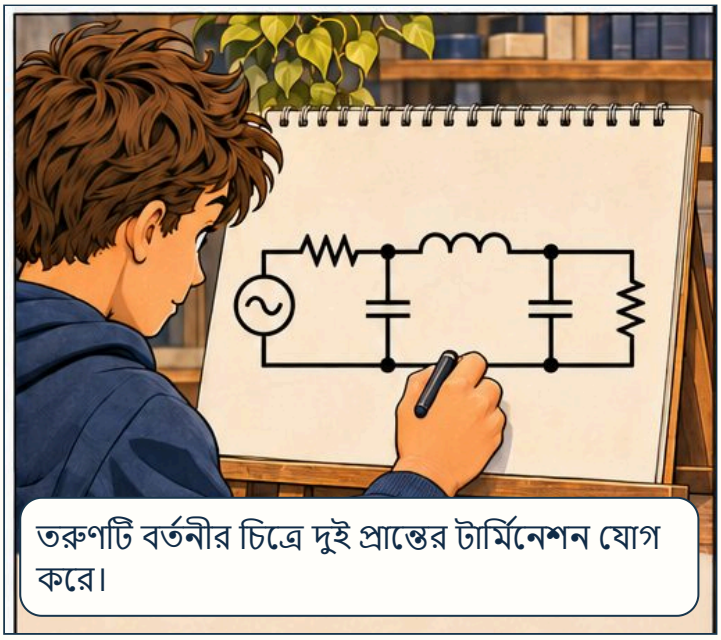
এখানে দুটিই আদর্শভাবে 50 Ω এবং পুরোপুরি রোধধর্মী।



এসব শর্ত বদলালে পাওয়া প্রতিক্রিয়াও বদলায়।

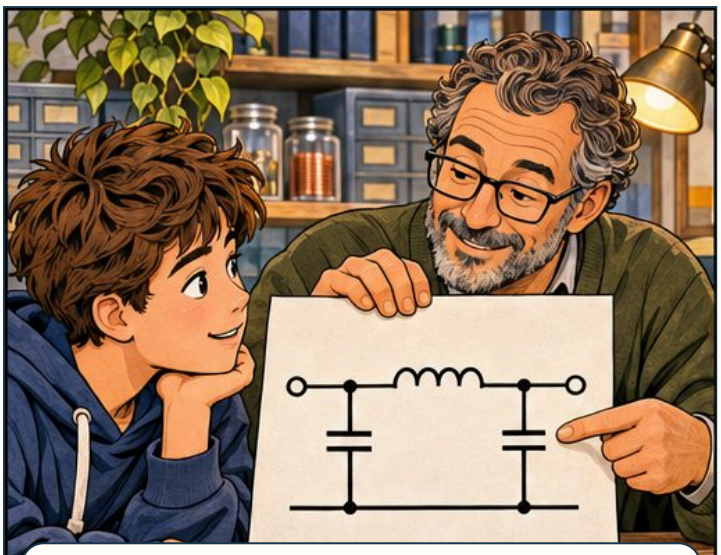


তাই শুধু তিনটি মান নকল করা যথেষ্ট নয়।



তরুণটি বর্তনীর চিত্রে দুই প্রান্তের টার্মিনেশন যোগ করে।

মডেল ও বাস্তব বর্তনী



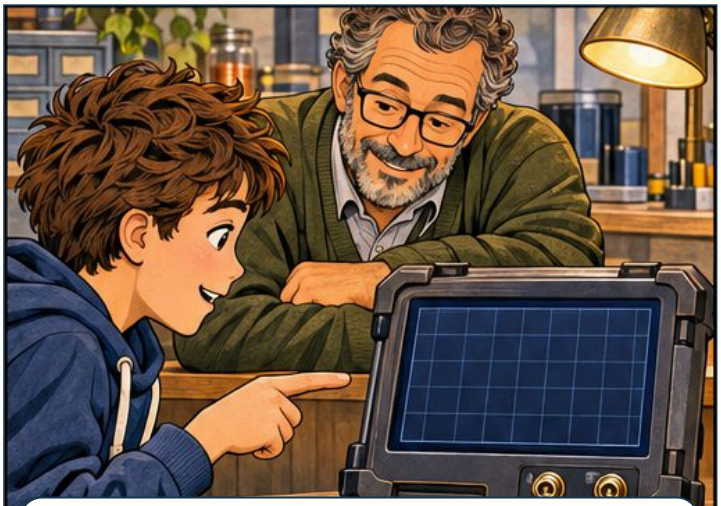
হিসাব শুরু হবে আদর্শ, ক্ষয়হীন যন্ত্রাংশ দিয়ে।



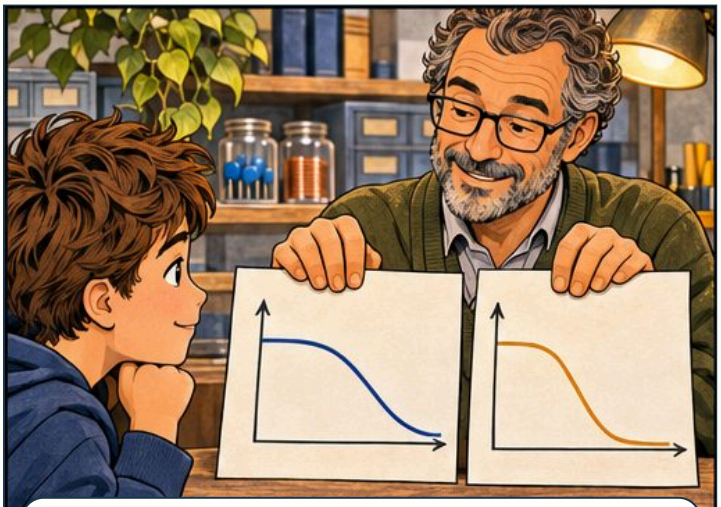
বাস্তব বর্তনীতে রোধ ও পরজীবী প্রভাব থাকবে।



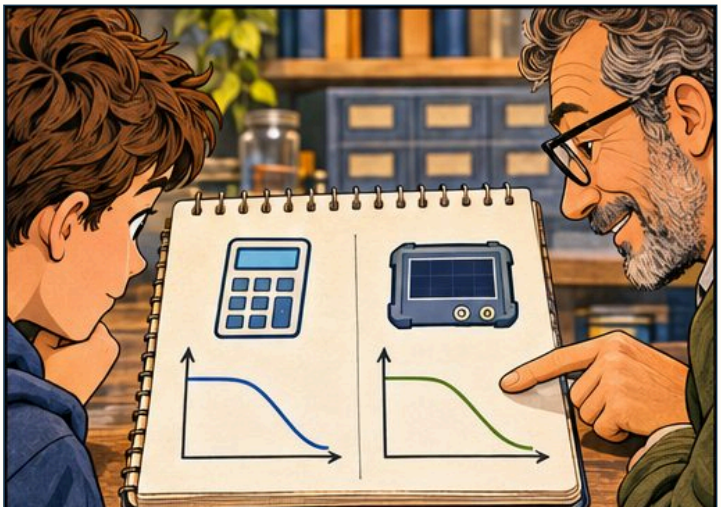
মডেল প্রথম প্রতিক্রিয়ার পূর্বাভাস দিতে সাহায্য করে।



পরে মাপের মাধ্যমে পার্থক্যগুলো পরীক্ষা করা যাবে।

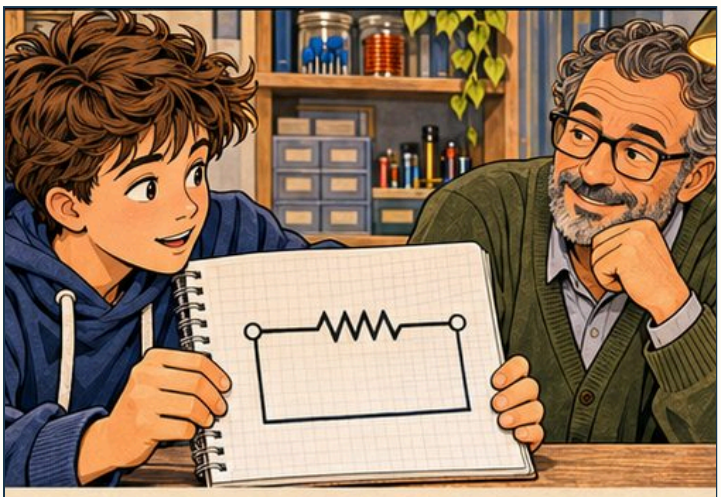


পূর্বাভাস ও ফল গুলিয়ে ফেললে বিচ্যুতি বোঝা যাবে না।

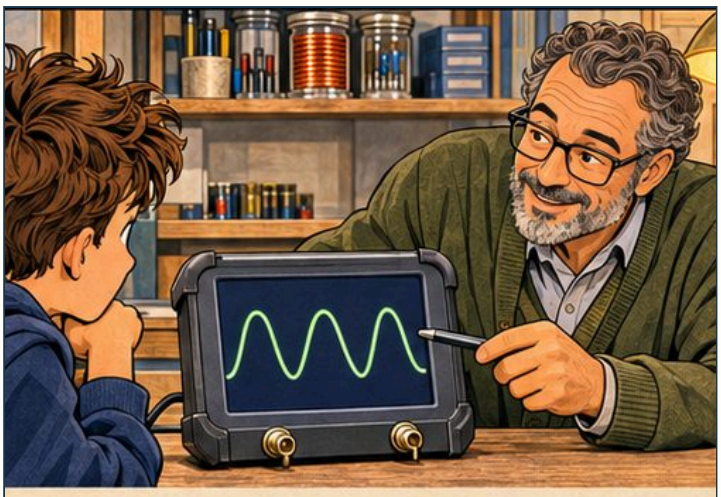


খাতায় প্রতিটির জন্য আলাদা জায়গা রাখা হয়।

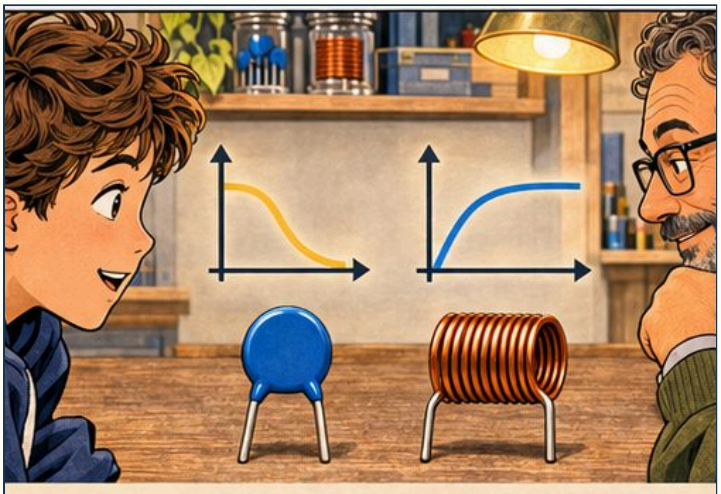
শুধু রোধ আর যথেষ্ট নয়



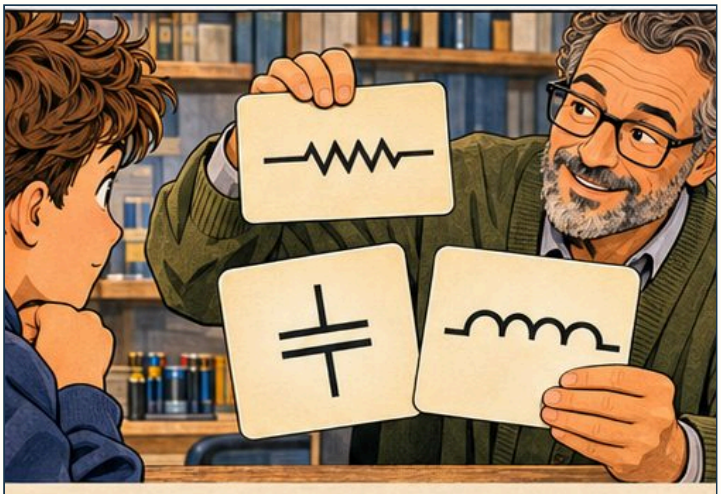
আগের খণ্ডে সমপ্রবাহে বিভব, তড়িৎপ্রবাহ ও রোধের সম্পর্ক ছিল।



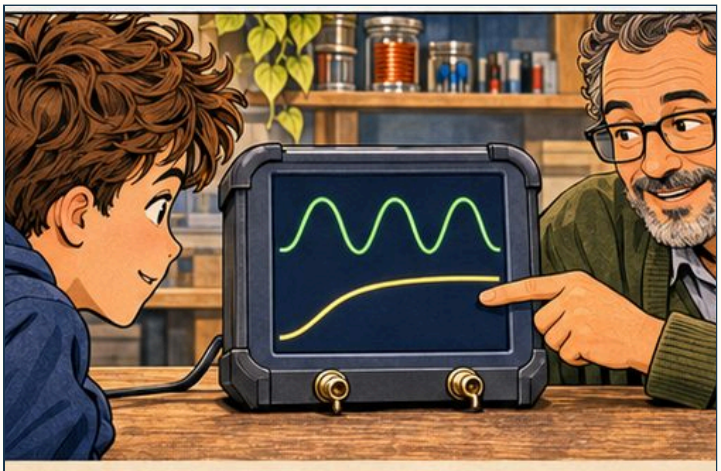
এখানে সিগন্যাল দ্রুত বদলায়, তাই কম্পাঙ্ক গুরুত্বপূর্ণ।



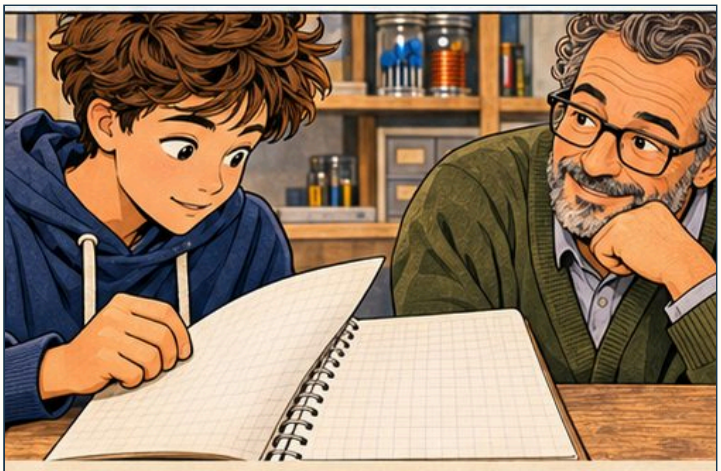
ধারক ও কুণ্ডলীর বাধা কম্পাঙ্কের ওপর নির্ভর করে।



এই রিয়্যাকট্যান্স সাধারণ রোধের সমান নয়।



ইম্পিড্যান্স পরিবর্তী প্রবাহের বৈদ্যুতিক আচরণ আরও বিস্তৃতভাবে বোঝায়।

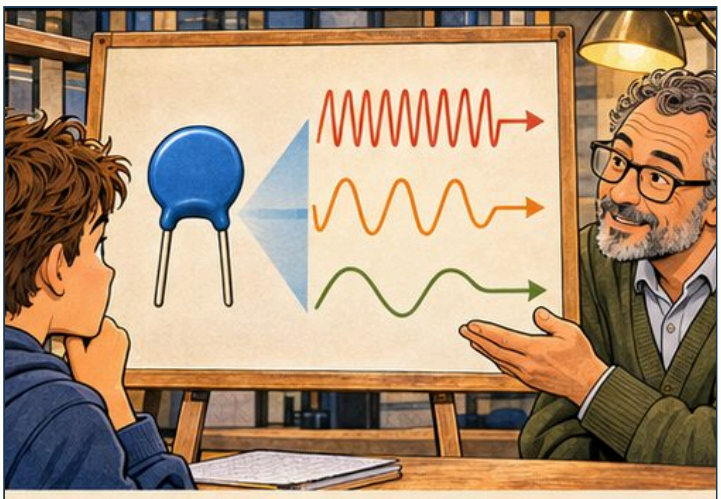


তরুণটি বোঝে কেন নতুন মডেল দরকার।

ধারকের ভূমিকা



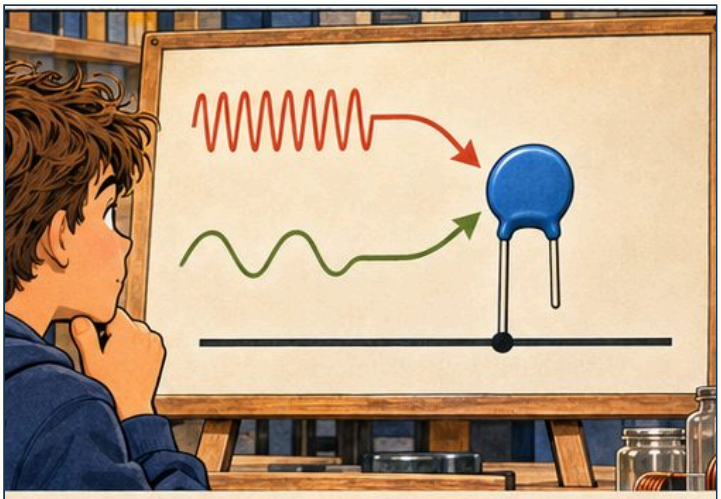
ধারকত্বের প্রতীক C, একক ফ্যারাড, F।



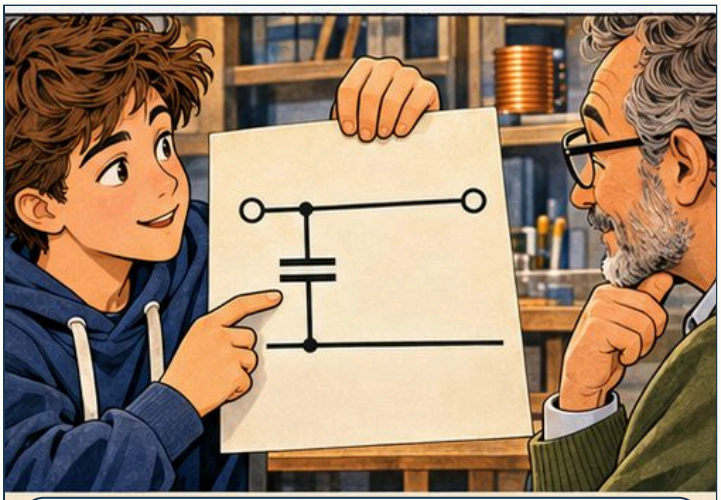
আদর্শ ধারকের রিয়্যাকট্যান্স কম্পাঙ্ক বাড়লে কমে।



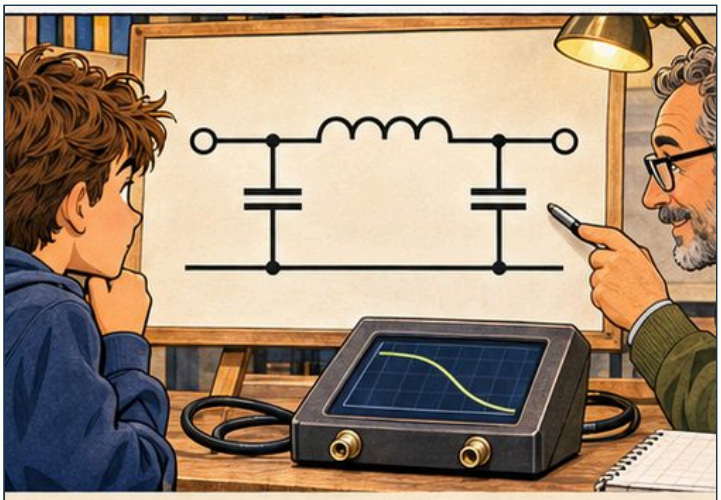
এর পরম মান Xc = 1/(2πfC)।



একই ধারকত্বে উঁচু কম্পাঙ্ক কম রিয়্যাকট্যান্স পায়।



তাদের ফিল্টারে ধারকগুলো সাধারণ রেফারেন্সে যুক্ত হবে।

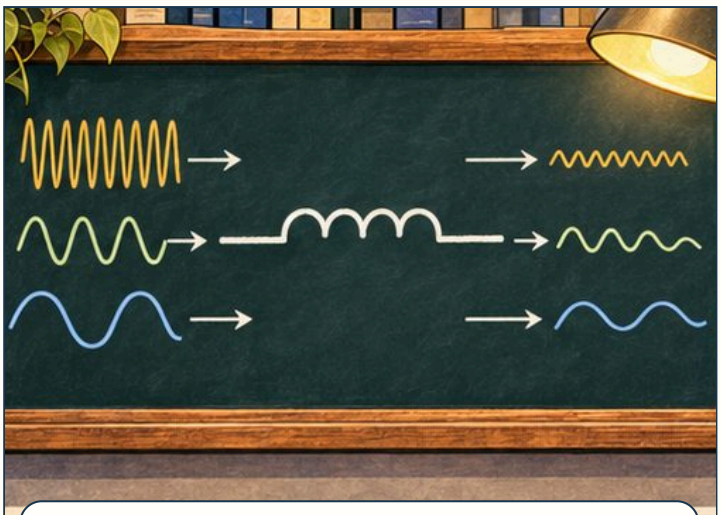


তাদের ভূমিকা বাকি বর্তনীর ওপরও নির্ভর করে।

কুণ্ডলীর ভূমিকা



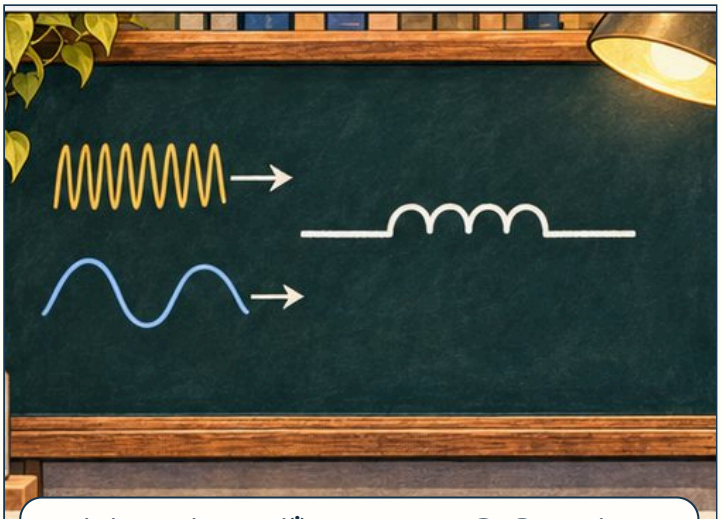
ইন্ডাকট্যান্সের প্রতীক L, একক হেনরি, H।



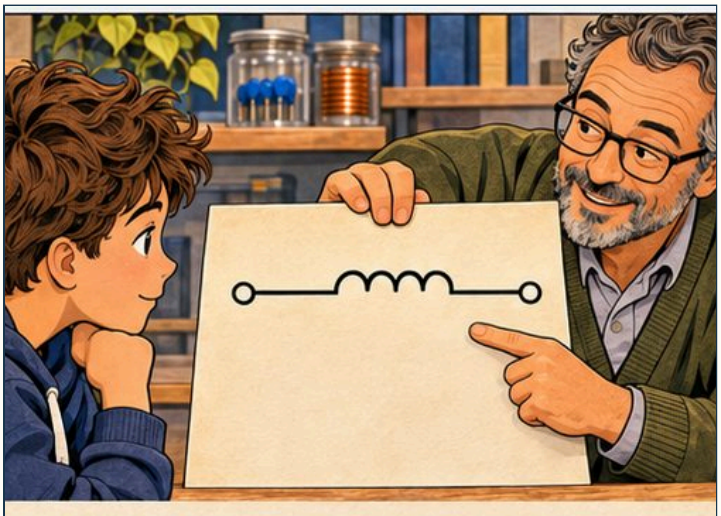
আদর্শ কুণ্ডলীর রিয়্যাকট্যান্স কম্পাঙ্কের সঙ্গে বাড়ে।



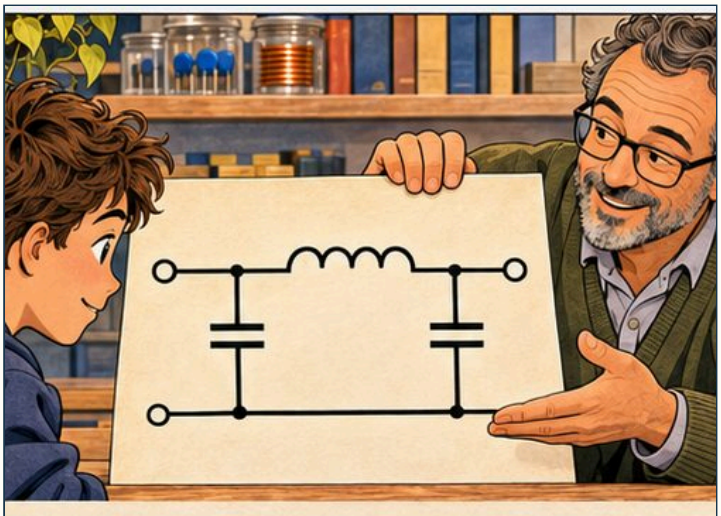
এর পরম মান XL = 2πfL।



একই ইন্ডাকট্যান্সে উঁচু কম্পাঙ্ক বেশি রিয়্যাকট্যান্স পায়।

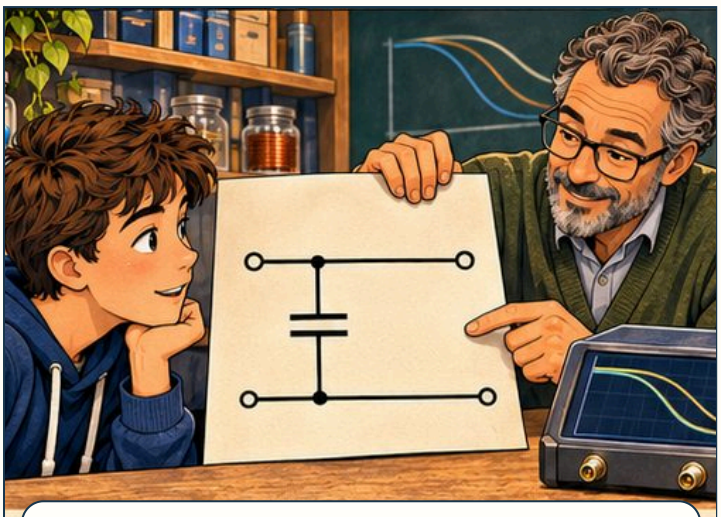


তাদের ফিল্টারে কুণ্ডলী থাকবে সিগন্যালের পথে।

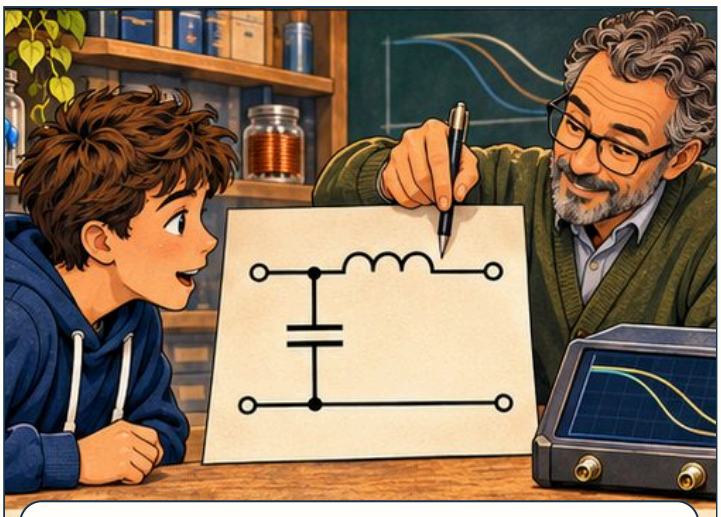


দুই ধরনের যন্ত্রাংশ একসঙ্গে কাজ করবে।

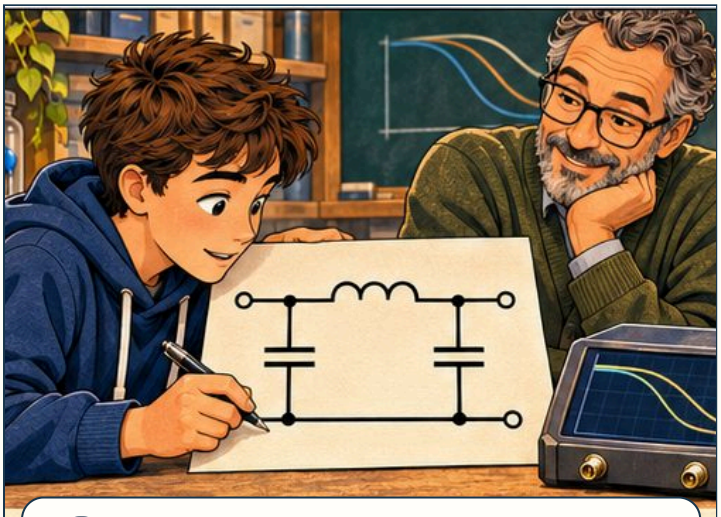
চিত্রটি π-এর আকার নেয়



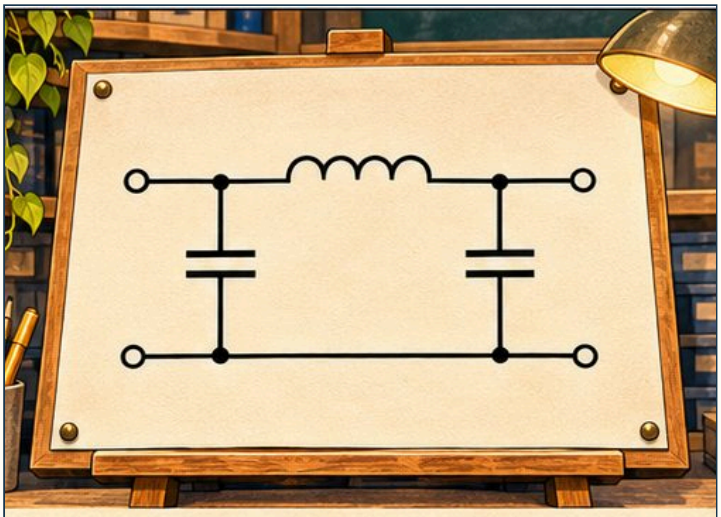
ইনপুট প্রথম ধারকে যায়, যা সাধারণ রেফারেন্সে যুক্ত।



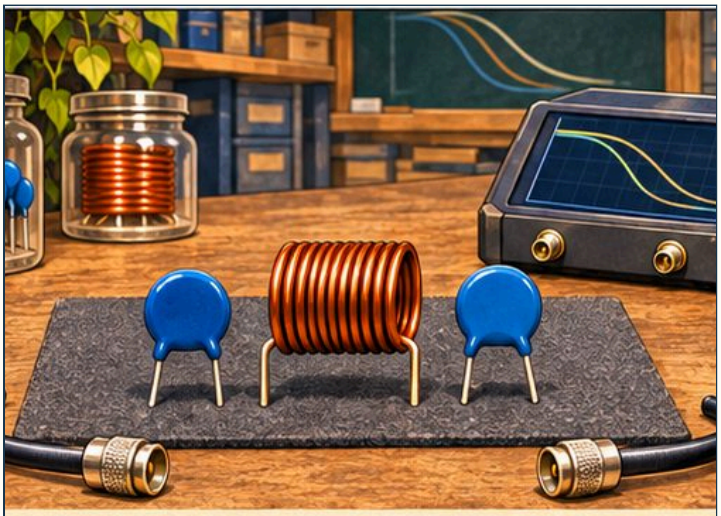
তারপর কুণ্ডলী ইনপুট ও আউটপুটকে শ্রেণিতে যুক্ত করে।



দ্বিতীয় ধারক আউটপুটকে সেই একই রেফারেন্সে যুক্ত করে।



কুণ্ডলীর দুই পাশে দুটি শাখা নিচে নামে।



এই বিন্যাস গ্রিক অক্ষর π-এর মতো।

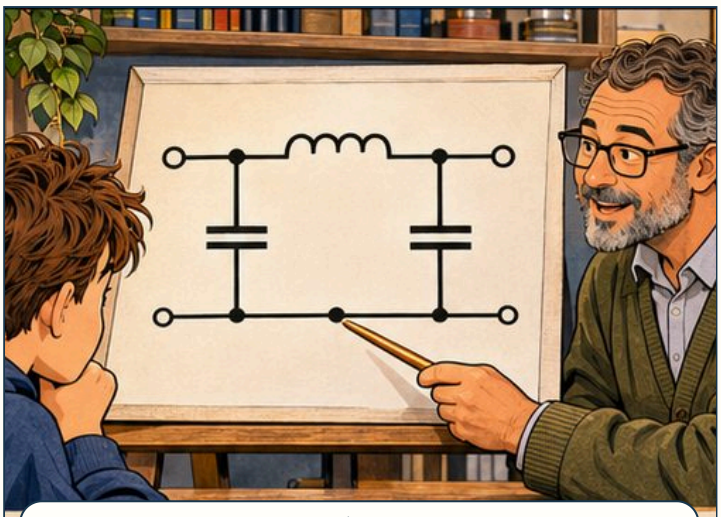


তরুণটি পেনসিল দিয়ে প্রতিটি সংযোগ অনুসরণ করে।

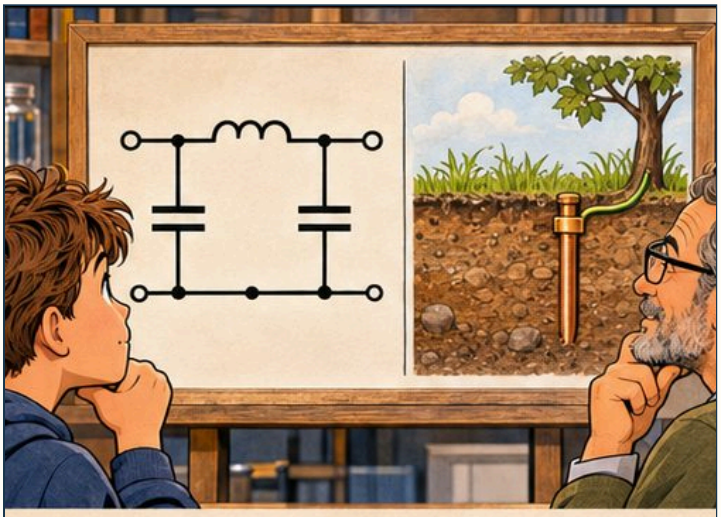
চিত্রের সাধারণ রেফারেন্স



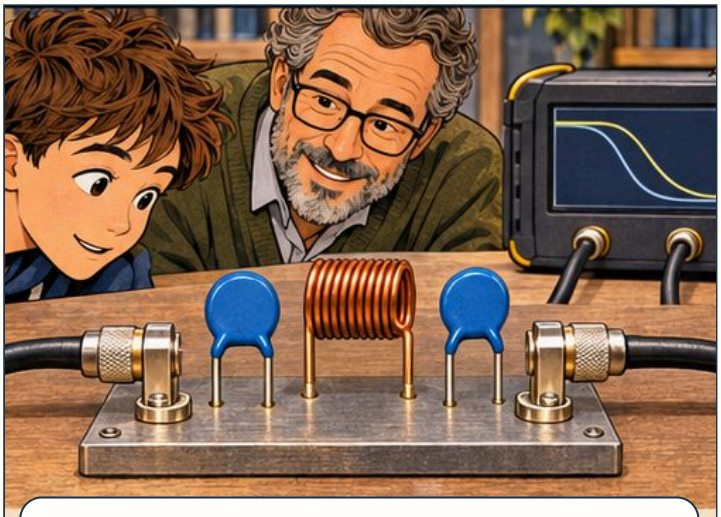
দুই ধারকের একটি সাধারণ বৈদ্যুতিক রেফারেন্স রয়েছে।



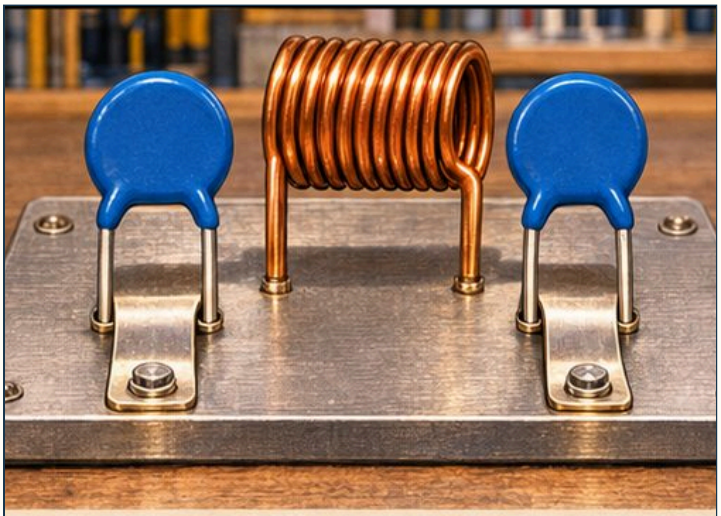
গ্রাউন্ড চিহ্নটি এখানে বর্তনীর সেই রেফারেন্স বোঝায়।



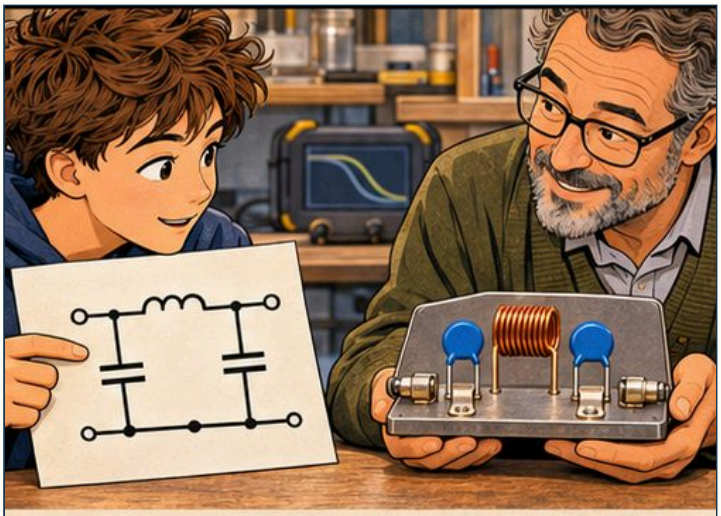
এটি নিজে থেকেই মাটির সঙ্গে সংযোগ বোঝায় না।



কোঅ্যাক্সিয়াল কেবলের শিল্ড পরিকল্পনামতো এই রেফারেন্সে যুক্ত হয়।



ছোট সংযোগ কিছু পরজীবী প্রভাব সীমিত করে।

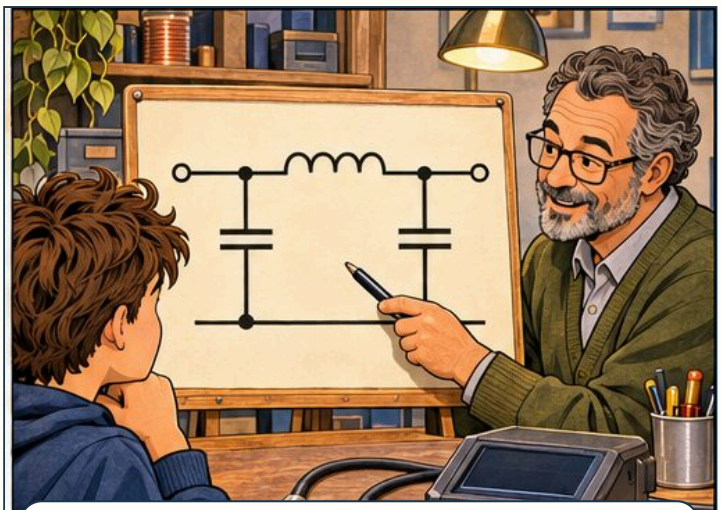


তরুণটি প্রতীক ও তার বাস্তব রূপের পার্থক্য বোঝে।

তিন উপাদান ও এক ক্রম



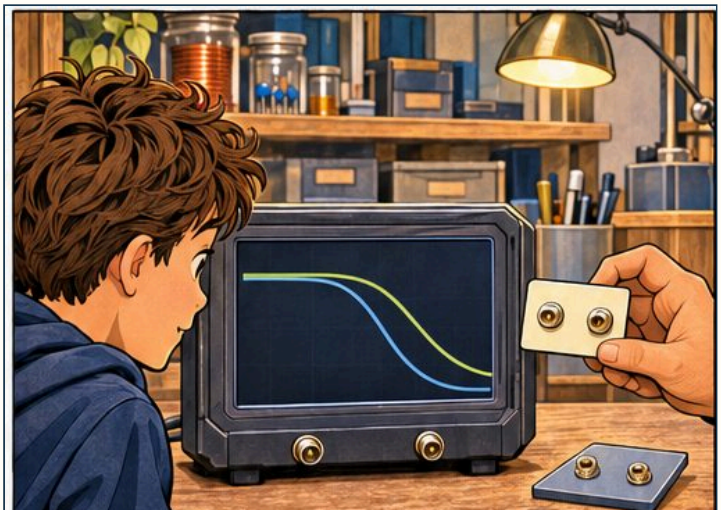
এই আদর্শ নেটওয়ার্কে তিন রিয়্যাকটিভ উপাদান: C, L ও C।



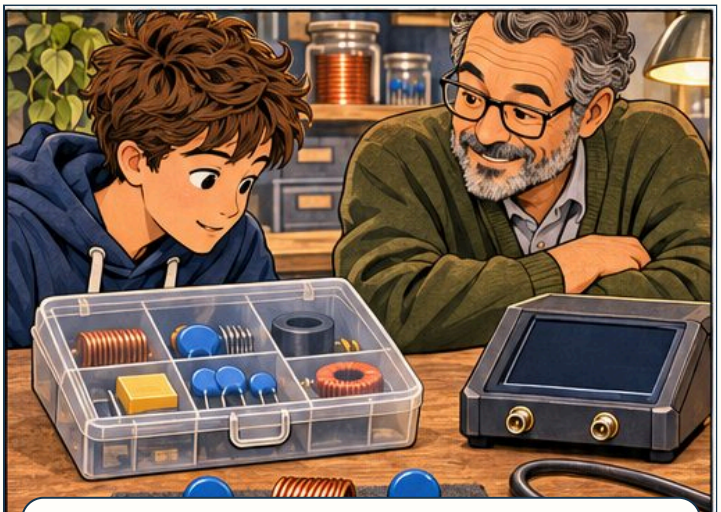
এগুলো এখানে তৃতীয় ক্রমের নিম্ন-পাস ফিল্টার তৈরি করে।



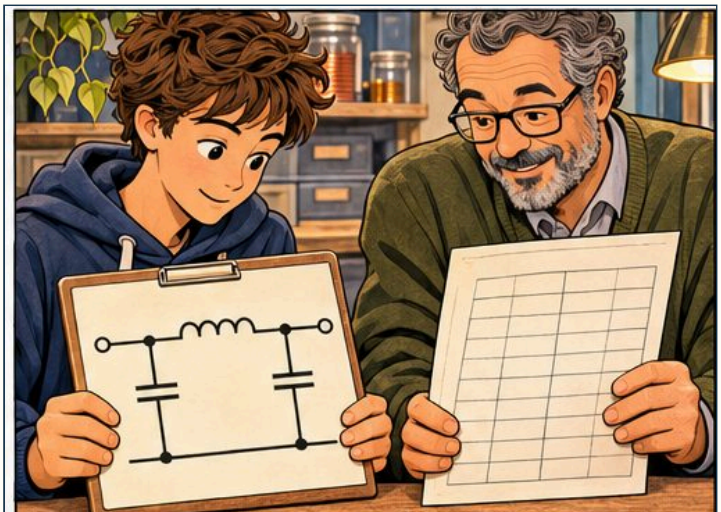
ক্রম অন্যান্য বিষয়ে মডেলের দূরবর্তী ঢাল নির্দেশ করে।



তবু ভুল ইম্পিড্যান্স বেছে নিলে প্রতিক্রিয়া বদলাবে।



এলোমেলো যন্ত্রাংশ যোগ করলে কাঙ্ক্ষিত ফিল্টার হয় না।

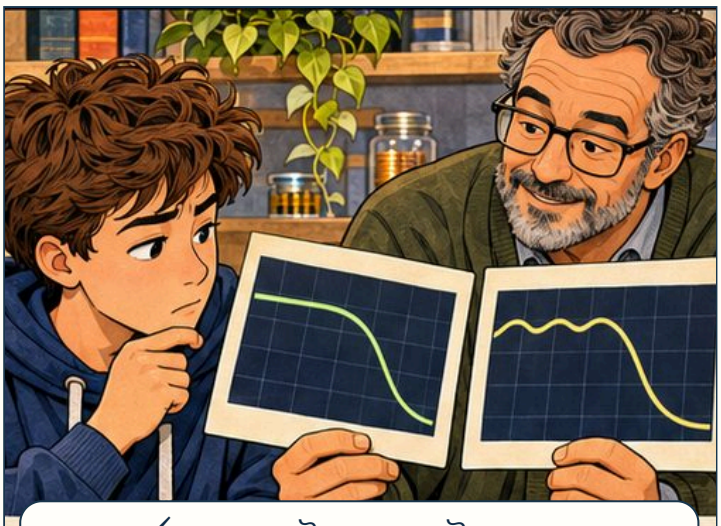


চিত্রের গঠনকে হিসাবের সঙ্গে মিলতে হবে।

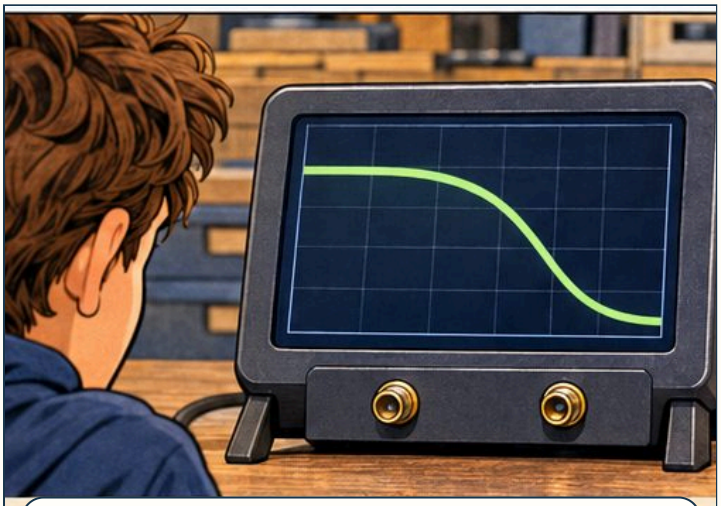
বাটারওয়ার্থ কেন?



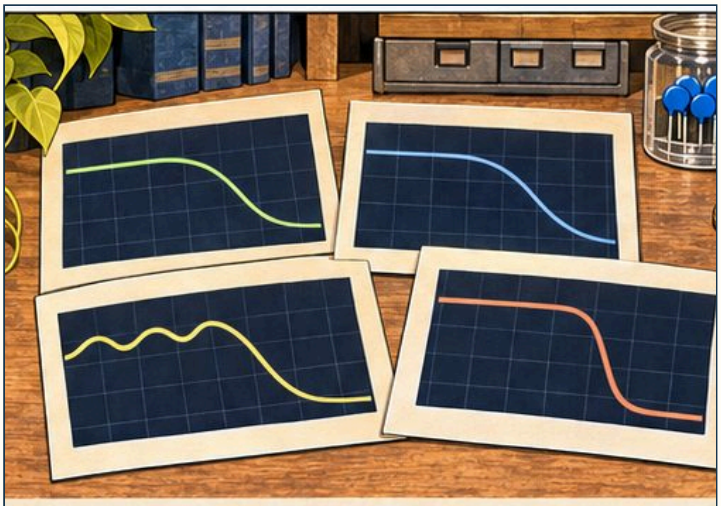
বাটারওয়ার্থ প্রতিক্রিয়া পাসব্যান্ডে সর্বাধিক সমতল।



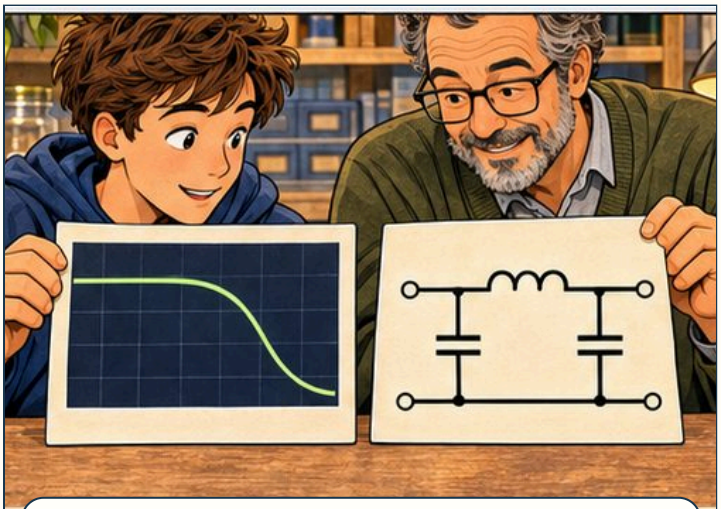
এর আদর্শ মডেলে এই ব্যান্ডে ঢেউখেলানো ওঠানামা নেই।



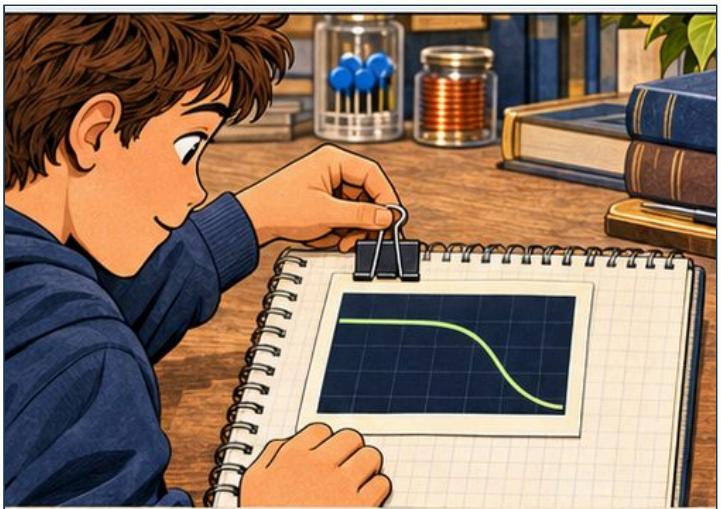
পরিবর্তন ধাপে ধাপে হয়, একটি বৈশিষ্ট্যপূর্ণ বক্রতা থাকে।



অন্য প্রতিক্রিয়ায় ভিন্ন সমঝোতা মানতে হয়।



প্রথম স্পষ্ট নকশার জন্য তারা এই পরিবার বেছে নেয়।



তাই নামটি শুধু নিম্ন-পাসের চেয়ে বেশি তথ্য দেয়।

শুরু করার প্রোটোটাইপ



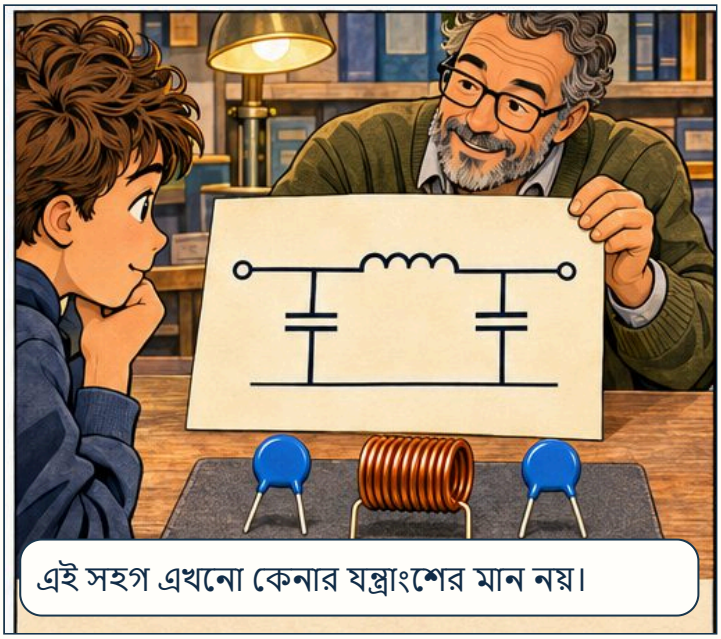
একটি স্বাভাবিকীকৃত প্রোটোটাইপ নকশার সহগ দেয়।



এই তৃতীয় ক্রমের বাটারওয়ার্থের জন্য তা 1, 2 ও 1।



এগুলো যথাক্রমে ধারক, কুণ্ডলী ও ধারকের জন্য।



এই সহগ এখনো কেনার যন্ত্রাংশের মান নয়।

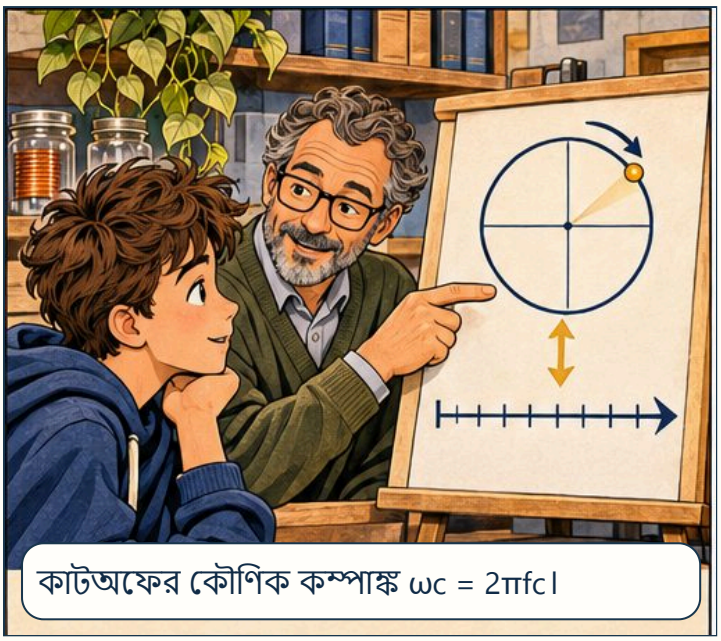


এর জন্য উপযুক্ত প্রোটোটাইপ ও টার্মিনেশন ধরে নেওয়া হয়।

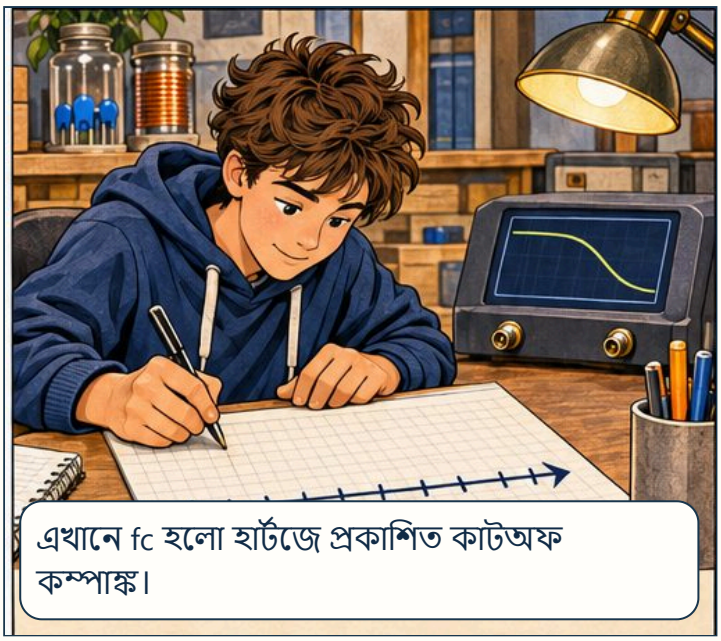


কম্পাঙ্ক ও ইম্পিড্যান্সের স্কেল এখনো নির্ধারণ করতে হবে।

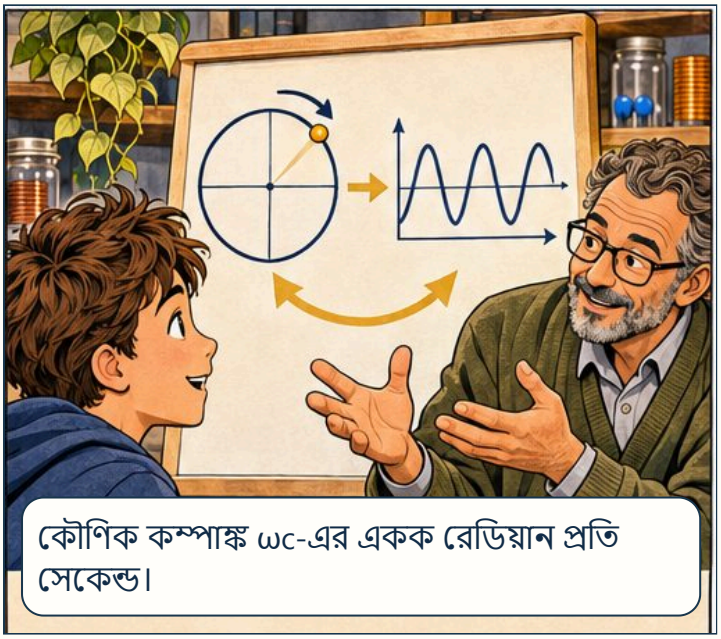
স্কেল বদলানো



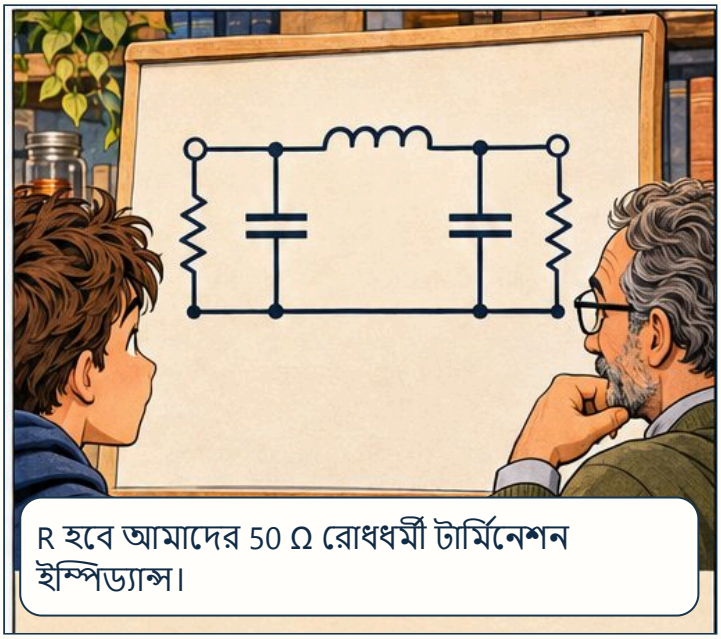
কাটঅফের কৌণিক কম্পাঙ্ক ωc = 2πfc।



এখানে fc হলো হার্টজে প্রকাশিত কাটঅফ কম্পাঙ্ক।



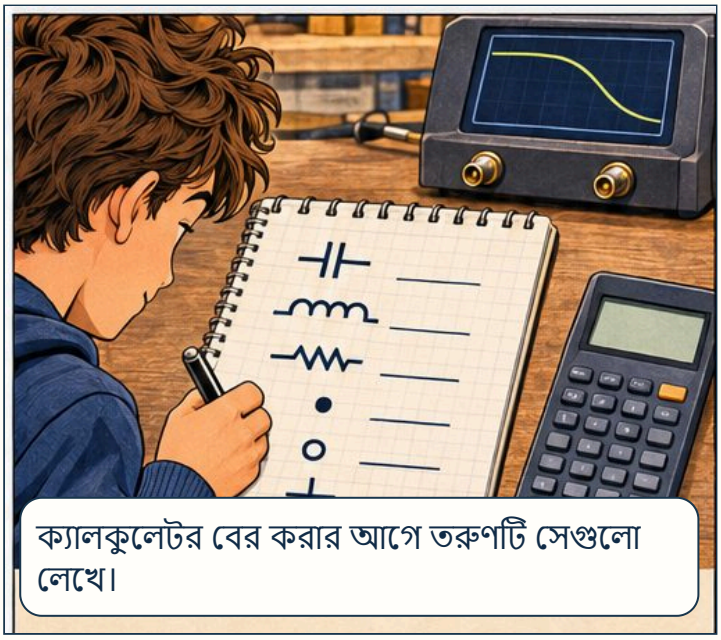
কৌণিক কম্পাঙ্ক ωc-এর একক রেডিয়ান প্রতি সেকেন্ড।



R হবে আমাদের 50 Ω রোধধর্মী টার্মিনেশন ইম্পিড্যান্স।



এই প্রতীকগুলো প্রোটোটাইপকে যন্ত্রাংশের মানে রূপান্তর করতে দেয়।

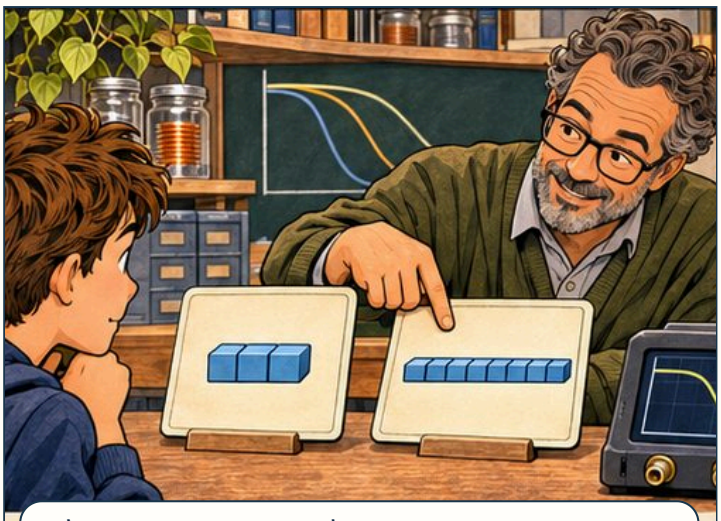


ক্যালকুলেটর বের করার আগে তরুণটি সেগুলো লেখে।

সংখ্যার আগে একক



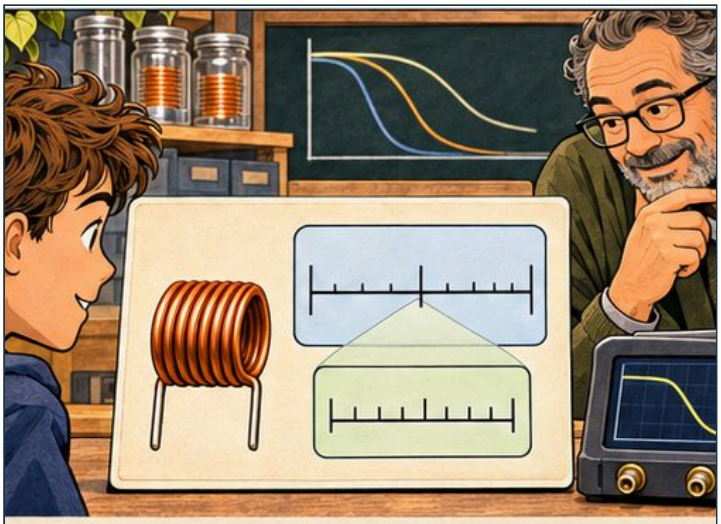
এক মেগাহার্টজ হলো দশ লক্ষ হার্টজ।



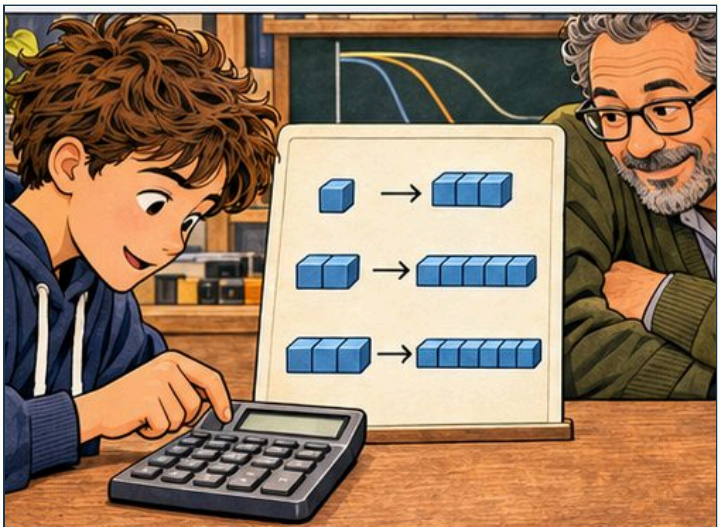
তাই তাদের 10 MHz কাটঅফ হলো 10 000 000 Hz।



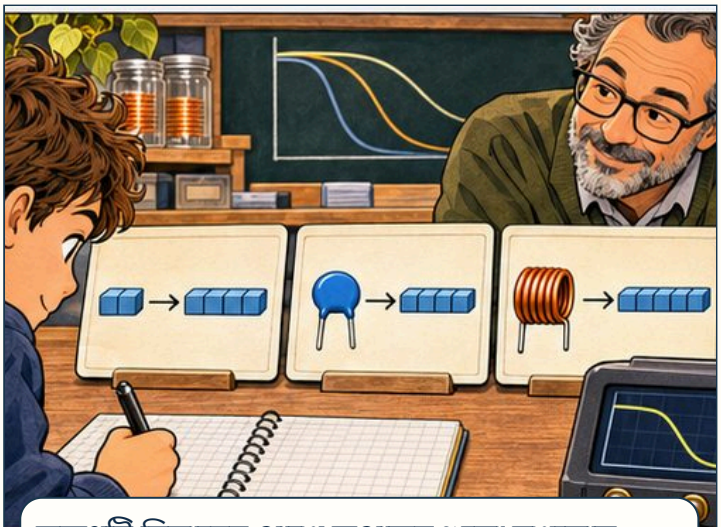
এক পিকোফ্যারাড হলো 10^{-12} F।



এক মাইক্রোহেনরি হলো 10^{-6} H।



সূত্রে প্রথমে মৌলিক একক ব্যবহার করা হবে।



তরুণটি হিসাবের পাশে রূপান্তরগুলো দৃশ্যমান রাখে।

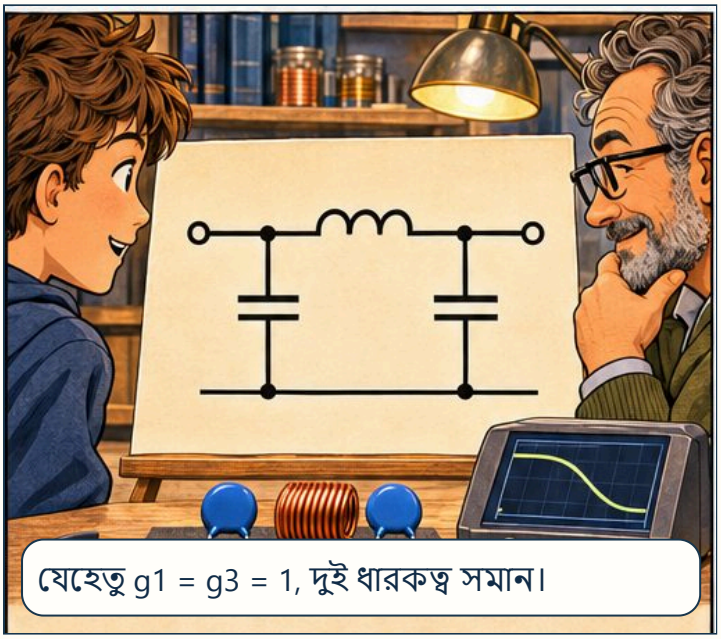
ধারকগুলোর সূত্র



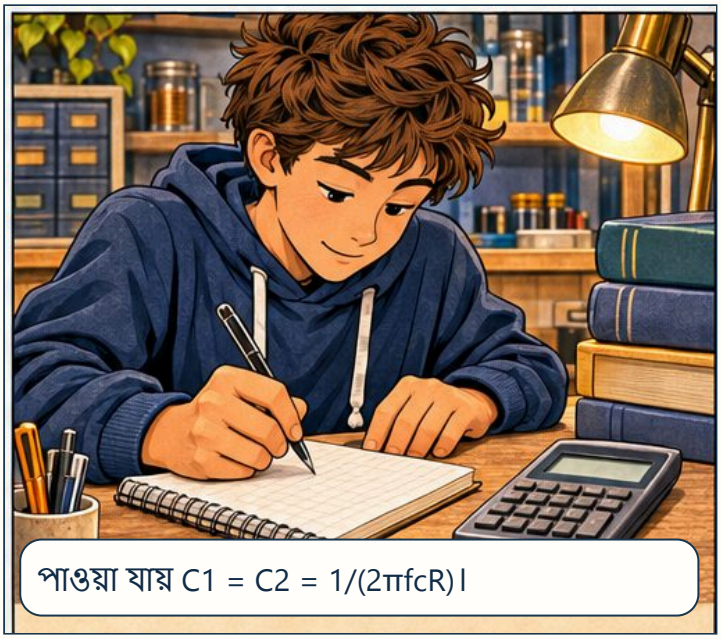
এই গঠনের জন্য C1 = g1/(ωcR)।



তৃতীয় সহগ দেয় C2 = g3/(ωcR)।



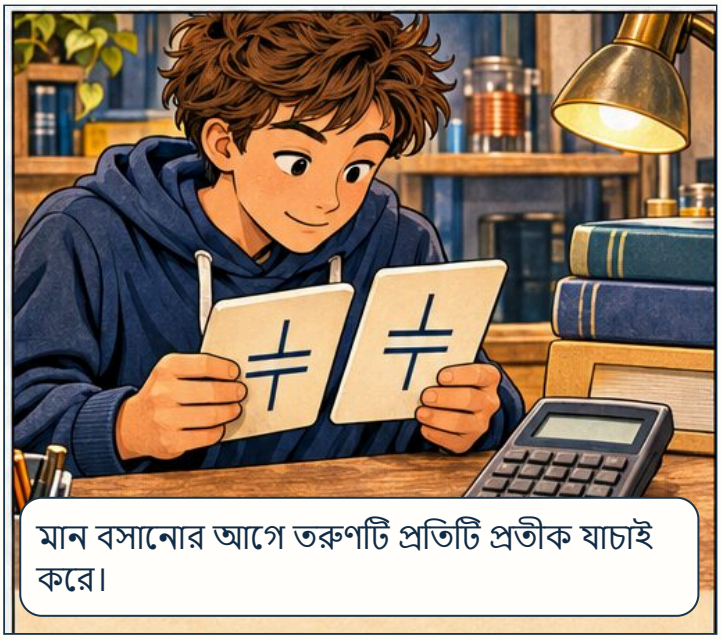
যেহেতু g1 = g3 = 1, দুই ধারকত্ব সমান।



পাওয়া যায় C1 = C2 = 1/(2πfcR)।



এই সূত্র এই প্রোটোটাইপ ও তার নির্ধারিত টার্মিনেশনের জন্য।



মান বসানোর আগে তরুণটি প্রতিটি প্রতীক যাচাই করে।

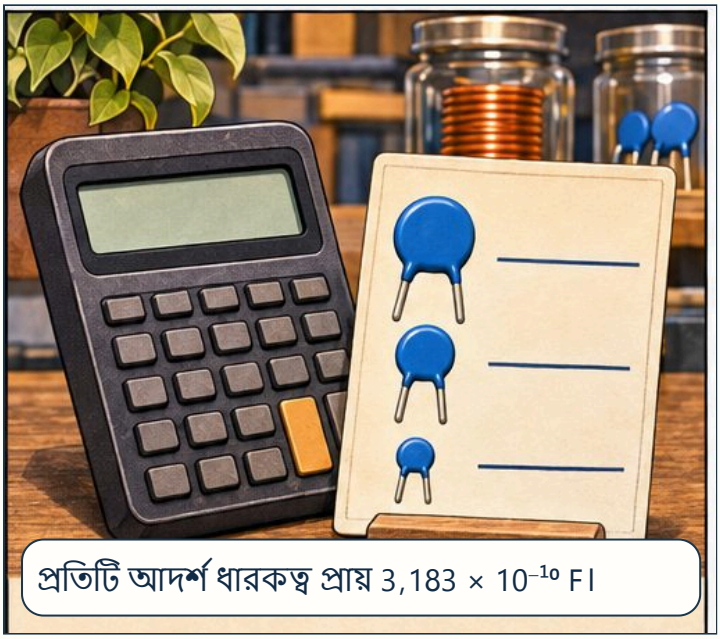
ধারকত্বের হিসাব



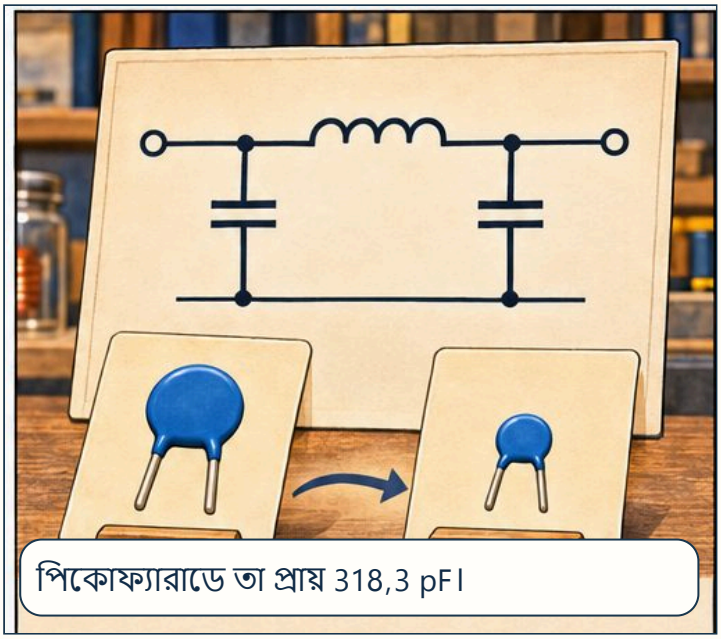
তারা fc-এর জায়গায় 10 000 000 Hz এবং R-এর জায়গায় 50 Ω বসায়।



হর প্রায় 3,142 × 10⁹।



প্রতিটি আদর্শ ধারকত্ব প্রায় 3,183 × 10⁻¹⁰ F।



পিকোফ্যারাডে তা প্রায় 318,3 pF।

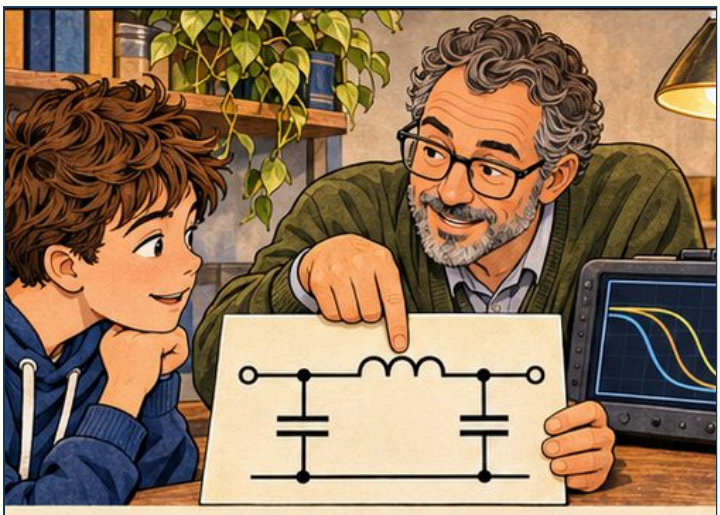


দুটি ধারকের তাই একই তাত্ত্বিক মান হবে।



Lucas এককসহ ফল লেখে।

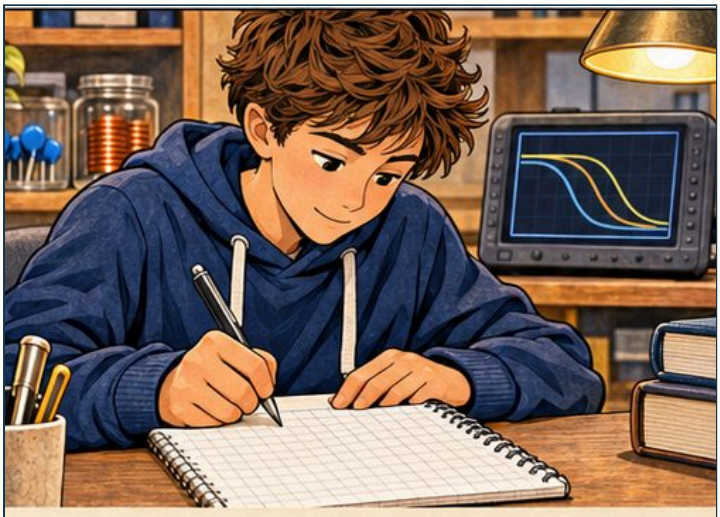
কুণ্ডলীর সূত্র



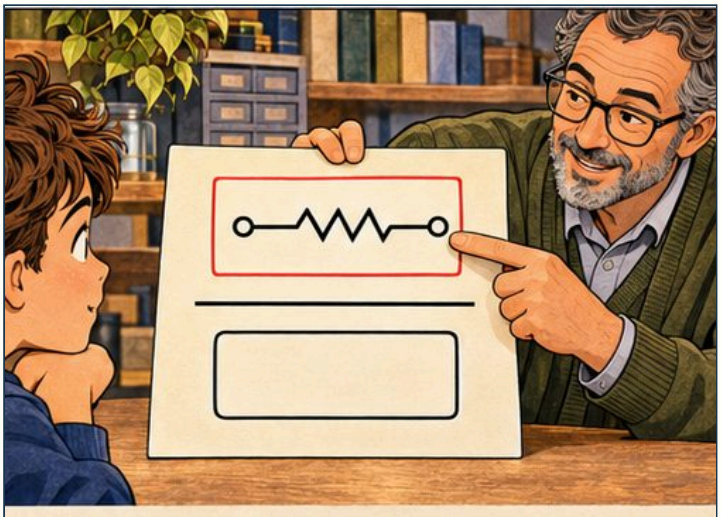
শ্রেণি কুণ্ডলীর জন্য L = g2R/ωc।



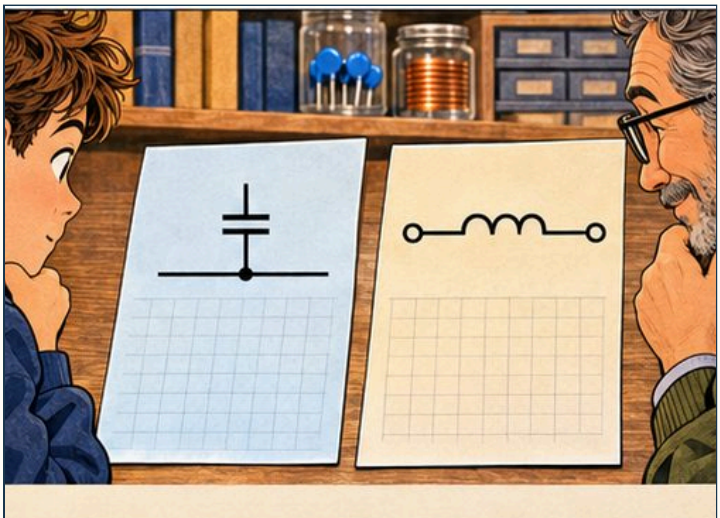
এখানে মাঝের সহগ g2 = 2।



তাই পাওয়া যায় L = 2R/(2πfc)।



এবার টার্মিনেশন রোধ লবে রয়েছে।

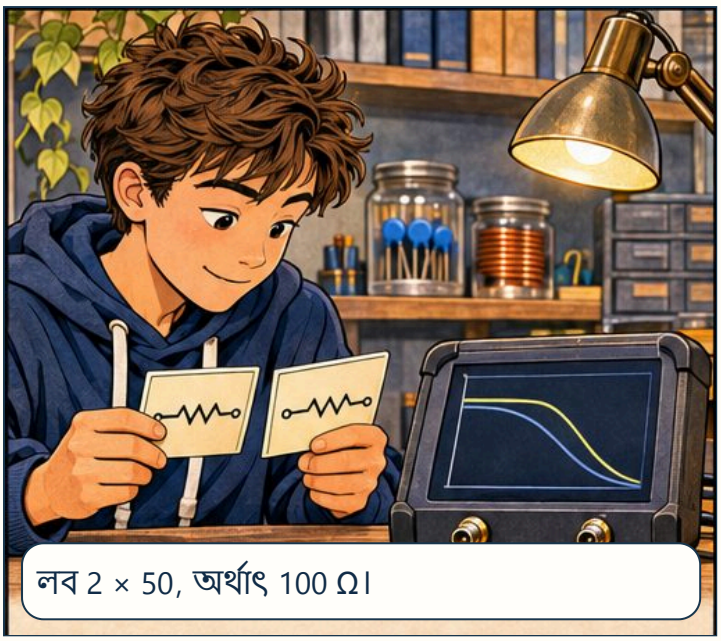


তরুণটি এই সূত্র ধারকগুলোর সূত্রের সঙ্গে মেলায়।

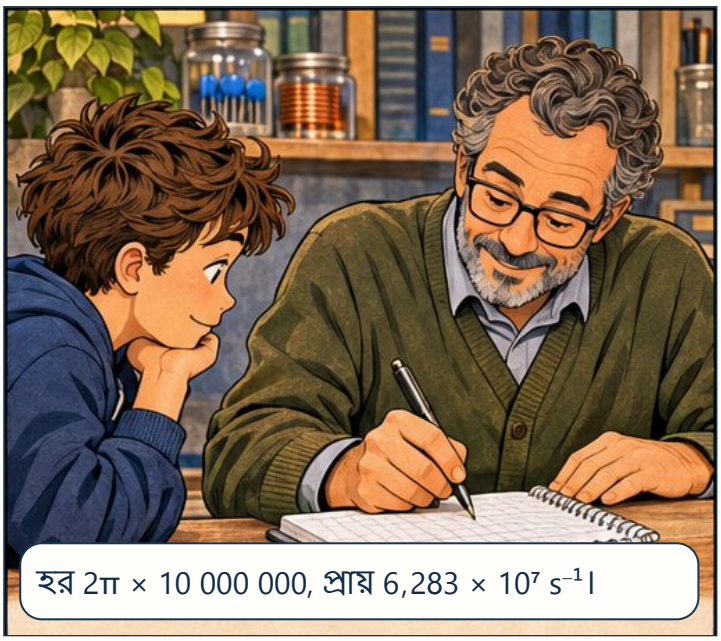


দেখতে মিল থাকলেও আবার পড়া জরুরি।

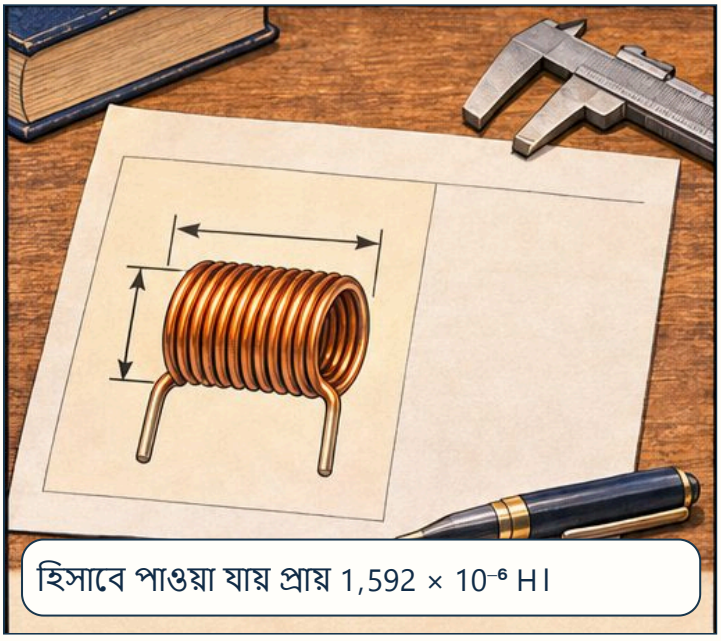
ইন্ডাকট্যান্সের হিসাব



লব 2 × 50, অর্থাৎ 100 Ω।



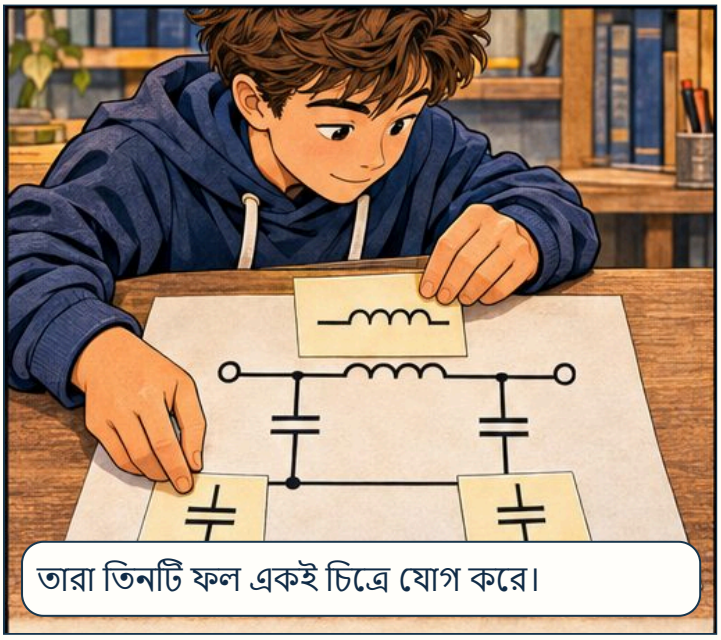
হর 2π × 10 000 000, প্রায় 6,283 × 10^{7} s^{-1}।



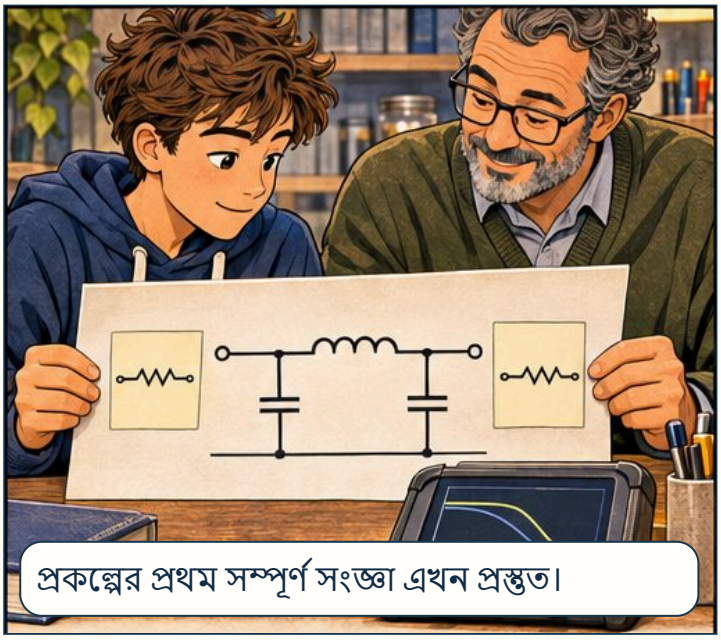
হিসাবে পাওয়া যায় প্রায় 1,592 × 10^{-6} H।



আদর্শ কুণ্ডলীর ইন্ডাকট্যান্স তাই প্রায় 1,59 µH হবে।



তারা তিনটি ফল একই চিত্রে যোগ করে।



প্রকল্পের প্রথম সম্পূর্ণ সংজ্ঞা এখন প্রস্তুত।

দশ লক্ষ গুণের ভুল

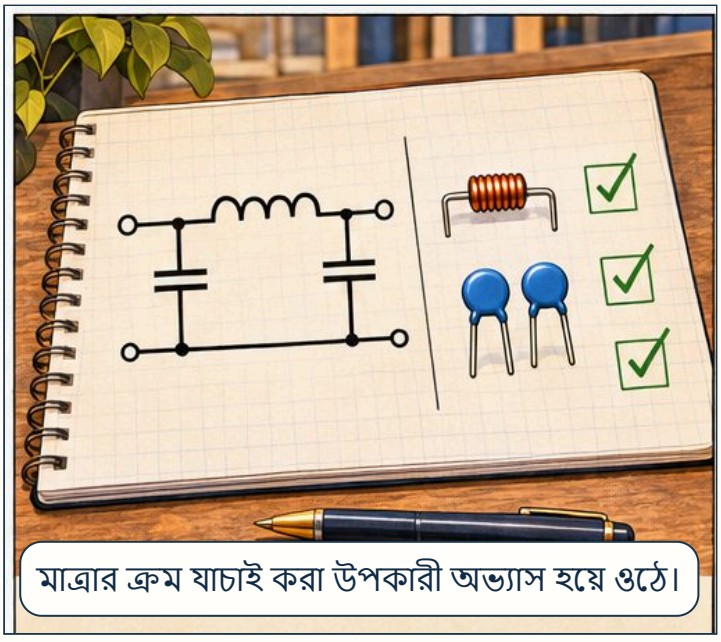

তরুণটি আবার দ্রুত হিসাবটি টাইপ করার চেষ্টা করে।


সে 10 000 000-এর বদলে 10 লেখে।


ফল দশ লক্ষ গুণ বেশি হয়ে যায়।


প্রত্যাশিত যন্ত্রাংশের সঙ্গে তুলনা সঙ্গে সঙ্গে ভুল দেখায়।


সে ইনপুট শুধরে আলাদাভাবে আবার হিসাব করে।


মাত্রার ক্রম যাচাই করা উপকারী অভ্যাস হয়ে ওঠে।

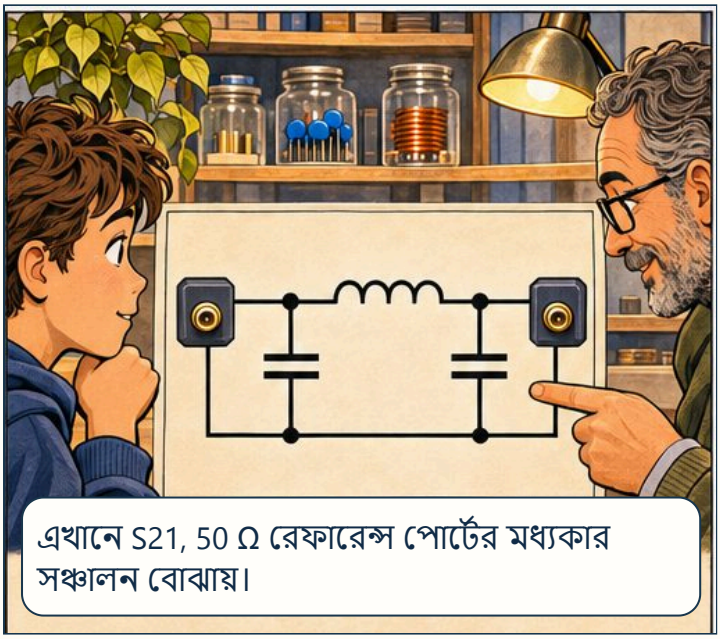
পুরো বক্ররেখার পূর্বাভাস



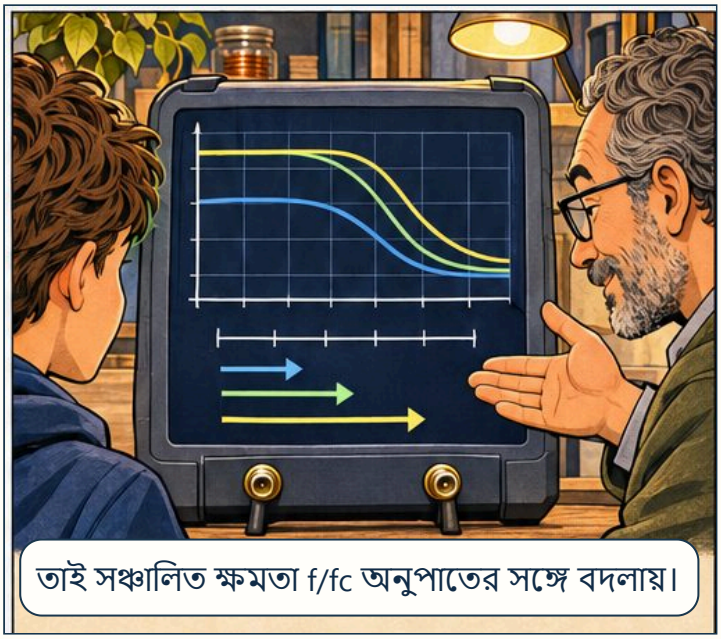
তিনটি মান এখনো পুরো প্রতিক্রিয়া বোঝায় না।



আদর্শ মডেলে S21-এর মানের বর্গ 1/[1 + (f/fc)⁶]।



এখানে S21, 50 Ω রেফারেন্স পোর্টের মধ্যকার সঞ্চালন বোঝায়।



তাই সঞ্চালিত ক্ষমতা f/fc অনুপাতের সঙ্গে বদলায়।



মাপার আগে তাত্ত্বিক বক্ররেখা তুলনার ভিত্তি দেয়।



তরুণটি তুলনার জন্য কয়েকটি কম্পাঙ্ক বেছে নেয়।

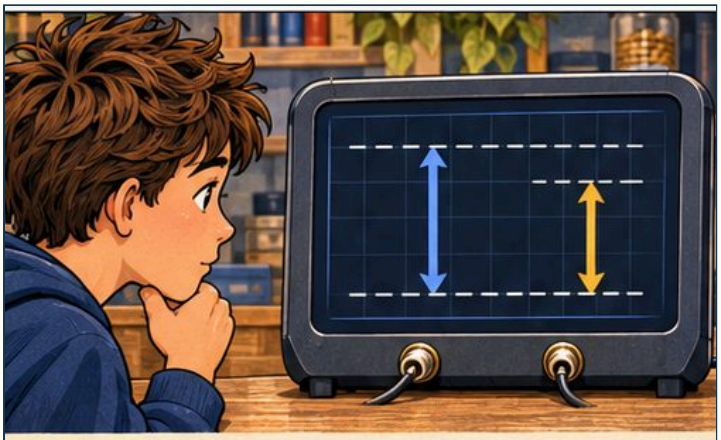
মাইনাস তিন ডেসিবেল মানে কী?



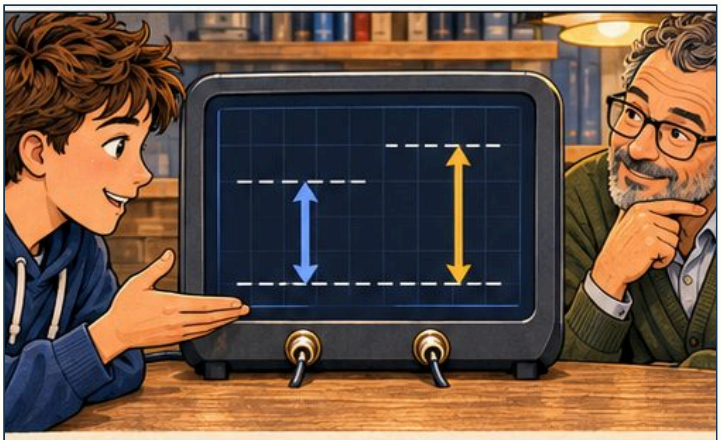
f = fc হলে আদর্শ সঞ্চালিত ক্ষমতার অনুপাত 1/2।



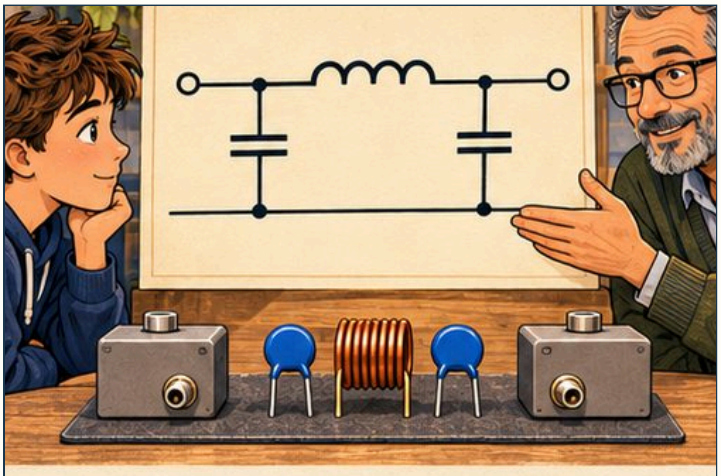
ডেসিবেলে 10 log10(1/2) প্রায় −3,01 dB দেয়।



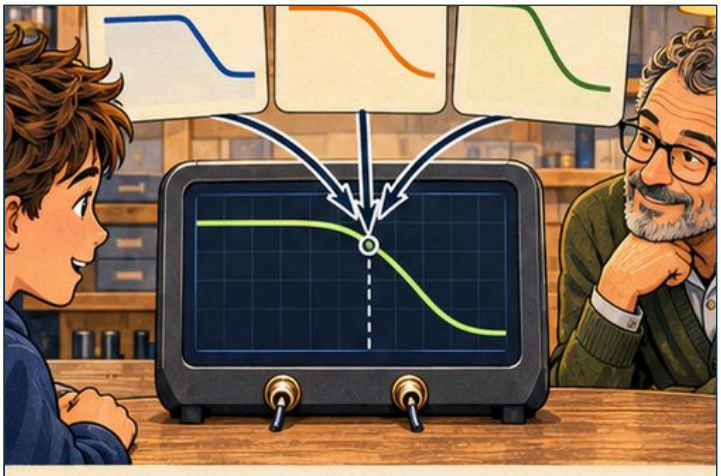
তখন S21-এর মান প্রায় 0,707।



এই বিস্তার তাই অর্ধেক নয়।



হিসাবে উপযুক্ত 50 Ω রেফারেন্স ব্যবহার করা হয়।

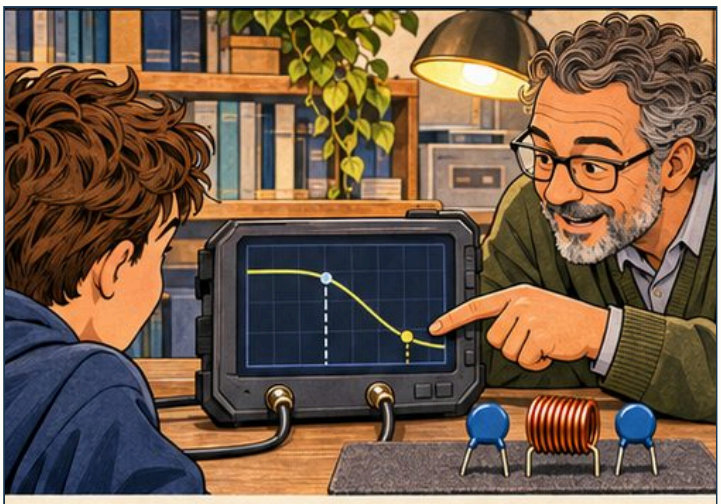


তরুণটি বক্ররেখার একই বিন্দুর তিনটি প্রকাশ মেলায়।

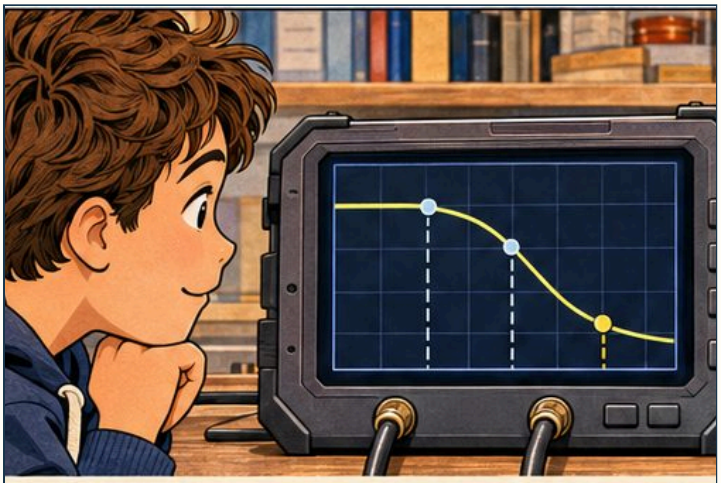
কাটঅফের ওপরে



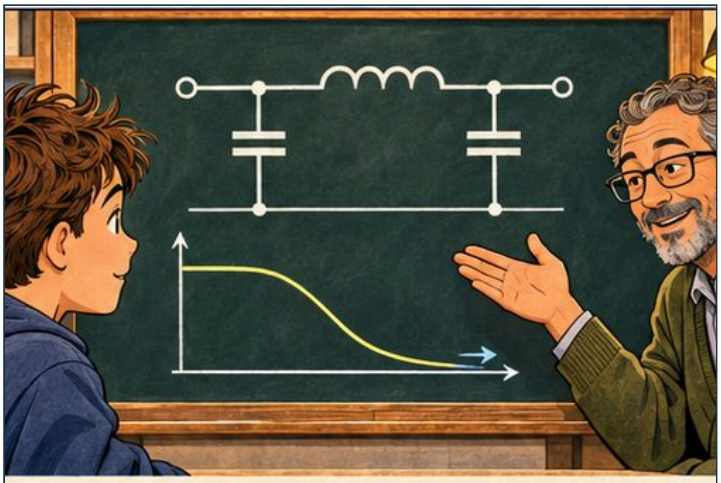
20 MHz-এ f/fc-এর মান 2।



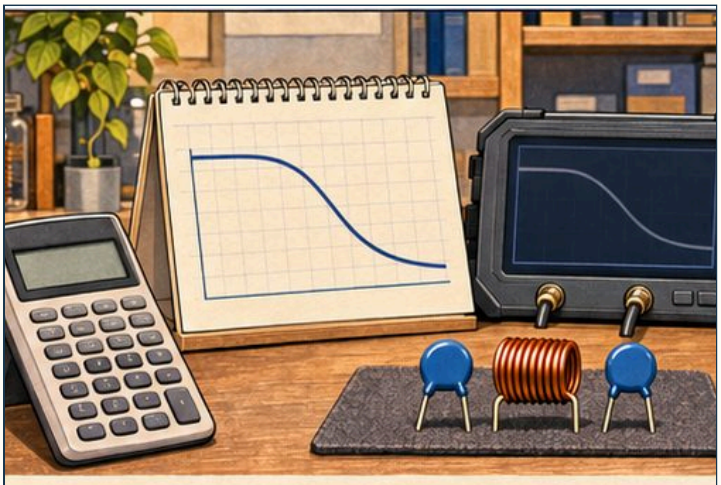
আদর্শ সঞ্চালন প্রায় −18,13 dB হয়।



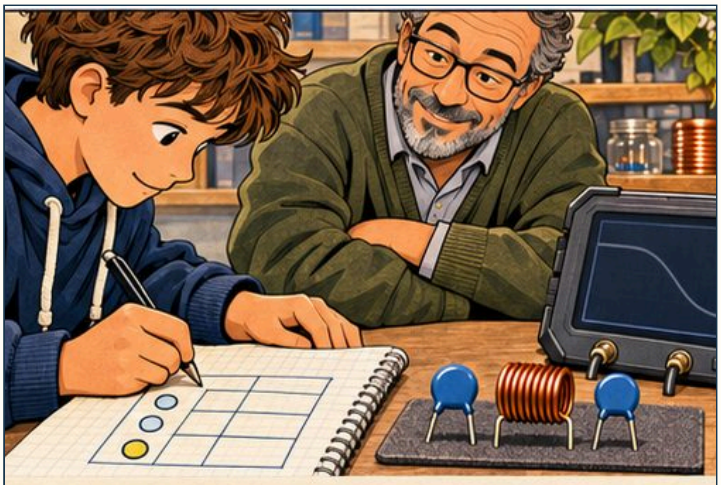
30 MHz-এ f/fc-এর মান 3: প্রায় −28,63 dB।



অবনমন বাড়ে, কিন্তু সসীম থাকে।

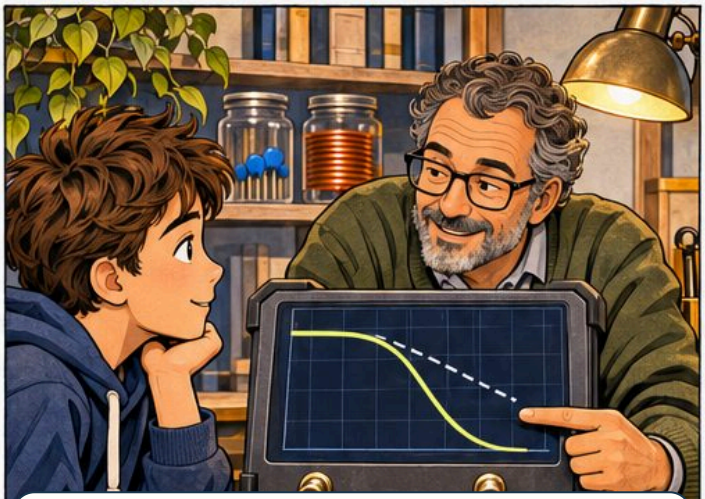


এই সংখ্যাগুলো হিসাব করা, তাদের বর্তনীতে মাপা নয়।

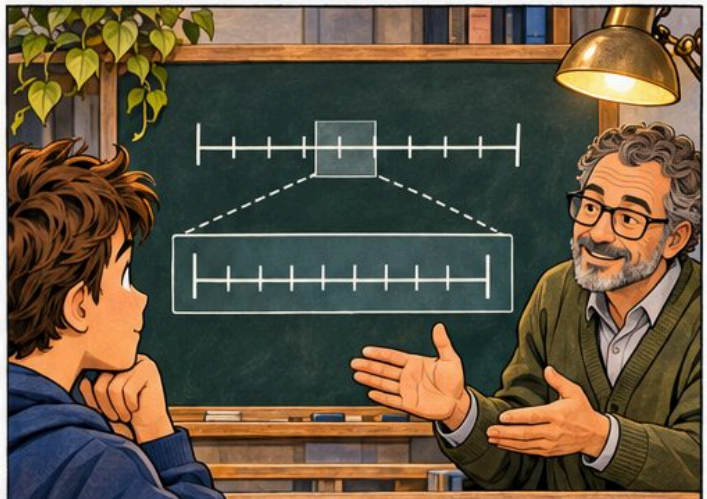


তরুণটি এগুলো পূর্বাভাসের কলামে রাখে।

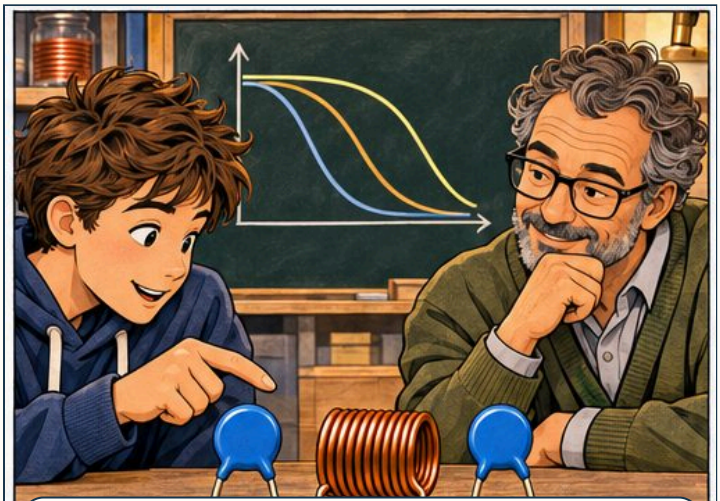
ঢাল কোনো প্রতিশ্রুতি নয়



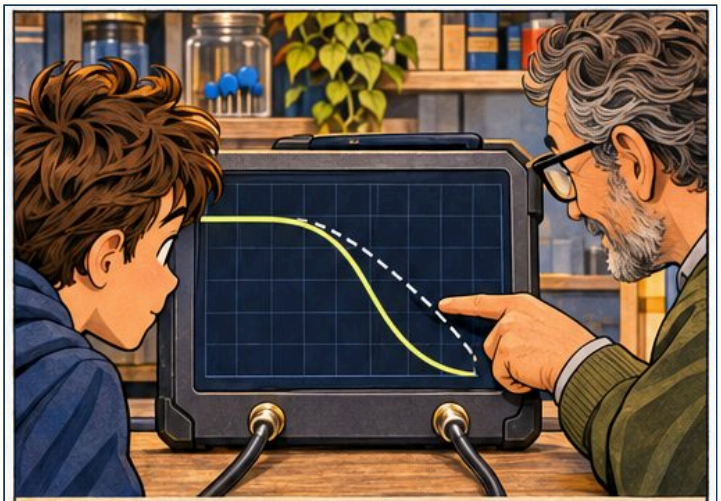
কাটঅফ থেকে দূরে আদর্শ অবনমন প্রতি দশকে 60 dB-এর দিকে যায়।



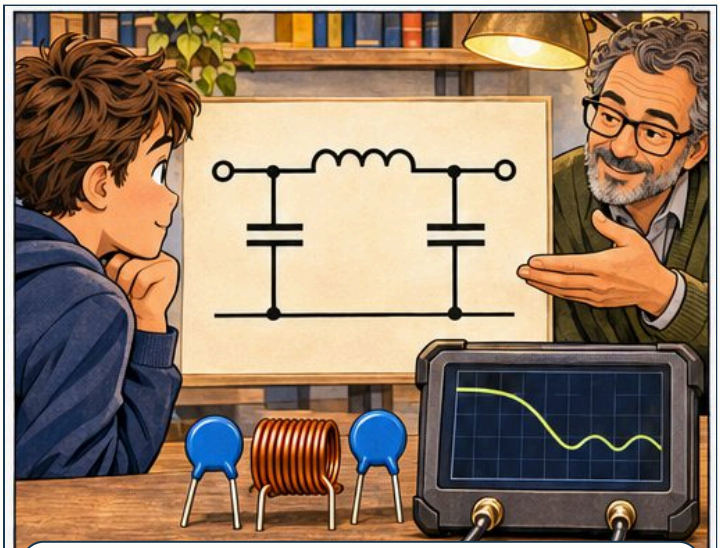
এখানে দশক মানে কম্পাঙ্ক দশ গুণ হওয়া।



এই অ্যাসিম্পটোটিক ঢাল তৃতীয় ক্রমের মডেলের বৈশিষ্ট্য।



কাটঅফের কাছে বক্ররেখা সরলরেখা নয়।

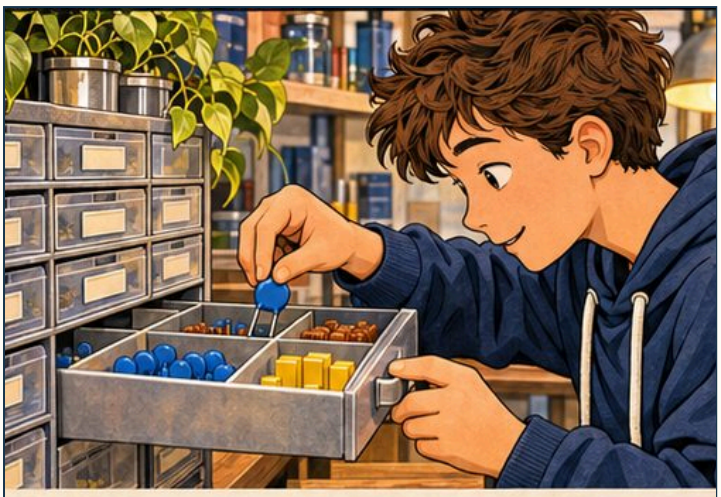


বাস্তব যন্ত্রাংশও এই ধারা সীমিত করবে।

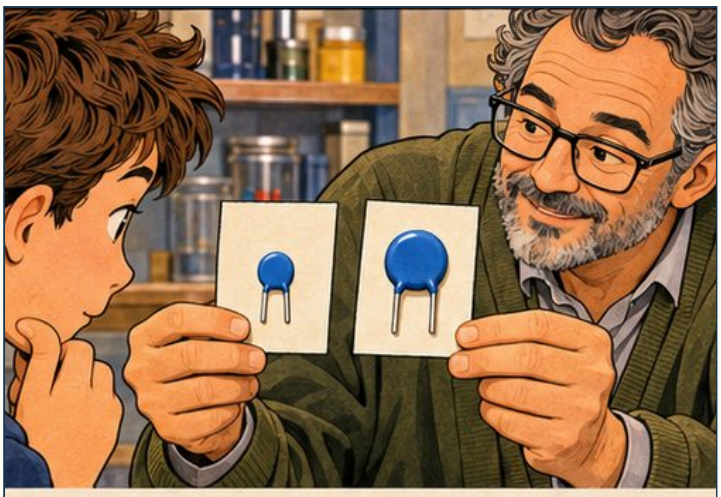


তরুণটি নিয়মকে তার শর্তের বাইরে প্রয়োগ করে না।

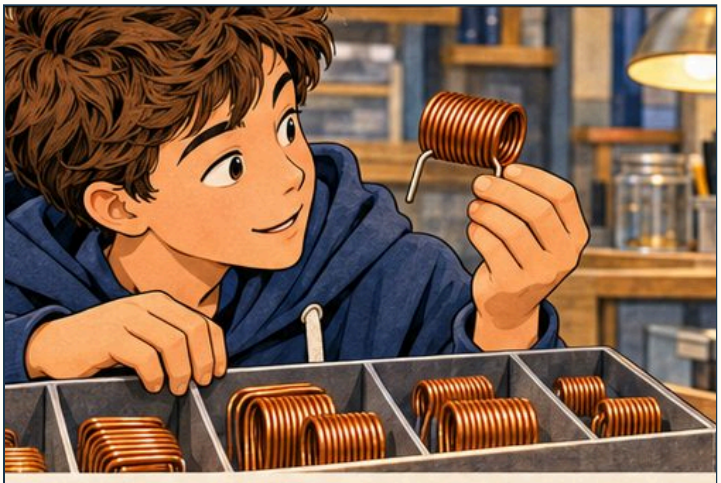
যেসব মান পাওয়া যায়



ড্রয়ারে 318,3 pF ধারক থাকবেই এমন নয়।



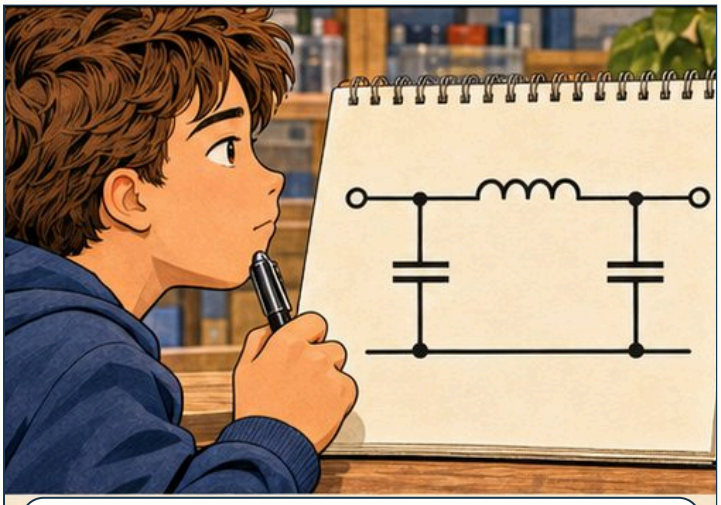
প্রচলিত 330 pF মানটি হুবহু এক নয়।



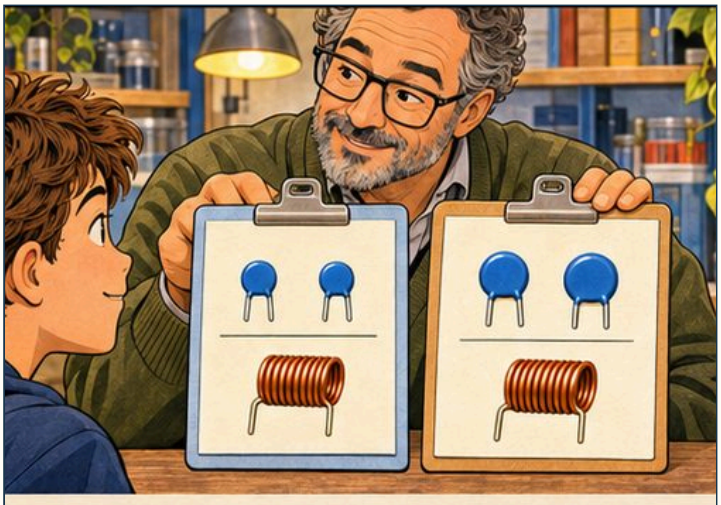
1,6 µH কুণ্ডলী তাদের গণনা করা মানের কাছাকাছি।



এই মান বাছলে প্রতিক্রিয়া আবার হিসাব বা সিমুলেশন করতে হবে।

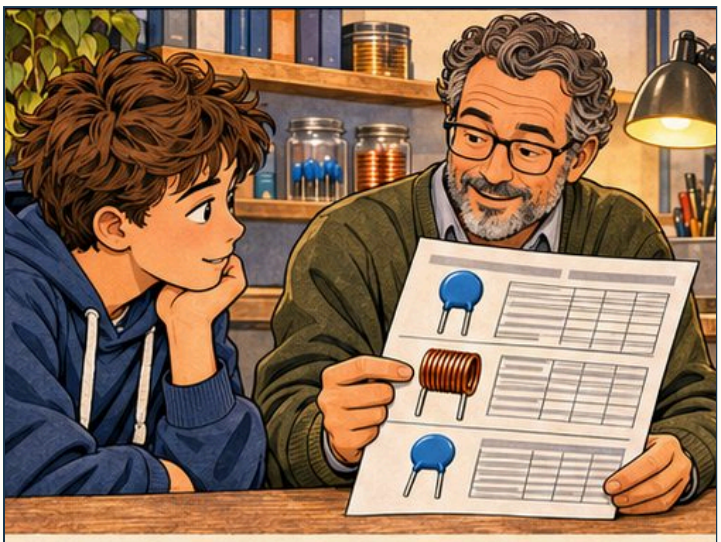


এই বর্তনীকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে ঠিক 10 MHz বলা যায় না।



তরুণটি আদর্শ ও নির্বাচিত মান আলাদা রাখে।

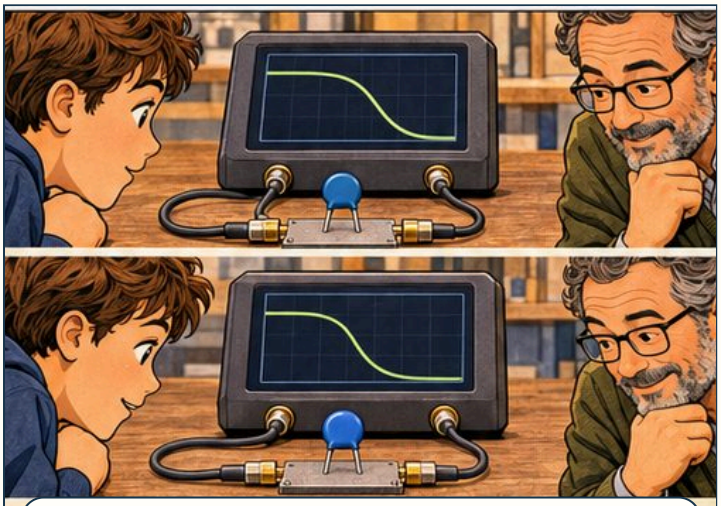
প্রতি যন্ত্রাংশের সহনসীমা আছে



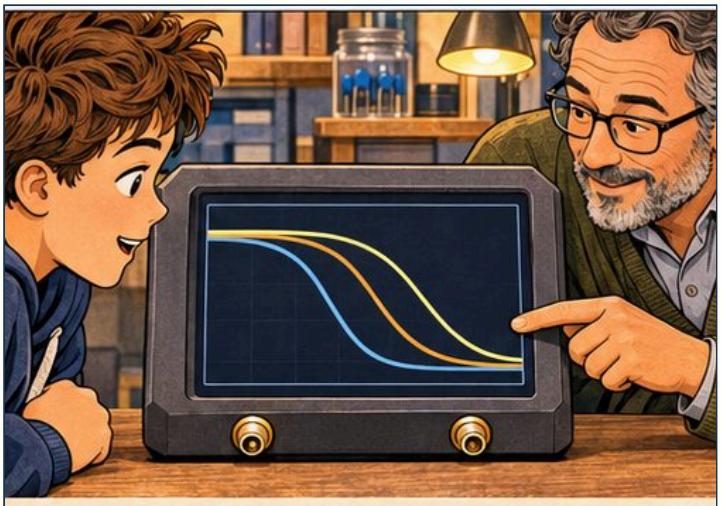
নামমাত্র মান কোনো নিশ্চিত নিখুঁত মান নয়।



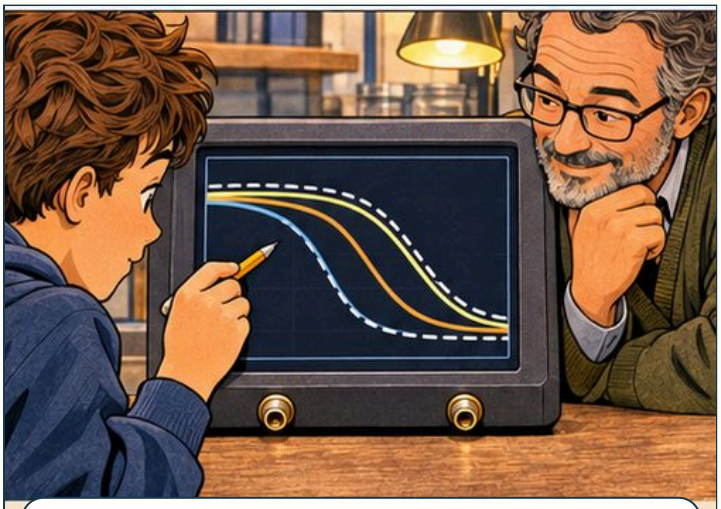
ধারক ও কুণ্ডলীর সহনসীমা গুরুত্বপূর্ণ।



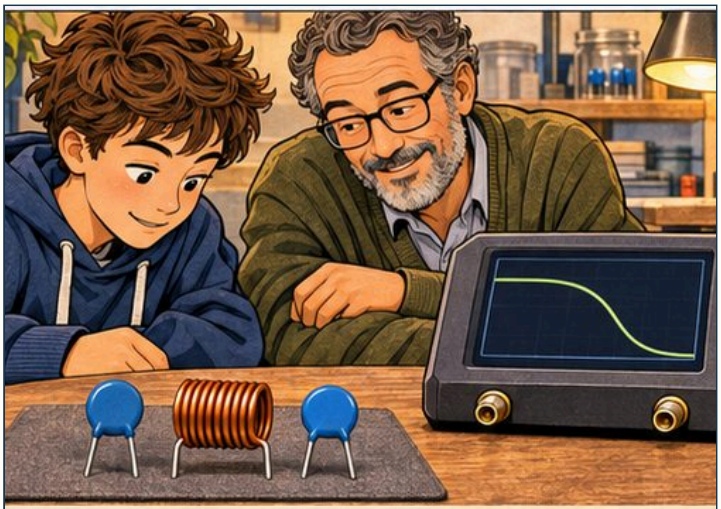
একই লেখা থাকা দুটি যন্ত্রাংশ সামান্য আলাদা হতে পারে।



সিমুলেশনে মানের বিভিন্ন সমন্বয় পরীক্ষা করা যায়।



এটি সম্ভাব্য প্রতিক্রিয়ার পরিসর অনুমান করতে সাহায্য করে।



মাপ পরে সত্যি ব্যবহৃত যন্ত্রাংশ পরীক্ষা করবে।

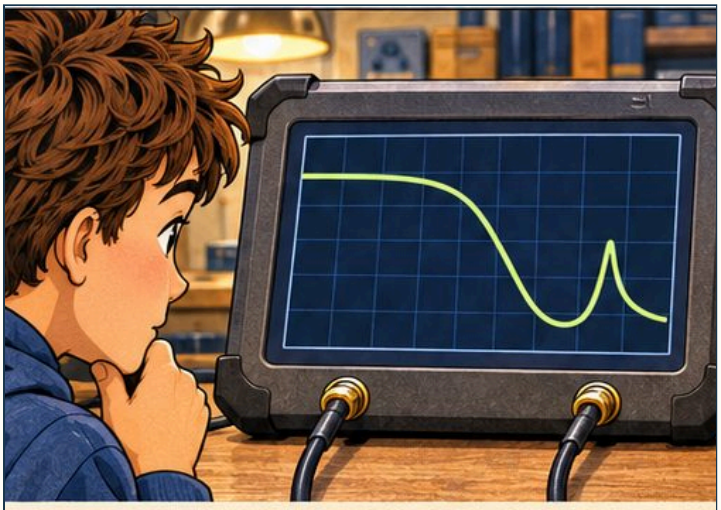
লুকানো যন্ত্রাংশ



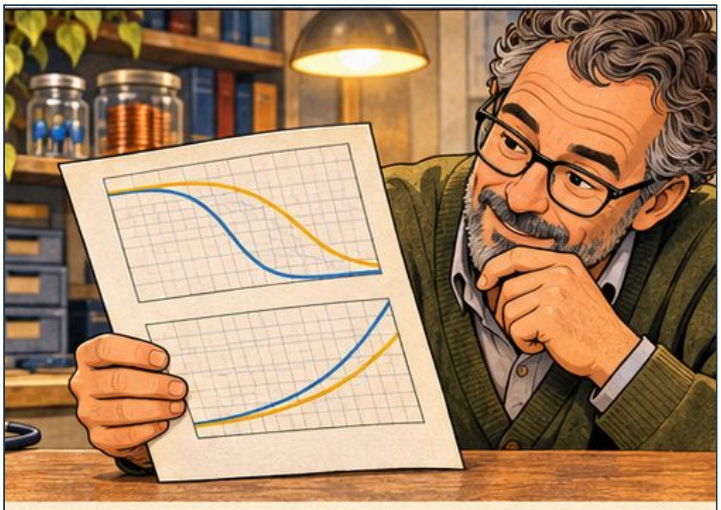
বাস্তব কুণ্ডলীতে রোধ ও পরজীবী ধারকত্বও থাকে।



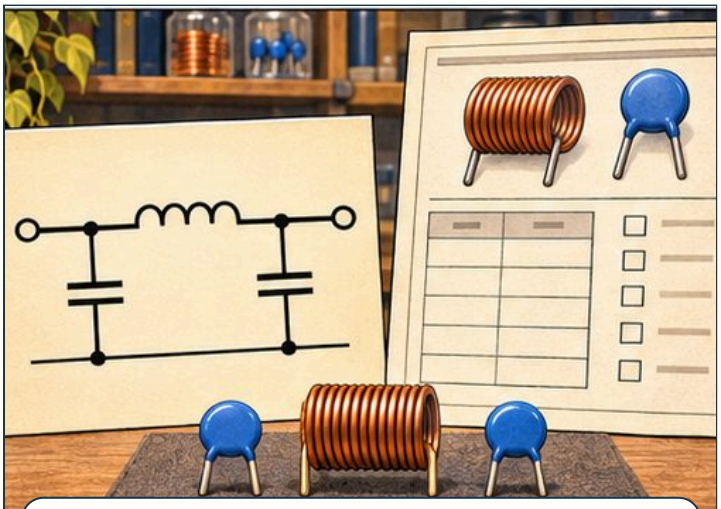
ধারকে ক্ষয় ও পরজীবী ইন্ডাকট্যান্সও থাকে।



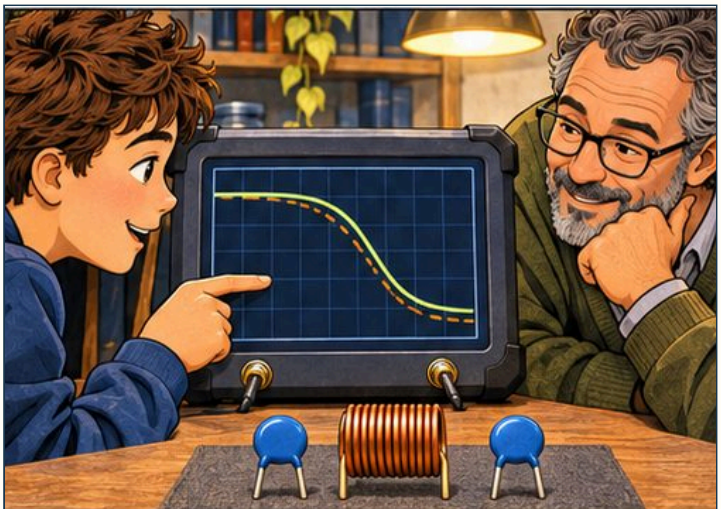
কিছু অনুনাদের কাছে তাদের আচরণ বদলায়।



ডেটাশিটে পরীক্ষাযোগ্য সীমা দেওয়া থাকে।



তাই শুধু পিকোফ্যারাড বা মাইক্রোহেনরির মান যথেষ্ট নয়।

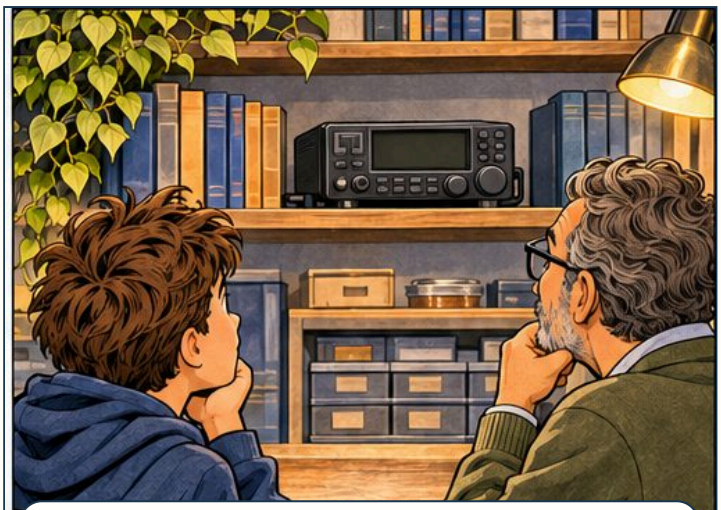


তরুণটি প্রথম লাইনের পরেও পড়তে শেখে।

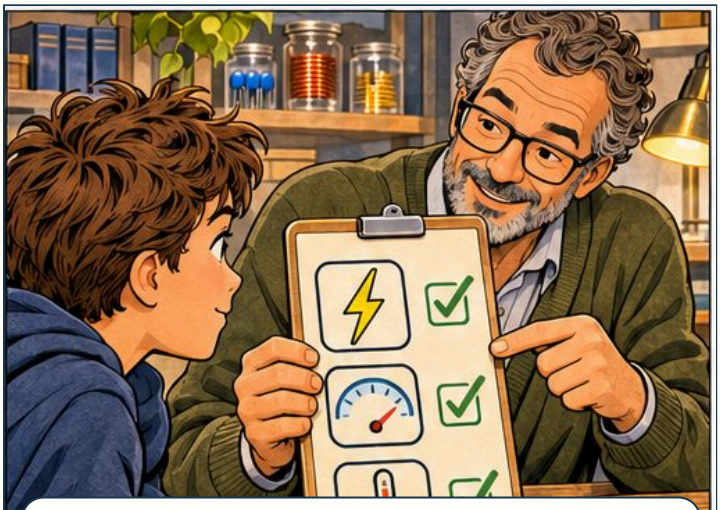
মাপার বেঞ্চ প্রেরকের অনুমোদন নয়



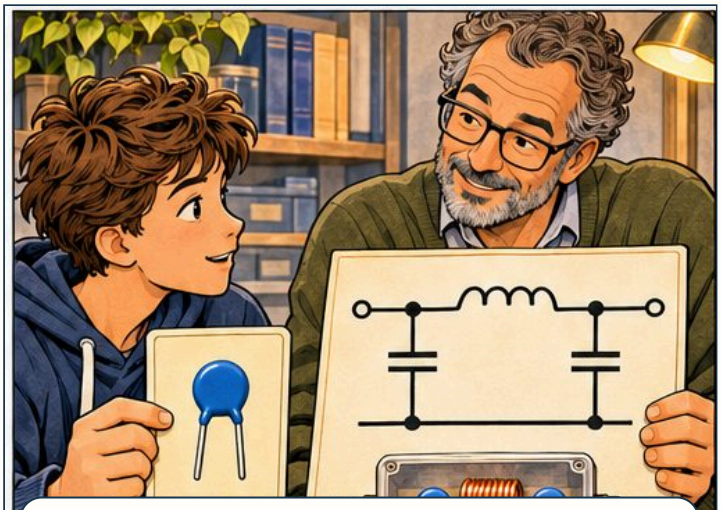
প্রদর্শনী বর্তনী কেবল বিশ্লেষকের নির্ধারিত দুর্বল সিগন্যাল পায়।



প্রেরণে ব্যবহার করতে হলে অন্য যাচাই দরকার হবে।



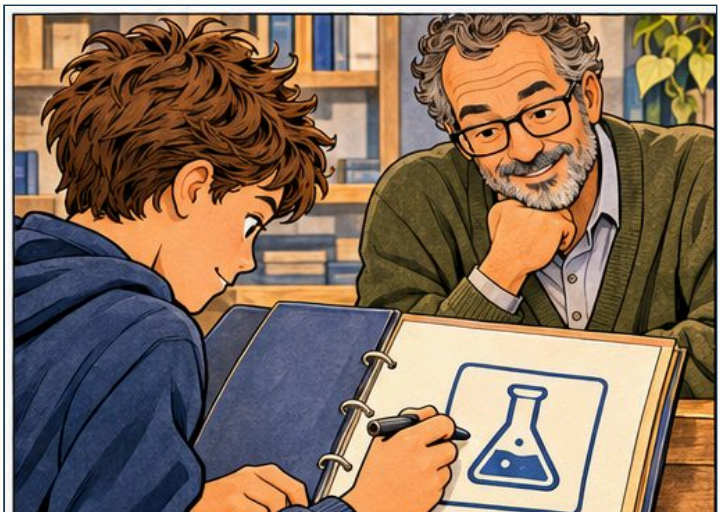
বিভব, প্রবাহ, উত্তাপ ও অনুমোদিত ক্ষমতা দেখতে হবে।



একটি ধারকের সহ্যক্ষমতা পুরো ফিল্টারকে উপযুক্ত প্রমাণ করে না।

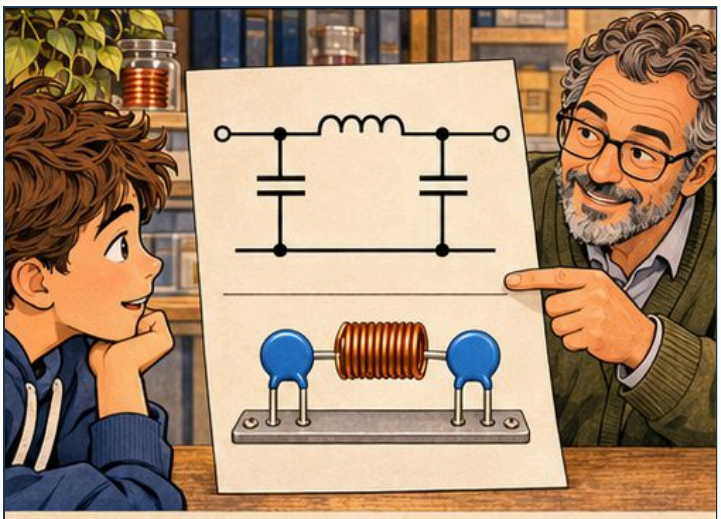


এই কর্মশালায় ক্ষমতার কোনো পরীক্ষা নেই।



তরুণটি তাদের নির্মাণের সীমা স্পষ্ট লেখে।

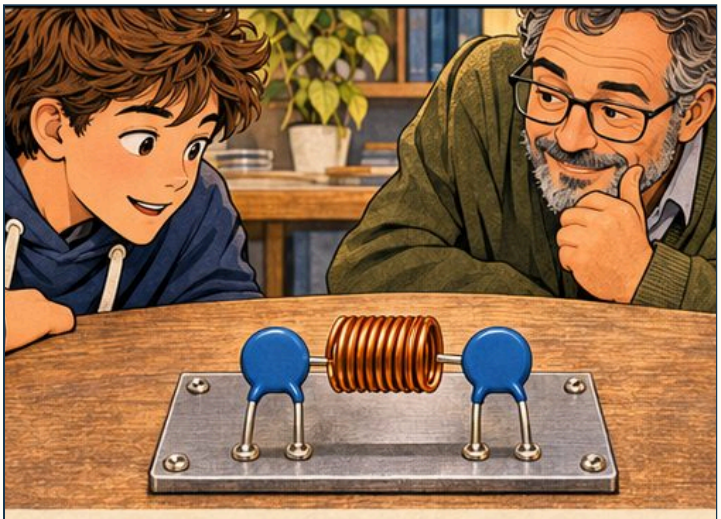
বাস্তব বিন্যাস আঁকা



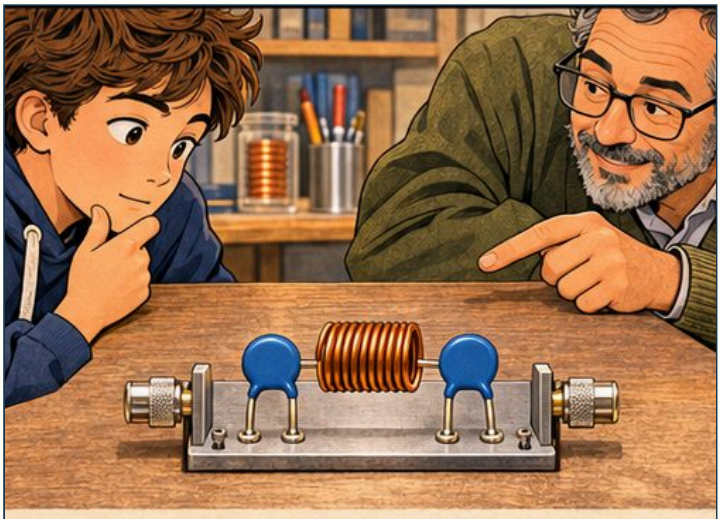
চিত্র সংযোগ দেখায়, কিন্তু তার পুরো জ্যামিতি নয়।



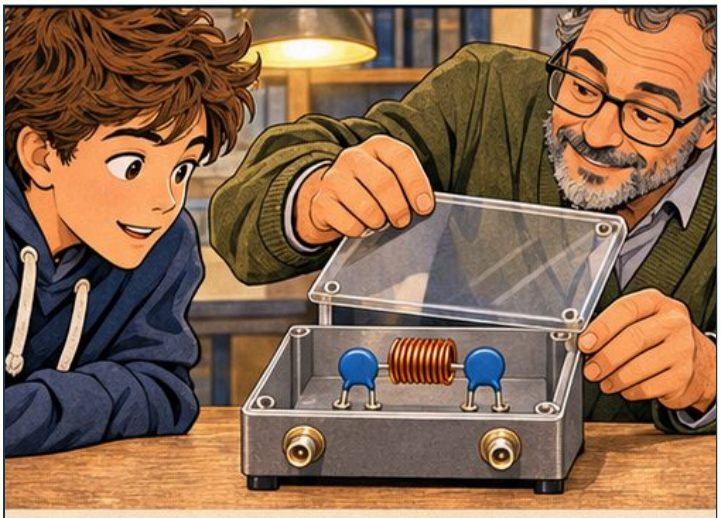
এই কম্পাঙ্কে সংযোগের দৈর্ঘ্য ও বিন্যাস গুরুত্বপূর্ণ হতে পারে।



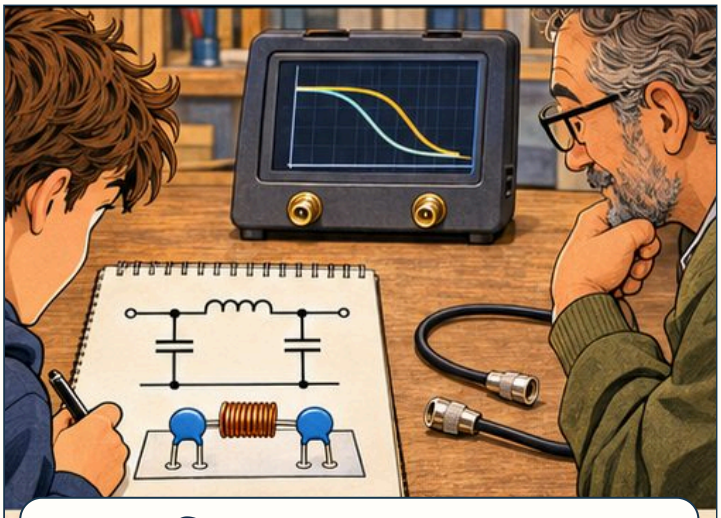
তারা সাধারণ রেফারেন্স ও ছোট সংযোগ রাখে।



সরাসরি কাপল হতে পারে এমন পথও দূরে রাখে।



Henri মাপার উপযুক্ত প্রদর্শনী বর্তনী প্রস্তুত করেন।

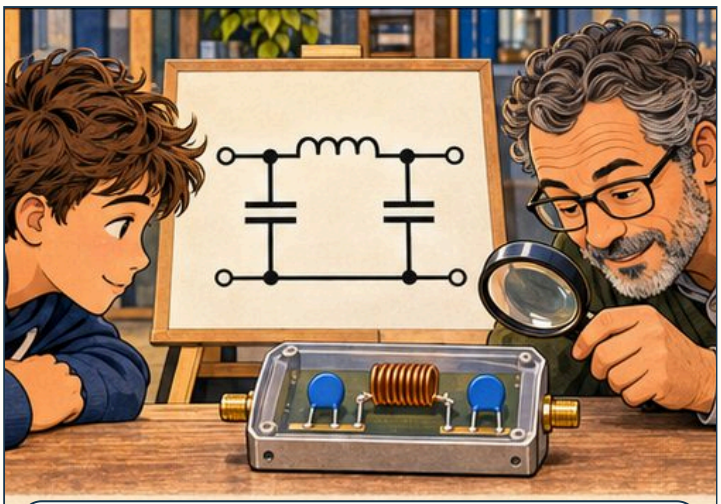


Lucas প্রতিটি সংযোগ ধরে বিন্যাস চিত্রের সঙ্গে মেলায়।

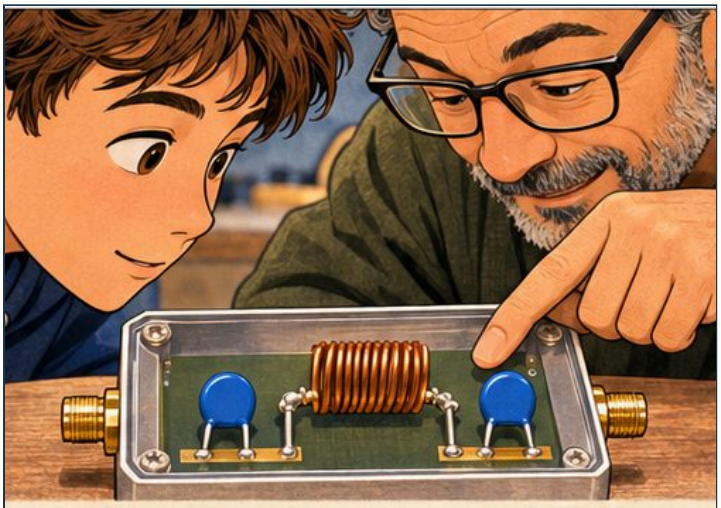
জোড়ার আগে পরীক্ষা



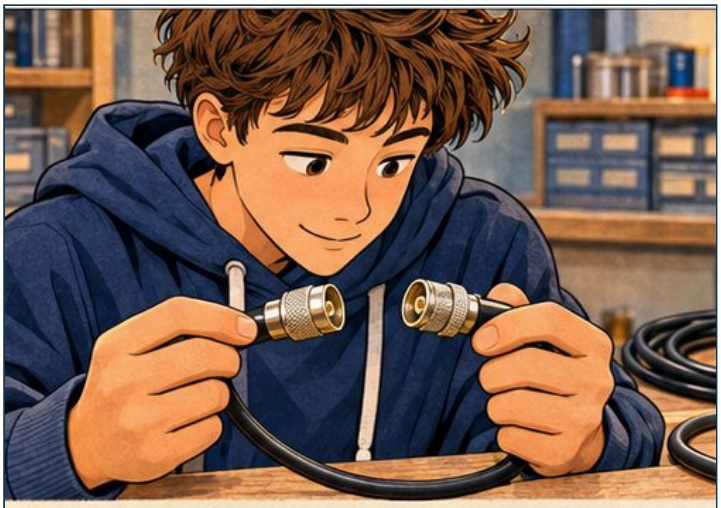
প্রস্তুতির সময় মাপার উৎস বন্ধ থাকে।



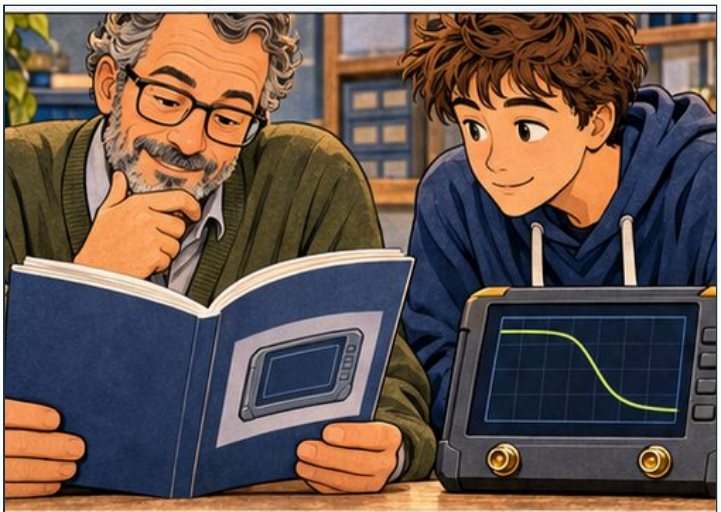
তারা সংযোগ, যন্ত্রাংশ ও সাধারণ রেফারেন্স পরীক্ষা করে।



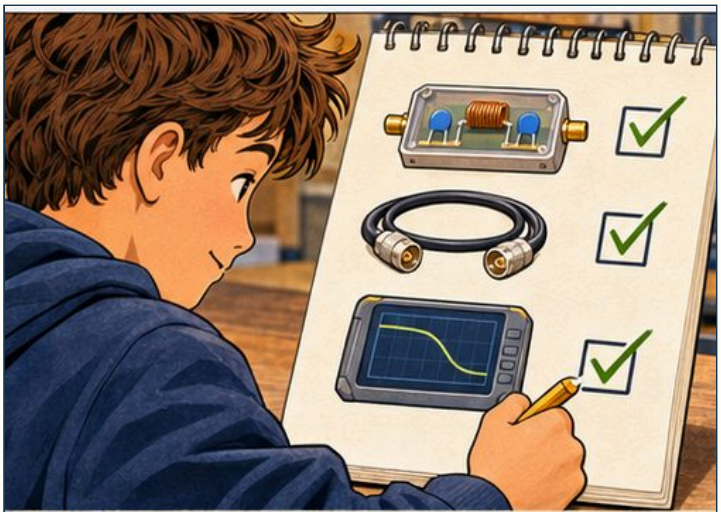
শর্ট সার্কিট, ভুল সংযোগ বা নষ্ট যন্ত্রাংশ খোঁজে।



কানেক্টর ও কেবলও পরীক্ষা করা হয়।



পরামর্শক যন্ত্রের ইনপুট সীমা যাচাই করেন।

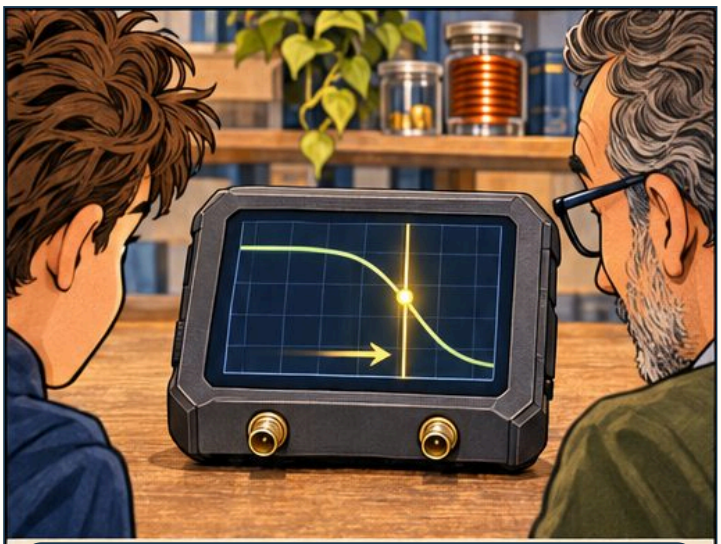


প্রথম সুইপের আগে তরুণটি তালিকা শেষ করে।

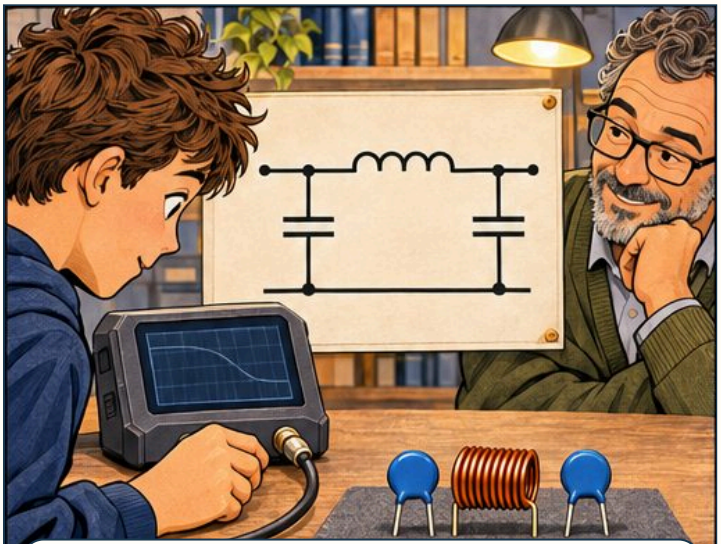
বিশ্লেষক প্রশ্ন করে



নেটওয়ার্ক বিশ্লেষক পরিচিত একটি দুর্বল সিগন্যাল পাঠায়।



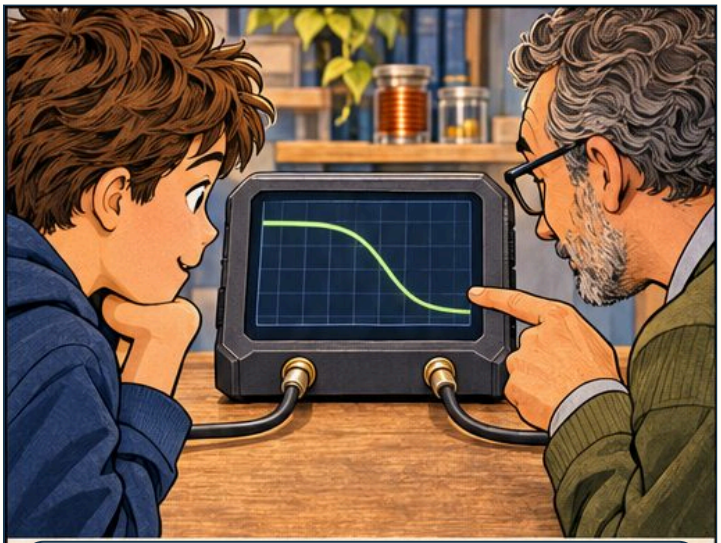
এটি নির্বাচিত কম্পাঙ্ক পরিসর জুড়ে সুইপ করে।



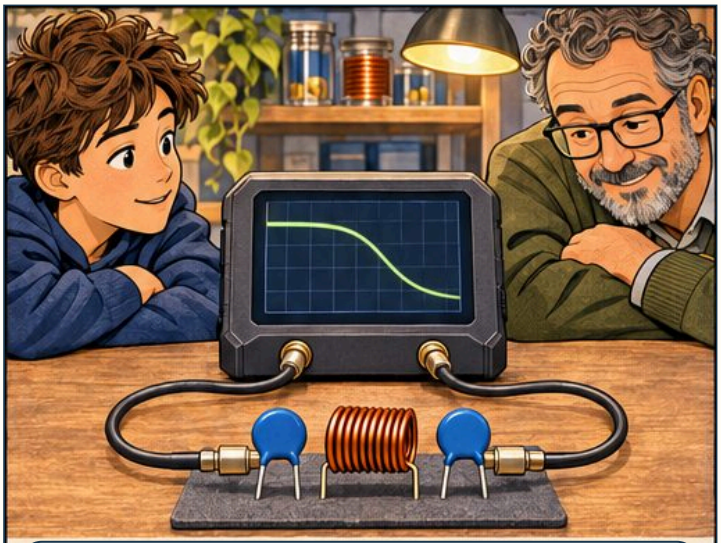
পোর্ট 1 ফিল্টারের ইনপুটে সিগন্যাল দেয়।



পোর্ট 2 আউটপুটের সঞ্চালন পর্যবেক্ষণ করে।



S21 পরামিতি এই সঞ্চালন অনুসরণ করতে দেয়।



পোর্টগুলো নির্ধারিত 50 Ω রেফারেন্স দেয়।

সঠিক স্থানে ক্যালিব্রেশন



কেবল ও অ্যাডাপ্টারও মাপের অংশ।



তাই তারা যন্ত্রের নির্ধারিত ক্যালিব্রেশন পদ্ধতি অনুসরণ করে।



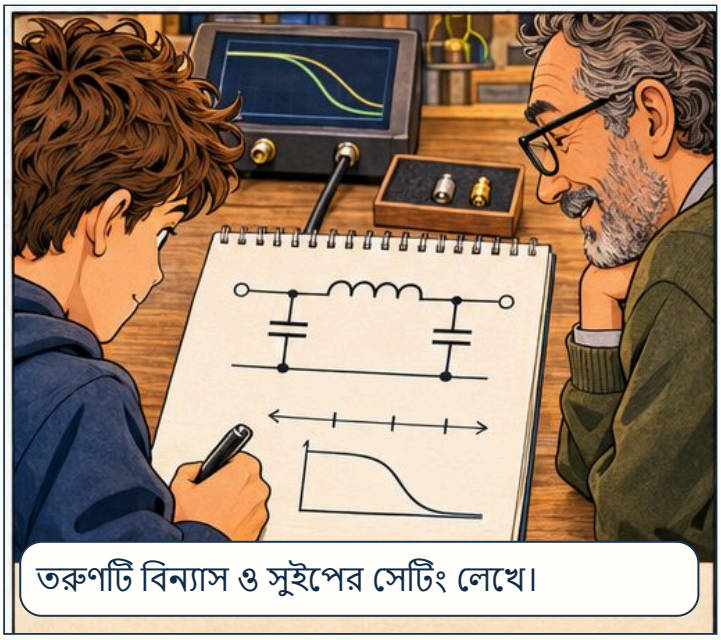
উপযুক্ত মানদণ্ড নির্দেশিকা অনুযায়ী যুক্ত করা হয়।



রেফারেন্স তল কেবলের প্রান্তে রাখা হয়।



ক্যালিব্রেশনের পরে এসব সংযোগ যথাসম্ভব অপরিবর্তিত রাখা হয়।



তরুণটি বিন্যাস ও সুইপের সেটিং লেখে।

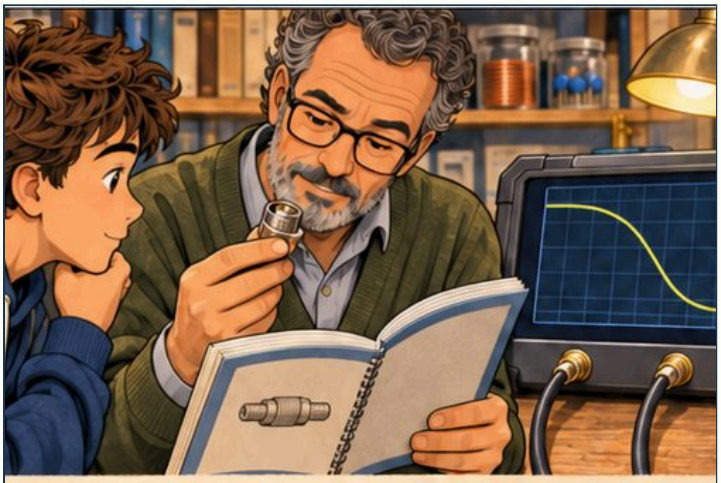
সরাসরি পথ পরীক্ষা



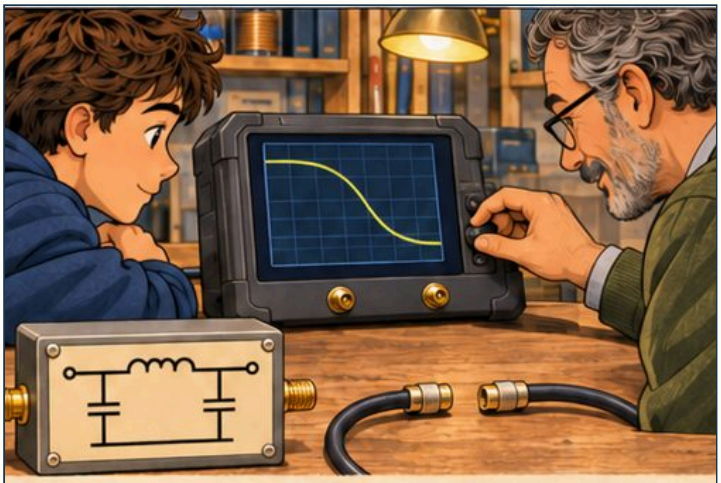
ফিল্টারের আগে সরাসরি সংযোগ রেফারেন্স যাচাই করতে দেয়।



প্রত্যাশিত সঞ্চালন এই সংযোগের উপযুক্ত হতে হবে।



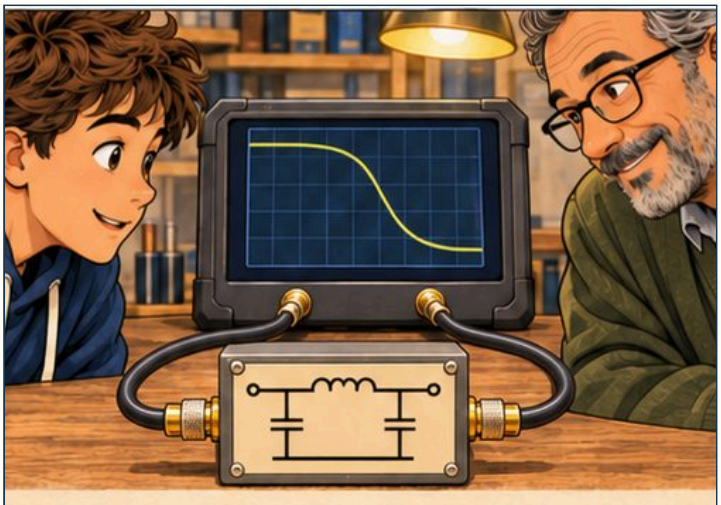
অস্বাভাবিকতা দেখলে কেবল, ক্যালিব্রেশন ও সেটিং দেখতে হবে।



বেঞ্চের ত্রুটি ঢাকতে ফিল্টার বদলানো হয় না।



যাচাই শেষে সংযোগের জন্য উৎস বন্ধ করা হয়।

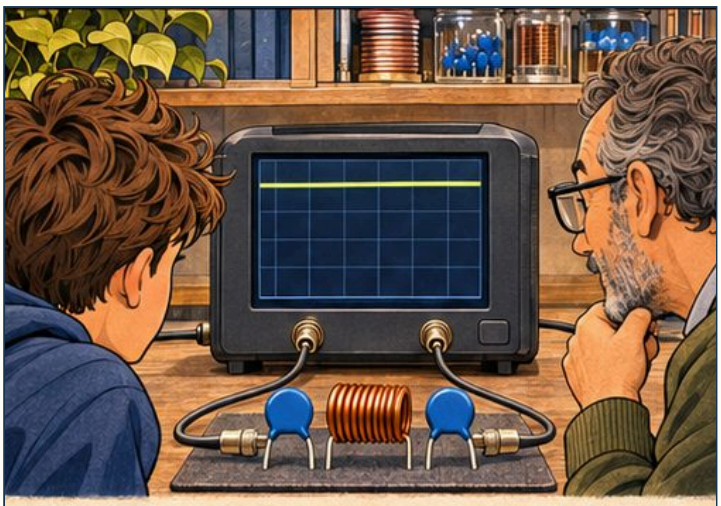


তারপর দুই কেবলের মাঝে ফিল্টার বসে।

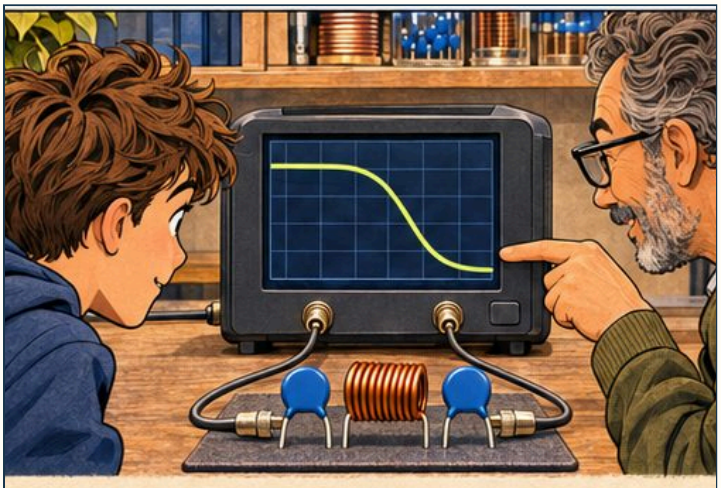
প্রথম সুইপ



তারা উপকারী ব্যান্ড ও পরিবর্তন অঞ্চল জুড়ে সুইপ চালায়।



নিচু কম্পাঙ্কে রেখা উপরের দিকে থাকে।



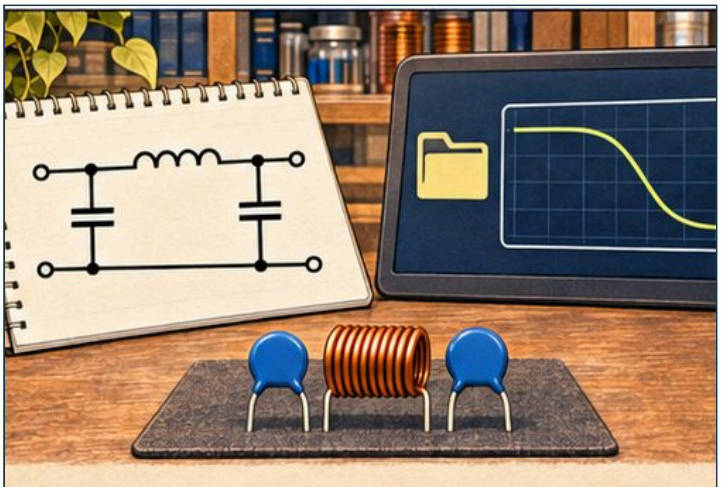
তারপর কম্পাঙ্ক বাড়লে নিচে নামে।



তরুণটি প্রত্যাশিত আকার চেনে, নিখুঁত মিল ধরে নেয় না।



সে রেখা ও মাপের শর্ত সংরক্ষণ করে।

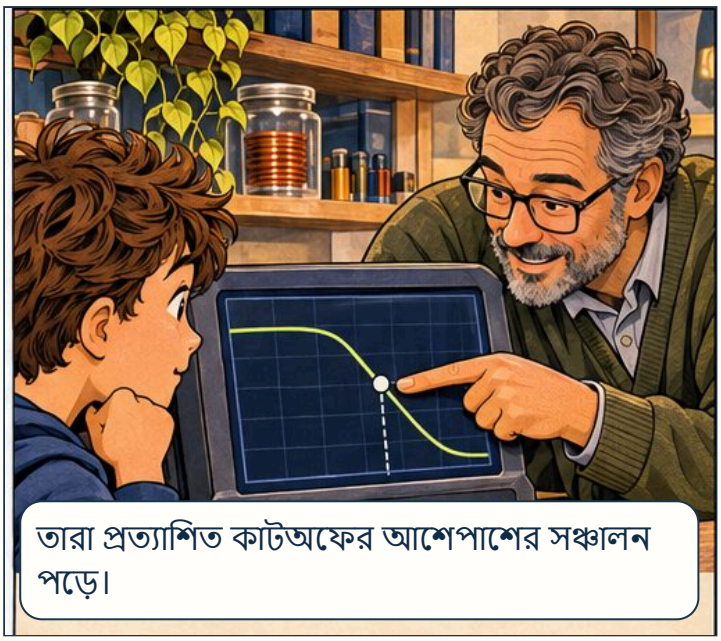


সংরক্ষিত ফল প্রতি পরিবর্তনের পরে তুলনা করা যাবে।

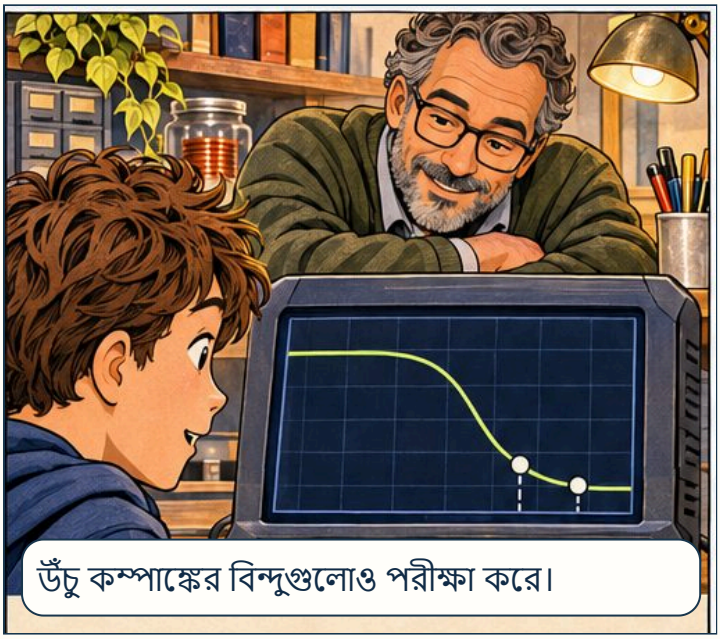
নির্দিষ্ট বিন্দু পড়া



মার্কার হিসাবের নির্বাচিত কম্পাঙ্কগুলো চিহ্নিত করে।



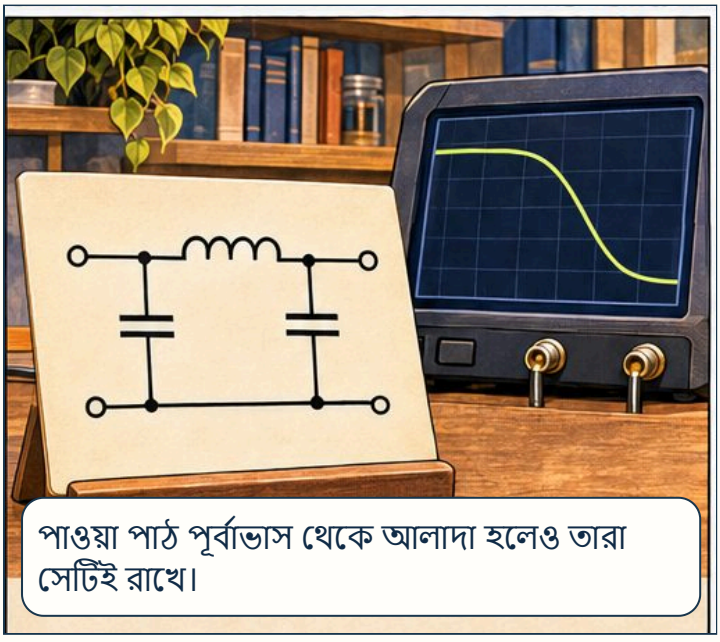
তারা প্রত্যাশিত কাটঅফের আশেপাশের সঞ্চালন পড়ে।



উঁচু কম্পাঙ্কের বিন্দুগুলোও পরীক্ষা করে।



সত্যি পড়া মান মাপের কলামে যায়।



পাওয়া পাঠ পূর্বাভাস থেকে আলাদা হলেও তারা সেটিই রাখে।



তরুণটি তারিখ ও বিন্যাসও লেখে।

বিচ্যুতি বোঝা



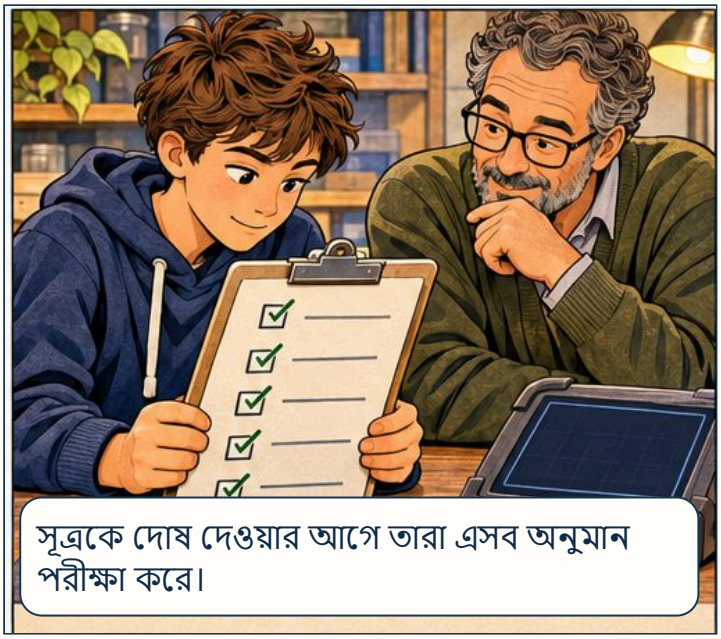
পর্যবেক্ষিত কাটঅফ হিসাবের কাটঅফ থেকে আলাদা হতে পারে।



নির্বাচিত মান ও সহনসীমা প্রথম সূত্র দেয়।



ক্ষয়, বিন্যাস ও ক্যালিব্রেশনও যাচাই করা দরকার।



সূত্রকে দোষ দেওয়ার আগে তারা এসব অনুমান পরীক্ষা করে।

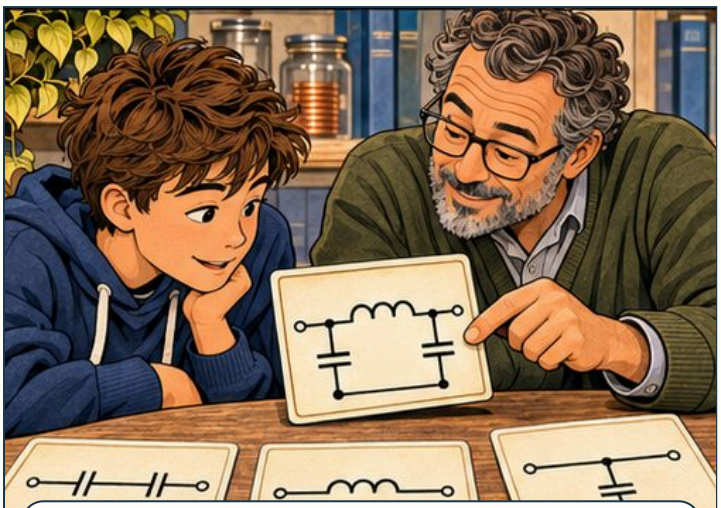


আলাদা বক্ররেখা নিজেই তার কারণ বোঝায় না।

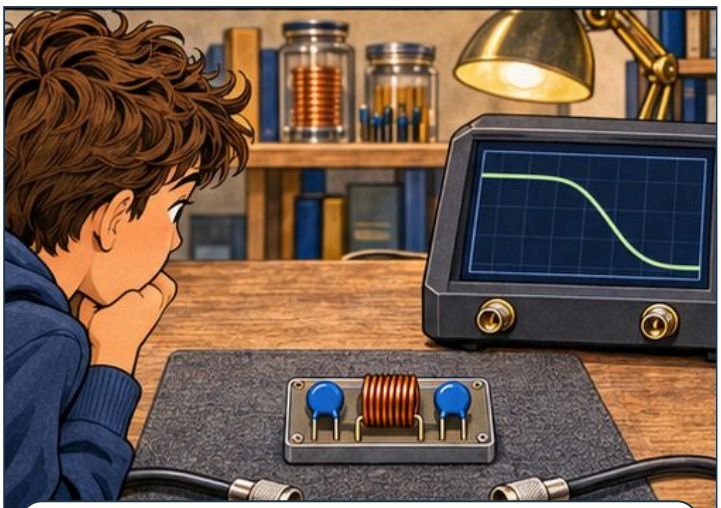


তরুণটি বিস্ময়কে নতুন প্রশ্নে বদলায়।

একবারে একটি পরিবর্তন



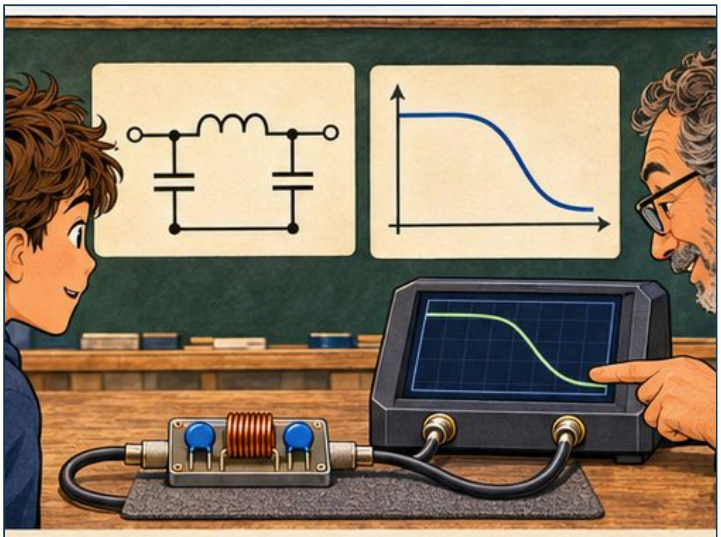
তারা একটি অনুমান বেছে যুক্তিযুক্ত পরিবর্তন তৈরি করে।



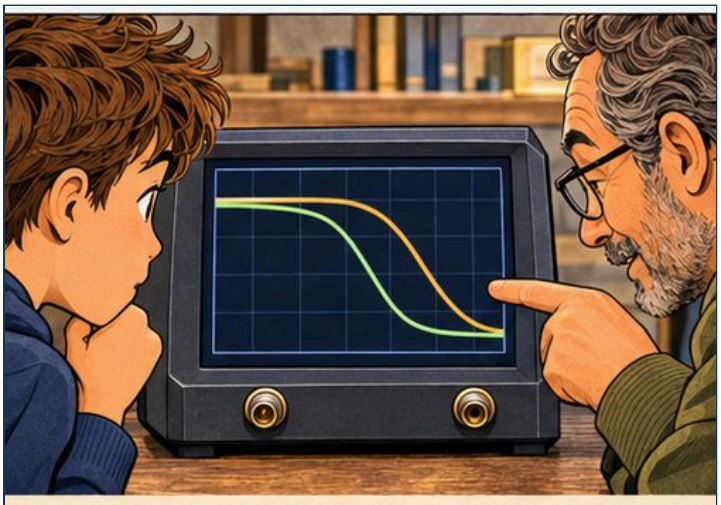
কাজের আগে উৎস বন্ধ ও মডিউল বিচ্ছিন্ন করা হয়।



Henri পরিবর্তন করে তারপর বর্তনী যাচাই করেন।



একই নথিভুক্ত শর্তে আবার সুইপ করা হয়।

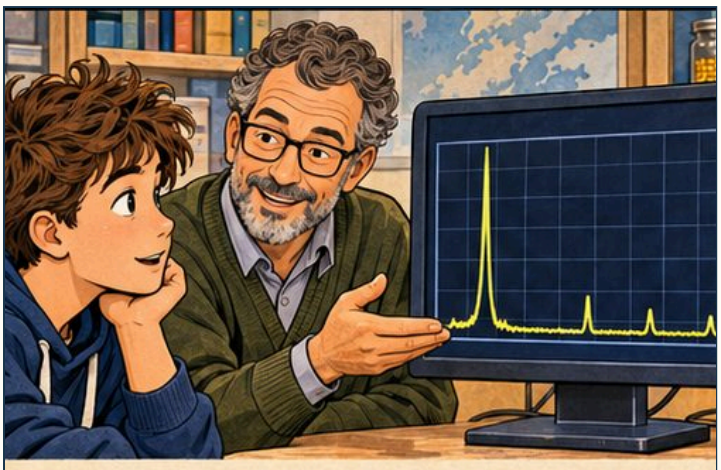


তারা পুরোনো ও নতুন রেখা তুলনা করে।

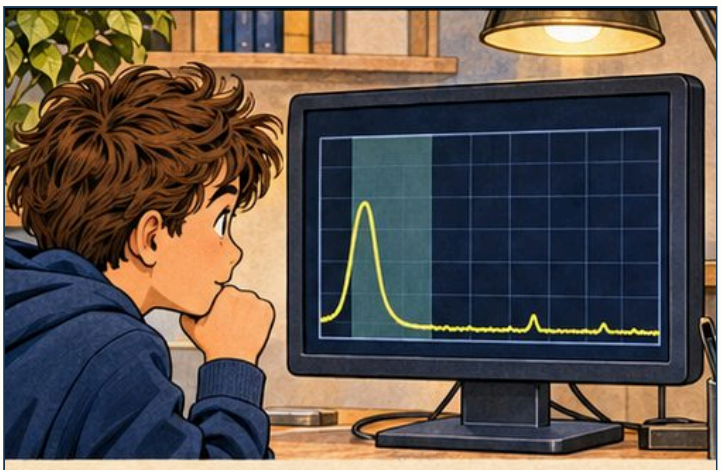


এই পদ্ধতি একাধিক সম্ভাব্য কারণ গুলিয়ে ফেলা ঠেকায়।

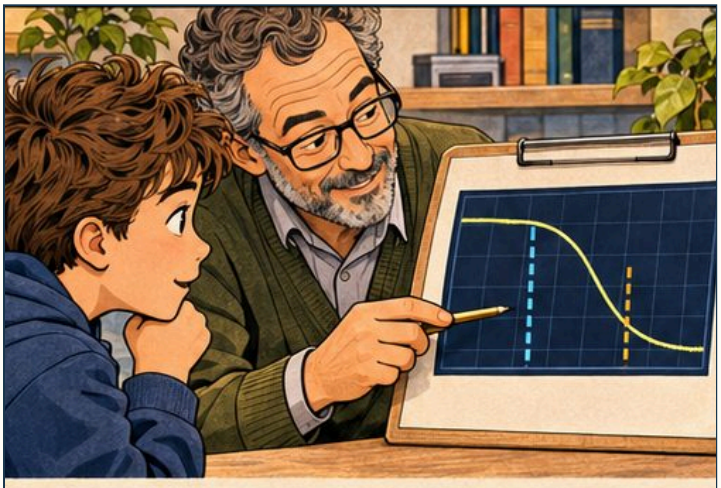
অবনমনের সীমা আছে



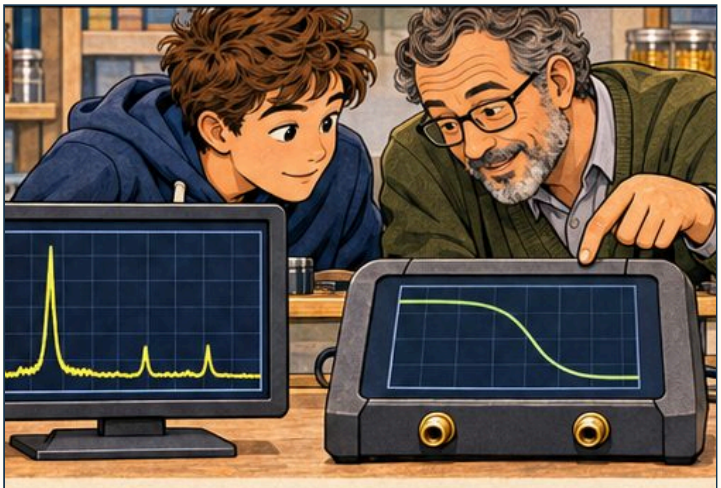
নিম্ন-পাস ফিল্টার সব অবাঞ্ছিত উপাংশ মুছে দেয় না।



এর পাসব্যান্ডে থাকা উপাংশ খুব কম অবনমিত হবে।



বর্জন কম্পাঙ্ক ও নির্মাণের ওপর নির্ভর করে।



সম্পূর্ণ বর্ণালি পরীক্ষার জন্য আরও উপযুক্ত মাপ দরকার।



ফিল্টারের উপস্থিতি স্টেশনের নিয়ম মেনে চলার প্রমাণ নয়।

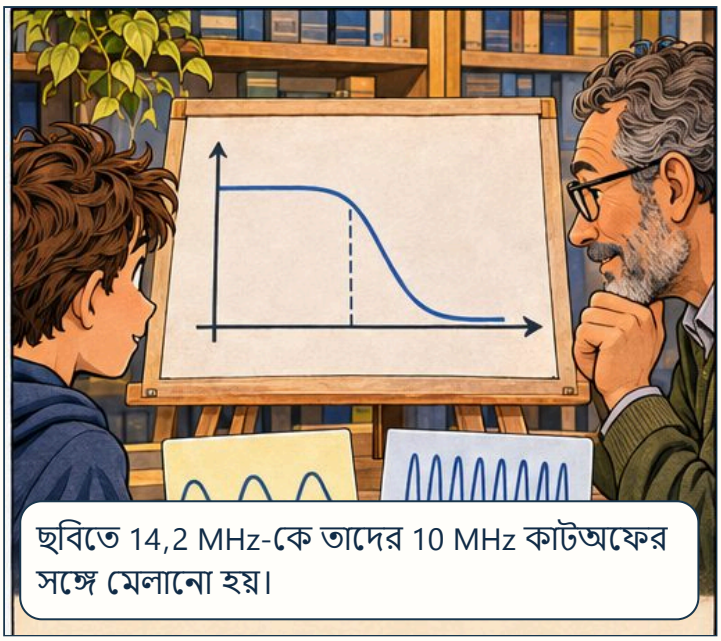


তরুণটি উপকারী কাজ ও সাধারণ নিশ্চয়তার পার্থক্য বোঝে।

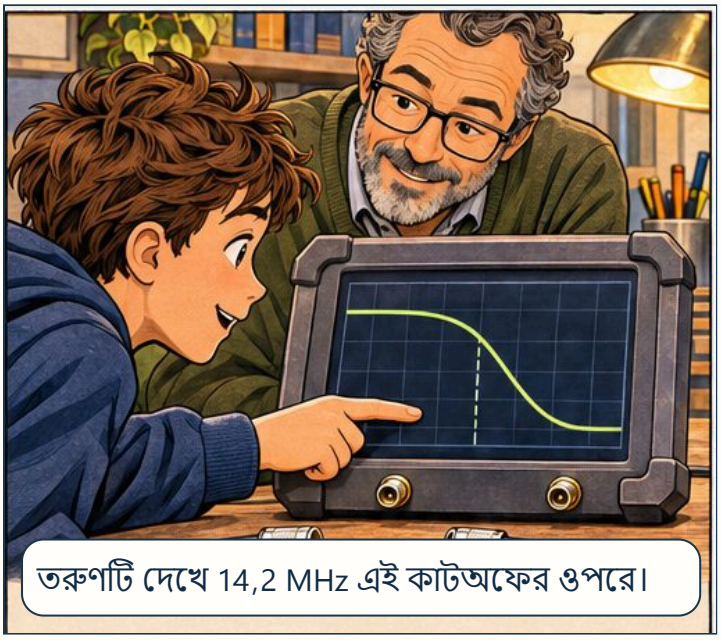
উপকারী কম্পাঙ্ককে যেতে হবে



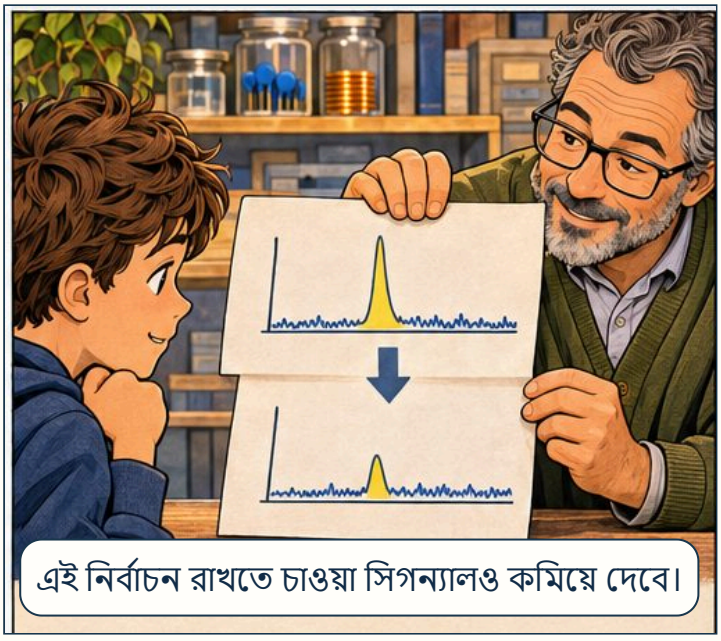
শেষে পরামর্শক স্টেশনের ছবিতে একটি ফাঁদ রাখেন।



ছবিতে 14,2 MHz-কে তাদের 10 MHz কাটঅফের সঙ্গে মেলানো হয়।



তরুণটি দেখে 14,2 MHz এই কাটঅফের ওপরে।



এই নির্বাচন রাখতে চাওয়া সিগন্যালও কমিয়ে দেবে।

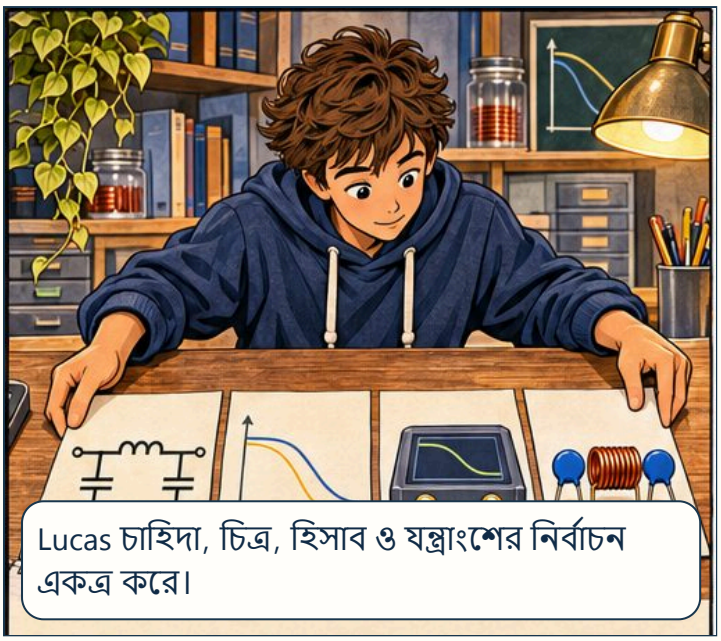


ব্যবহারের আগে চাহিদার বিবরণ আবার দেখতে হবে।



হিসাবের উদাহরণ সার্বজনীন ফিল্টার নয়।

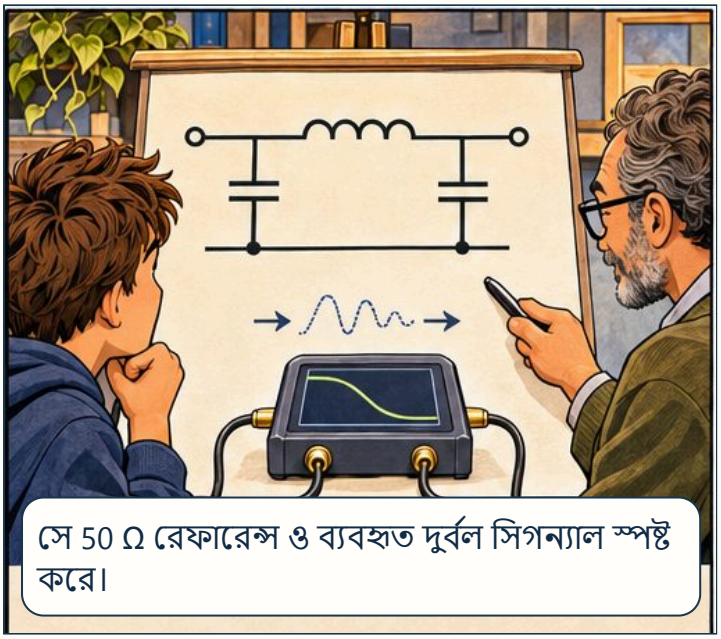
অন্যদের বোঝানোর প্রস্তুতি



Lucas চাহিদা, চিত্র, হিসাব ও যন্ত্রাংশের নির্বাচন একত্র করে।



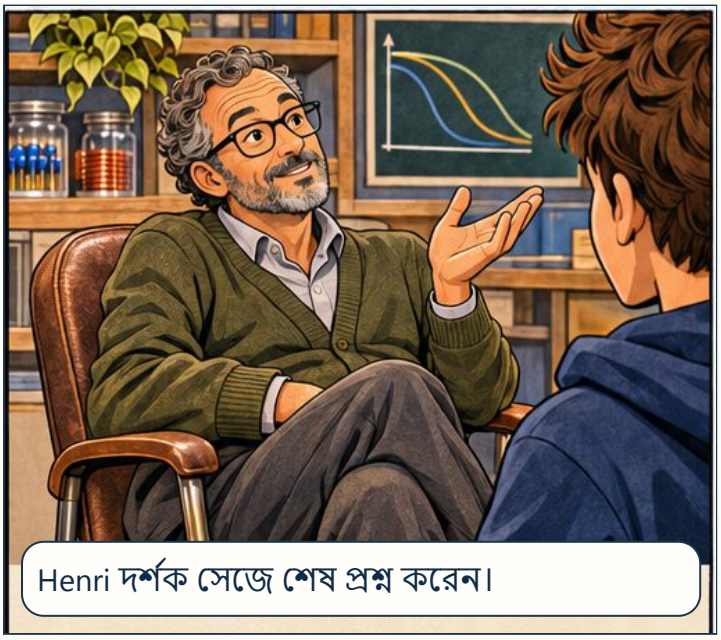
সে পূর্বাভাস ও বাস্তবে দেখা ফল আলাদা করে।



সে 50 Ω রেফারেন্স ও ব্যবহৃত দুর্বল সিগন্যাল স্পষ্ট করে।



সে রেখা, ক্যালিব্রেশন ও পরীক্ষার সীমা সংরক্ষণ করে।



Henri দর্শক সেজে শেষ প্রশ্ন করেন।



এবার তরুণটি বোঝাতে পারে প্রতিটি শর্ত কেন গুরুত্বপূর্ণ।

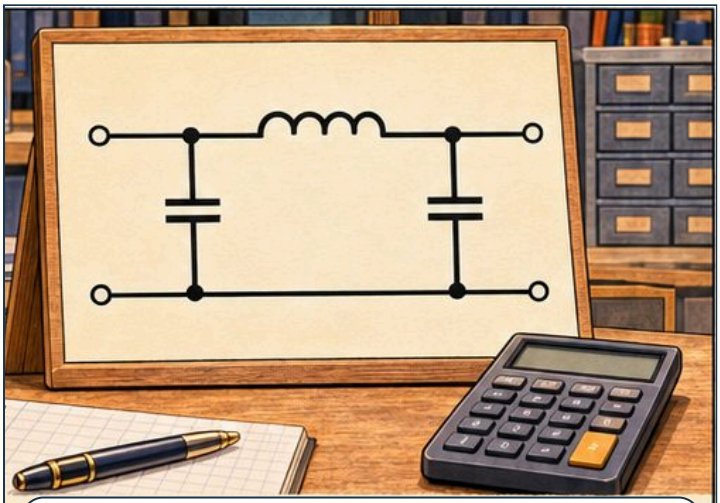
বোঝা, হিসাব করা, মাপা



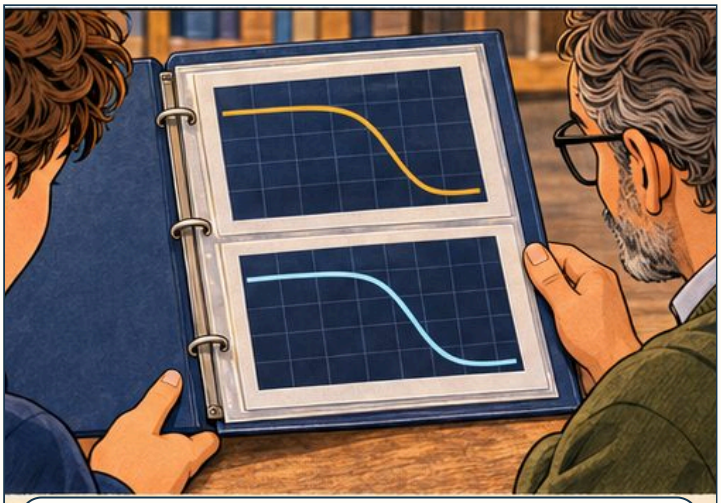
তিনটি যন্ত্রাংশ শিক্ষার বাক্সে ফিরে যায়।



তরুণটি এখন চাহিদার সঙ্গে ফিল্টারের প্রতিক্রিয়া মেলাতে পারে।



সে এই π বাটারওয়ার্থের হিসাব ও একক যাচাই করতে পারে।



সে মাপতে, তুলনা করতে ও বিচ্যুতি পরীক্ষা করতেও জানে।



তার খাতায় পদ্ধতি, তার অনুমান ও সীমা সংরক্ষিত থাকে।



ক্লাবে পরের আবিষ্কার এখনই একটি প্রশ্ন দিয়ে শুরু হয়।