ON4CRD

Tomo 07

Las resistencias



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Aviso legal

Tomo 07 · Las resistencias

Editor del sitio web : Radio Club Durnal ON4CRD

Responsable de publicaciones : Comité del Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Aviso legal

Propiedad intelectual

Los textos, imágenes, documentos, logotipos y materiales publicados en el sitio son propiedad de sus respectivos autores o del club. Cualquier reproducción o reutilización debe respetar la fuente, los derechos aplicables y cualquier permiso del autor.

Responsabilidad

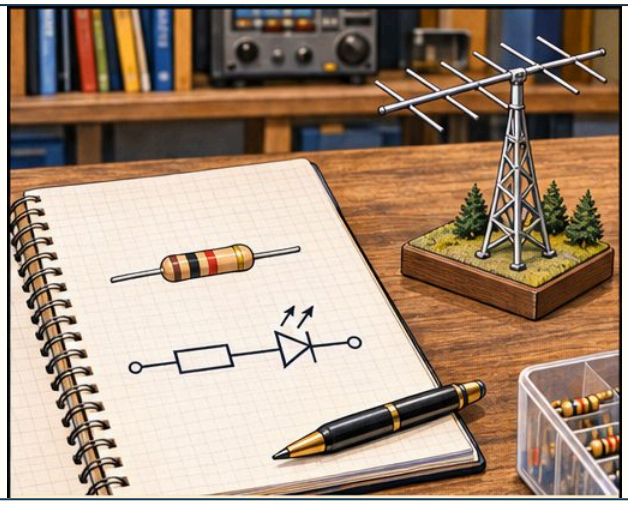
El club trabaja para publicar información útil y contrastada, pero no garantiza la ausencia de errores, omisiones o interrupciones. La información técnica o regulatoria debe cotejarse con fuentes oficiales cuando respalda una decisión.

Ilustraciones creadas con ayuda de inteligencia artificial.

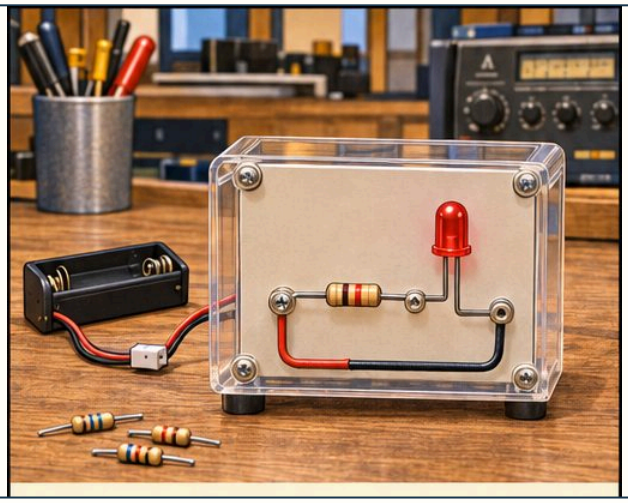
El piloto del puesto



Lucas se reúne con Henri para preparar el puesto del club.



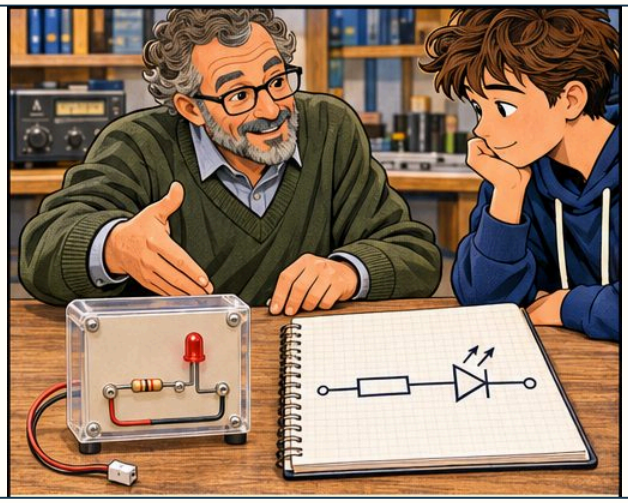
Tras las antenas, su cuaderno recibe un componente mucho más pequeño.



El piloto del pequeño panel de demostración ya no se enciende.



«¿Cambiamos el LED?», propone Lucas al abrir su caja de piezas.

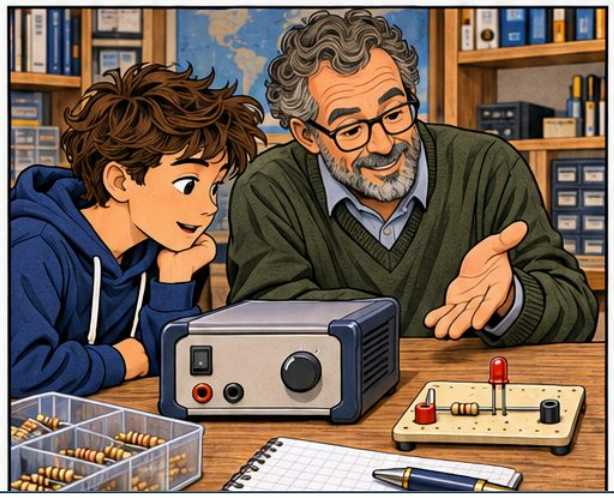


Henri quiere comprender el circuito antes de sustituir nada.

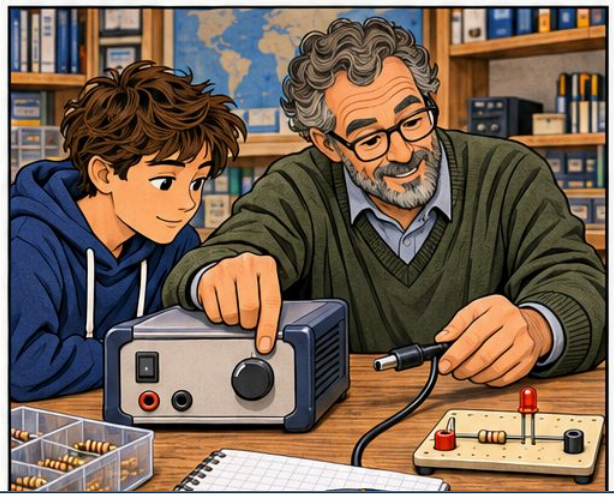


Su misión: recuperar un piloto fiable y explicar cada elección.

Desconectar antes de investigar



El panel utiliza una fuente didáctica de 5 V con corriente limitada.



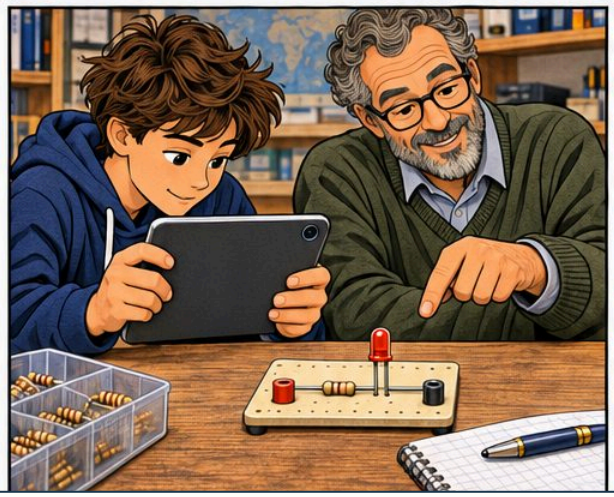
Henri apaga y desconecta la fuente antes de intervenir.



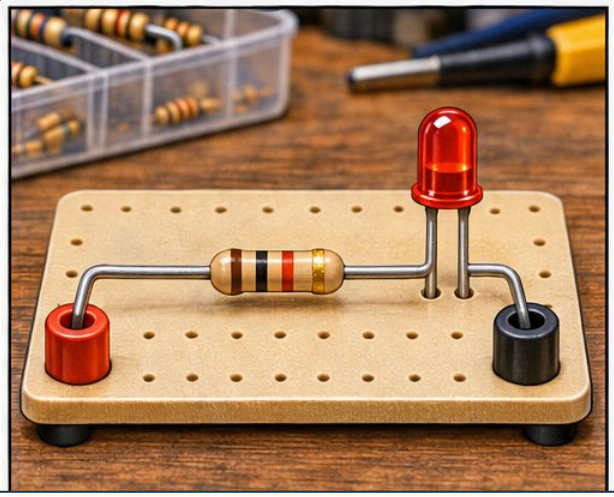
Esperan la descarga prevista y verifican la ausencia de tensión.



No abren ningún aparato conectado a la red eléctrica.



Lucas fotografía las conexiones y sigue el esquema del panel.



Una pequeña resistencia en el recorrido del LED llama su atención.

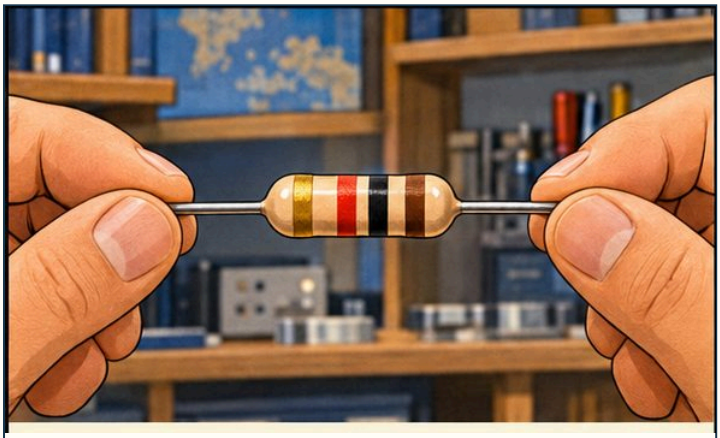
Un nombre, dos sentidos



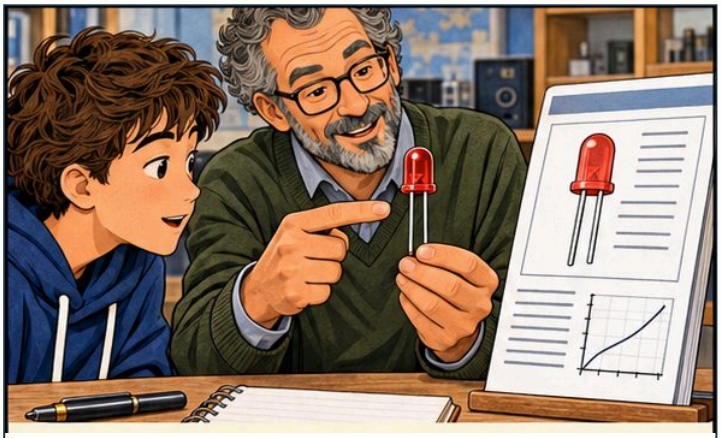
Resistencia designa tanto el componente como la magnitud eléctrica R.



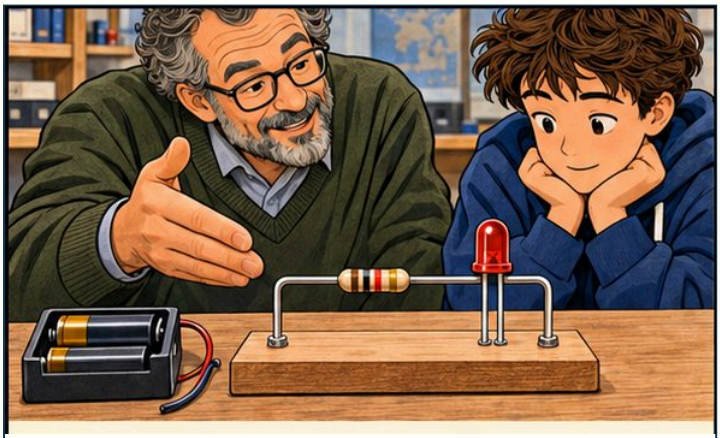
Esta magnitud se expresa en ohmios, con el símbolo Ω.



Una resistencia normal no tiene sentido de conexión obligatorio.



El LED sí tiene una polaridad que debe respetarse.



La resistencia en serie ayuda a limitar la corriente del LED.

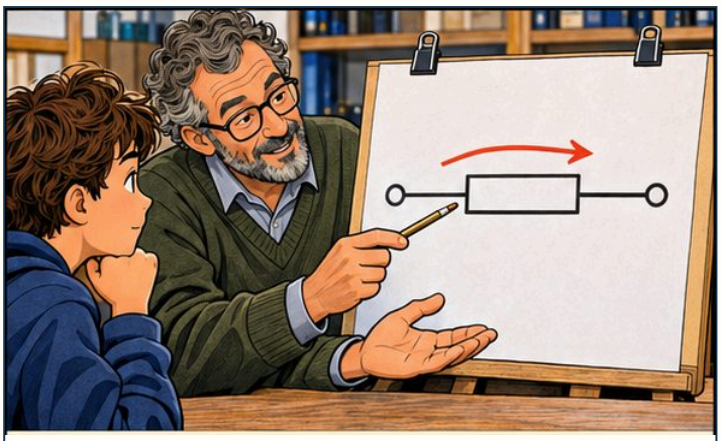


Lucas distingue la función de cada pieza antes de buscar la avería.

Recordar la ley de Ohm



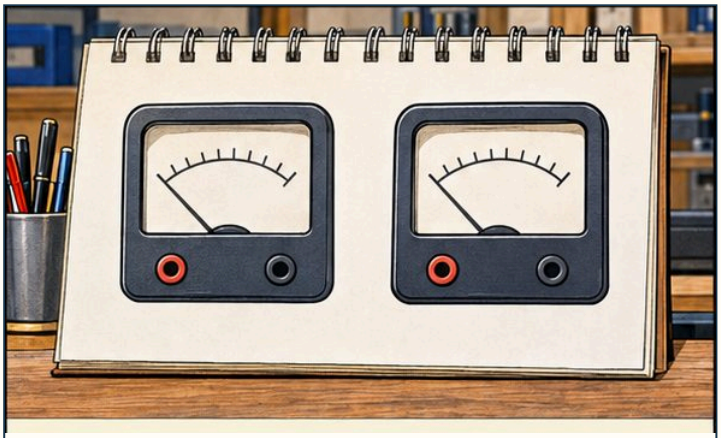
Para una resistencia óhmica, a temperatura dada, U = R × I.



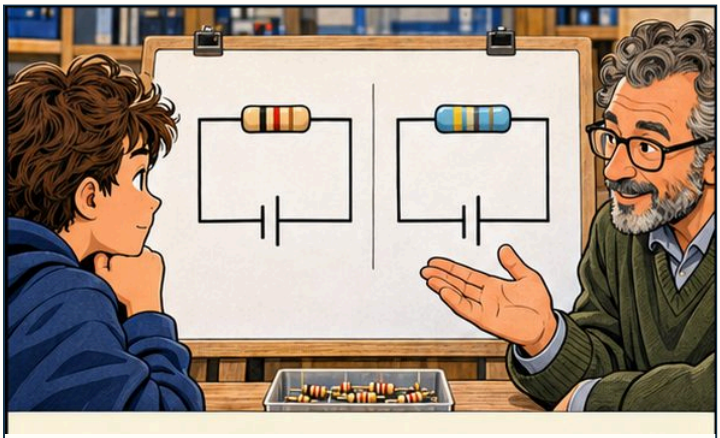
U es la tensión entre sus terminales; I, la corriente que la atraviesa.



También podemos escribir I = U / R y R = U / I.



Aquí U se expresa en voltios e I en amperios.



Con igual tensión, aumentar R reduce la corriente.

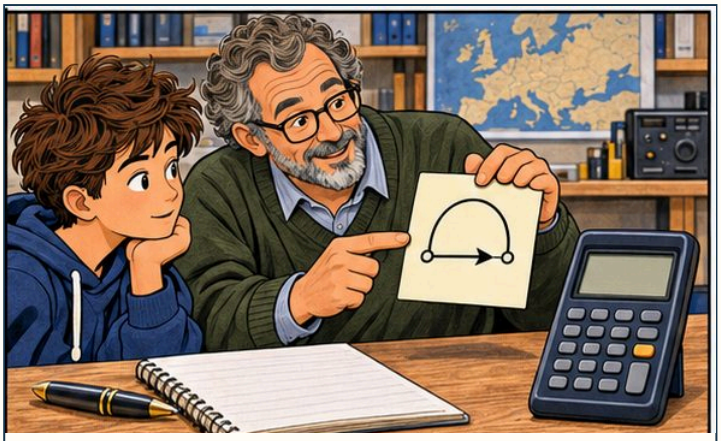


«El LED no es una resistencia óhmica», recuerda Henri.

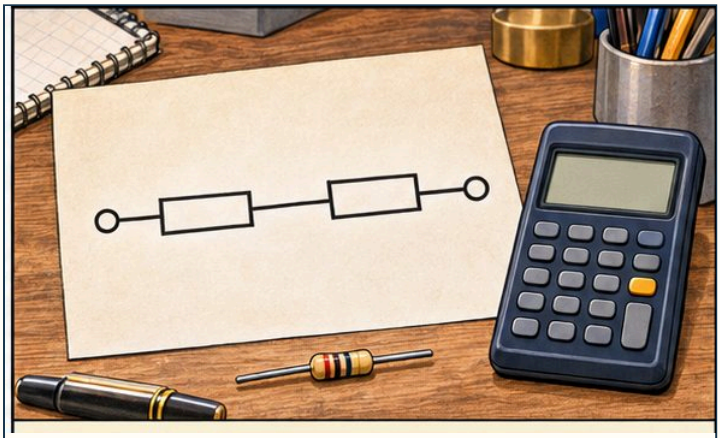
Las unidades antes que las cifras



1 kΩ = 1 000 Ω; 1 MΩ = 1 000 000 Ω.



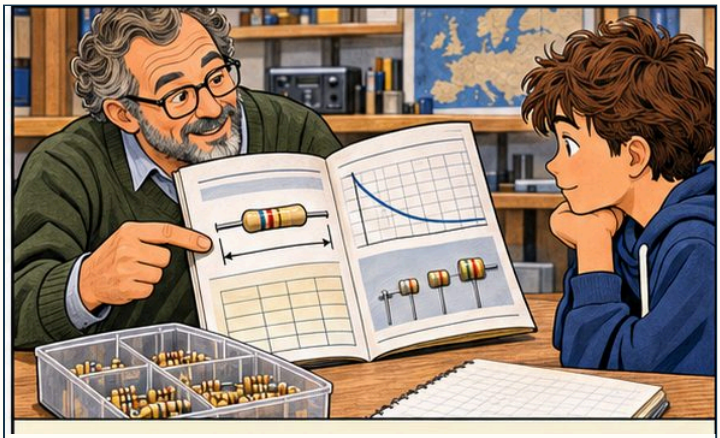
1 mA = 0,001 A: Lucas convierte antes de usar la fórmula.



Con 5 V en 1 kΩ, la corriente calculada es 5 mA.



En algunas piezas, 4K7 significa 4,7 kΩ y 2R2 significa 2,2 Ω.



El marcado depende del componente; su documentación es la referencia.



Lucas rodea las unidades: olvidar un prefijo puede cambiar la elección.

Leer antes de medir



La resistencia del panel lleva bandas de colores.



Henri trae una tabla del fabricante y una lupa.



Primero identifican el número de bandas y su separación.



La banda de tolerancia suele estar separada de las otras.



Si el sentido resulta ambiguo, comprueban referencia y valor medido.



Un color mal iluminado no basta para elegir un reemplazo.

Cuatro bandas, cuatro funciones



En el código habitual de cuatro bandas, las dos primeras dan dos cifras.



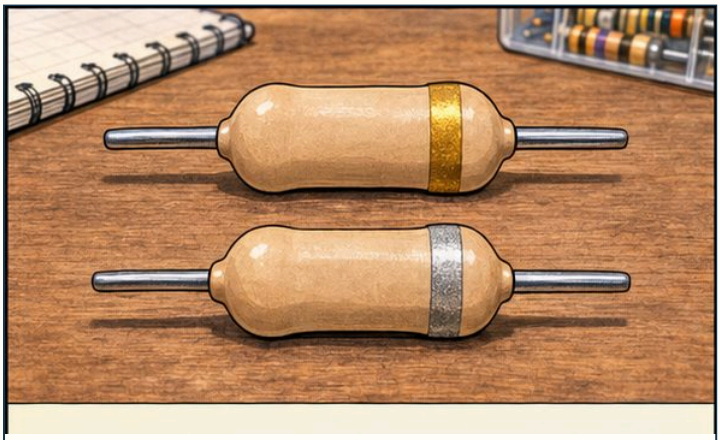
La tercera banda es el multiplicador.



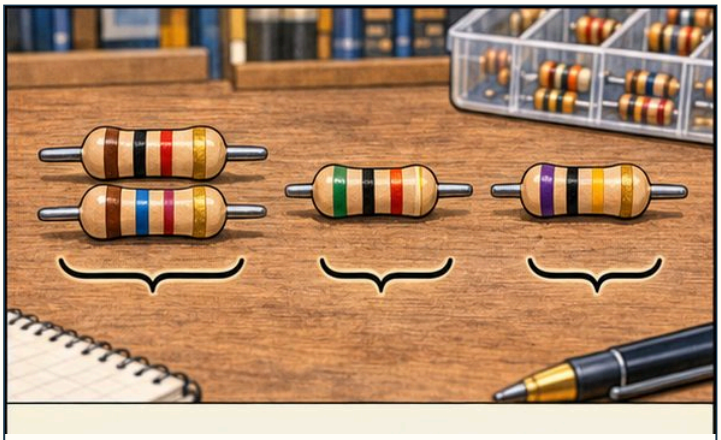
La cuarta indica la tolerancia del valor nominal.



Leen desde el extremo opuesto a la banda de tolerancia.



Aquí el oro significa ±5%; la plata significa ±10%.



«Dos cifras, un factor y un margen», resume Lucas.

La paleta de cifras



Negro vale 0; marrón 1; rojo 2; naranja 3; amarillo 4.



Verde vale 5; azul 6; violeta 7; gris 8; blanco 9.



La posición del color determina su función en el código.



Como multiplicador, rojo significa ×100 y naranja ×1 000.



Oro y plata también pueden multiplicar por 0,1 y 0,01.



Lucas conserva la tabla cerca: comprender ayuda más que adivinar.

El primer descifrado



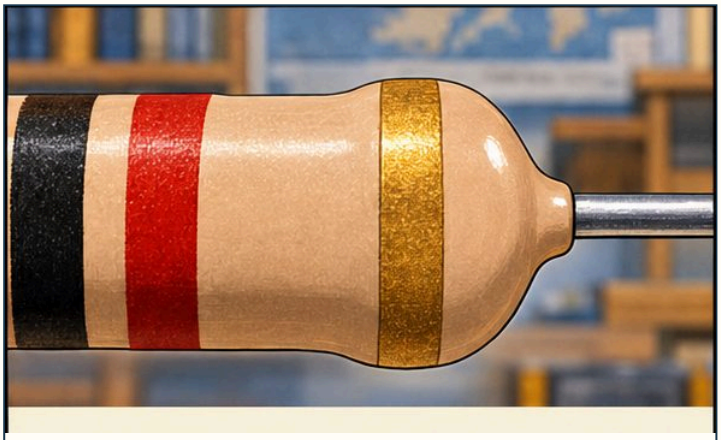
Un ejemplo lleva marrón, negro, rojo y oro.



Marrón seguido de negro da 10; rojo multiplica por 100.



10 × 100 = 1 000 Ω, es decir, 1 kΩ.



La banda dorada añade una tolerancia de ±5%.



El valor nominal no promete, por tanto, un valor exacto.

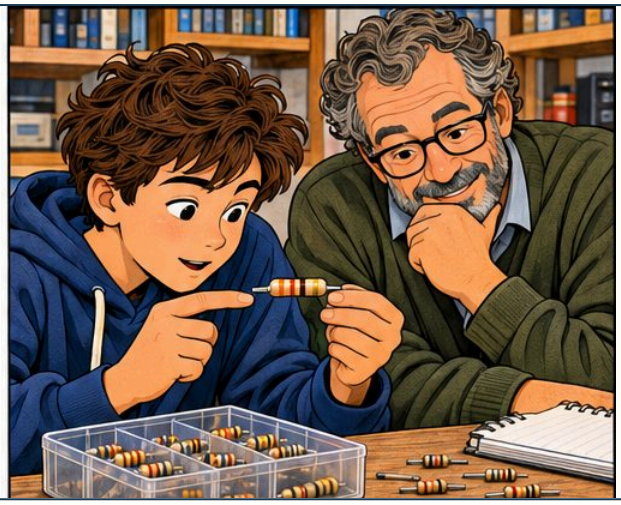


Lucas anota por separado el valor y la tolerancia.

La pieza del piloto



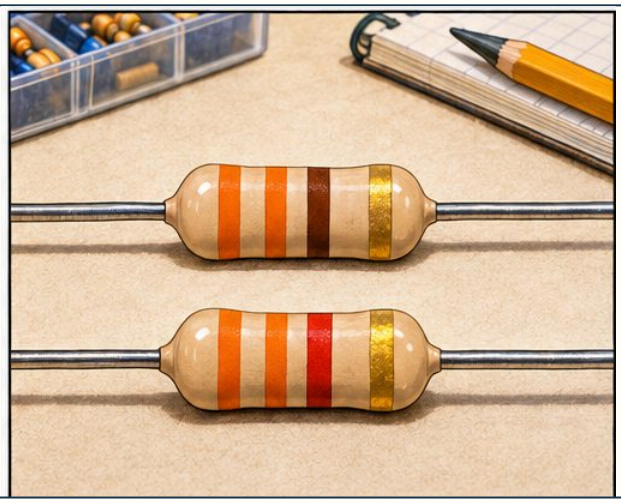
La ficha del panel prevé naranja, naranja, marrón y oro.



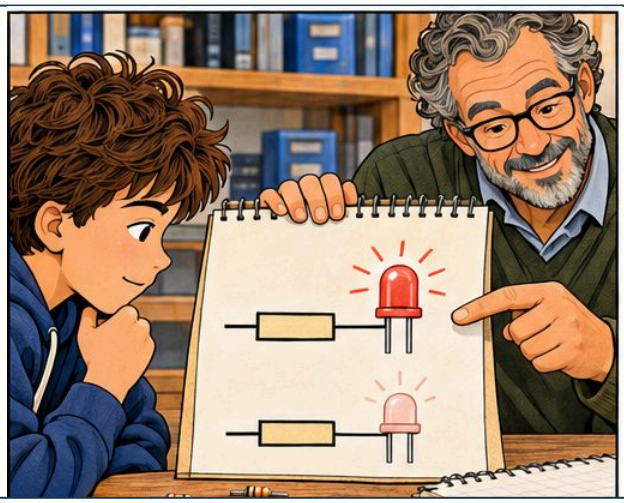
Las dos primeras bandas dan 33; marrón significa ×10.



El resultado es 330 Ω, con tolerancia de ±5%.



Una tercera banda roja daría 3 300 Ω, o 3,3 kΩ.



Esa confusión reduciría mucho la corriente del piloto.



Henri guarda ambos ejemplos para el taller de visitantes.

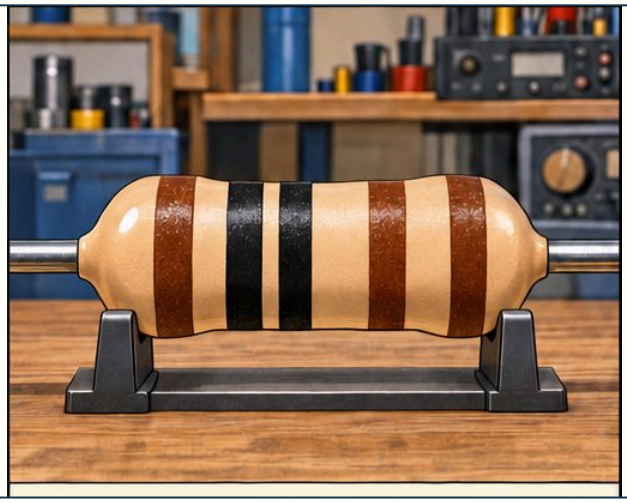
Una banda más



El código habitual de cinco bandas empieza con tres cifras significativas.



La cuarta multiplica; la quinta indica la tolerancia.



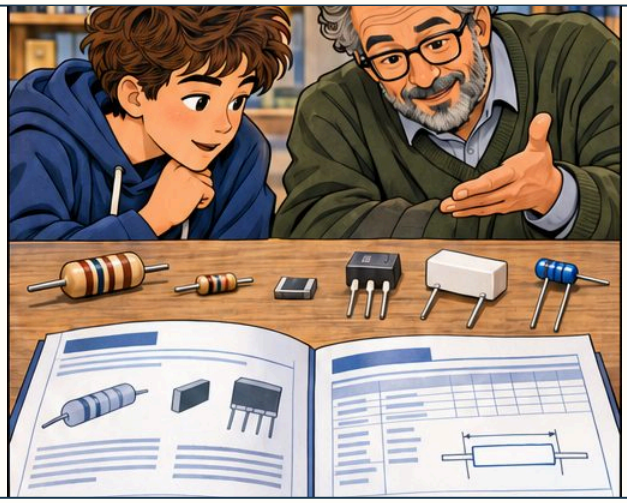
Marrón, negro, negro, marrón, marrón da 100 × 10 = 1 000 Ω.



La última banda marrón significa aquí ±1%.

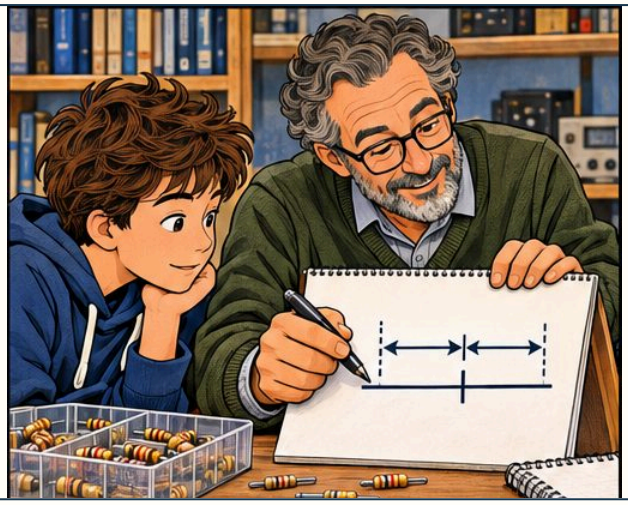


No leen cinco bandas como si solamente hubiera cuatro.



Existen otros marcados: Henri recomienda siempre la ficha adecuada.

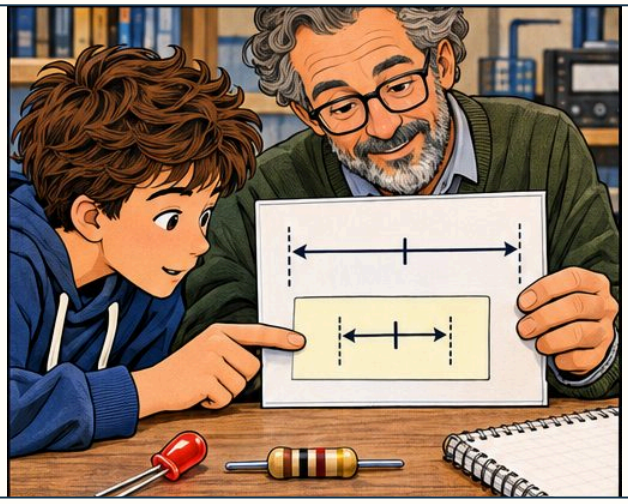
Comprender la tolerancia



Para 1 kΩ con ±5%, la desviación nominal máxima es 50 Ω.



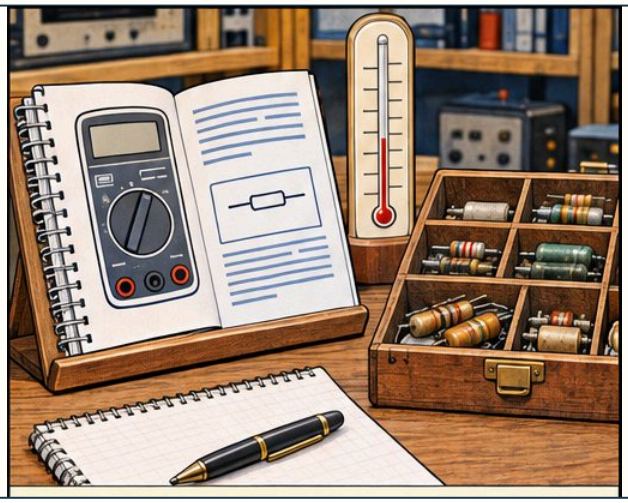
El intervalo correspondiente va de 950 Ω a 1 050 Ω.



Para 330 Ω con ±5%, va de 313,5 Ω a 346,5 Ω.



Estos límites corresponden a las condiciones de referencia del fabricante.



También cuentan temperatura, envejecimiento e incertidumbre de medida.



Lucas entiende por qué dos piezas buenas pueden dar lecturas distintas.

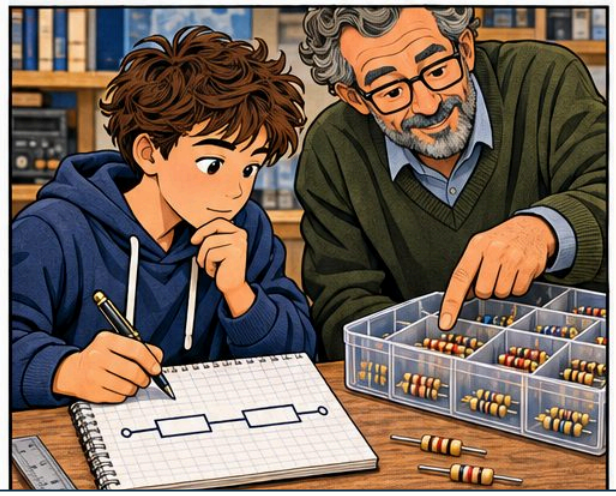
Elegir un valor disponible



Los fabricantes ofrecen series normalizadas de valores.



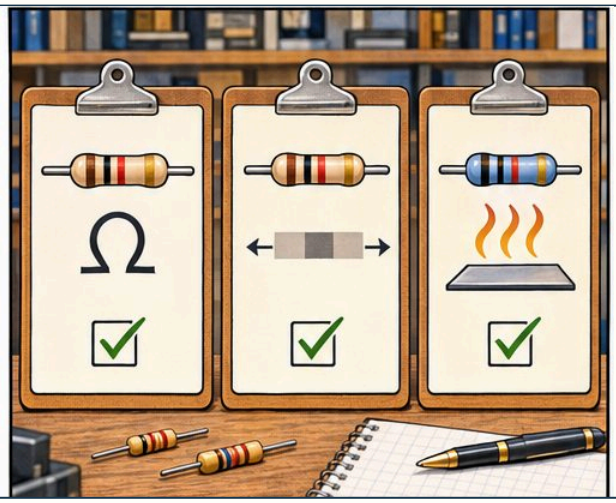
La serie E12 incluye 270 Ω, 330 Ω y 390 Ω.



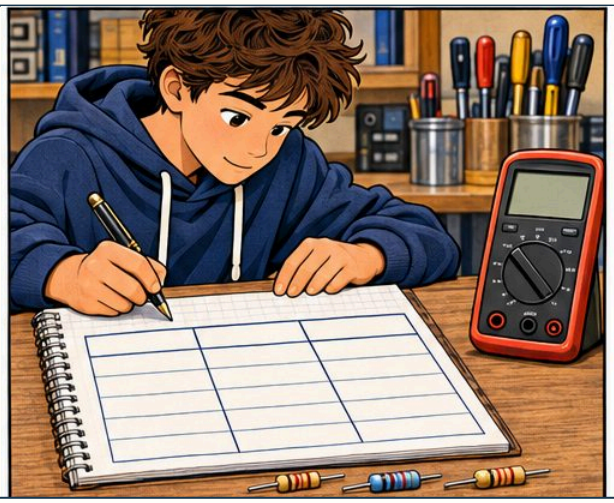
Un resultado calculado no siempre coincide con una pieza disponible.



Eligen según el funcionamiento buscado y vuelven a calcular.



Valor, tolerancia y potencia son tres criterios diferentes.

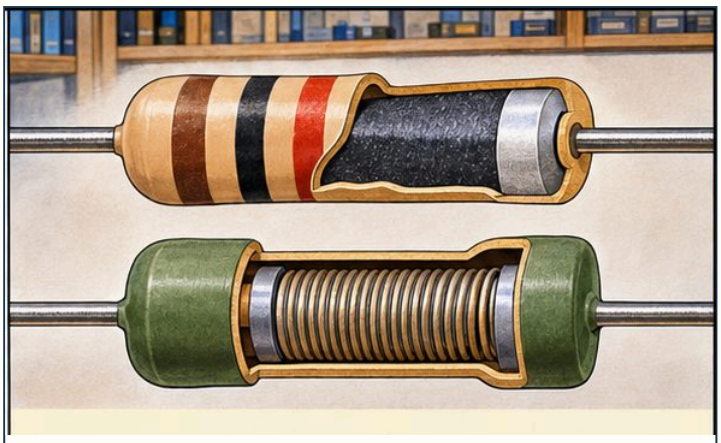


Lucas reserva un espacio para cada uno en su lista.

Bajo el mismo nombre



Resistencias de igual valor pueden tener construcciones distintas.



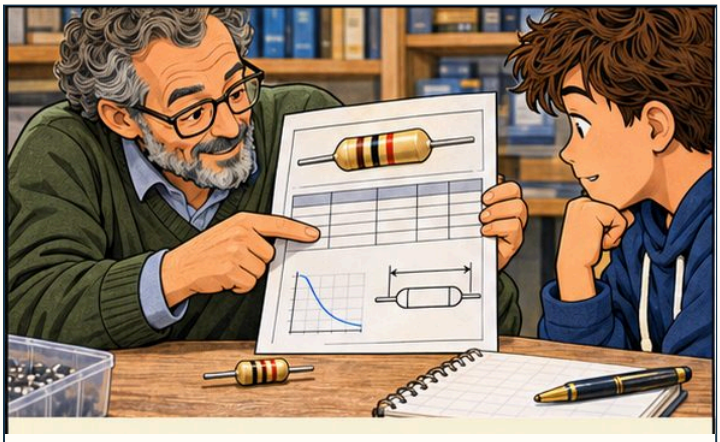
Henri presenta modelos de película y uno bobinado.



Las pequeñas resistencias SMD se montan directamente sobre el circuito impreso.



El tamaño solo no revela ni tolerancia ni todos los límites.

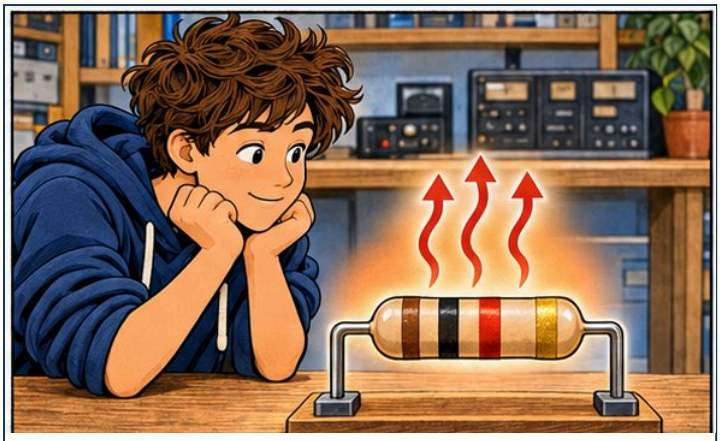


La ficha precisa potencia, tensión máxima y condiciones de uso.

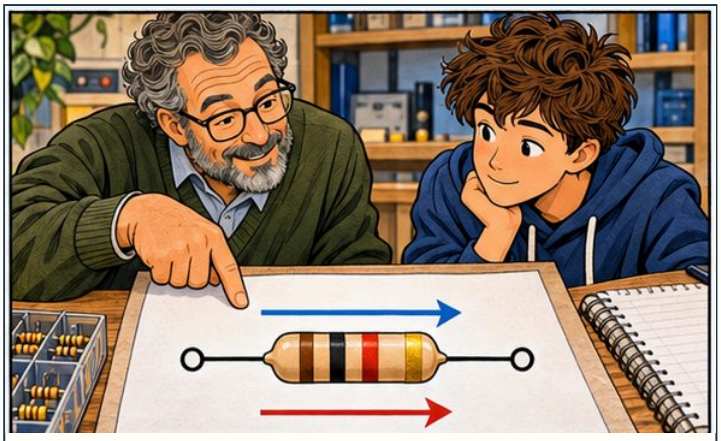


Para el piloto eligen una pieza identificada y documentada.

¿Adónde va la energía?



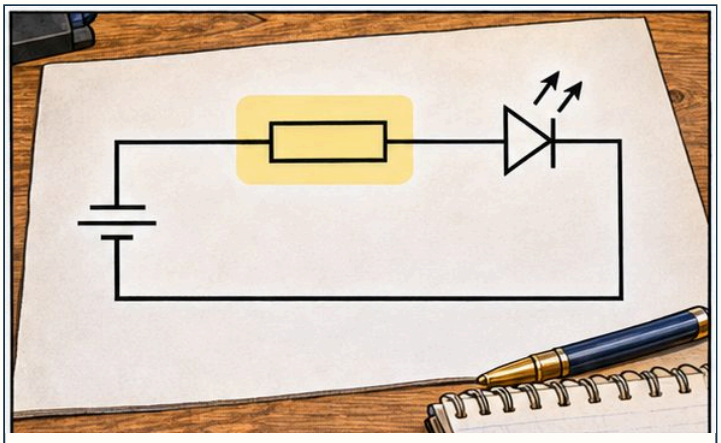
Una resistencia disipa energía eléctrica en forma de calor.



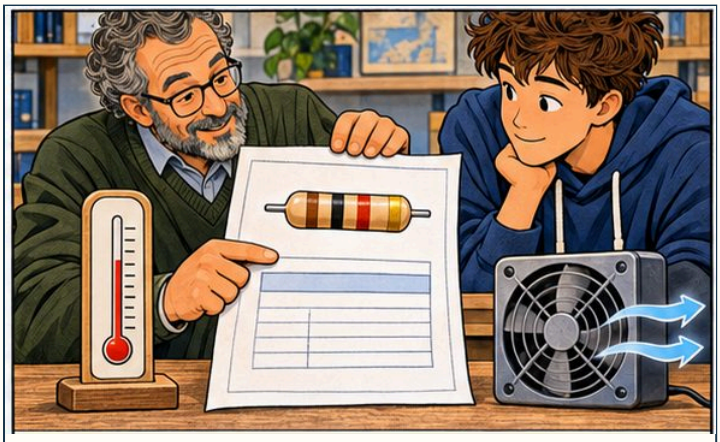
Su potencia disipada es P = U × I.



Con la ley de Ohm: $P = R \times I^2 = U^2 / R$.



Estas U e I corresponden a la resistencia estudiada.

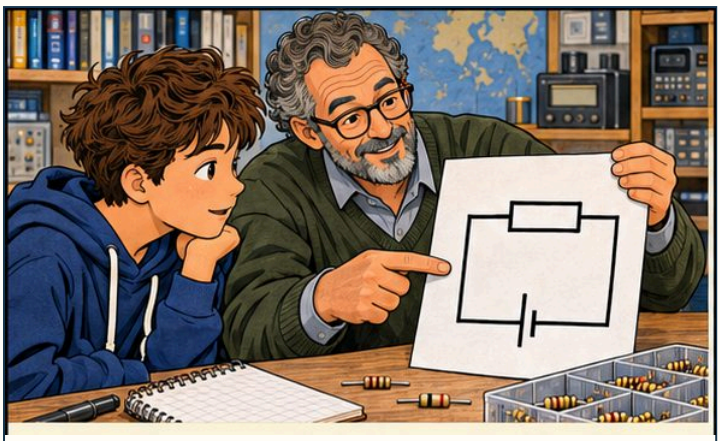


La potencia nominal es un límite bajo condiciones determinadas.



«Más vatios no significa más ohmios», concluye Lucas.

Un ejemplo que calienta



Sobre papel, 12 V en 1 kΩ dan 12 mA.



La potencia es 12^2 / 1 000 = 0,144 W.



Una pieza de 0,25 W puede servir si sus condiciones lo permiten.



Conservan un margen y revisan también la temperatura ambiente.

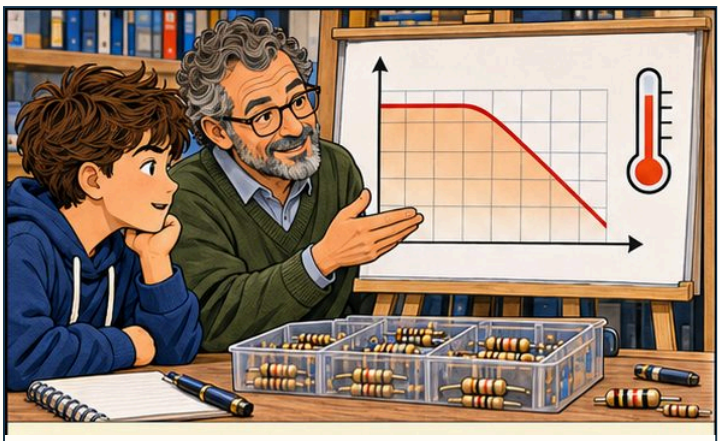


Una caja cerrada o una fuente cercana de calor puede cambiar la elección.



No hace falta un ensayo térmico para comprender el cálculo.

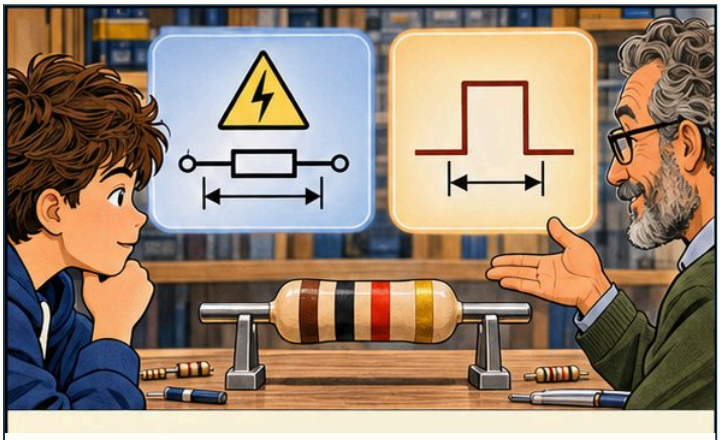
Un límite no es un objetivo



La curva de reducción puede limitar la potencia admisible con el calor.



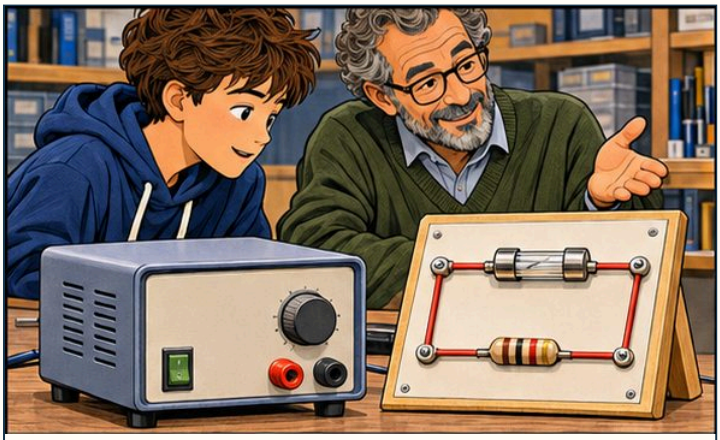
Henri muestra esa curva en la ficha del modelo elegido.



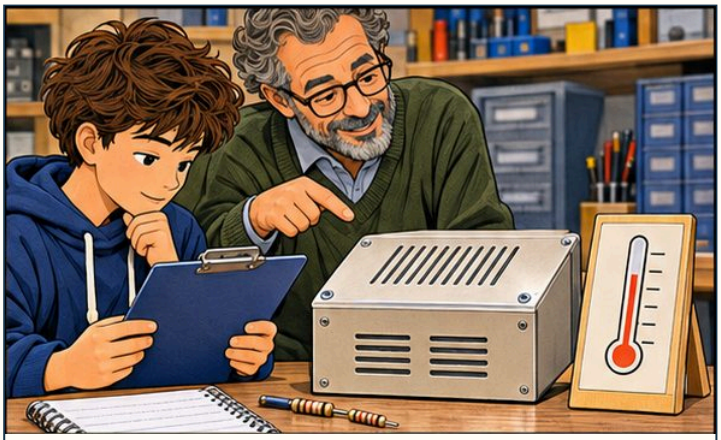
Comprueban también tensión de servicio y posibles impulsos.



Una resistencia disipadora no sustituye a un fusible.

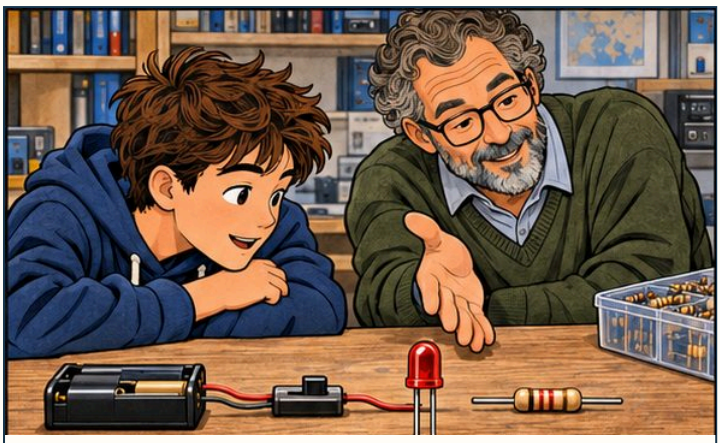


El panel conserva la protección prevista por su diseñador.

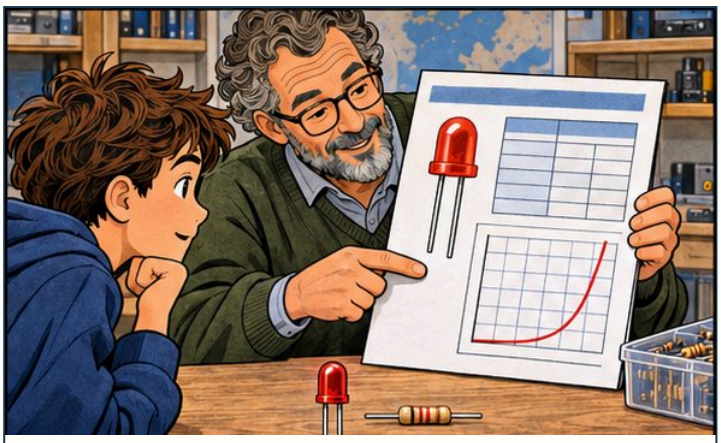


Lucas elegirá con margen y comprobará las condiciones reales.

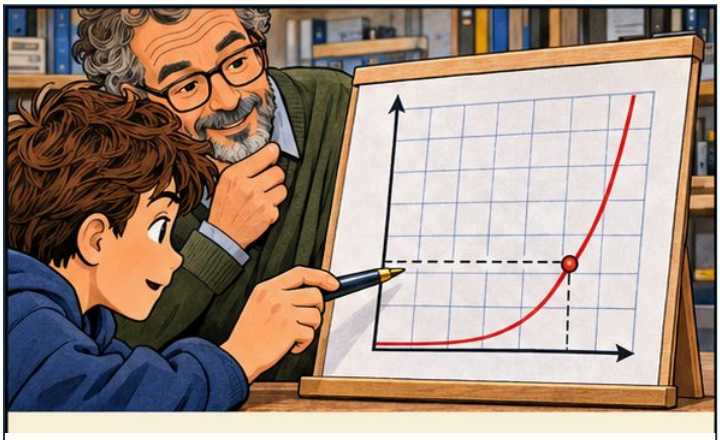
Preparar el cálculo del piloto



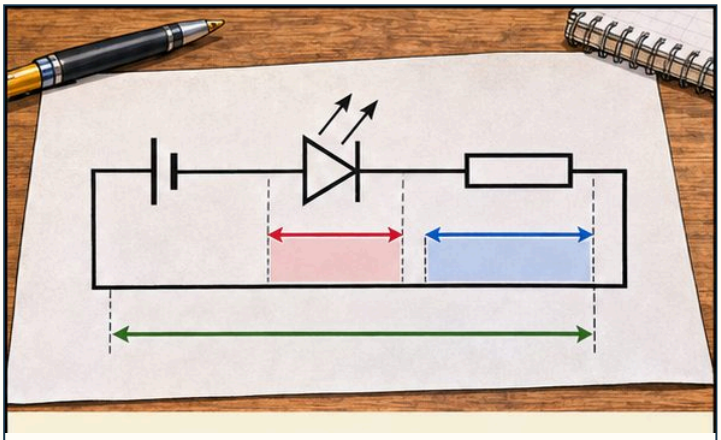
Su ejemplo utiliza una alimentación de 5 V y un LED rojo.



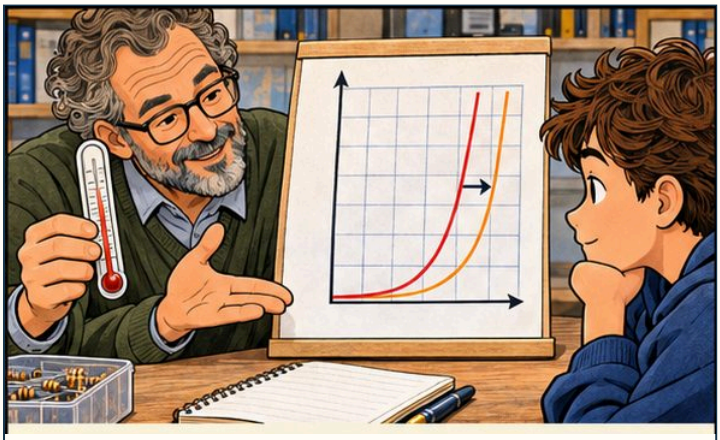
La ficha de ese LED permite suponer unos 2 V a la corriente estudiada.



Buscan 10 mA, dentro de los límites del modelo.



La resistencia en serie recibe aproximadamente 5 − 2 = 3 V.

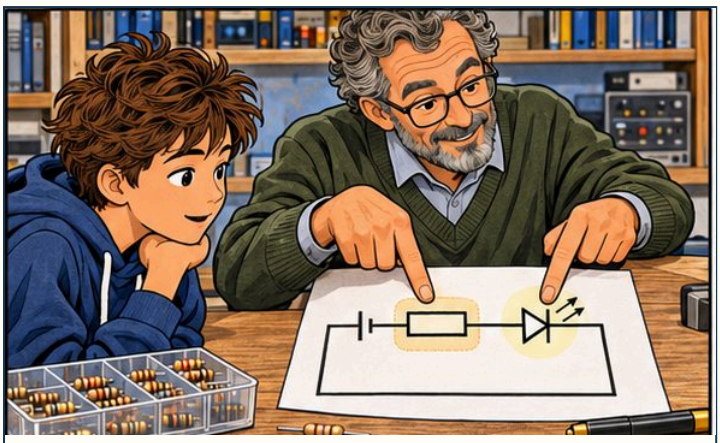


La tensión directa de un LED depende de corriente y temperatura.

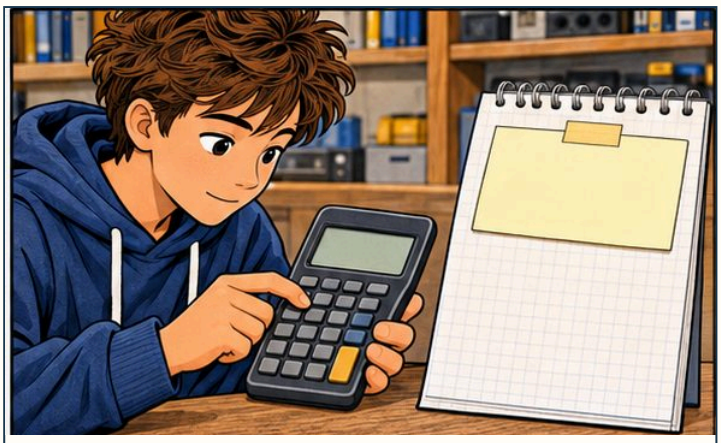


Estas hipótesis sirven al cálculo; no valen para todos los LED.

El valor teórico



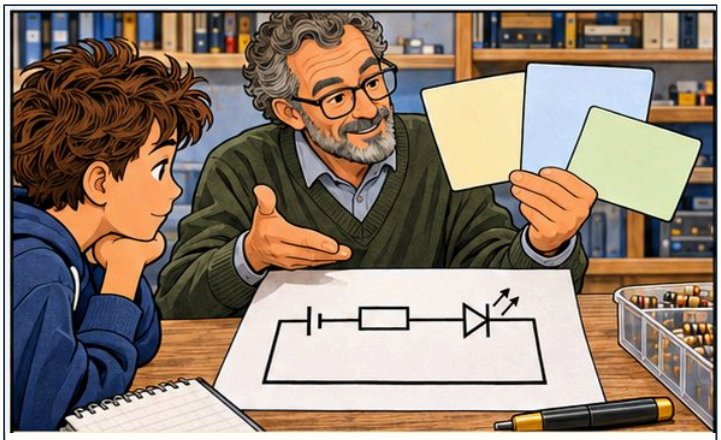
Para la resistencia serie: R = (Ualimentación − ULED) / I.



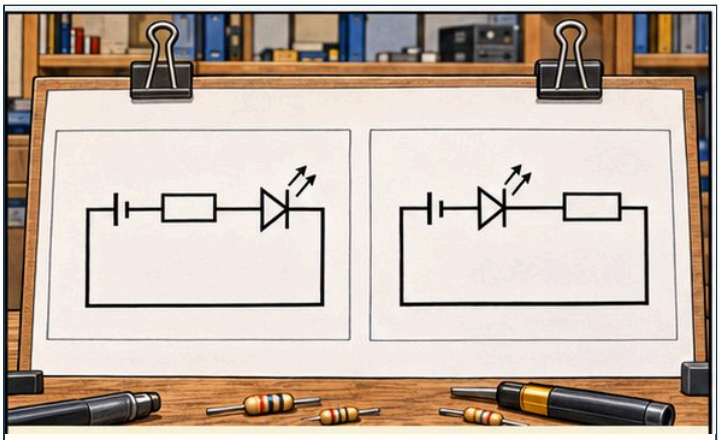
Lucas convierte: 10 mA = 0,010 A.



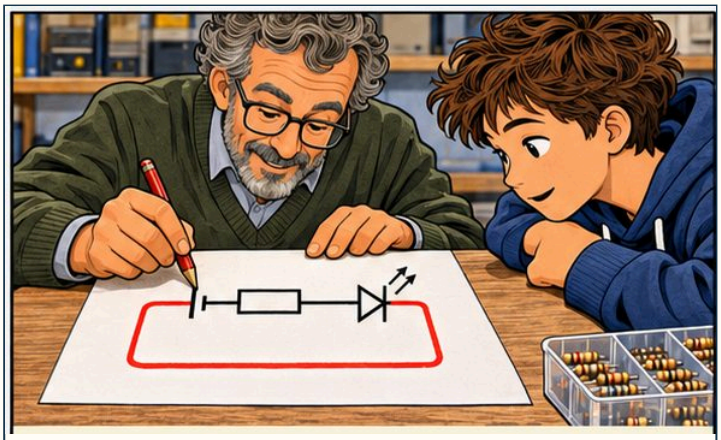
Calcula R = (5 − 2) / 0,010 = 300 Ω.



El valor supone las tensiones del ejemplo y la corriente deseada.



La resistencia puede ir antes o después del LED en el mismo lazo serie.

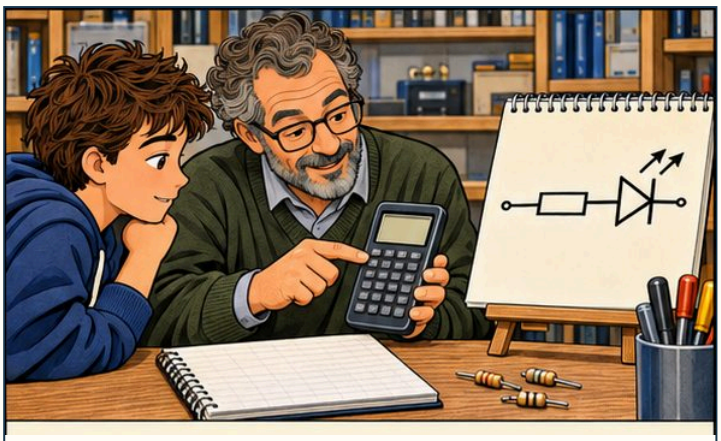


Henri comprueba especialmente que ningún camino evite la resistencia.

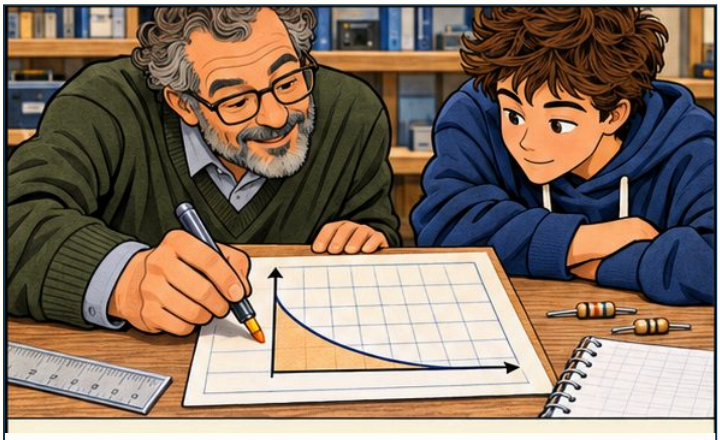
Del cálculo al cajón



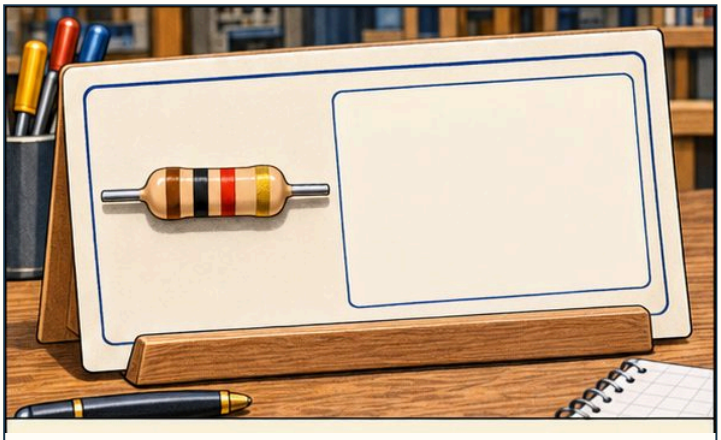
De sus existencias eligen 330 Ω en lugar de 270 Ω.



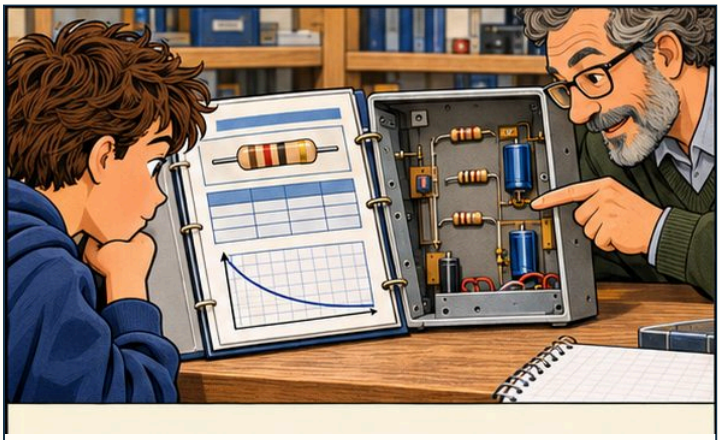
Con las mismas hipótesis, I ≈ 3 / 330 ≈ 9,1 mA.



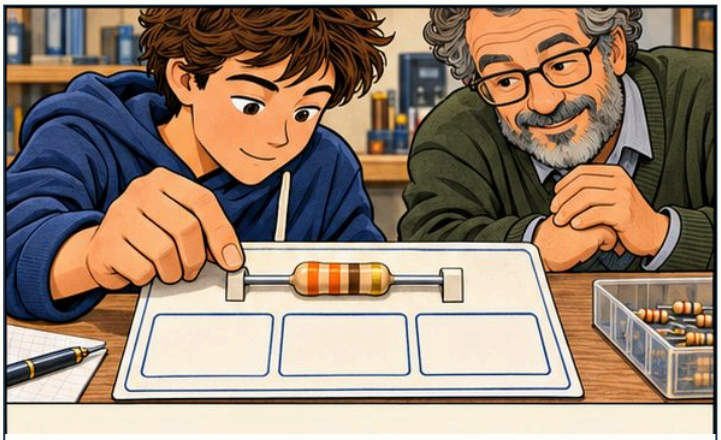
La potencia resistiva es aproximadamente 3^2 / 330 ≈ 0,027 W.



Una pieza identificada de 0,25 W ofrece aquí buen margen térmico.

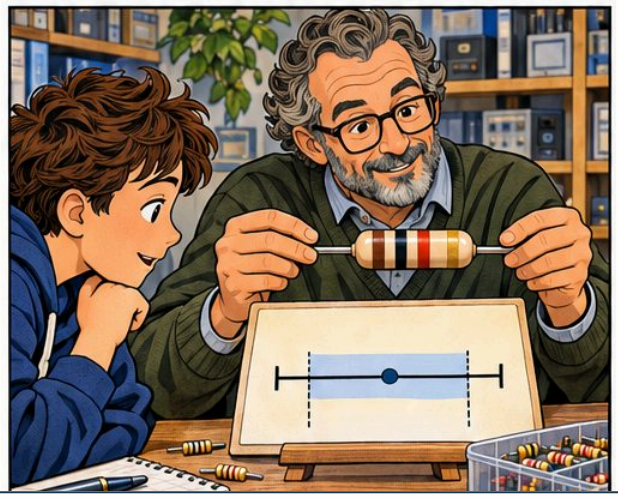


Aun así revisan su ficha y las condiciones previstas del panel.

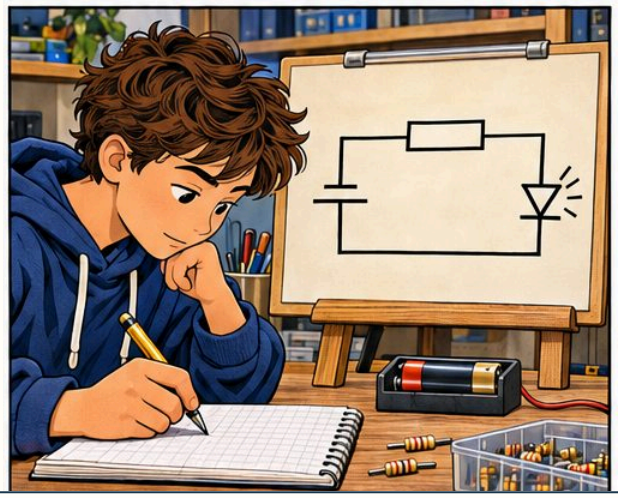


Lucas anota: 330 Ω, ±5%, 0,25 W; los tres criterios están definidos.

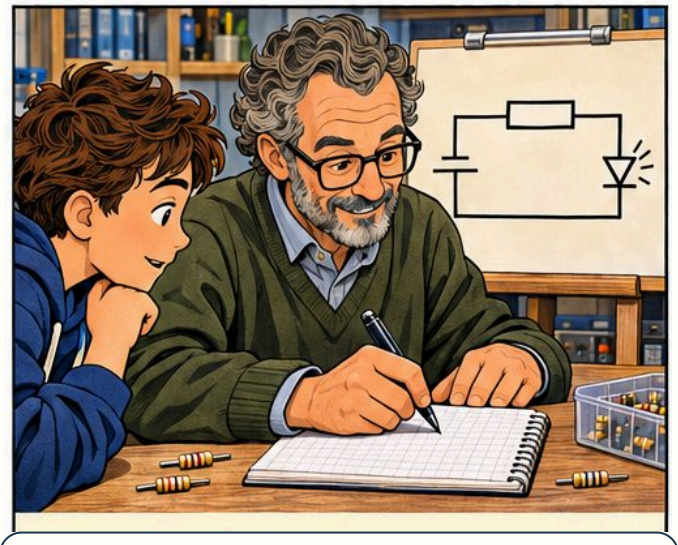
Considerar las variaciones



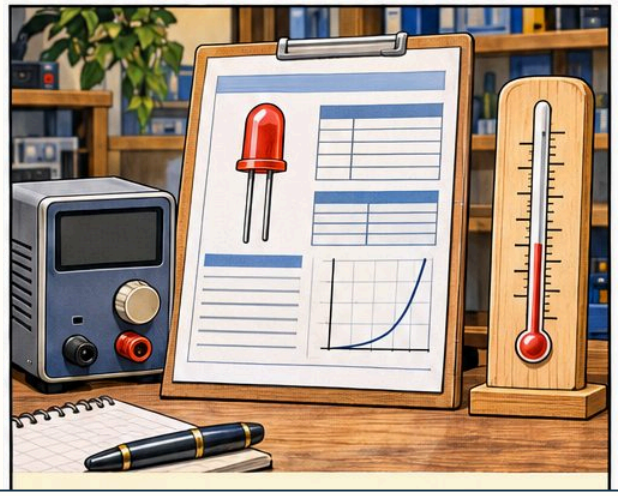
La tolerancia de R ya modifica la corriente calculada.



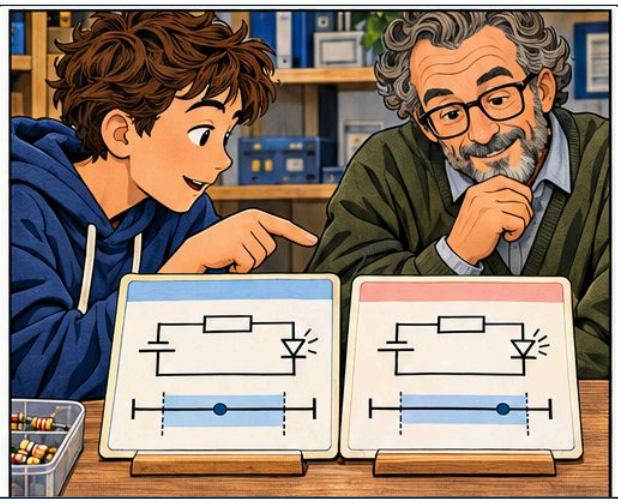
Con 3 V en la resistencia, 313,5 Ω dan aproximadamente 9,57 mA.



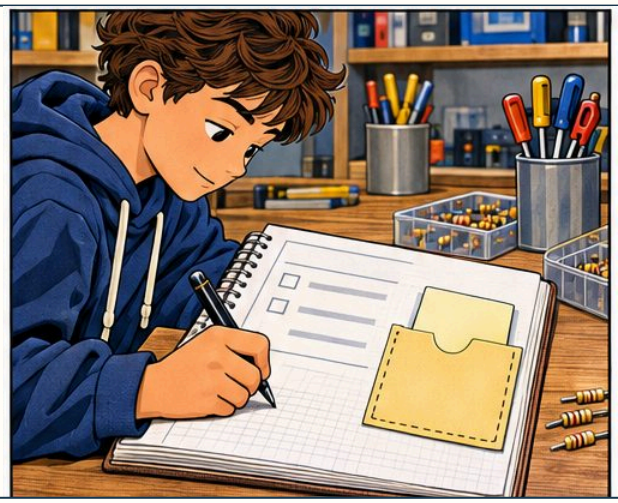
Con 346,5 Ω se obtienen unos 8,66 mA.



La alimentación y la tensión del LED también varían.



En un montaje real comprueban el caso desfavorable con las fichas.



«Una aproximación útil conserva sus hipótesis», recuerda Lucas.

El momento del ohmímetro



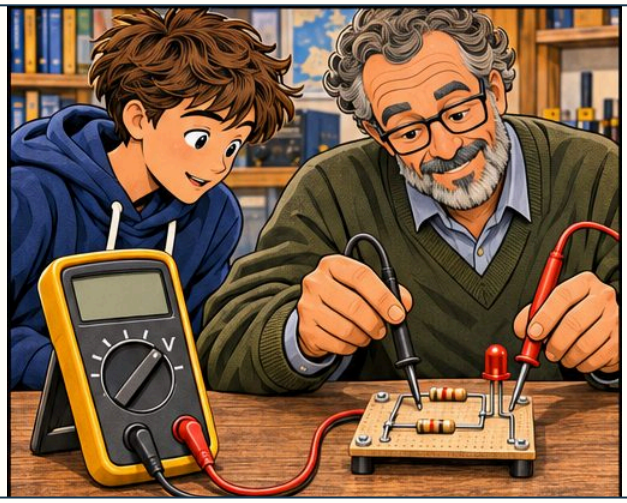
El ohmímetro inyecta una pequeña señal para determinar la resistencia.



No debe utilizarse en un circuito alimentado.



Henri apaga, desconecta y sigue el procedimiento de descarga del panel.



Después verifica ausencia de tensión con el ajuste adecuado.



Solo tras esos controles pasan a medir resistencia.



Lucas añade ese orden exacto a su ficha de diagnóstico.

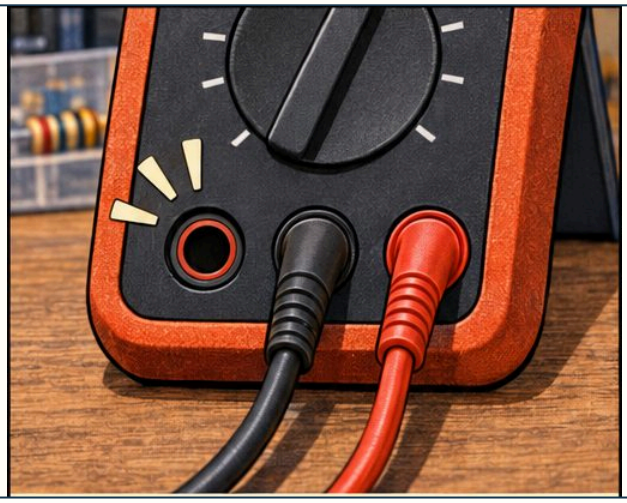
Preparar las puntas



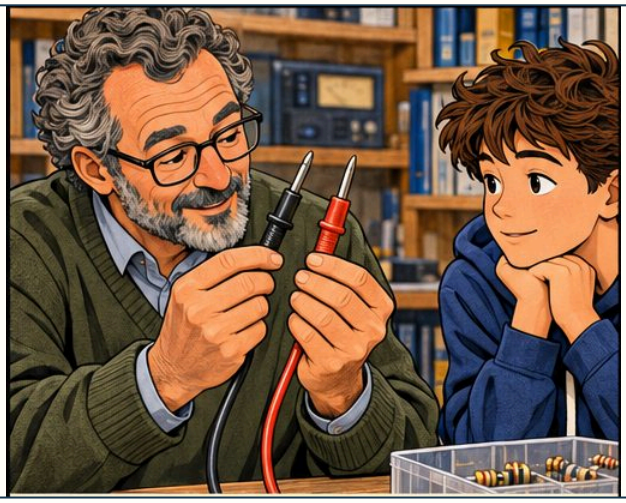
Siguen el manual del multímetro para bornes y escala.



La punta negra va a COM; la roja, a la entrada de ohmios.



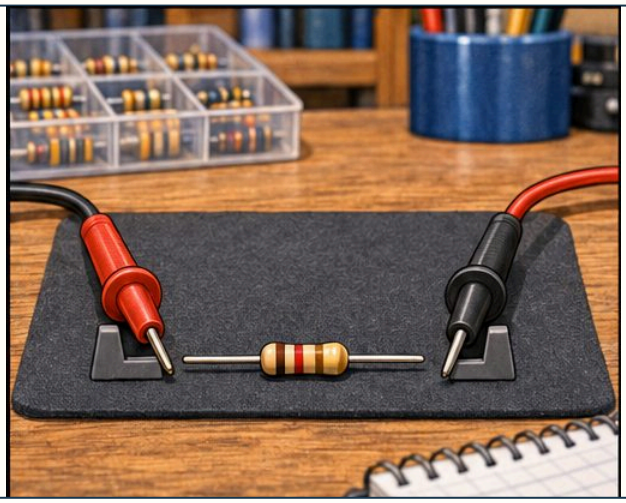
La entrada de corriente no se utiliza para esta medida.



Revisan el estado de cables y contacto de las puntas.

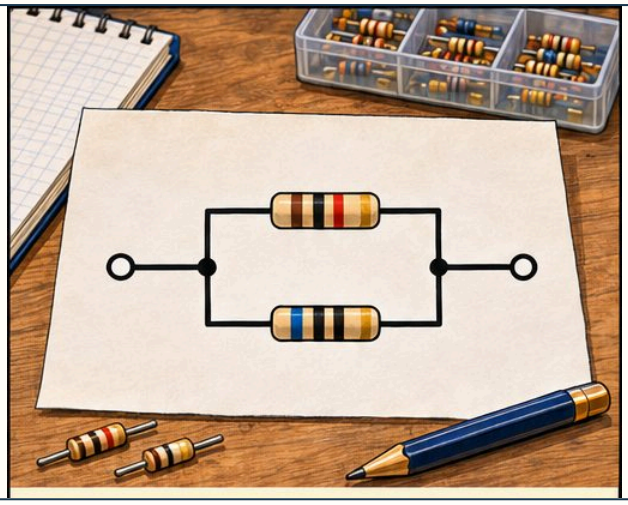


Dedos y malos contactos pueden falsear especialmente resistencias elevadas.

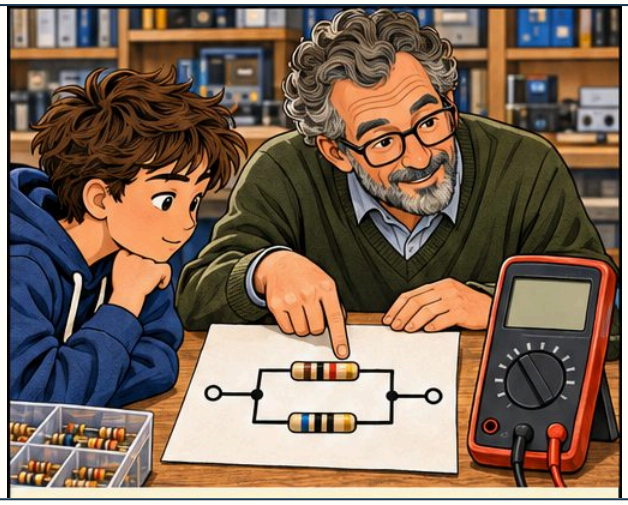


Lucas coloca la pieza sobre aislamiento y mantiene las manos apartadas.

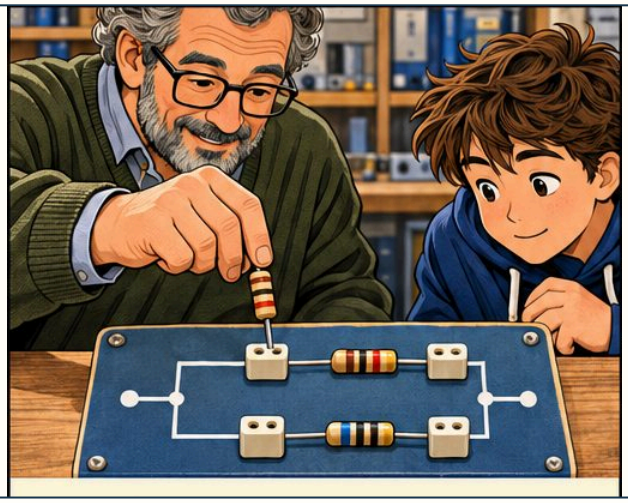
Evitar caminos ocultos



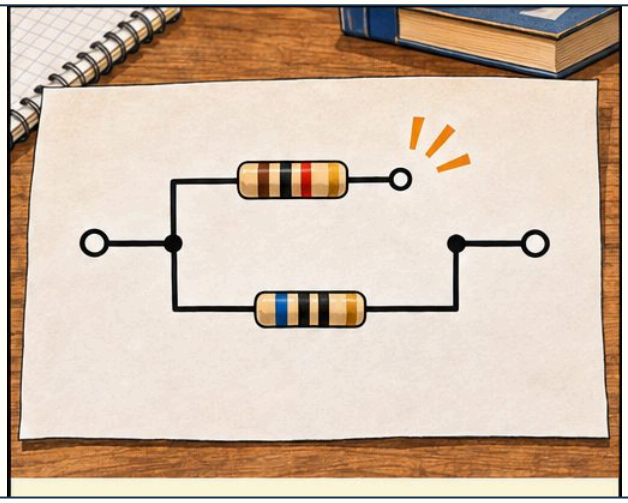
Otros componentes del circuito pueden ofrecer caminos en paralelo.



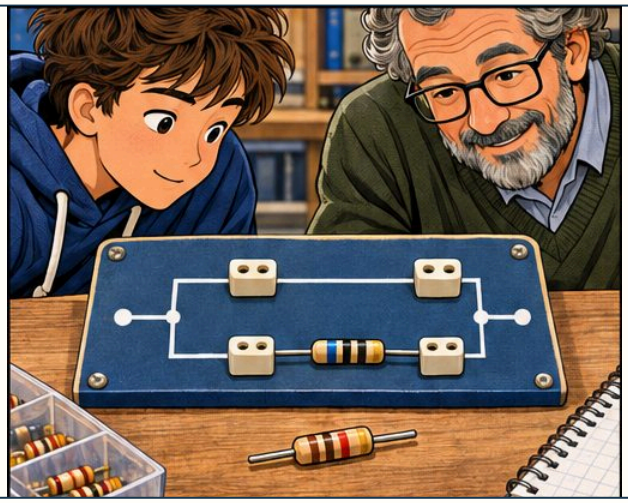
La lectura no representa necesariamente la resistencia aislada.



En su panel enchufable sin alimentación extraen la pieza del soporte.



En otros montajes puede ser necesario aislar un terminal.



Aquí no desueldan nada: el soporte permite separarla.

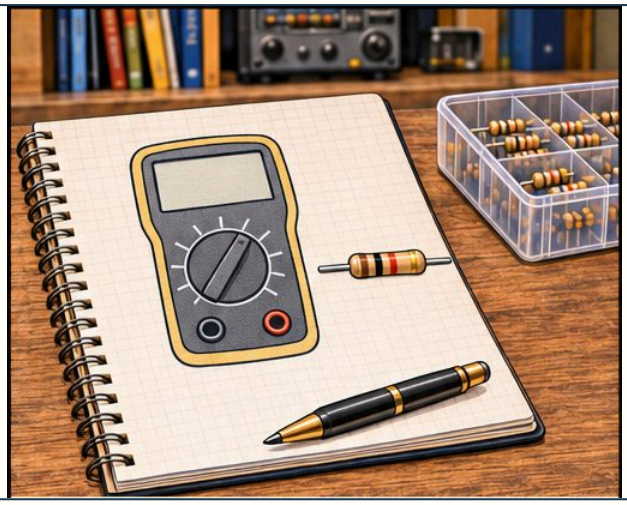


La resistencia retirada puede medirse ahora sola.

Leer sin exagerar la conclusión



Primero practican con una resistencia conocida de 1 kΩ a ±5%.



El cuaderno ilustra una lectura posible: 0,998 kΩ, es decir, 998 Ω.



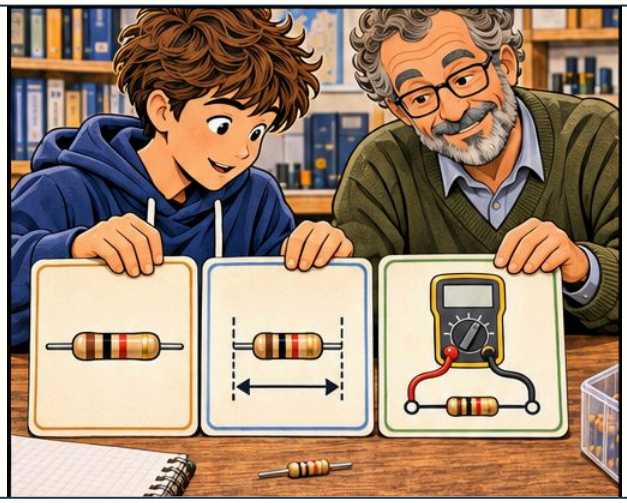
Está en el intervalo nominal de 950 Ω a 1 050 Ω.



La precisión del multímetro y los contactos limitan la conclusión.



El pitido de continuidad no reemplaza una medida numérica de resistencia.

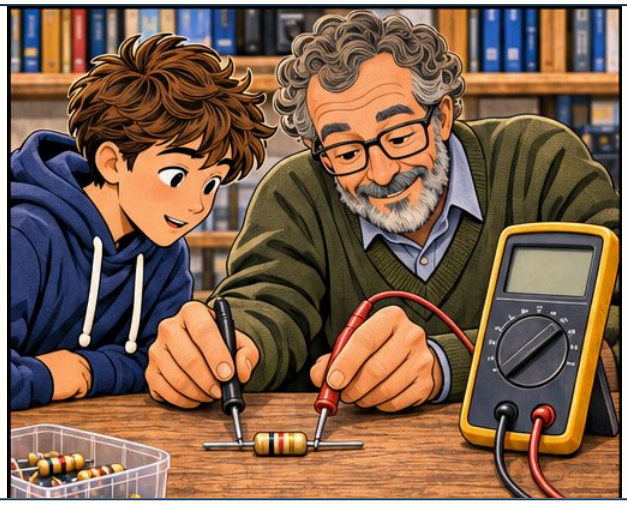


Lucas compara unidad, rango esperado y condiciones de medida.

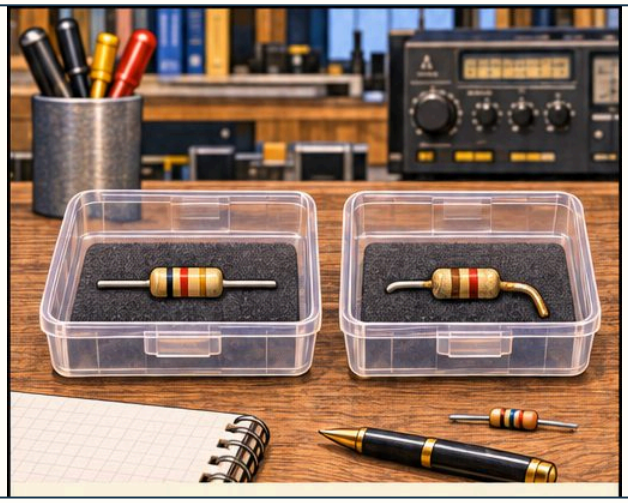
Una pista, todavía no un veredicto



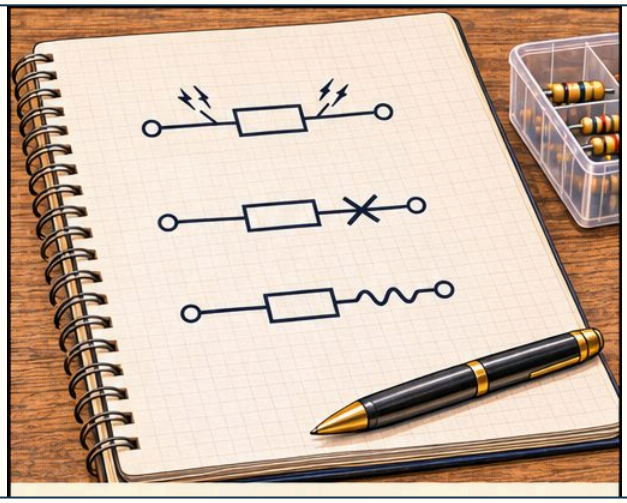
La pieza retirada del piloto tiene un contacto de patilla deteriorado.



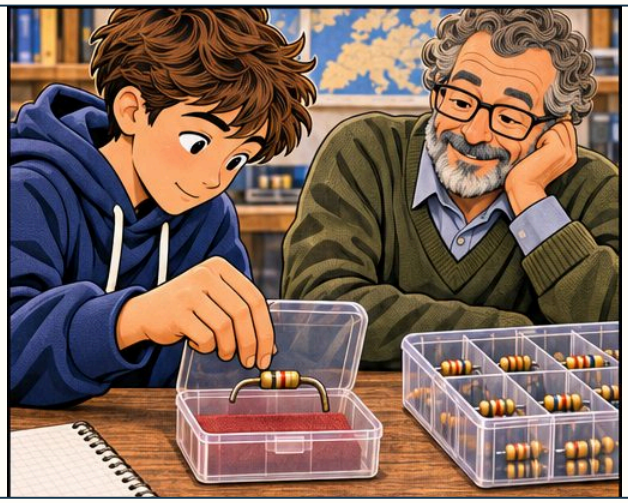
La lectura sigue inestable; Henri rehace los contactos de medida.



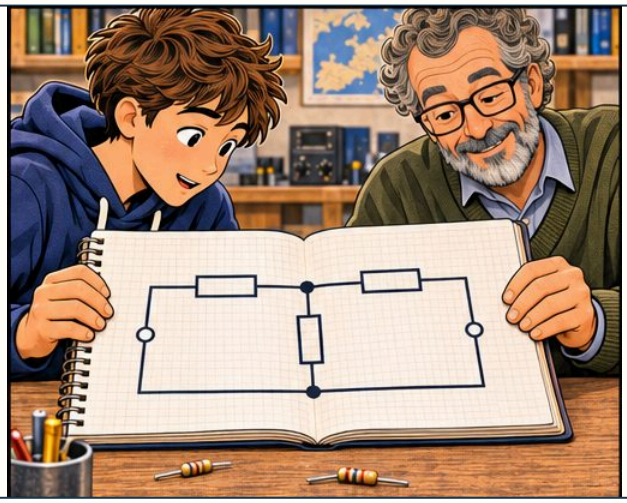
Comparan ese comportamiento con el de la pieza conocida.



Una lectura fuera de rango puede deberse a pieza, cables o contacto.



Apartan la pieza sospechosa sin declarar identificada toda la avería.



El esquema aún debe explicar cómo trabajan juntas las resistencias.

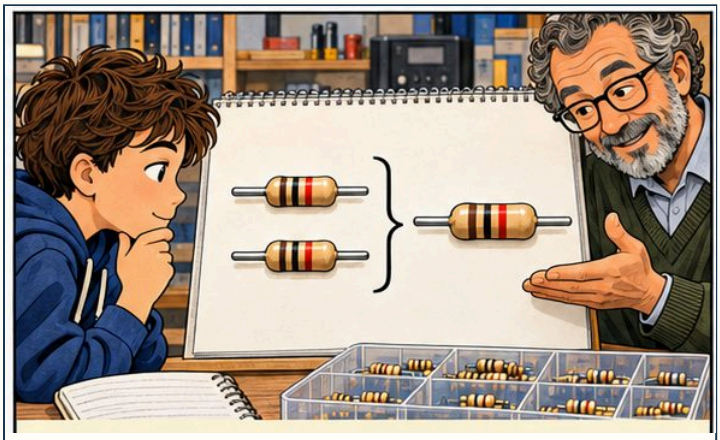
Por un único camino



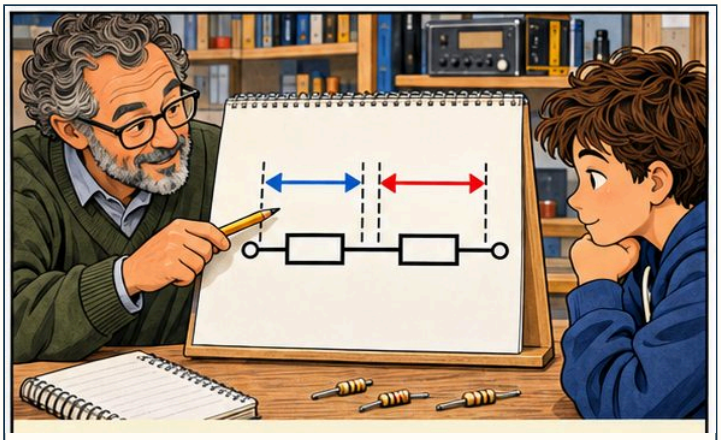
Dos resistencias están en serie si las atraviesa igual corriente sin derivación.



La resistencia equivalente es R = R1 + R2.



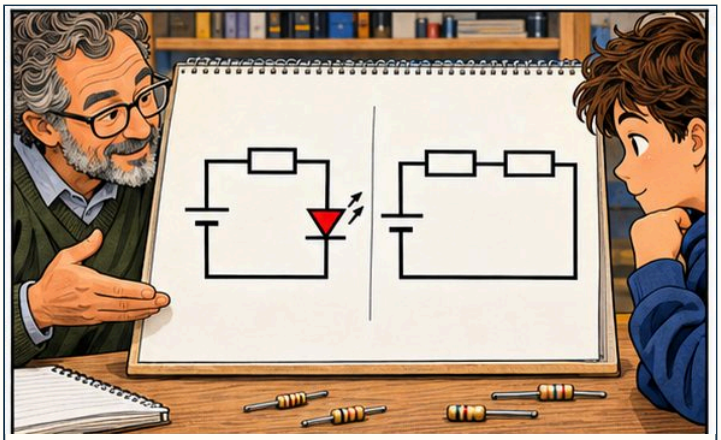
Dos resistencias de 1 kΩ en serie dan 2 kΩ.



La tensión total se reparte según sus valores.

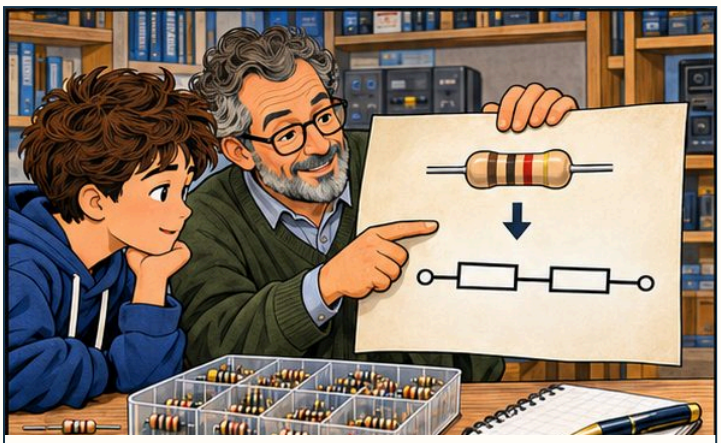


Cada componente debe soportar su propia tensión y potencia.

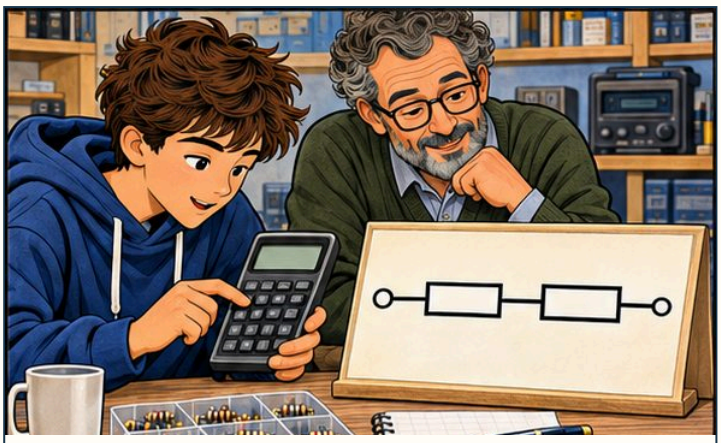


Lucas traza un camino y reconoce la resistencia serie del LED.

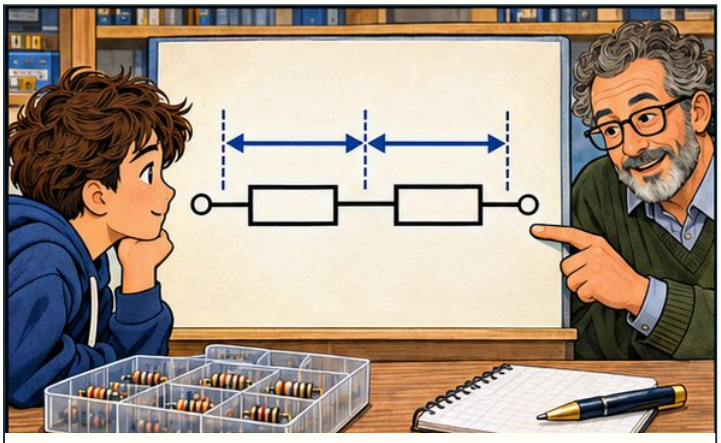
Repartir en serie



Sobre papel, 5 V alimentan dos resistencias iguales de 1 kΩ en serie.



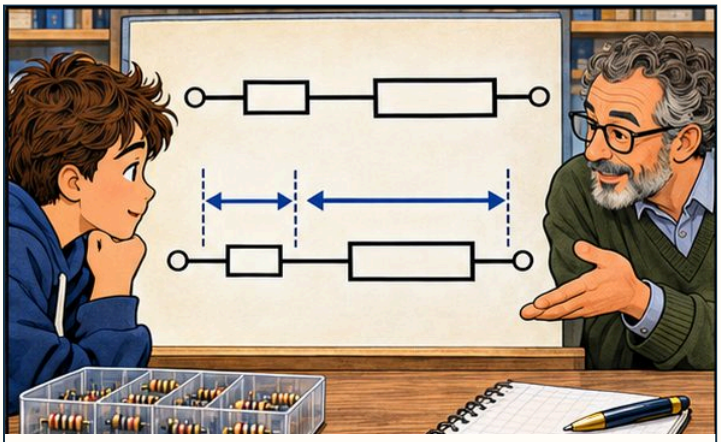
La corriente es 5 / 2 000 = 0,0025 A, o 2,5 mA.



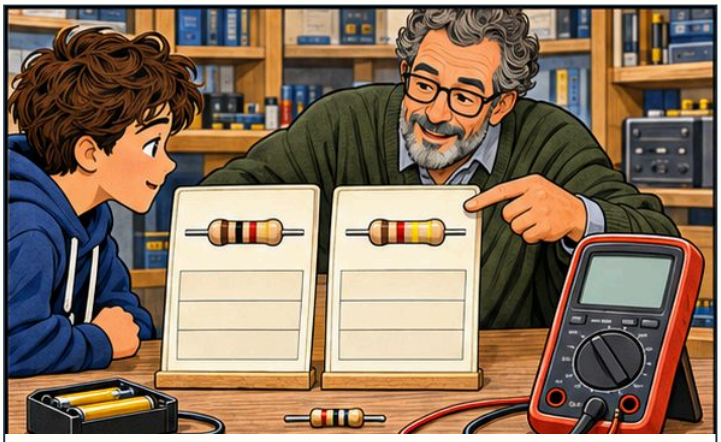
Cada resistencia recibe 2,5 V en este modelo ideal.



Cada una disipa 2,5 × 0,0025 = 0,00625 W.

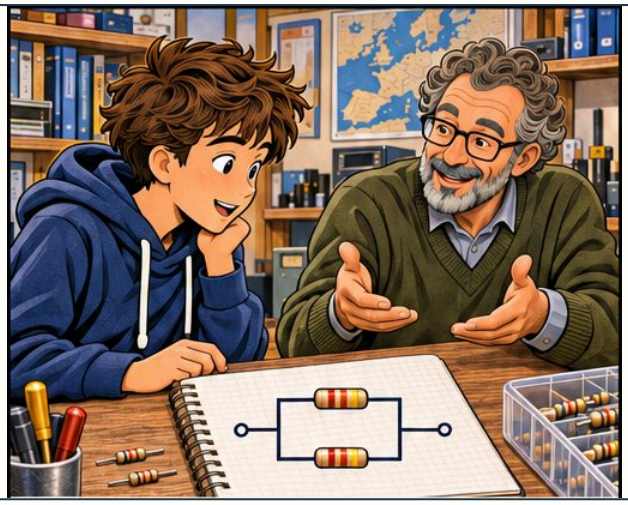


Valores distintos repartirían de otro modo tensión y potencia.

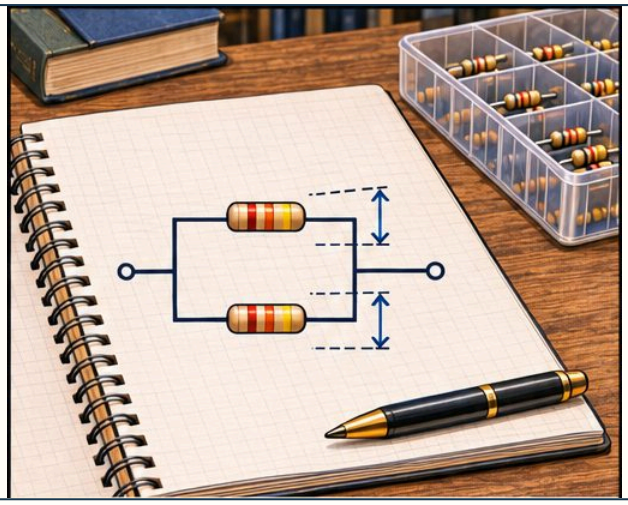


Henri insiste: sumar los vatios nominales de las piezas no basta.

Dos caminos entre dos nodos



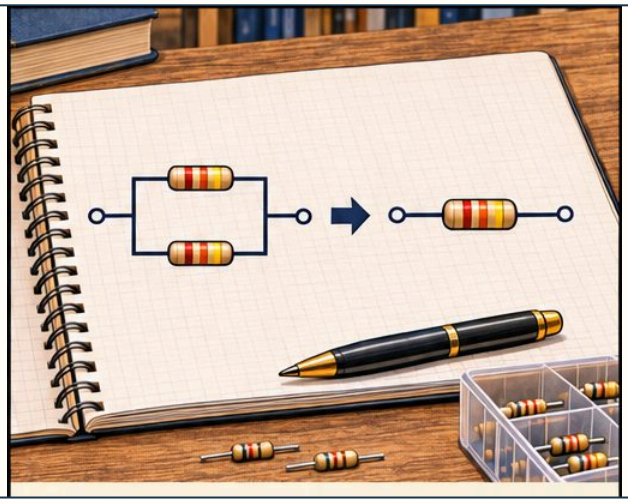
En paralelo, las resistencias se conectan a los mismos dos nodos.



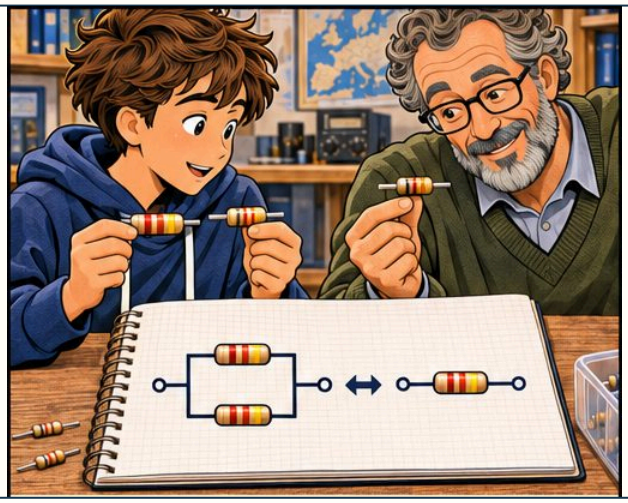
Por eso tienen igual tensión en sus terminales.



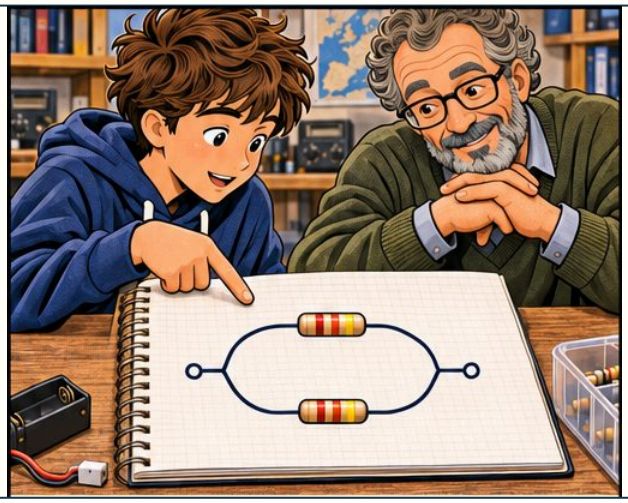
Para dos ramas: 1 / R = 1 / R1 + 1 / R2.



Dos resistencias de 1 kΩ en paralelo dan 500 Ω.

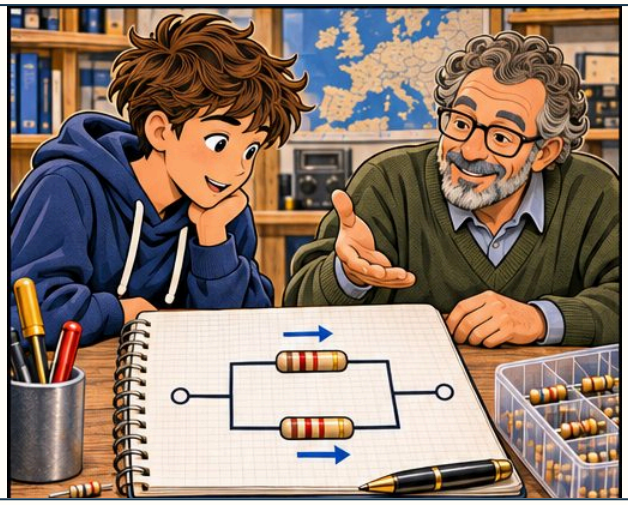


El equivalente es inferior a la menor resistencia positiva de esas ramas.

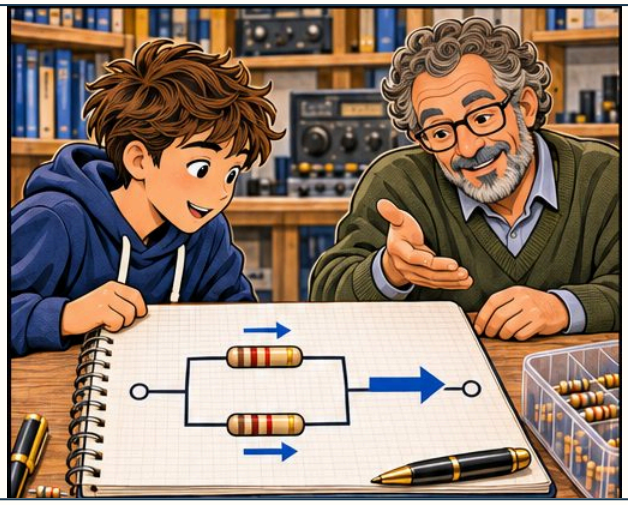


Lucas comprueba los nodos; la posición en el dibujo no basta.

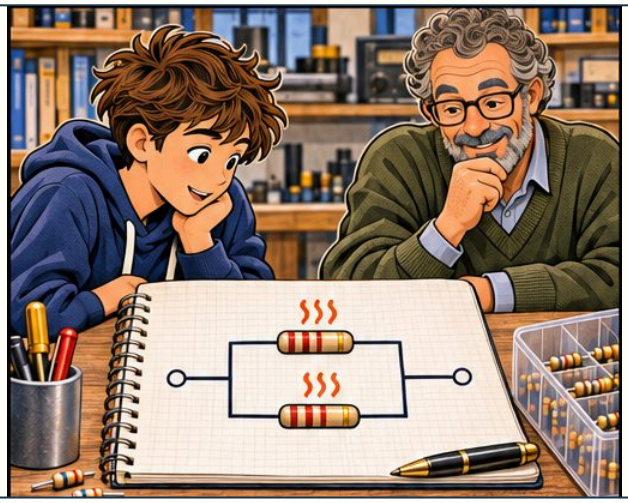
La corriente por las ramas



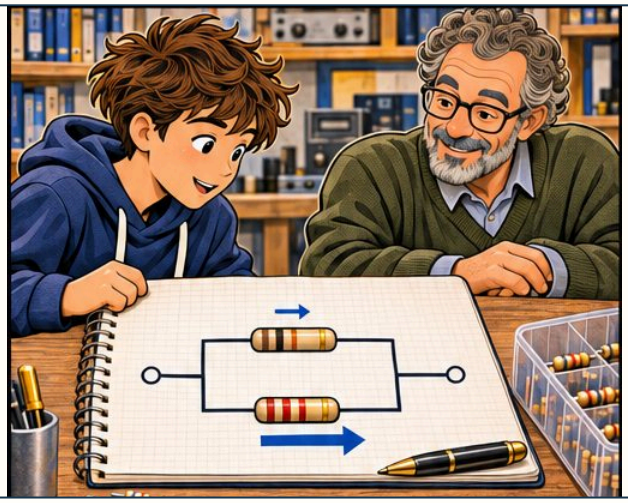
Con 5 V en cada resistencia de 1 kΩ, cada rama toma 5 mA.



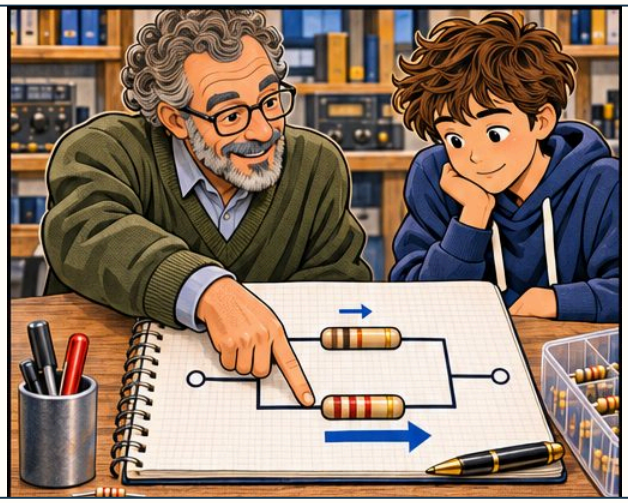
La fuente entrega la suma: 10 mA en este ejemplo ideal.



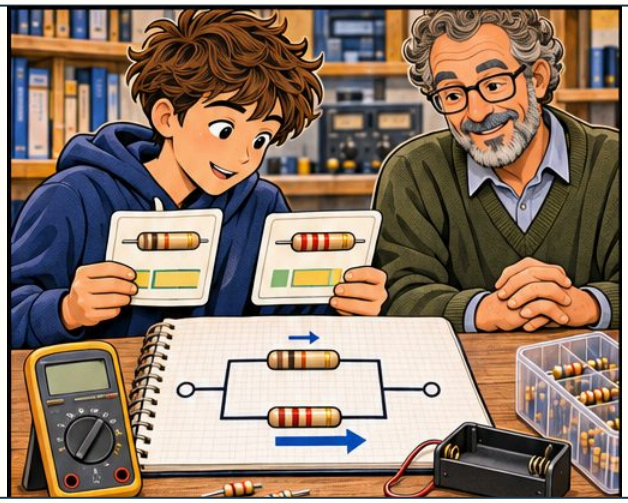
Cada resistencia disipa 5^2 / 1 000 = 0,025 W.



Con valores distintos, las corrientes dejan de ser iguales.

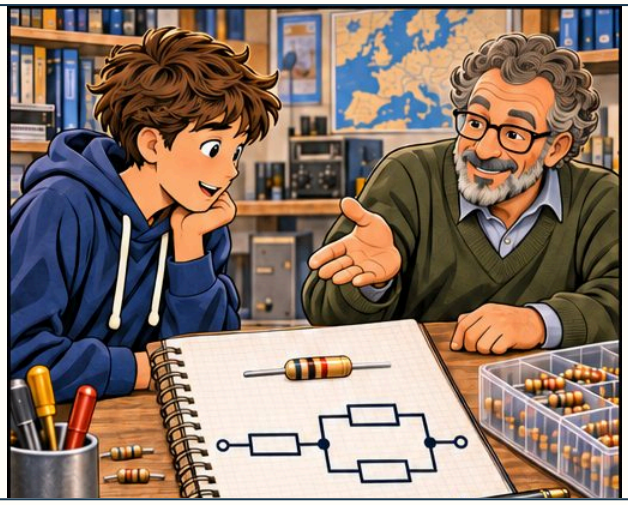


La rama de menor resistencia toma más corriente con igual tensión.



Lucas entiende por qué dos resistencias paralelas requieren dos comprobaciones.

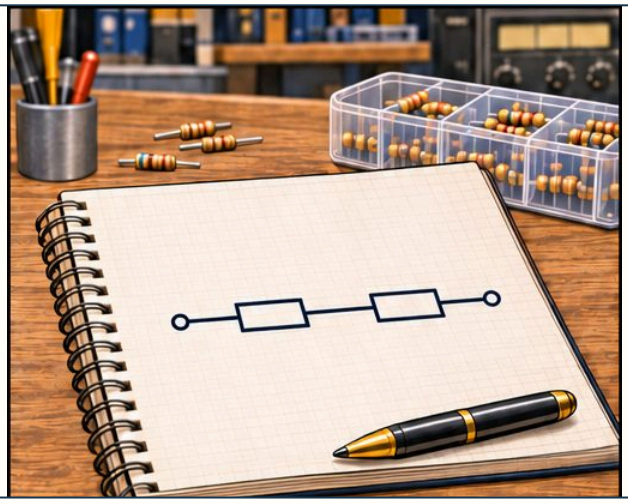
Simplificar sin perderse



Henri dibuja 1 kΩ en serie con dos resistencias paralelas de 1 kΩ.



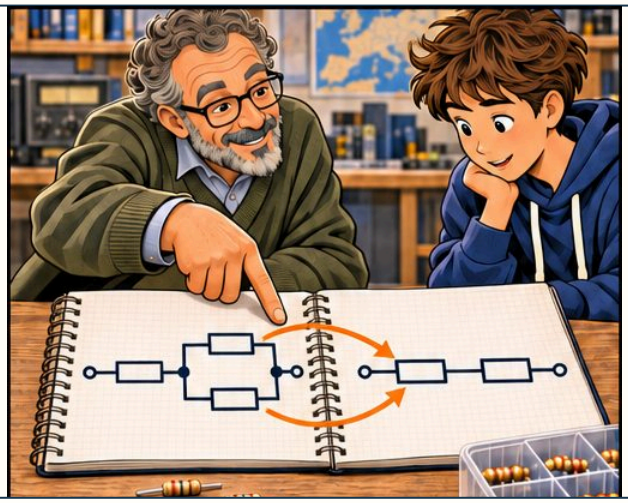
Lucas sustituye primero el paralelo por 500 Ω.



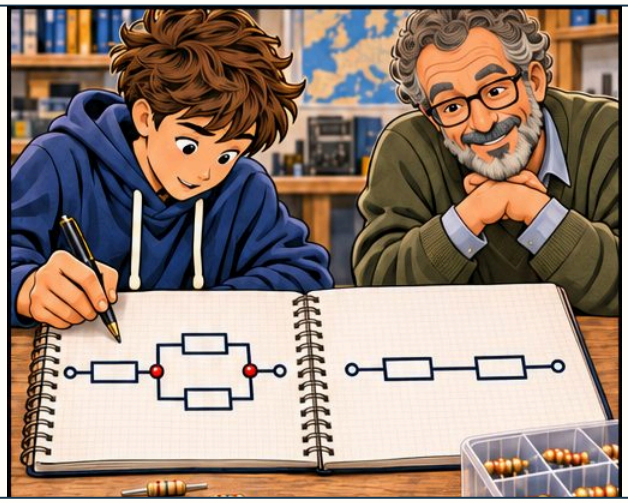
Luego añade la resistencia serie: 1 000 + 500 = 1 500 Ω.



Conserva el dibujo original para recuperar cada corriente.



Un equivalente describe los terminales sin borrar las restricciones internas.



Así no elige una fórmula solo por el aspecto del esquema.

Crear una tensión intermedia



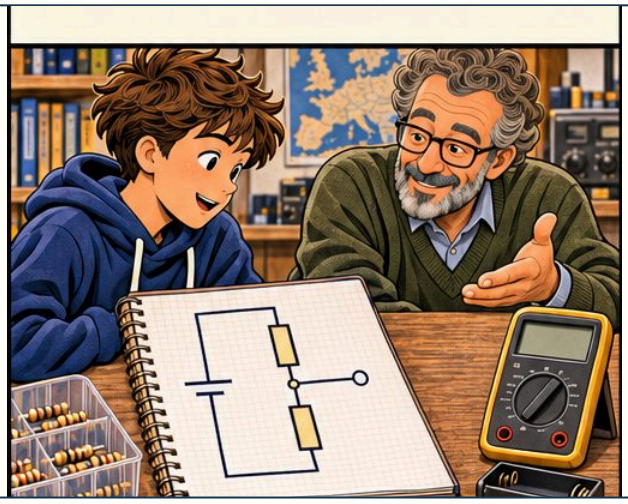
Dos resistencias en serie pueden formar un divisor de tensión.



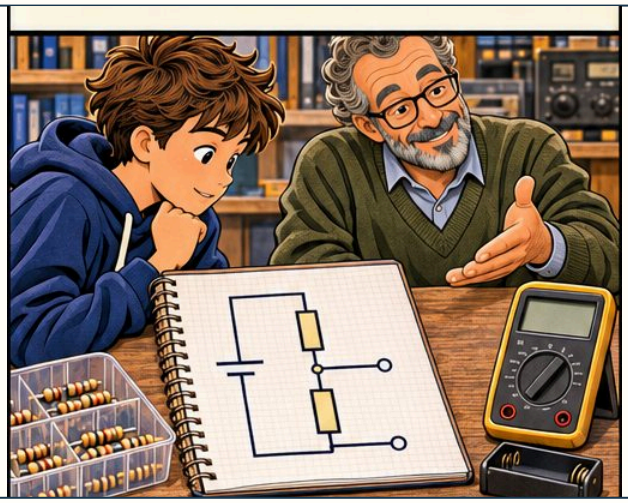
Sin carga: Usalida = Uentrada × R2 / (R1 + R2).



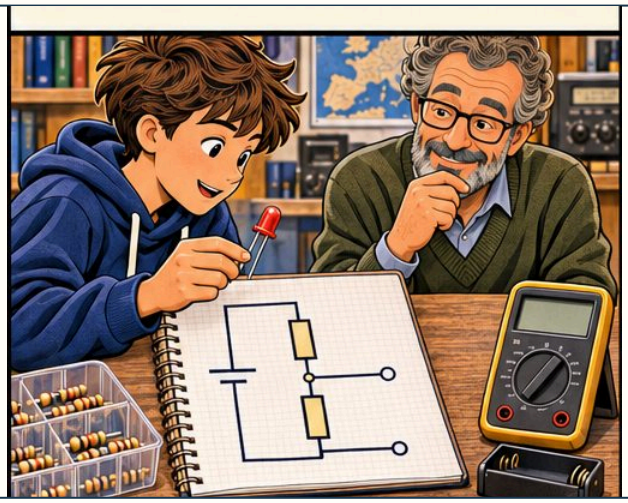
La salida se toma en R2, del punto medio a la referencia.



Con 5 V y dos resistencias de 1 kΩ, vale idealmente 2,5 V.

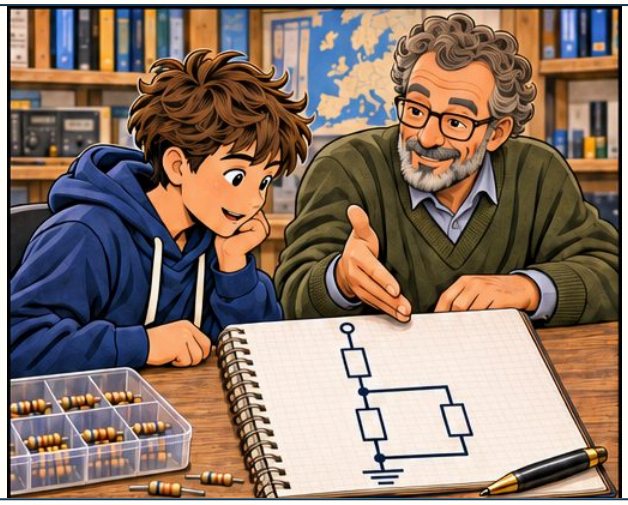


Se supone que la salida prácticamente no consume corriente.

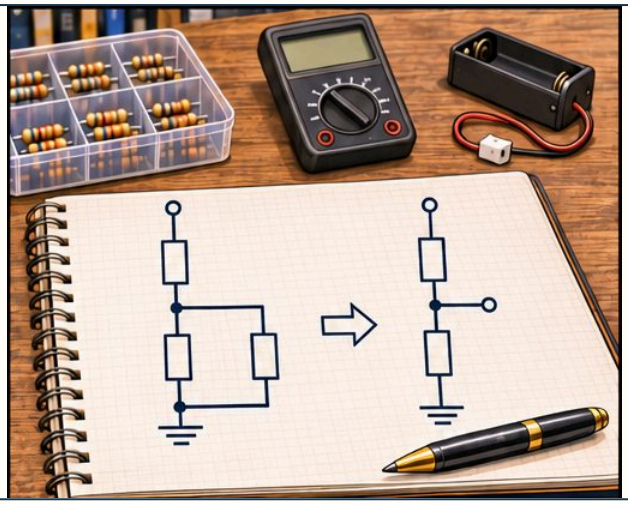


Lucas quiere conectar el LED; Henri explica qué cambiaría.

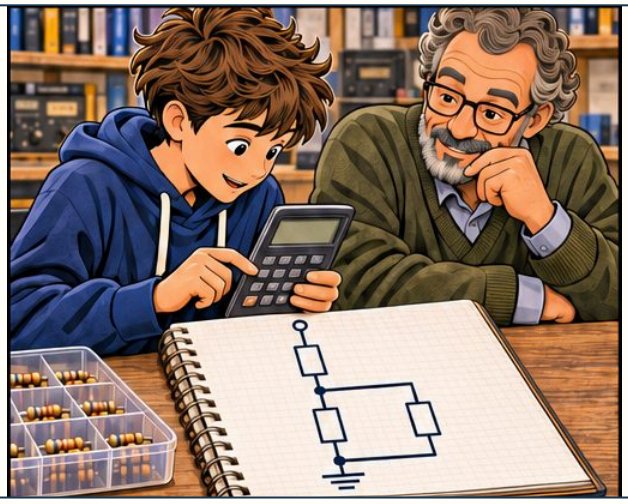
Cuando se carga la salida



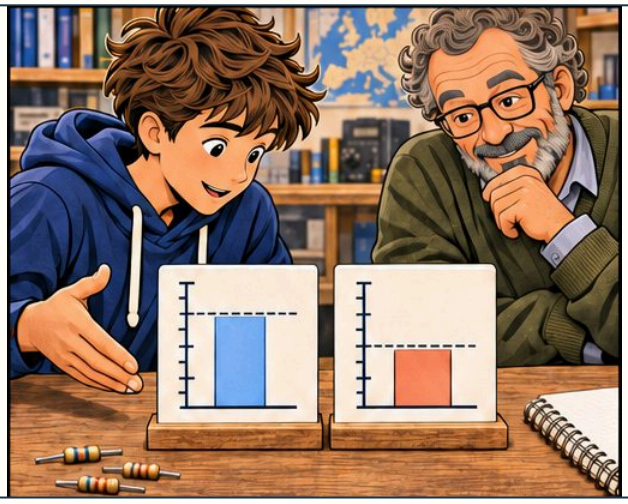
Una carga en la salida queda en paralelo con R2.



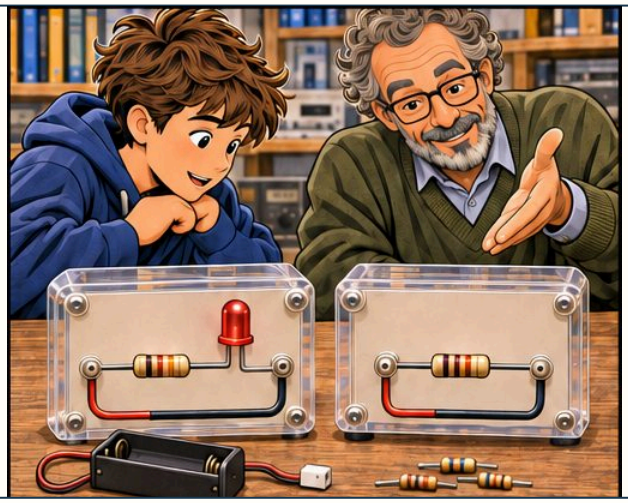
Con una carga de 1 kΩ, R2 de 1 kΩ equivale a 500 Ω.



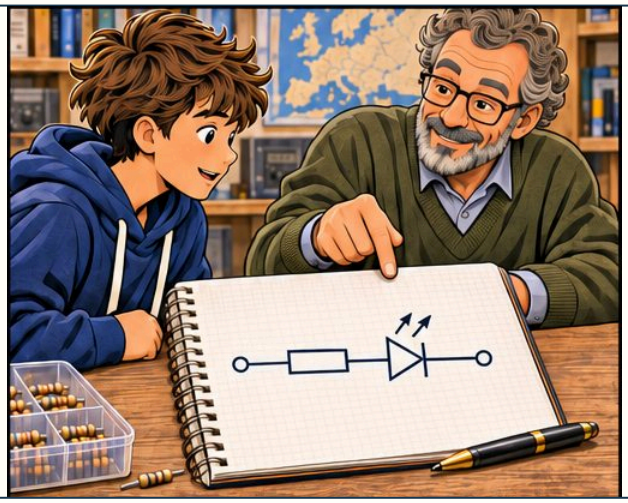
La salida pasa a 5 × 500 / (1 000 + 500) ≈ 1,67 V.



Ya no son 2,5 V: la carga ha modificado el divisor.



Un LED no es una carga óhmica; este cálculo no describe su caso exacto.



Mantienen el circuito serie previsto, sin improvisar un divisor.

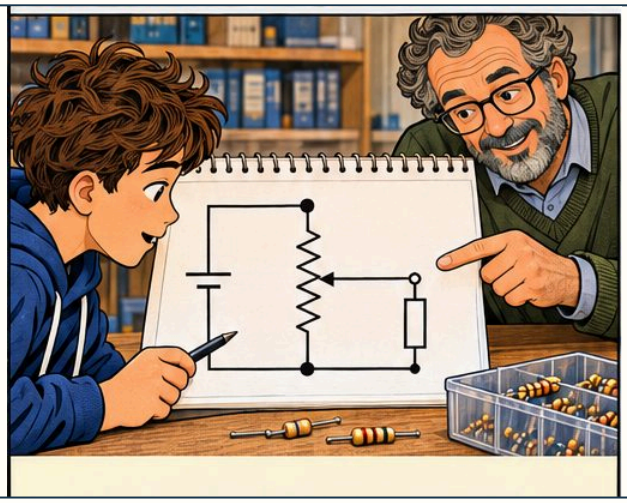
El cursor del potenciómetro



Un potenciómetro tiene una pista resistiva y un cursor móvil.



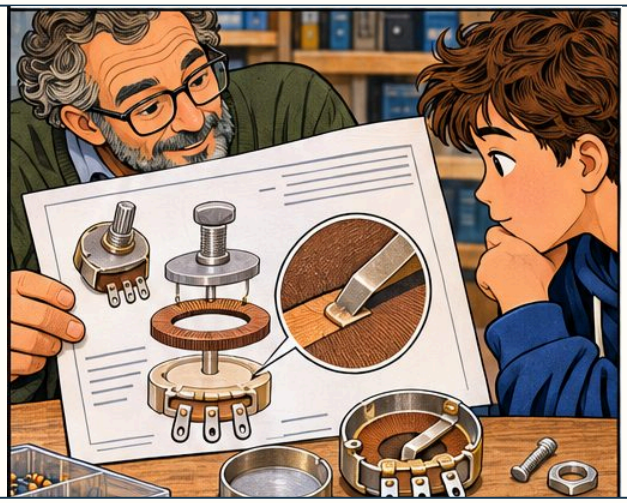
Sus tres terminales permiten formar un divisor regulable.



La carga también influye en la tensión del cursor.



Con dos terminales puede funcionar como resistencia variable, según el circuito.

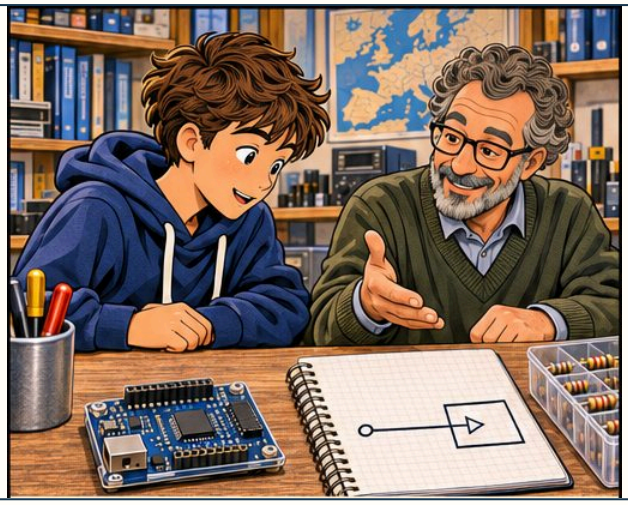


Deben comprobar potencia, corriente del cursor y cableado.

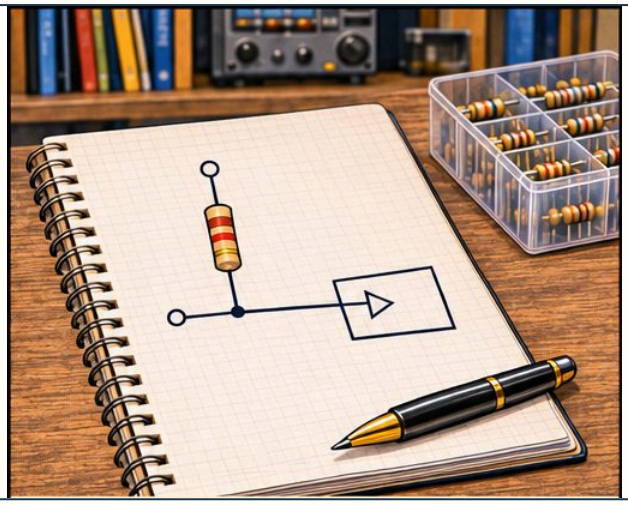


Lucas rechaza eliminar la resistencia fija protectora del LED.

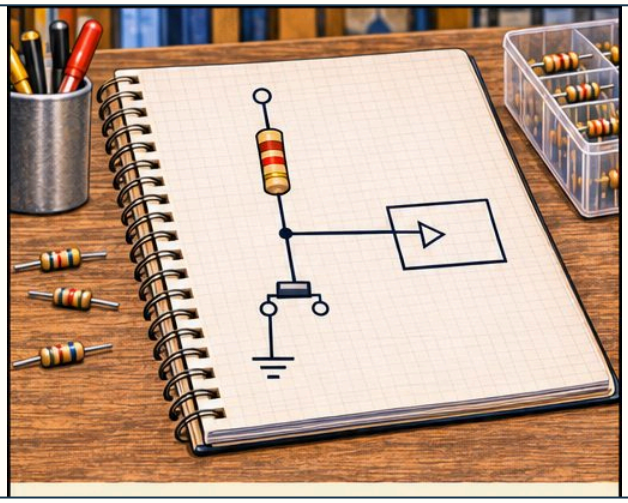
Dar un estado a una entrada



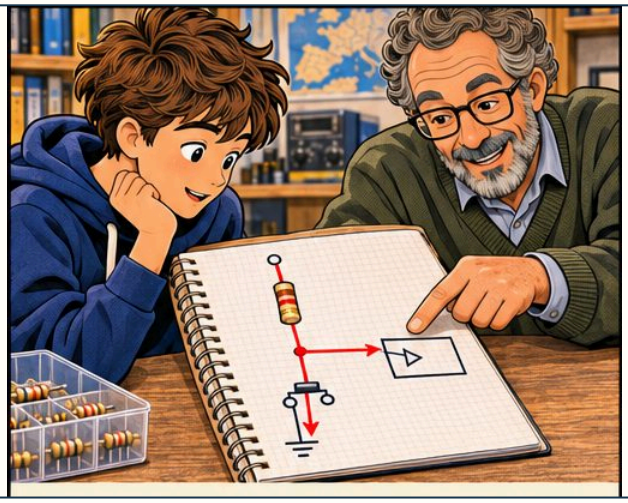
Una entrada flotante de una placa didáctica puede leer un estado incierto.



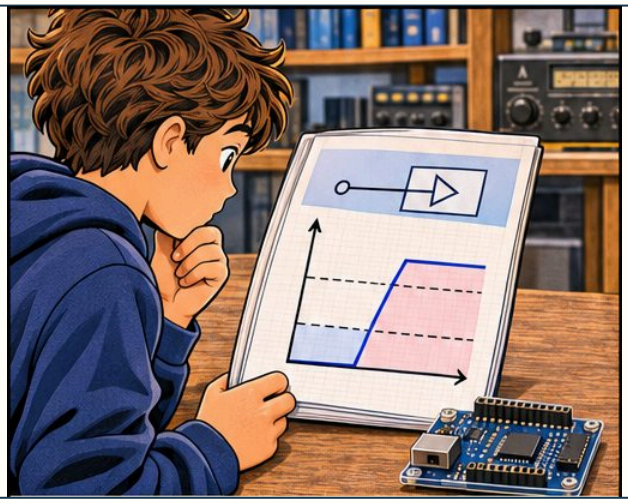
Una resistencia hacia la alimentación fija un estado alto en reposo.



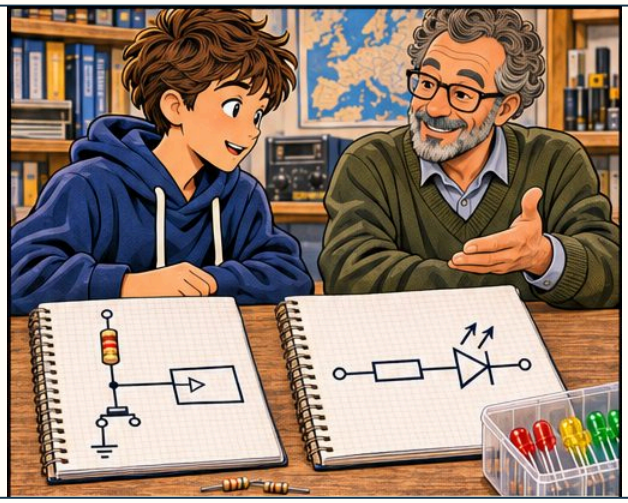
Un botón a referencia impone un estado bajo al cerrarse.



La resistencia limita la corriente entre alimentación y botón.



Su valor depende de entrada, umbrales y documentación.

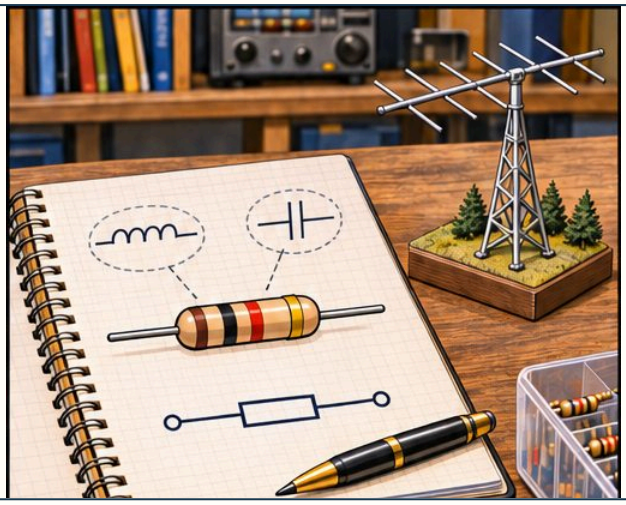


Henri lo explica en un dibujo; el piloto conserva su circuito sencillo.

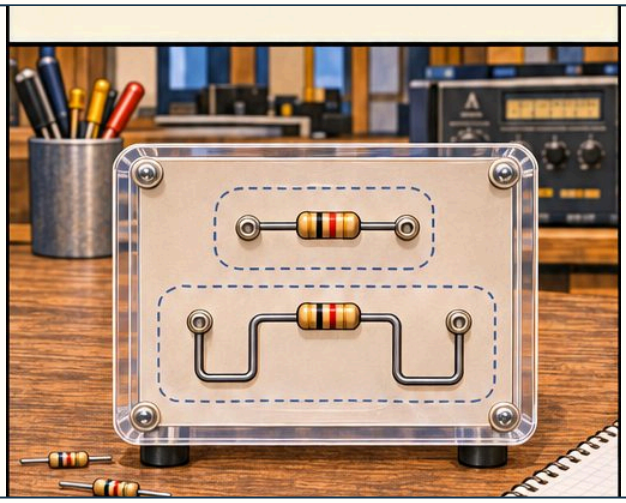
En radio, el modelo tiene límites



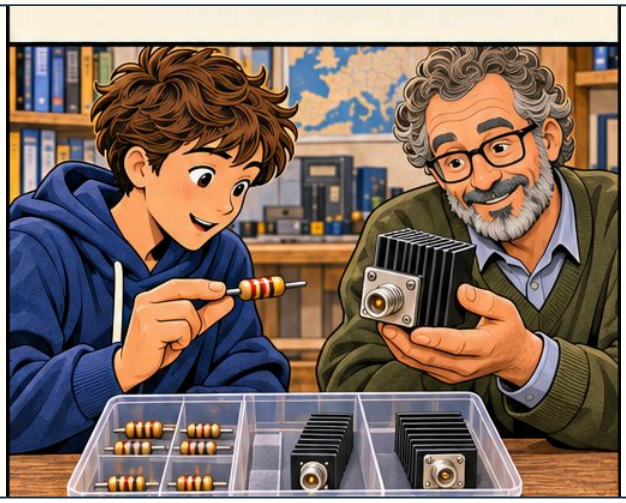
Las resistencias también sirven para polarizar, atenuar o terminar circuitos de radio.



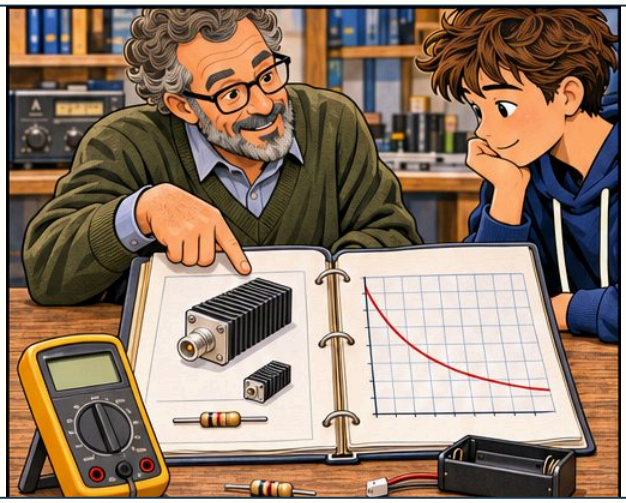
A alta frecuencia pueden importar inductancia y capacidad parásitas.



Las conexiones y la disposición añaden sus propios efectos.



Una resistencia cualquiera de 50 Ω no garantiza una buena carga RF.



Banda de frecuencia, potencia y construcción deben ajustarse al uso.



Lucas guarda los ejemplos RF: este taller no transmite.

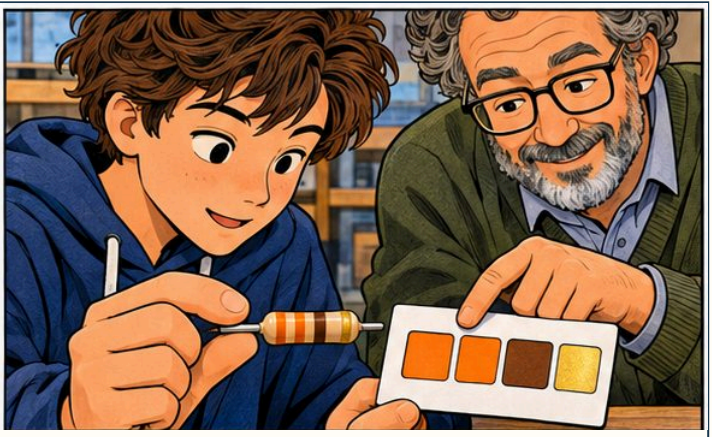
La ficha de sustitución



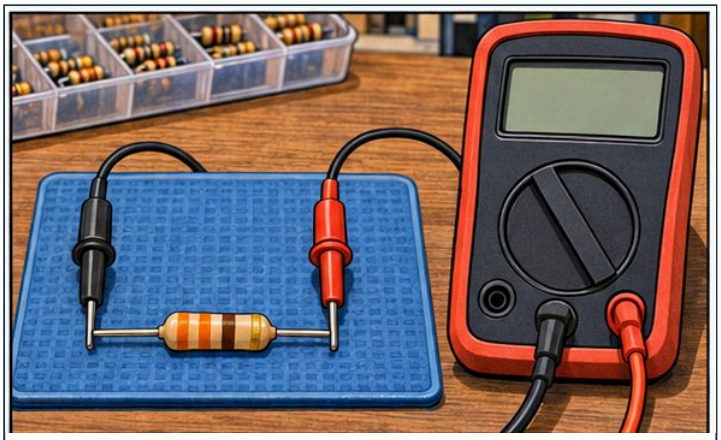
Lucas reúne el esquema y las referencias de LED y resistencia.



La elección sigue siendo 330 Ω, ±5%, 0,25 W para este ejemplo documentado.



Confirma naranja, naranja, marrón y oro con la tabla.



La resistencia nueva se mide sola, fuera de cualquier circuito alimentado.



La lectura debe ser compatible con tolerancia e incertidumbre del multímetro.

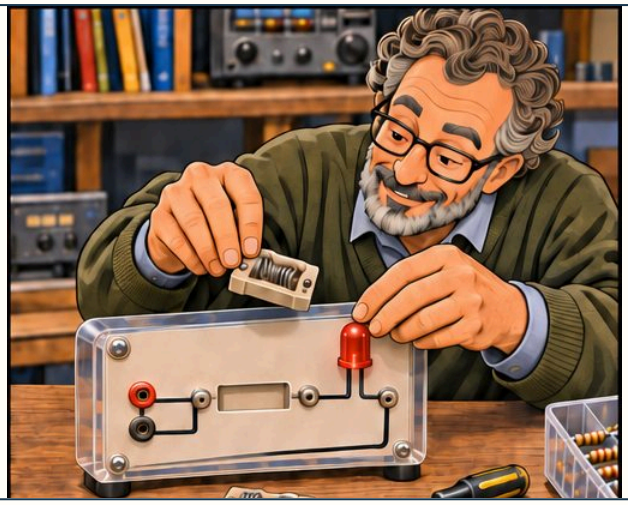


Henri revisa el dossier: calcular y medir se complementan.

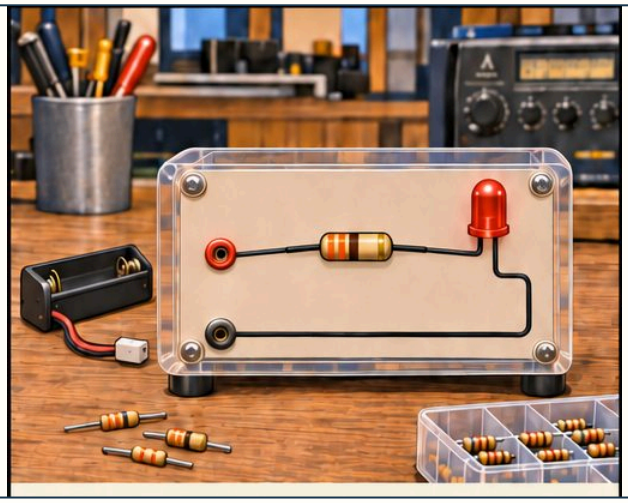
Remontar con método



El panel permanece desconectado durante la sustitución.



Henri revisa el soporte deteriorado y reemplaza el conector previsto.



Insertan la resistencia nueva sin forzar ni dejar cables sueltos.



Lucas sigue el lazo: alimentación, resistencia, LED, retorno.

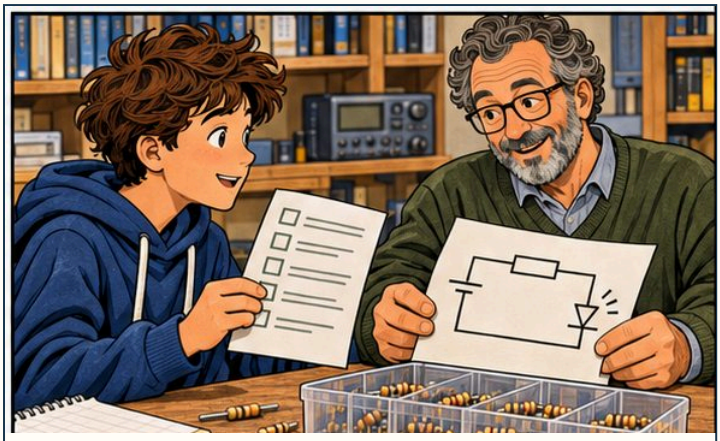


La polaridad del LED coincide con esquema y ficha.

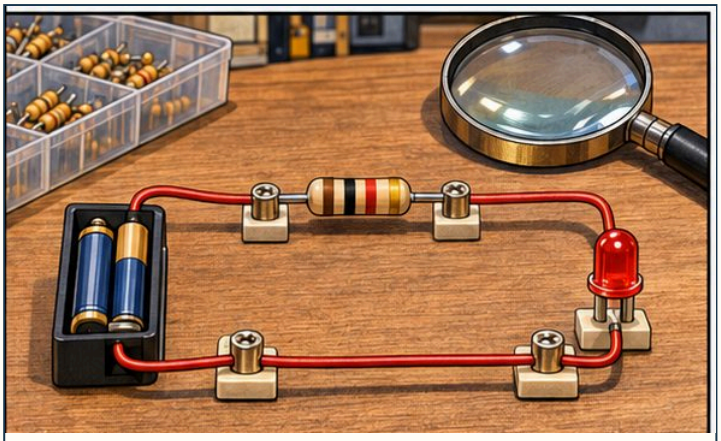


La pieza sospechosa queda aparte con las observaciones, sin reutilizarla.

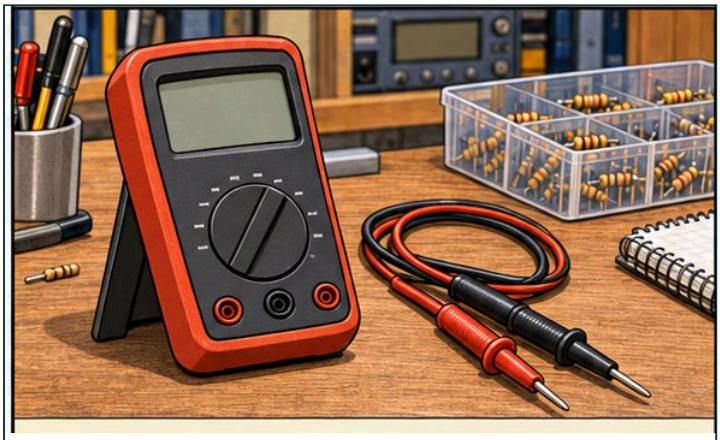
La comprobación cruzada



Antes de alimentar, cada uno revisa el trabajo del otro.



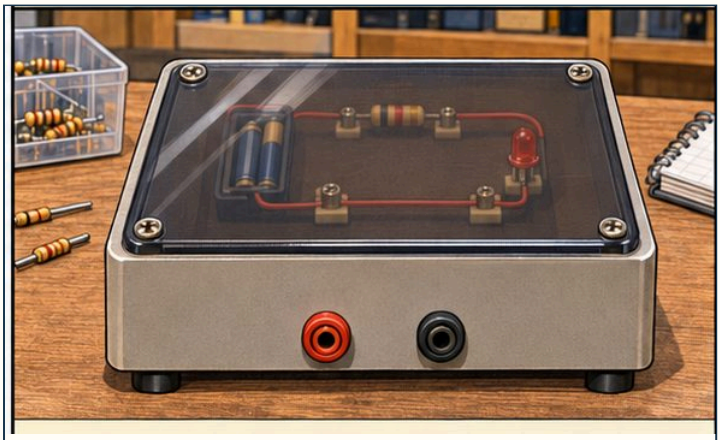
Buscan cortocircuitos, olvidos o conexiones que puenteen la resistencia.



Retiran del panel los cables del ohmímetro.



Henri prepara la fuente a 5 V con limitación de corriente adecuada.

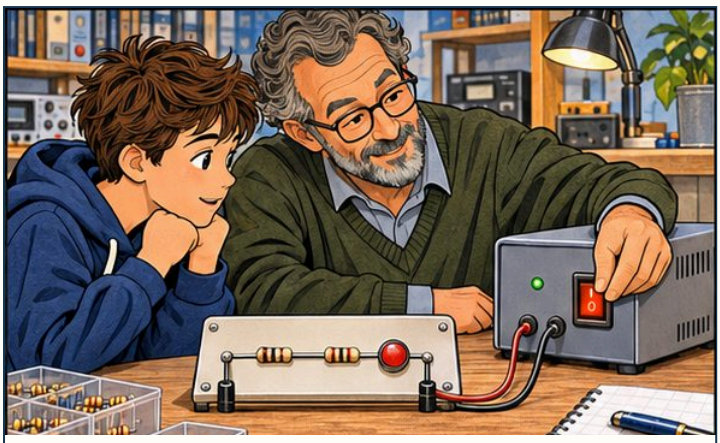


Cierran el panel según el manual; las conexiones siguen protegidas.



Lucas espera un piloto visible con corriente moderada.

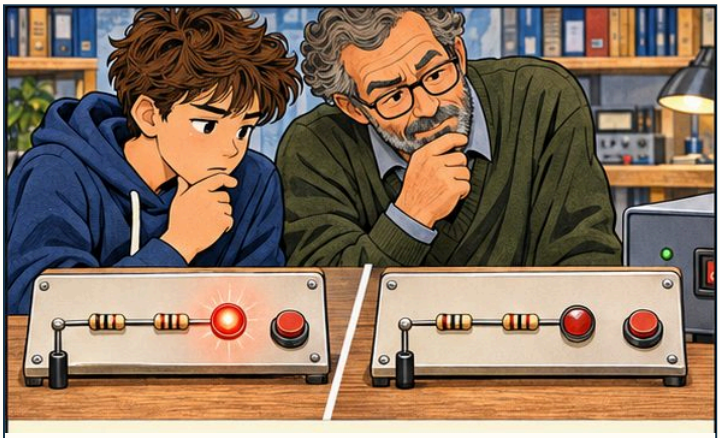
Una primera prueba prudente



Henri alimenta el panel cerrado; nadie mueve conexiones.



El piloto se enciende y se apaga al soltar el botón.



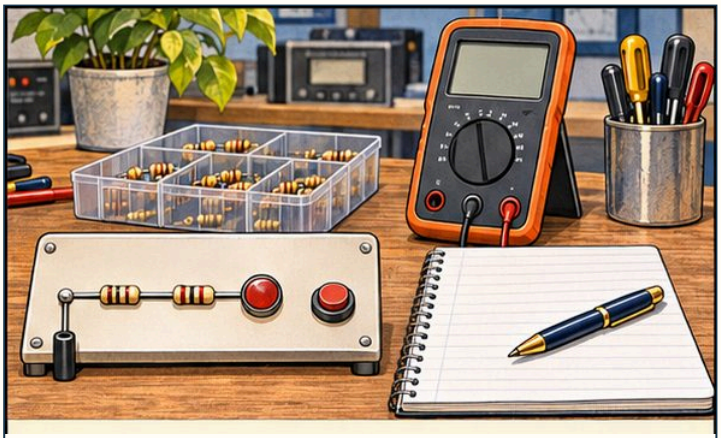
En el siguiente intento aparece una vacilación.



Lucas propone subir la tensión, pero recuerda su método.



Apagan y desconectan antes de continuar el diagnóstico.

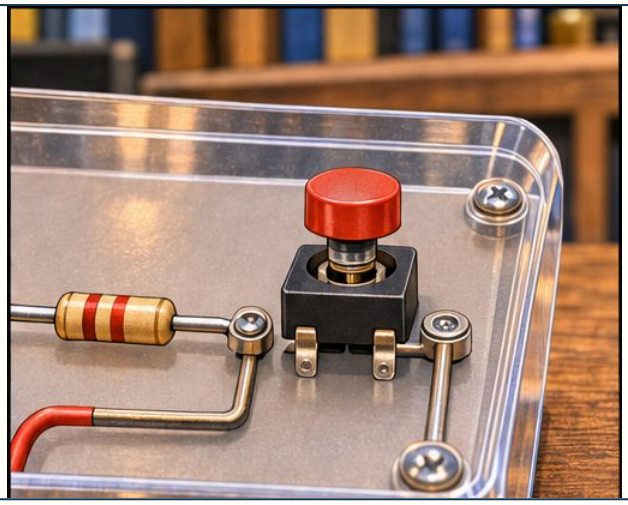


Ver luz una vez no demuestra que el panel esté listo.

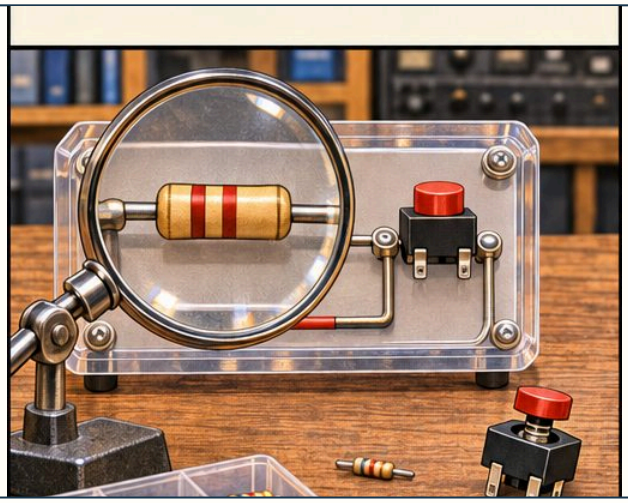
Una segunda causa



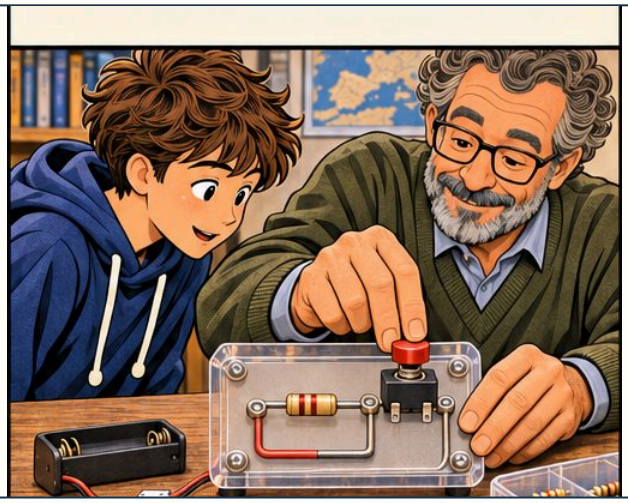
Tras los controles de seguridad, examinan el recorrido sin alimentación.



Un conector extraíble del botón no está bien insertado.



La resistencia correcta no arregla por sí sola una mala conexión.



Henri recoloca el conector y comprueba su sujeción.



Lucas anota pieza sospechosa y conexión defectuosa como pistas distintas.

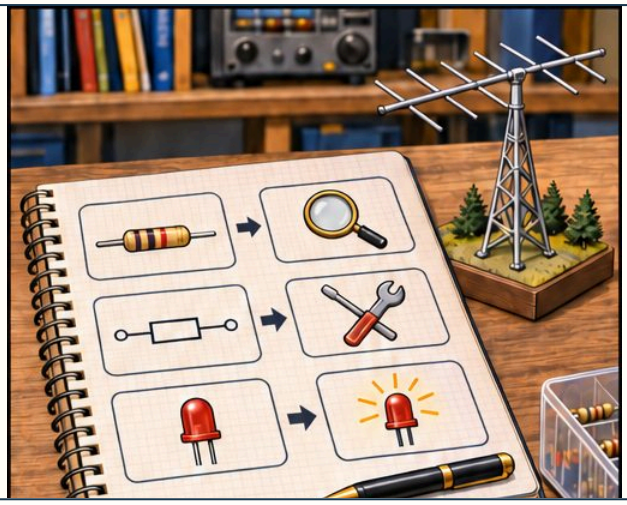


Repiten la revisión completa antes de otra prueba.

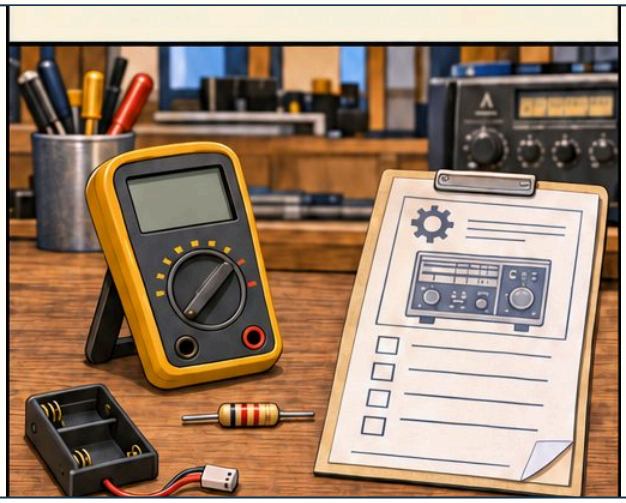
Observar una cosa cada vez



Ya no cambian varias piezas al mismo tiempo.



En cada etapa, el cuaderno conserva síntoma y comprobación.



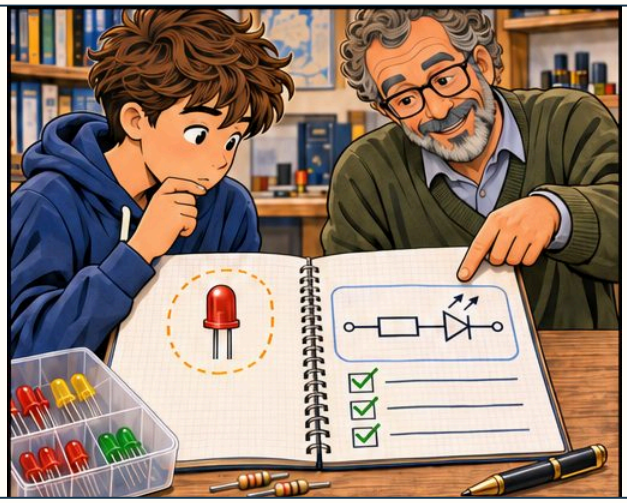
Un valor correcto al ohmímetro no garantiza todo comportamiento en servicio.



Inspección, límites y prueba prevista complementan la medida.

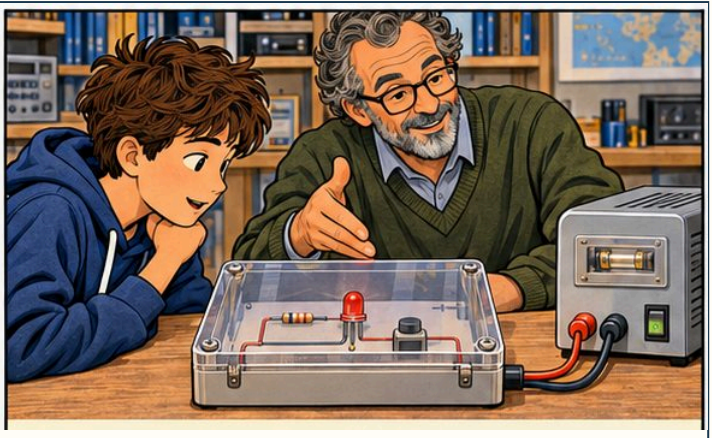


Si aparece algo anormal, paran y buscan de nuevo sin tensión.



Lucas puede explicar por qué su primera idea fue precipitada.

El piloto cumple su promesa



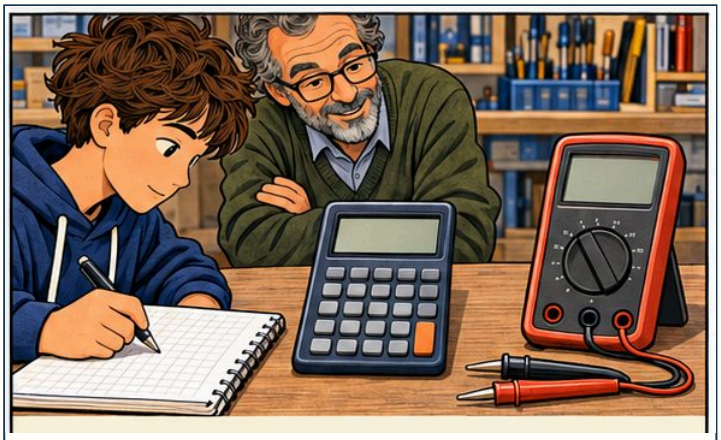
Vuelven a alimentar el panel cerrado siguiendo el procedimiento.



En su demostración, el piloto responde ahora regularmente al botón.



Henri vigila; Lucas compara con lo esperado.



No presentan la corriente calculada como una medida realizada.



El cuaderno distingue cálculos, controles y observaciones de prueba.

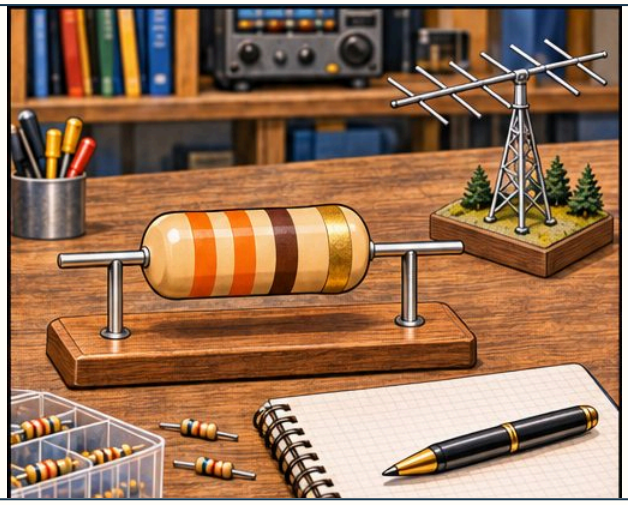


Apagan antes de preparar el traslado al puesto.

Explicar la elección



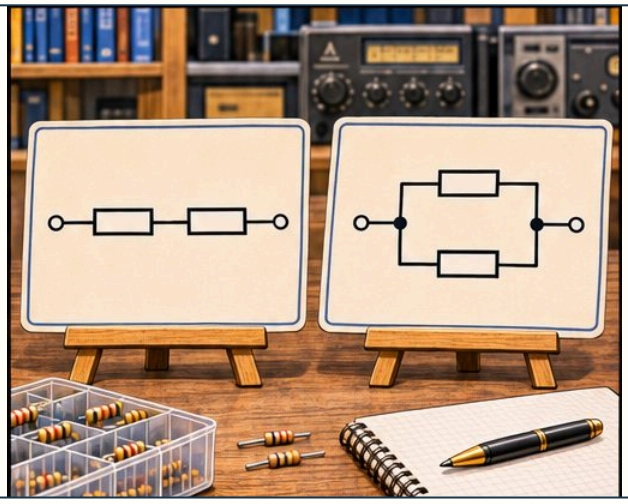
En el puesto, Lucas presenta una resistencia ampliada a los visitantes.



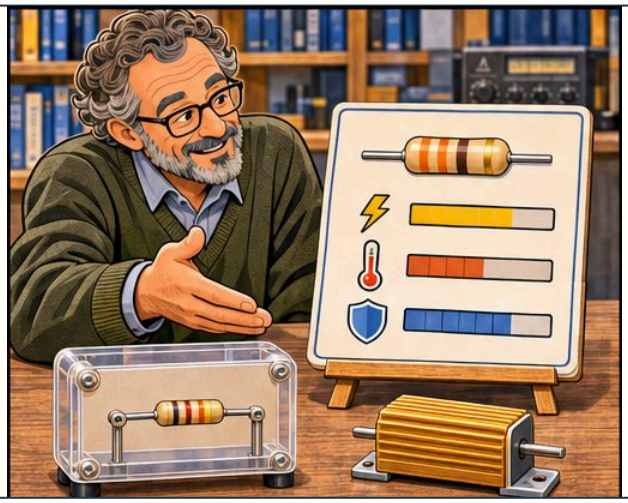
Explica las bandas, el valor nominal y la tolerancia.



Su dibujo muestra la resistencia serie que limita la corriente del LED.



Otro dibujo compara conexiones serie y paralelo.



Henri pregunta por qué comprobó potencia y condiciones de uso.

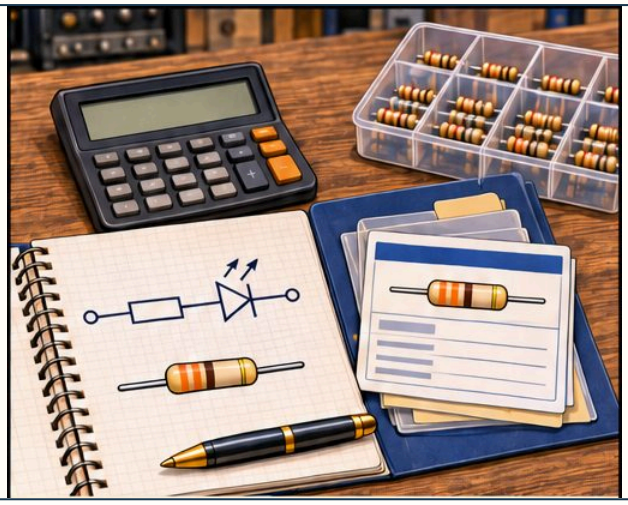


«Para elegir una pieza adecuada al circuito», responde Lucas.

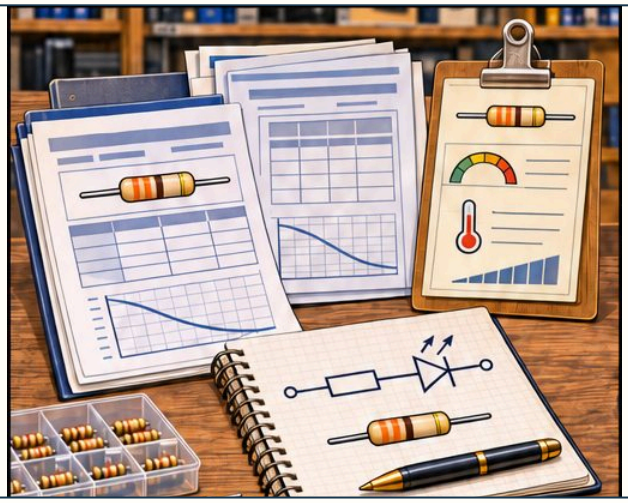
Un cuaderno para el siguiente



La ficha empieza por la necesidad: un piloto para el panel de descubrimiento.



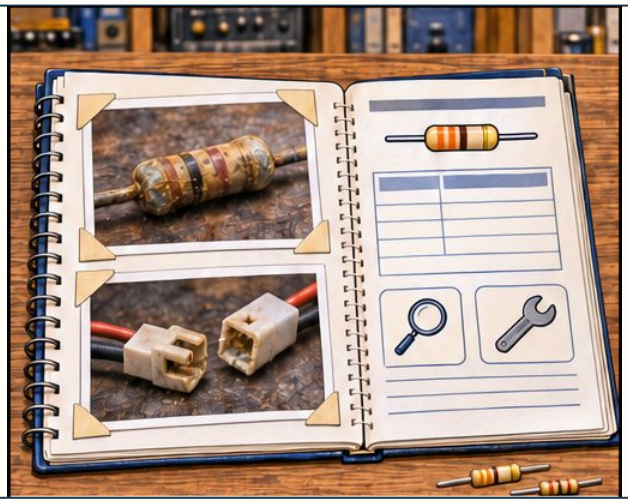
Conserva hipótesis, fórmula y la elección de 330 Ω.



Tolerancia, potencia y referencias quedan junto al esquema.



El procedimiento recuerda medir sin tensión y aislar cuando sea necesario.



Las observaciones ayudarán al próximo taller a investigar con método.

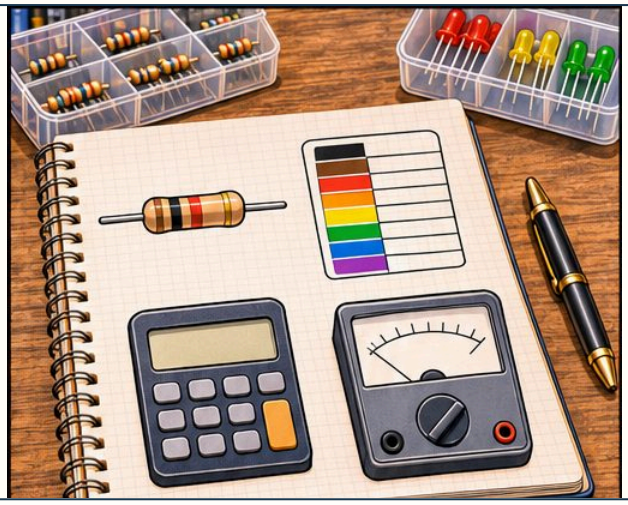


Henri deja a Lucas guardar el dossier: aprender se convierte en compartir.

Una pieza pequeña, un gran método



El puesto está listo; Lucas ve la pequeña resistencia de otra manera.



Leer, calcular, elegir, medir: cada paso responde a una pregunta.



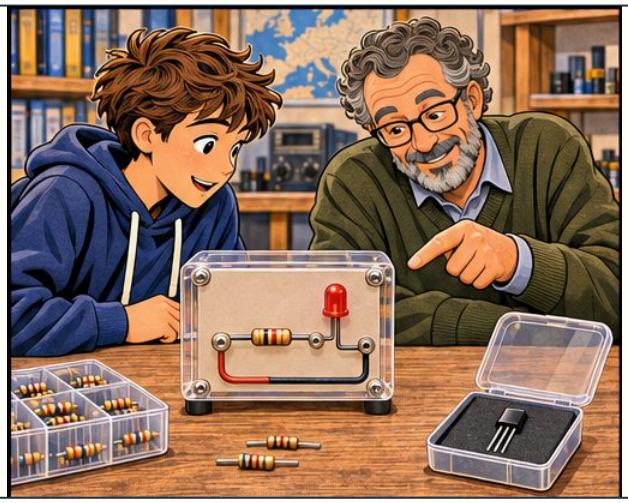
El piloto es una explicación que ahora puede transmitir.



En otra caja, Henri muestra un componente de tres patillas.



«¿Puede controlar una corriente mayor?», pregunta Lucas.



La próxima investigación les espera en el tomo 08: los transistores.