ON4CRD

Volume 70

Il NE555 e le sue applicazioni radioamatoriali



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Note legali

Volume 70 · Il NE555 e le sue applicazioni radioamatoriali

Editore del sito web : Radio Club Durnal ON4CRD

Responsabile della pubblicazione : Comitato del Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Note legali

Proprietà intellettuale

Testi, immagini, documenti, loghi e materiali pubblicati sul sito restano di proprietà dei rispettivi autori o del club. Qualsiasi riproduzione o riutilizzo deve rispettare la fonte, i diritti applicabili e qualsiasi autorizzazione dell'autore.

Responsabilità

Il club si impegna a pubblicare informazioni utili e verificate, ma non garantisce l'assenza di errori, omissioni o interruzioni. Le informazioni tecniche o normative devono essere confrontate con fonti ufficiali quando supportano una decisione.

Illustrazioni create con l’assistenza dell’intelligenza artificiale.

Una piccola scatola, una grande idea



Lucas torna al club con il suo taccuino: “Per l'open day vorrei che i visitatori sentissero il codice Morse!”



Henri posa un minuscolo pacchetto nero sul tavolo: "Questo è lo NE555. Otto pin, tante idee".



"Può parlare con un'altra stazione?" Henri sorride: "Cominciamo con un suono, qui nella sala del club."



Una chiave Morse attende vicino all'altoparlante. La loro sfida: costruire un dispositivo che aiuti i visitatori ad apprendere.



Lucas disegna una scatola con tre controlli: potenza, tono e volume. Il progetto sta prendendo forma.



"E se non funziona?" — "Impareremo a scoprire il perché. Fa parte dell'avventura!"

La lista dei desideri del progetto



Lucas vorrebbe un suono piacevole, un tasto facile da usare e un volume sufficiente per un piccolo tavolo da officina.



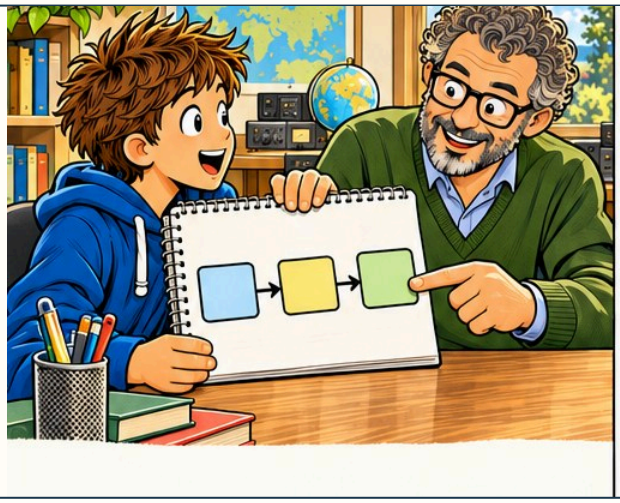
"E non c'è bisogno di un'antenna", aggiunge Henri. Il loro dispositivo sarà un addestratore sonoro Morse, senza emissioni radio.



Scelgono un alimentatore regolato 5 V e limitano la corrente durante i primi test.



Henri cancella un'area di lavoro. I componenti e gli strumenti elettronici hanno ciascuno il loro posto.



Nel notebook, Lucas separa tre funzioni: produrre il tono, controllarlo e amplificarlo.



"Testeremo ogni funzione", decide. Per far funzionare l'intero dispositivo, si procederà a piccoli passi.

Conoscere lo 555



Henri apre la scheda tecnica del produttore: "Un nome familiare non sostituisce la documentazione del componente reale."



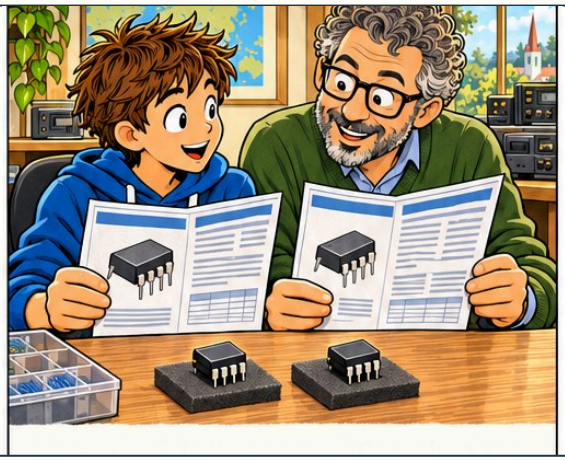
Lo NE555 è un timer bipolare. Resistenze e un condensatore gli danno il ritmo.



Può produrre un impulso, oscillare o mantenere uno stato, a seconda del suo circuito. Lucas svolge queste tre funzioni.



"Quindi fa tutto?" — "È molto utile, ma ha anche limiti di tensione e corrente."



Verificano che il loro riferimento funzioni su 5 V. Una versione vicina CMOS non ha necessariamente gli stessi limiti.



Lucas memorizza la scheda tecnica con i componenti: "Questo appartiene alla nostra cassetta degli attrezzi".

Otto perni, una direzione di lettura



Prima di collegare qualsiasi cosa, guardano il pacchetto DIP a otto pin, visto dall'alto.



Con la tacca in alto, il pin 1 è in alto a sinistra; anche un piccolo punto può identificarlo.



A sinistra, conto alla rovescia da 1 a 4. A destra contare da 5 a 8: la numerazione corre attorno al pacco.



"Se lo giro, il mio disegno non corrisponde più!" Lucas confronta nuovamente il componente con la vista dall'alto.



Henri gli chiede di disegnare quattro perni su ciascun lato, poi la tacca. Non hanno ancora collegato nulla.

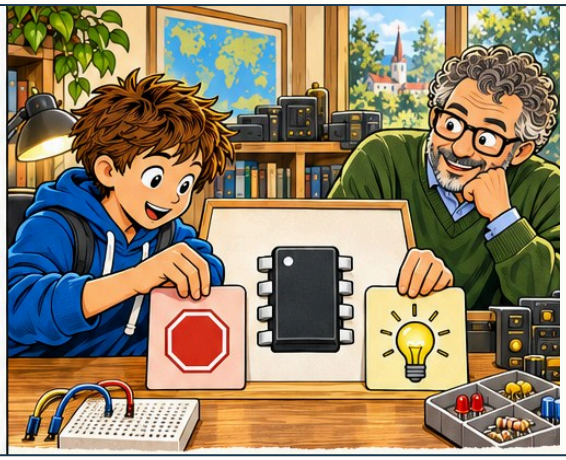


Mantengono questo segno visibile sul notebook e controllano la marcatura prima di posizionare il componente.

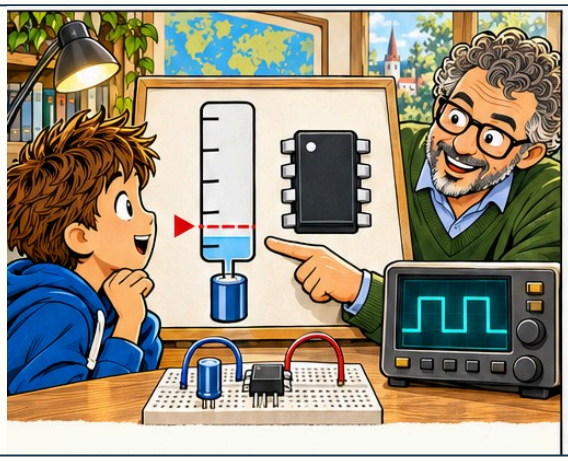
Un ruolo per ogni spillo



Lucas identifica le funzioni: 1, terra; 8, alimentazione positiva. Questi due pin alimentano il circuito.



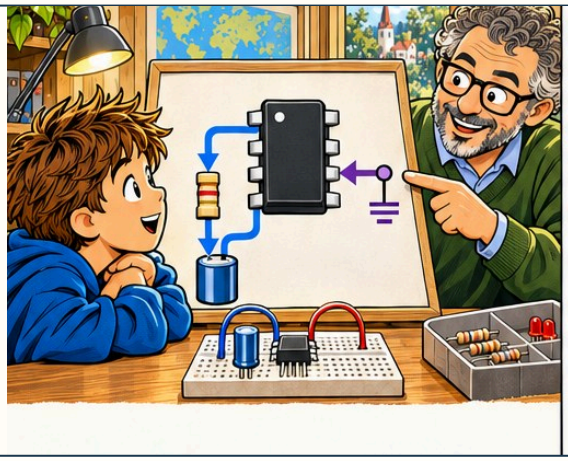
Il pin 3 è l'uscita. Il pin 4, RESET, forza il circuito al ripristino quando viene tenuto basso.



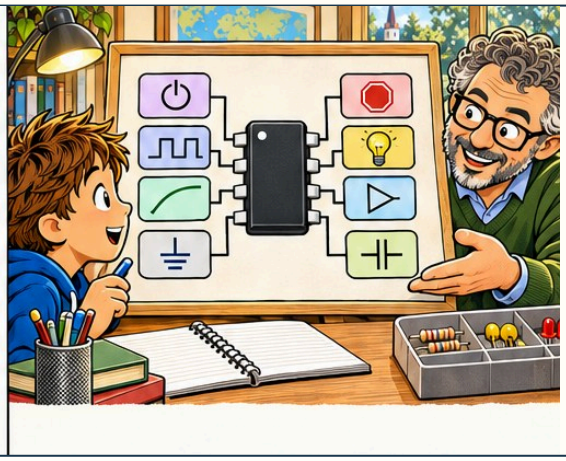
Il pin 2, TRIG, rileva una tensione che scende al di sotto di circa un terzo della tensione di alimentazione.



Il pin 6, THRES, monitora la soglia superiore, circa due terzi della tensione di alimentazione nel circuito normale.



Il pin 7, DISCH, viene utilizzato per scaricare il condensatore. Il pin 5, CONT, fornisce l'accesso al riferimento interno.

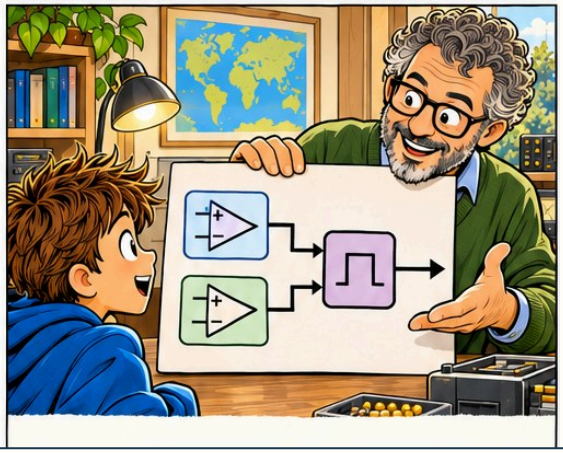


"Otto ruoli diversi, non otto terminali intercambiabili!" Lucas abbina ciascuna funzione al disegno.

Una piccola squadra all'interno



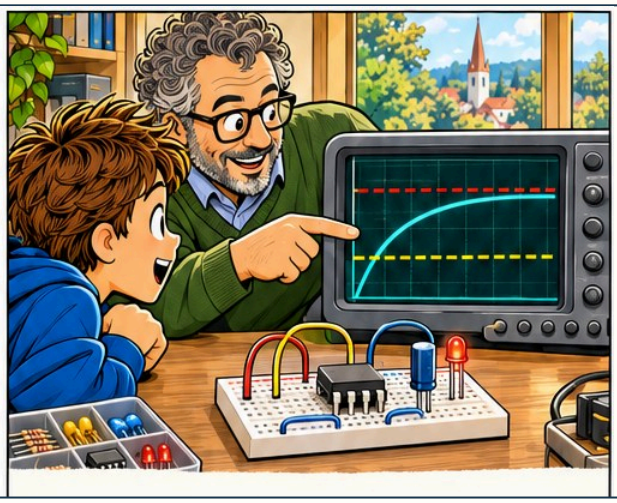
Henri disegna due comparatori: ciascuno confronta una tensione con un riferimento.



Un fermo interno ricorda l'ultimo comando. L'uscita e il transistor di scarica seguono questo stato.



"Uno lo avvia, l'altro lo ferma?" — "Questo è un quadro utile, a patto di rispettare le loro condizioni operative."



Nel circuito normale i riferimenti interni sono vicini a VCC/3 e 2VCC/3.



RESET può forzare un ripristino. Lucas capisce perché questo ingresso non deve essere lasciato flottante.



Segue le frecce con la matita: misura, decidi, ricorda, agisci. Il pacchetto diventa meno misterioso.

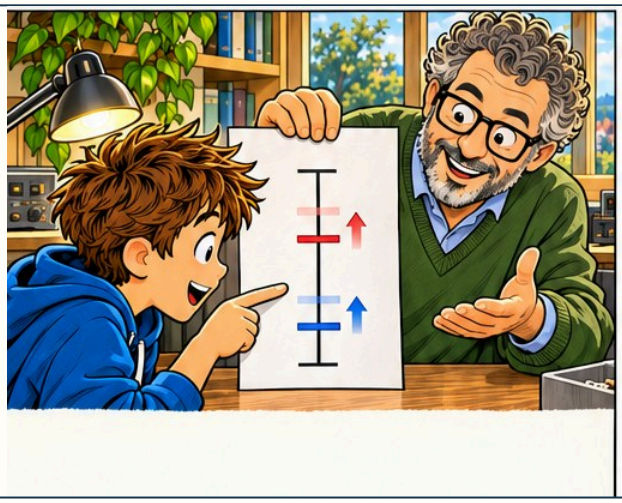
Un terzo e due terzi



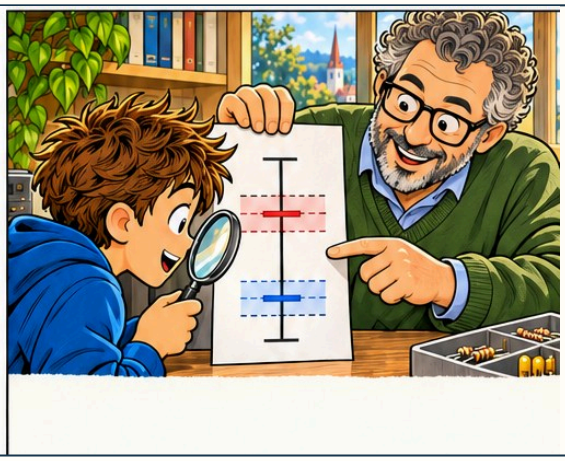
Con VCC = 5 V, i benchmark teorici diventano approssimativamente 1,67 V e 3,33 V.



"Quindi queste non sono due tensioni fisse per tutti gli alimentatori", osserva Lucas.



Henri varia un calibro di carta: i due segni seguono la tensione di alimentazione.



I valori effettivi hanno delle tolleranze. La scheda tecnica specifica le condizioni e le possibili deviazioni.



La tensione del condensatore aumenterà e diminuirà tra questi livelli. Questo viaggio determina un intervallo di tempo.



Lucas disegna un piccolo swing elettrico: “Forse un ritmo è una storia di soglie”.

Un piano prima dei fili



"Lo colleghiamo?" Henri per prima cosa posa un foglio: "Decidiamo cosa deve collegare ciascun filo".



Scelgono un circuito astabile: oscilla da solo finché RESET lo consente.



Due resistori, RA e RB, e un condensatore C imposteranno approssimativamente la frequenza di oscillazione.



Un indicatore luminoso mostrerà innanzitutto l'attività. Il suono arriverà dopo i controlli.



Lucas disegna separatamente il circuito di temporizzazione e la futura catena audio. Lascia spazio alle misurazioni.



"Avremo un piano da cui partire per poi verificarlo con occhi nuovi", dice mentre prepara il taccuino.

Cinque volt ben preparati



Utilizzano un'alimentazione 5 V regolata e isolata, regolata e controllata prima di collegare il circuito.



Il limitatore di corrente viene impostato su un valore basso per il primo test, quindi adattato al circuito secondo le istruzioni.



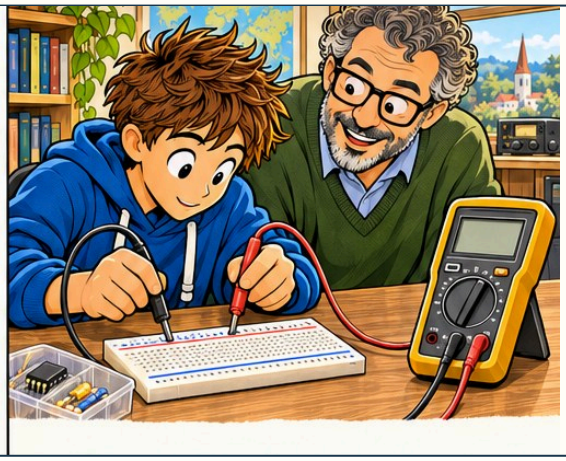
Il filo positivo si collega alla guida di alimentazione +5 V; il filo di ritorno si collega alla terra del circuito. Lucas controlla la polarità.



"Una batteria non è automaticamente una fornitura adatta per 5 V", gli ricorda Henri, indicando le etichette.



Scollegano l'alimentazione prima di qualsiasi lavoro di cablaggio. Niente in questo laboratorio si collega direttamente alla rete elettrica.



Lucas misura le linee di alimentazione scariche con il multimetro, quindi spegne l'alimentazione prima di continuare.

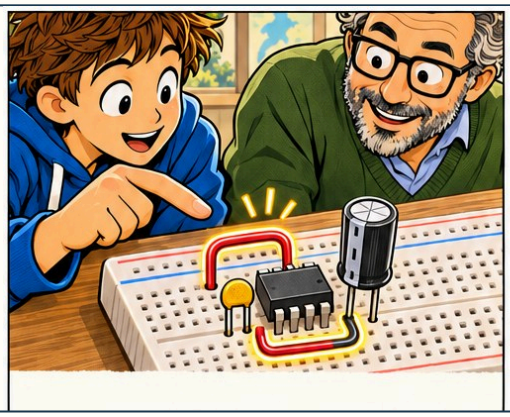
Una riserva energetica locale



Henri posiziona 100 nF tra i pin 8 e 1, con collegamenti brevi, il più vicino possibile a NE555.



Un condensatore 10 µF completa il disaccoppiamento tra +5 V e terra; la sua polarità è rispettata.



L'uscita 555 può causare brevi picchi di corrente. Queste riserve energetiche locali aiutano a stabilizzare l'approvvigionamento energetico.



Il pin 5 riceve 10 nF a terra in questo circuito. Questo condensatore non imposta il tono principale.



"Due piccoli condensatori, due compiti diversi", osserva Lucas, che li distingue nel suo disegno.



Controllano di nuovo i valori. Le buone intenzioni da sole non possono compensare un cavo di alimentazione molto lungo.

Scegliere i componenti giusti



Lucas seleziona i componenti RA = 10 kΩ, RB = 100 kΩ e C = 10 nF. Questi valori forniranno un tono iniziale.



Per il condensatore di temporizzazione viene scelto un componente adatto e stabile utilizzando la relativa scheda tecnica.



Uno LED avrà un resistore in serie di 2,2 kΩ. Henri non lo collegherà direttamente tra uscita e terra.



L'altoparlante rimane nella sua borsa: per pilotarlo servirà un circuito amplificatore audio adatto.



Predispongono un potenziometro, dei fili corti e la chiave Morse. Ogni valore va nell'elenco dei componenti.



"Una scatola di componenti non è ancora un circuito", ride Lucas. Il piano mostrerà come collegarli.

I colori raccontano un valore



Lucas legge le bande di colore, quindi misura le resistenze fuori circuito con un multimetro.



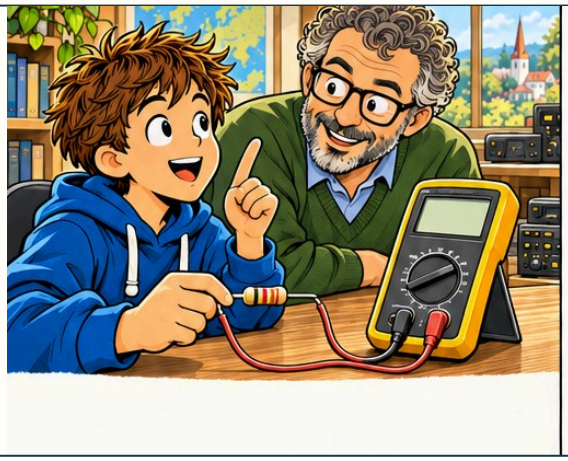
10 kΩ è 10 000 Ω; 100 kΩ è 100 000 Ω. Uno zero dimenticato cambierebbe molto il tono.



La fascia finale può specificare la tolleranza. Un valore nominale non promette una misurazione esattamente corrispondente.



"Questo non è un resistore 100 Ω!" Ripone il componente dall'aspetto simile nel suo scomparto.



Henri gli consente di dichiarare il valore prima di guardare il multimetro. Lo strumento conferma il suo ragionamento.



Lucas attacca una carta di piccolo valore alla sua breadboard senza saldature. Ha appena evitato il suo primo errore.

Dieci nanofarad, non dieci microfarad



Sul condensatore di temporizzazione Lucas trova il codice 103: 10 000 pF, oppure 10 nF.



10 nF sono uguali a 0,01 µF. Un condensatore 10 µF sarebbe mille volte più grande.



"Allora il nostro fischio diventerebbe un ritmo molto lento!" Henri apprezza questa previsione.



Il condensatore 10 nF scelto qui non è polarizzato. Il condensatore del serbatoio 10 µF deve essere montato con la polarità corretta.



Confrontano le marcature con le schede tecniche dei componenti. La sola apparenza non basta.



Lucas scrive l'unità accanto a ogni numero: "Le lettere minuscole possono fare una grande differenza".

Le connessioni nascoste della breadboard



Prima di inserire lo 555, segnano i collegamenti interni della breadboard senza saldatura con il multimetro.



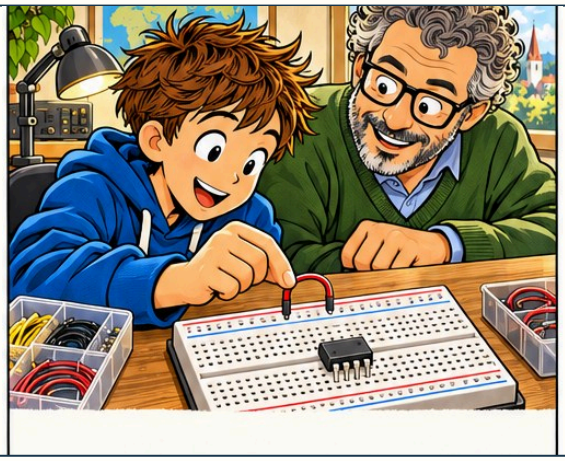
Il pacchetto si trova a cavallo dello spazio centrale: le sue due file di perni rimangono elettricamente separate.



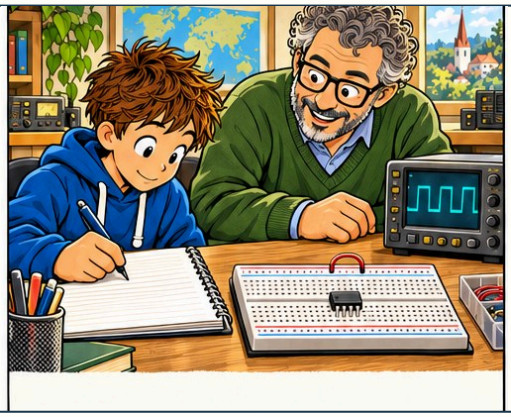
I piccoli gruppi di fori si collegano in una direzione specifica. Lucas prova invece di indovinare.



Alcuni binari di rifornimento hanno una pausa nel mezzo; controllano la propria breadboard senza saldatura.



Un breve ponticello collegherà i segmenti necessari. Nessun cavo dovrebbe sostituire un componente per sbaglio.



Henri ruota il disegno per adattarlo all'orientamento della breadboard senza saldatura. Lucas controlla una connessione alla volta.

Il primo cablaggio



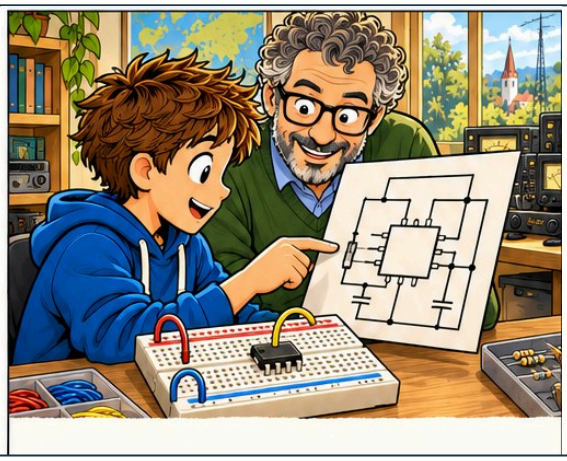
Con l'alimentazione spenta, collegano il pin 1 a terra e il pin 8 a +5 V.



Per questo primo test continuo, il pin 4, RESET, si collega a +5 V. L'input ora ha uno stato definito.



100 nF collega 8 a 1; 10 µF disaccoppia le rotaie; il condensatore 10 nF sul pin 5 si collega a terra.



Lucas controlla ogni connessione del piano, senza ancora collegare le resistenze di temporizzazione.



Controllano la tacca, le guide e l'assenza di cortocircuito tra alimentazione e massa.



"Manca ancora il cuore del circuito di cronometraggio", annuncia Henri. Lucas prepara il condensatore C.

Un indicatore modesto



L'uscita 3 si collegherà a un resistore di 2,2 kΩ, quindi all'anodo LED; il suo catodo andrà a terra.



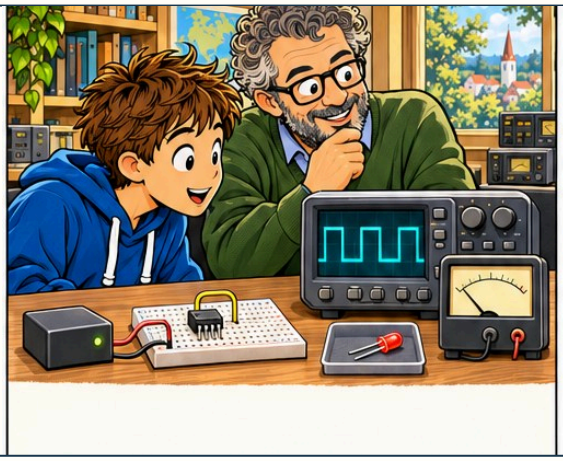
Henri aiuta a identificare l'anodo e il catodo utilizzando la scheda tecnica LED, quindi la modalità diodo del multimetro.



"Con circa 2 V nello LED, anche 5 V in uscita limiterebbe la corrente a circa 1,4 mA."



L'uscita effettiva del bipolare NE555 non arriva necessariamente fino al binario positivo. La corrente potrebbe essere inferiore.



Questo LED è un indicatore, non un carico pesante. Lasciano misurazioni precise al multimetro e all'oscilloscopio.



Lucas lascia LED visibile sul bordo della breadboard senza saldature. Lo aiuterà a capire cosa fa l'output.

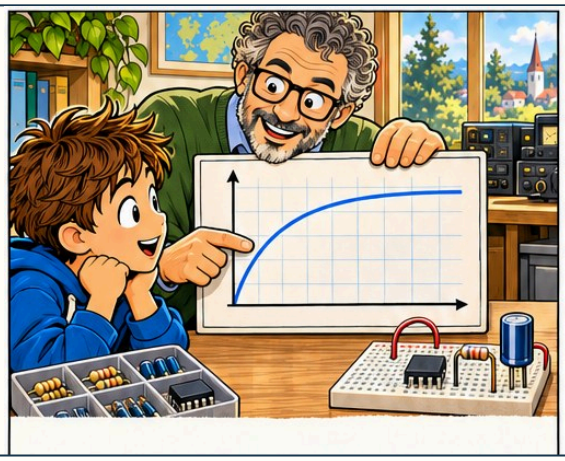
Una spugna per il tempo



Henri paragona il condensatore a un piccolo serbatoio che si riempie attraverso un resistore.



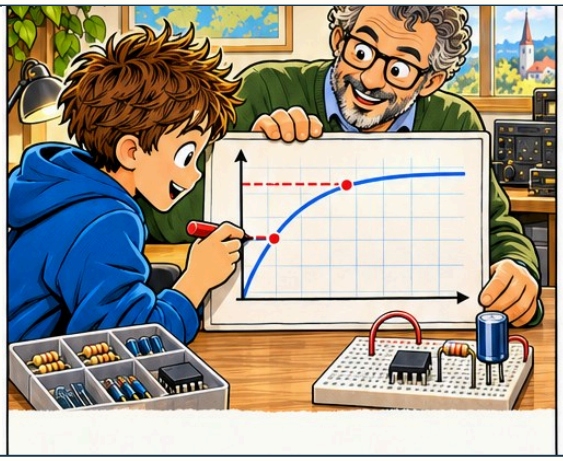
Maggiore è la resistenza, più lenta sarà la ricarica. Quanto più grande è C, tanto maggiore è la carica necessaria.



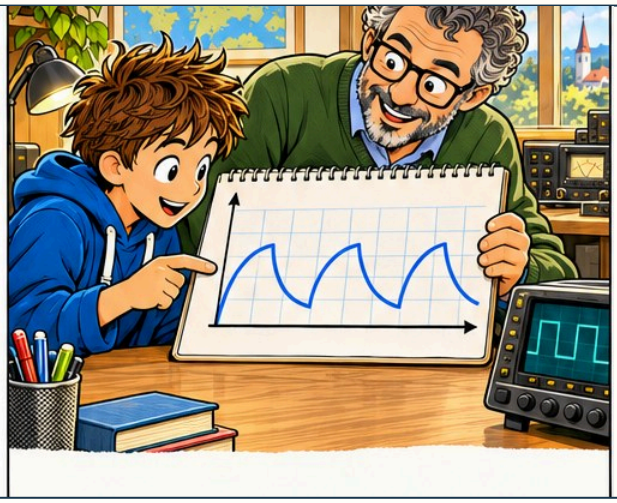
La tensione non sale in linea retta: la curva di carica si piega verso la tensione di alimentazione.



"E come si svuota?" Henri mostra il percorso di scarico controllato dal pin 7.



Lucas collega questa curva alle due soglie. Lo 555 non aspetterà finché il condensatore non sarà completamente pieno.



Prevede un rialzo, un calo, poi un altro rialzo. Il loro ritmo comincia a prendere forma.

Il circuito ripetitivo



Collegano insieme i pin 2 e 6. Questo nodo comune si collega a un terminale di C = 10 nF.



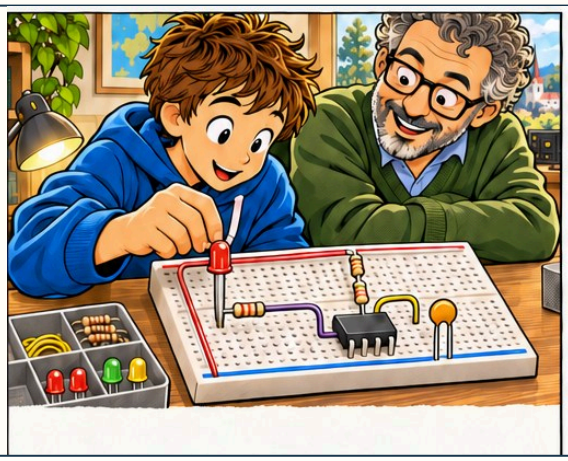
L'altro terminale di C si collega a terra. I due comparatori monitorano la tensione del condensatore.



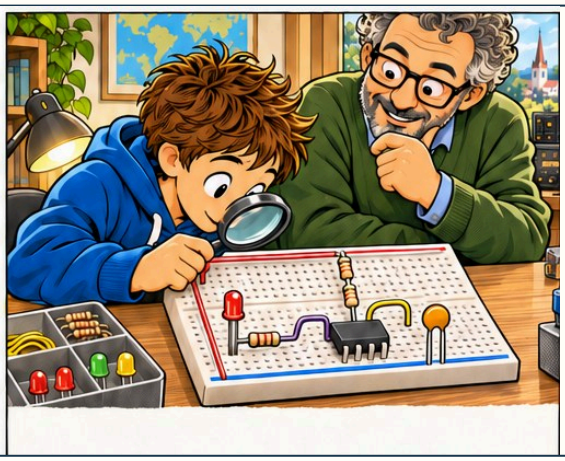
RA = 10 kΩ collega +5 V al pin 7. RB = 100 kΩ collega il pin 7 al nodo 2–6.



“Tramite RA poi RB per caricare; tramite RB per scaricare”, riassume Henri, tracciando i fili sul piano.



L'uscita 3 rimane riservata all'indicatore e alle misurazioni. Non si collega direttamente al condensatore C.

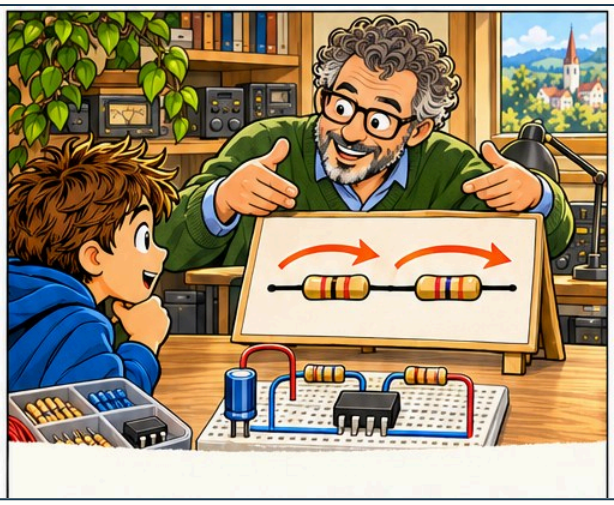


Lucas revisiona l'intera catena. Ogni filo trova il suo posto prima della prima accensione.

La ricarica avvia il ciclo



All'avvio, C ha poca carica. Una tensione inferiore alla soglia inferiore normalmente comanda un'uscita elevata.



Il transistor di scarica interno è quindi spento. C si ricarica tramite RA e RB.



La sua tensione attraversa circa un terzo di VCC e continua a salire. La memoria interna mantiene il suo stato.



"Non cambia idea in ogni momento!" Lucas segue la curva verso la soglia superiore.



Quando la tensione raggiunge circa i due terzi di VCC, il comparatore di soglia provoca la commutazione.

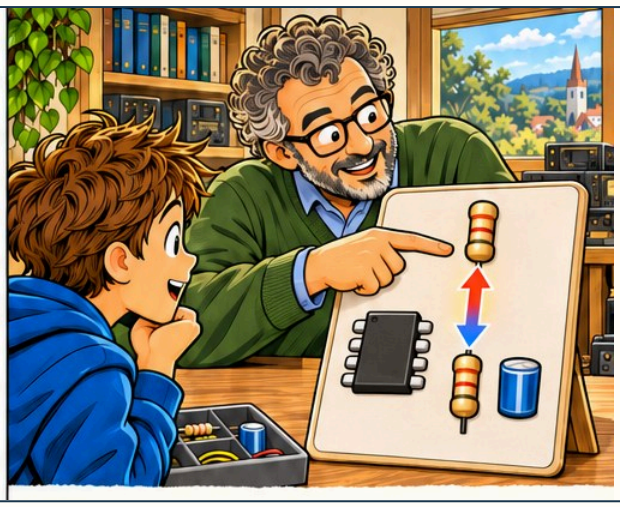


L'uscita si abbassa e il percorso di scarica inizia a condurre. Inizia la seconda metà del viaggio.

La scarica chiude il ciclo



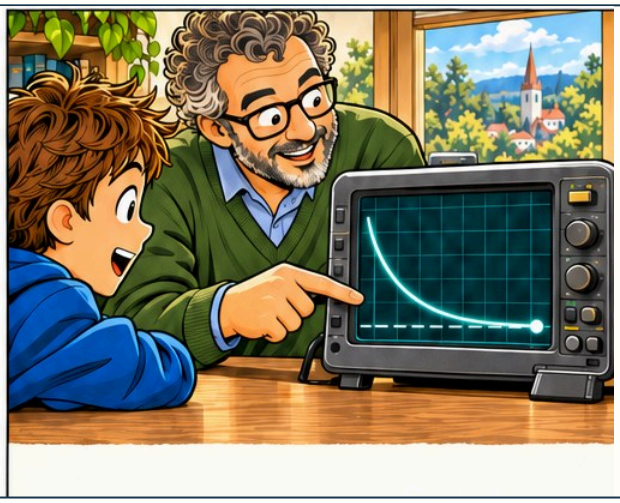
Il condensatore ora si scarica attraverso RB e il transistor interno è collegato al pin 7.



RA limita la corrente tra +5 V e il pin 7 quando viene tirato vicino a terra.



"Quindi sicuramente non un semplice filo al posto dello RA!" Lucas sottolinea questo vincolo.



Ritornando sotto circa un terzo di VCC, la tensione di C innesca una nuova partenza.



La tensione di uscita aumenta, la scarica si interrompe e C si carica nuovamente verso la soglia superiore. Il ciclo si ripete.

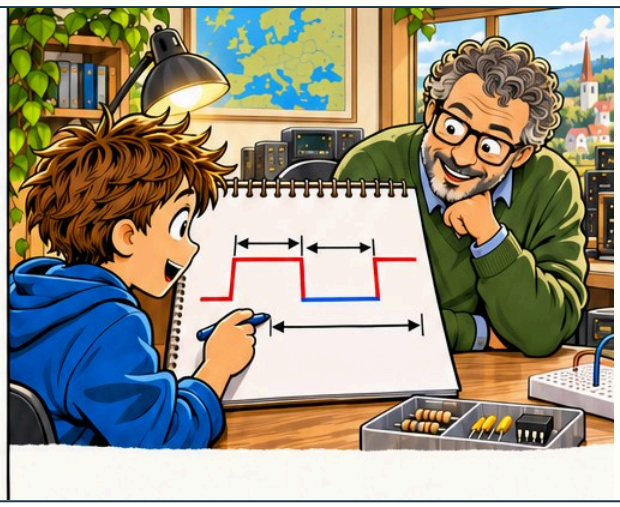


In uscita, una forma d'onda rettangolare; attraverso C, sali e scendi curvi. Due forme per lo stesso ritmo.

Tre formule di temporizzazione



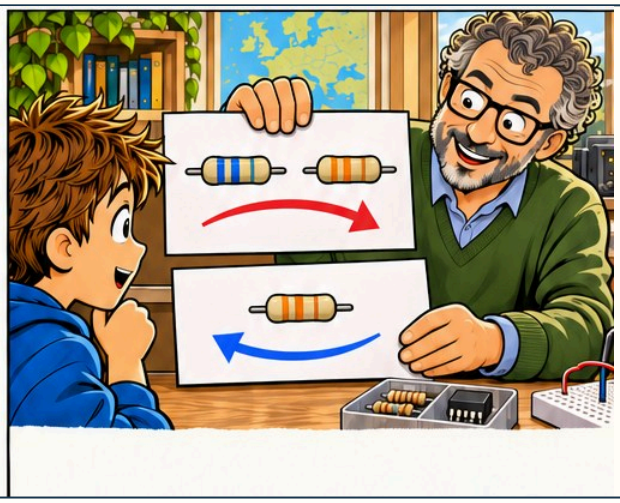
Henri scrive le approssimazioni: tH = 0,693 × (RA + RB) × C; tL = 0,693 × RB × C.



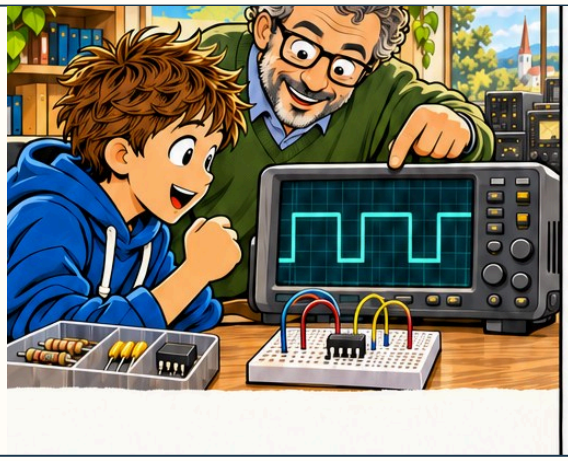
La durata di un ciclo è T = tH + tL. La frequenza di oscillazione è f = 1/T.



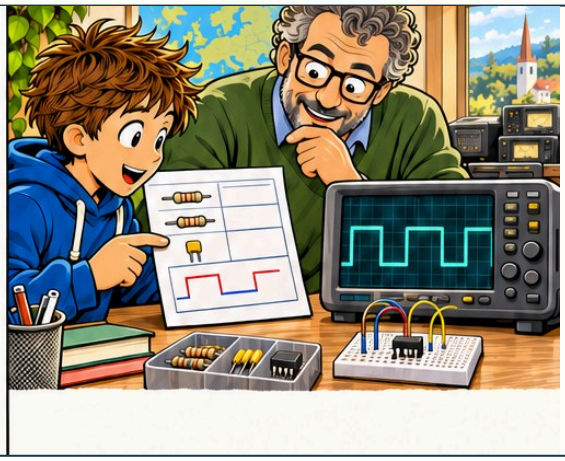
Usiamo anche f ≈ 1,44 / [(RA + 2RB) × C]. Le resistenze sono in ohm, C in farad.



"Perché raddoppiare RB?" Lucas trova RB in carica e scarica.



In questo classico circuito astabile l'intervallo alto supera quello basso: non è esattamente 50 %.



Il calcolo prevede l'operazione nominale. Le tolleranze e i circuiti effettivi decideranno la misurazione.

Un tono vicino a 700 hertz



Per RA = 10 kΩ, RB = 100 kΩ e C = 10 nF, trovano tH ≈ 0,762 ms.



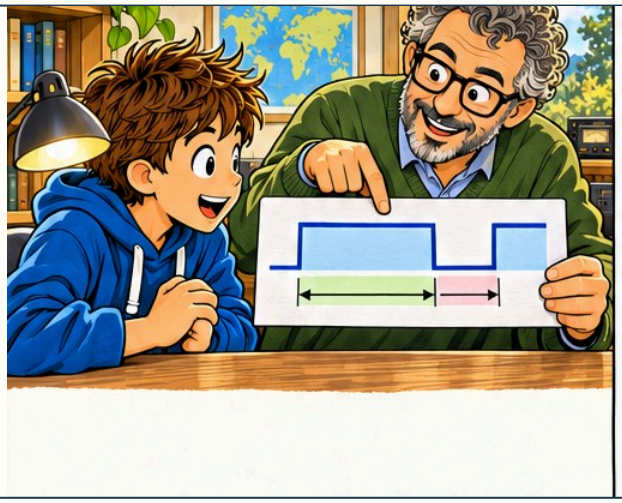
L'intervallo basso è di circa 0,693 ms. Il periodo è quindi vicino a 1,46 ms.



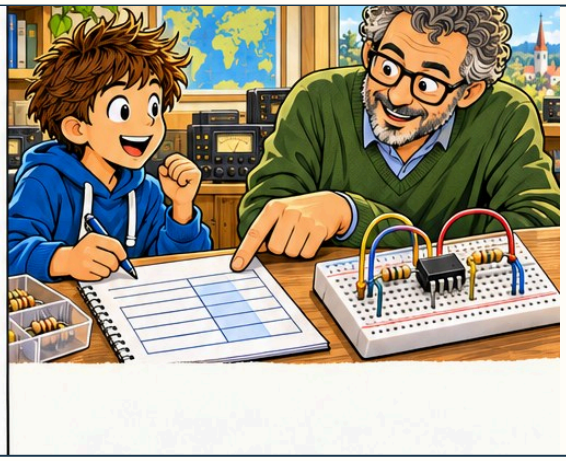
La formula che utilizza 1,44 dà circa 686 Hz; utilizzando i coefficienti temporali arrotondati, circa 687 Hz: risultati simili.



"Avevamo puntato a circa 700 Hz, non un tono audio garantito all'hertz più vicino", ricorda Henri.



Il ciclo di lavoro nominale è (RA + RB)/(RA + 2RB), o circa 52,4 %.



Lucas mantiene visibili le unità e gli arrotondamenti. Confronterà questa previsione con il circuito reale.

Il primo potenziamento



Installano gli strumenti, controllano nuovamente il piano e accendono la corrente con la limitazione di corrente prevista.



La spia sembra essere accesa fissa: vicino a 700 Hz l'occhio non riesce a distinguere ogni impulso.



"Non batte ciglio!" — "Il tuo occhio è più lento di questo circuito. Cerchiamo prove diverse. "



Henri collega la terra della sonda alla terra dell'assieme, su questo alimentatore isolato verificato.

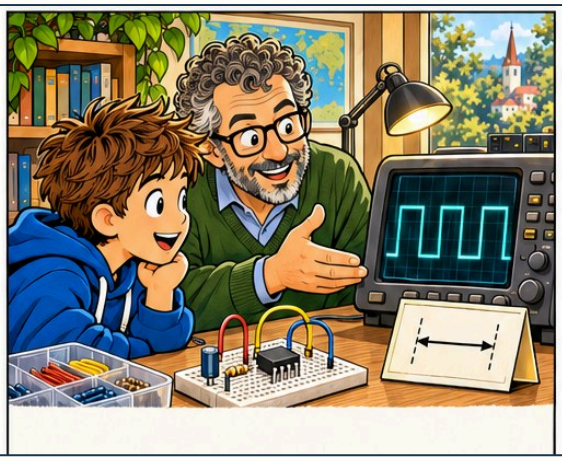


La punta della sonda va all'uscita 3. L'oscilloscopio visualizza impulsi rettangolari: l'oscillatore funziona.



Lucas sorride: “La luce mi ha dato un indizio, ma non tutta la risposta”.

Osservazione di due tensioni diverse



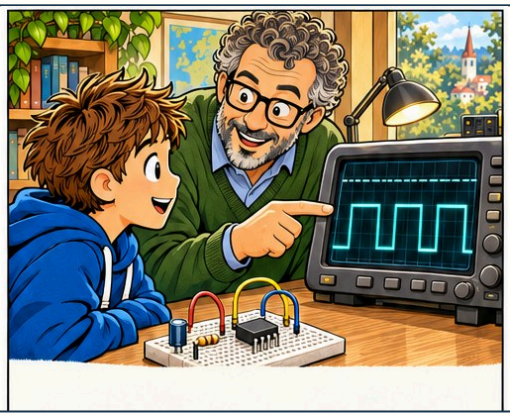
All'uscita 3 osservano gli intervalli alto e basso. La frequenza di oscillazione misurata rimane vicina al calcolo.



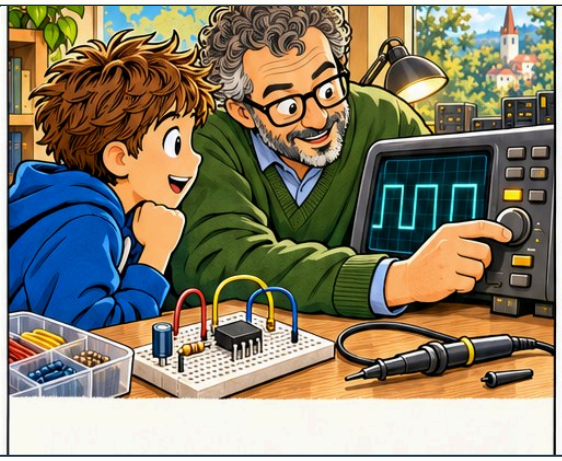
Sul condensatore C la tensione sale e scende tra le due soglie previste.



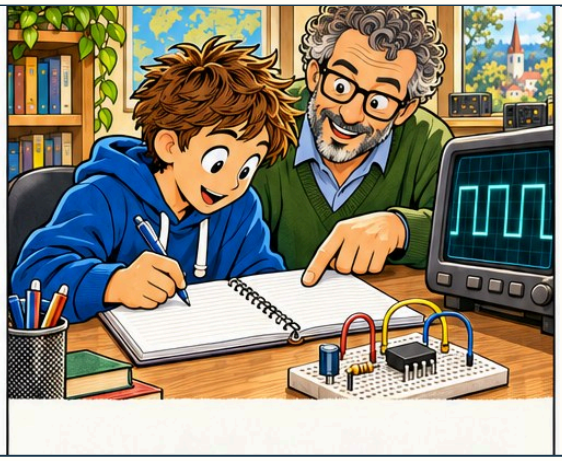
Le due tracce sono diverse. Lucas controlla sempre quale punto sta misurando la sua sonda.



L'uscita bipolare non raggiunge necessariamente 5 V sotto carico. Evitano di confondere il livello logico con la tensione perfetta.



La sonda e lo strumento possono influenzare la tensione misurata; Henri seleziona le impostazioni di misurazione adeguate.



Il taccuino contiene una previsione e un'osservazione separate. Nessun valore osservato è inventato in anticipo.

Perché la misurazione differisce dal calcolo



"Mi aspettavo esattamente la frequenza di oscillazione calcolata!" Henri indica le tolleranze del resistore e del condensatore.



Un Do leggermente più grande rallenta l'oscillazione. Gli errori dei componenti possono essere combinati.



Soglie, perdite e temperatura aggiungono i loro effetti. Le formule rimangono utili approssimazioni.



Quando sono spenti, cambiano un parametro alla volta, quindi si riaccendono per misurare.



Lucas confronta due condensatori identificati. Descrive la tendenza osservata senza pretendere una precisione fittizia.



“Comprendere il divario è meglio che correggere un numero a caso”, conclude chiudendo il taccuino.

Una manopola per scegliere il tono



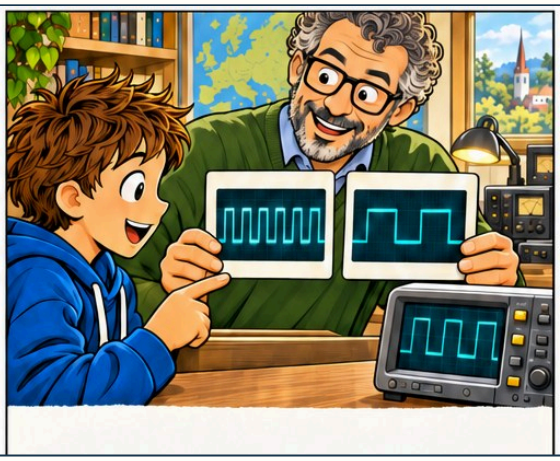
Per regolare il tono, sostituiscono RB con 47 kΩ in serie con un potenziometro di 100 kΩ.



Il cursore del potenziometro si collega al terminale finale in uso: il potenziometro è cablato come un resistore variabile.



Il resistore fisso di 47 kΩ mantiene una resistenza minima. RA rimane a 10 kΩ.



Con C = 10 nF la frequenza di oscillazione nominale varia approssimativamente da 474 Hz a 1 385 Hz.



"Un'impostazione utile, non un pulsante magico." Hanno tagliato la corrente per cambiare il cablaggio.



Dopo la riaccensione, Lucas sceglie un tono confortevole. Segna un'impostazione iniziale sul pannello frontale.

Poi all'improvviso, niente più ritmo



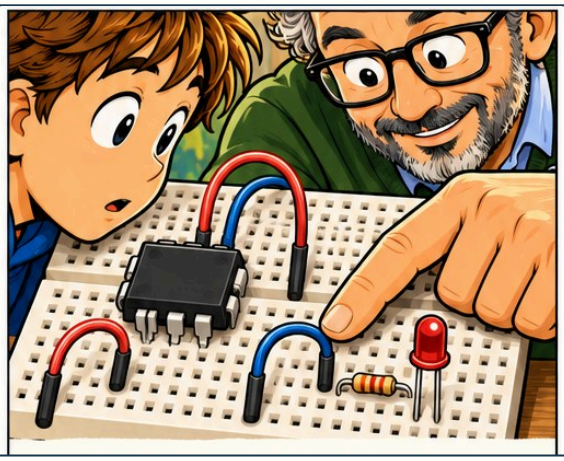
Quando Lucas sposta la breadboard senza saldatura, la forma d'onda scompare dall'oscilloscopio. L'indicatore rimane spento.



"Lo 555 è morto?" Henri suggerisce di iniziare da ciò che possono osservare.



Spengono l'alimentazione e confrontano il cablaggio effettivo con il loro piano, senza sostituire le parti in modo casuale.



Un filo del ponticello è scivolato troppo di una fila. Il pin 4 non è più collegato al livello alto previsto.



Lucas vede il collegamento tra RESET e l'uscita: un ingresso non definito può interrompere il funzionamento del circuito.



Risolvono la connessione, quindi si preparano per un altro test. La rottura ha finalmente una spiegazione verificabile.

Risoluzione dei problemi nell'ordine corretto



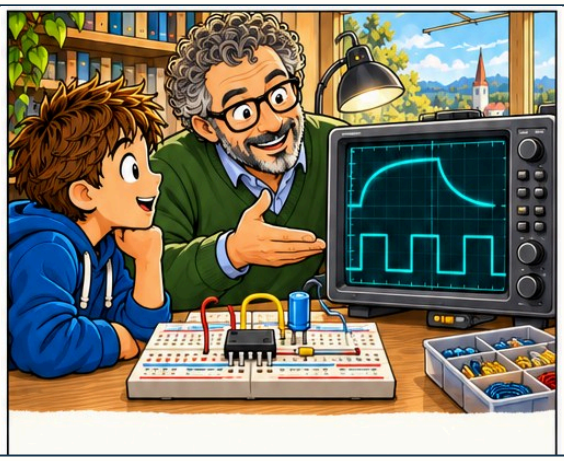
Henri suggerisce una routine: alimentazione, terra, orientamento del pacchetto, RESET, componenti di temporizzazione e uscita.



Lucas controlla innanzitutto la tensione tra 8 e 1. Una misurazione effettuata altrove potrebbe mascherare una connessione scadente.



Ispezionano le rotaie divise, i fili allentati e la posizione di ogni perno.



Una volta osservata la tensione ai capi di C, possono capire meglio se il guasto è nell'oscillatore o in uno stadio successivo.

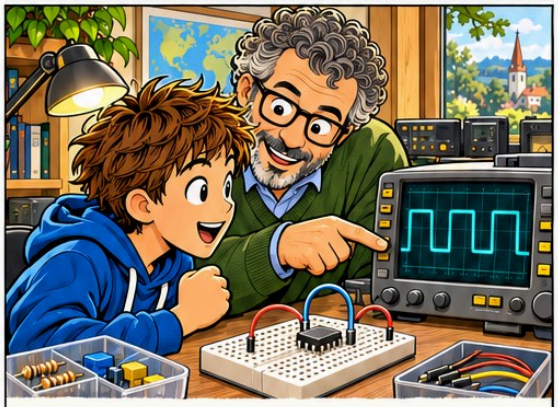


I collegamenti vengono corretti allo spegnimento. Le misurazioni vengono preparate prima di ripristinare l'alimentazione.



Lucas disegna un percorso diagnostico: ogni domanda deve ridurre il numero delle possibili cause.

Una colpa diventa una lezione



Dopo la correzione, il pin 4 ha il suo livello definito. Il circuito produce nuovamente impulsi rettangolari.



"Abbiamo fatto un'ipotesi, una verifica e una riparazione", riassume Lucas. Henri gli lascia spiegare.



Tirano delicatamente i cavi del ponticello, con l'alimentazione spenta, per identificare le connessioni allentate.



Lucas immagazzina cavi eccessivamente lunghi e libera l'accesso ai punti di misura.



Il taccuino registra il guasto e la sua causa. Un visitatore sarà in grado di imparare da questo incidente senza ripeterlo.



Il ritmo è tornato. Ora devono renderlo udibile senza chiedere allo NE555 di pilotare direttamente l'altoparlante.

Un altoparlante non è uno LED



Lucas sposta l'altoparlante verso l'uscita 3. Henri lo ferma dolcemente: "Controlliamo il carico che presenta".



Un piccolo altoparlante a bassa impedenza necessita di corrente che questo circuito non dovrebbe fornire direttamente.



Qui lo NE555 detta il ritmo; un modulo amplificatore audio compatibile con 5 V fornisce l'energia sonora.



Scelgono un modulo il cui ingresso accetta questo segnale dopo l'accoppiamento e la regolazione del livello, secondo le sue istruzioni.



L'altoparlante si collegherà ai terminali forniti dal modulo. Alcune uscite non devono essere messe a terra.

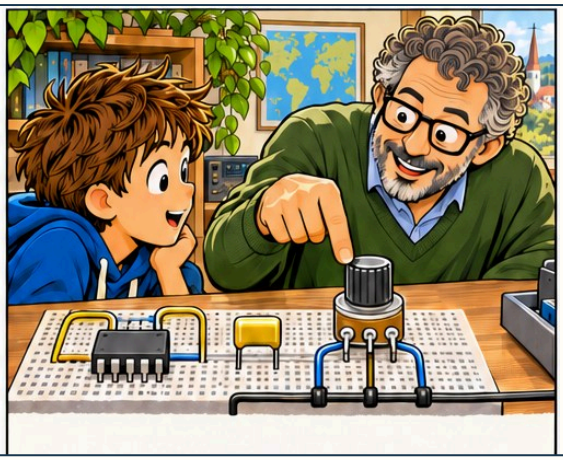


Lucas ridisegna tre blocchi: oscillatore, regolazione del livello, amplificatore. Ogni elemento ha il suo lavoro.

Il percorso del suono



Con l'alimentazione spenta, l'uscita 3 si collega a un condensatore di accoppiamento 100 nF non polarizzato.



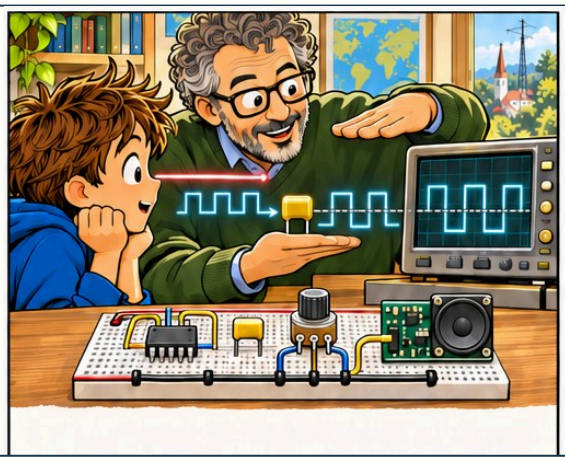
L'altro terminale si collega alla parte superiore di un potenziometro 47 kΩ; il suo fondo si collega alla terra comune.



Lo slider del potenziometro si collega all'ingresso ad alta impedenza del modulo audio scelto. Le sue istruzioni confermano questa connessione.



Il modulo e lo NE555 condividono la terra; il modulo riceve l'alimentazione in base alla sua documentazione.



Il condensatore di accoppiamento blocca la componente CC dell'uscita consentendo il passaggio delle variazioni audio.

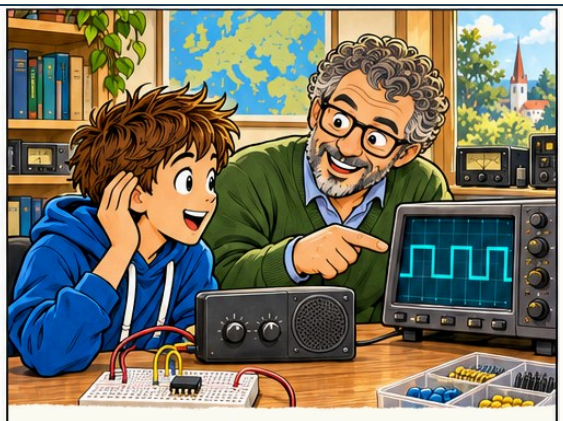


Portano il volume al minimo prima del primo tentativo. Lucas non ha ancora collegato alcuna cuffia.

Infine, il primo suono



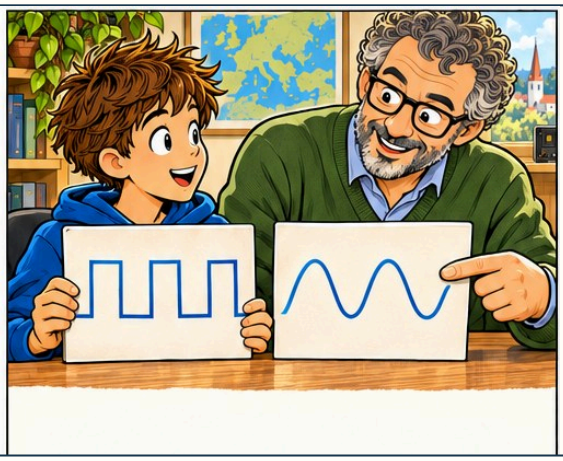
Quando si riaccende l'alimentazione, Lucas aumenta lentamente il volume. Un tono audio chiaro riempie il piccolo angolo del laboratorio.



"Canta!" Henri gli chiede di confrontare il suono che sente con la forma d'onda sull'oscilloscopio.



Prima regolano la frequenza di oscillazione, poi il livello audio. Due pulsanti, due effetti diversi.



La forma d'onda rettangolare contiene armoniche: non ha il timbro di un'onda sinusoidale pura.



Il volume rimane comodo per il tavolo. Non collegano le cuffie direttamente all'uscita dello 555.



Lucas chiude gli occhi per un attimo: la piccola curva del suo taccuino è diventata un'esperienza che sente.

La chiave deve controllare il suono



Il suono è continuo. “Il tasto deve abilitarlo mentre viene premuto”, suggerisce Lucas mentre spegne l'alimentazione.



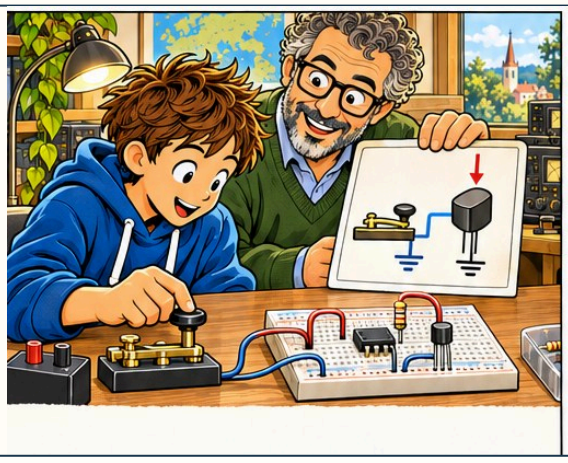
Rimuovono la connessione diretta da RESET a +5 V. Un resistore di 4,7 kΩ ora collega RESET, pin 4, a +5 V.



Uno NPN 2N3904 ha il collettore collegato a RESET e l'emettitore a terra; controllano la sua effettiva piedinatura.



Un resistore 10 kΩ collega la base a +5 V. A riposo, la corrente scorre attraverso lo NPN, che mantiene basso lo RESET: silenzio.



Il tasto collega la base a terra: premendolo si spegne lo NPN; RESET diventa alto e inizia il tono.

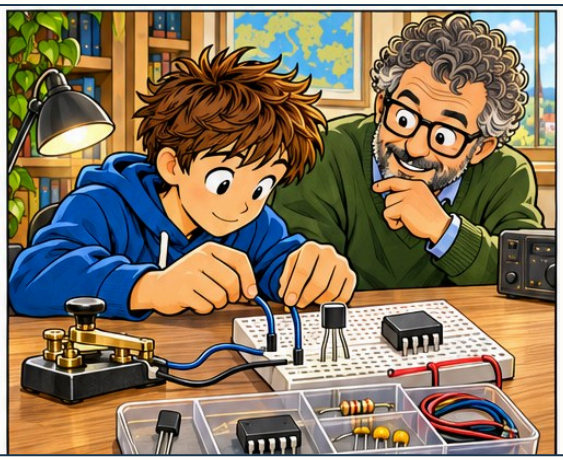


"Il transistor inverte il comando da tastiera!" Tracciano entrambi gli stati sul diagramma prima del test.

Una pressione, un tono audio



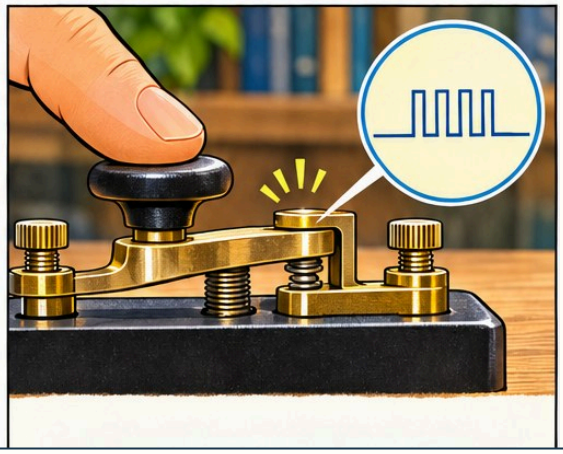
La chiave rimane isolata da qualsiasi stazione radio. I suoi due terminali sono utilizzati solo per il nostro controllo a bassa tensione.



Un filo va alla base NPN, l'altro a terra. Lucas controlla i terminali e la resistenza pull-up.



Si accendono: silenzio a riposo. Lucas preme il tasto Morse: parte il tono. Rilascia la chiave: si ferma.



"Segue il mio movimento!" I contatti meccanici possono tuttavia rimbalzare e produrre piccoli clic.



Henri mantiene i cavi corti. Il cavo della chiave non deve diventare un grande cappio che capta i disturbi.

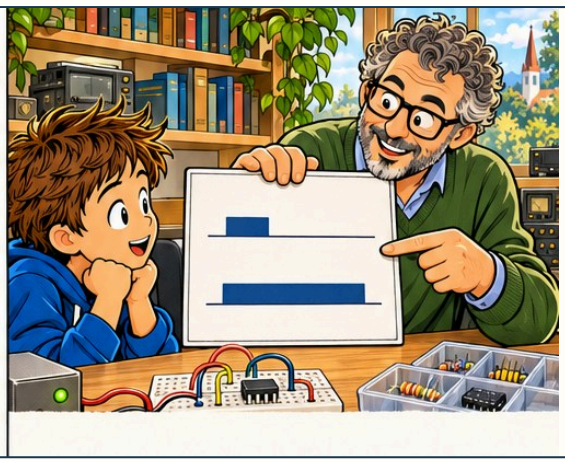


Lucas ripete lentamente tre pressioni. Per la prima volta, il circuito risponde al suo dito.

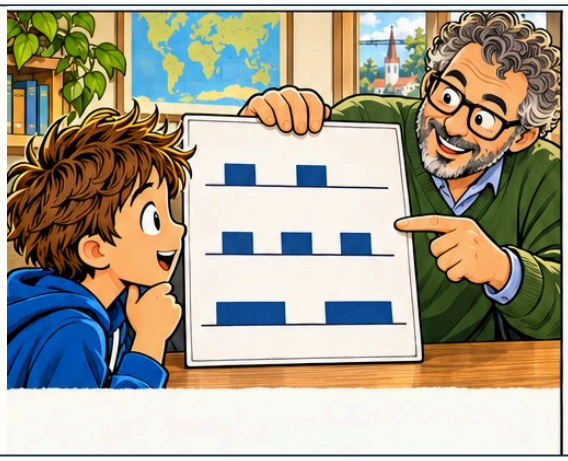
Anche il codice Morse è silenzio



Lucas tocca troppo velocemente e mescola tutto. Henri suggerisce di rallentare e di ascoltare gli spazi.



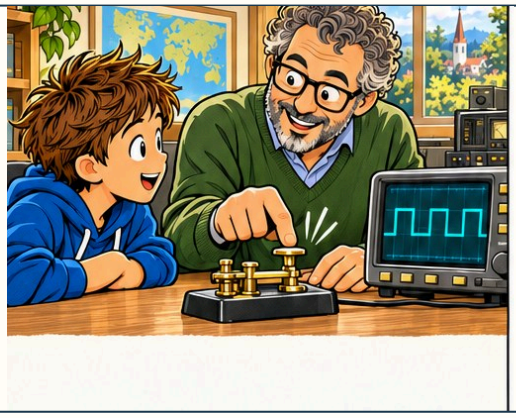
Un punto dura un'unità; un trattino dura tre. Lasciare un'unità tra gli elementi dello stesso carattere.



Tra due personaggi lo spazio vale tre unità; tra due parole, sette unità nel ritmo di riferimento.



"Quindi il silenzio è parte del messaggio!" Lucas disegna una striscia con suoni e pause.



Henri sceglie un ritmo costante invece di una gara di velocità. L'allenatore non può correggere da solo i movimenti dell'operatore.



Usano uno schema breve. Questa volta, Lucas sente dove finisce un carattere prima che inizi quello successivo.

Imparare insieme



Henri riproduce un pattern piccolo; Lucas tenta di riprodurlo. Poi si scambiano i ruoli.



Una risposta esitante provoca un sorriso, non un giudizio. Cercano il passaggio che è stato frainteso.



Lucas scopre che cambiare il tono può rendere l'ascolto più piacevole senza modificare i tempi Morse.



Il volume non sostituisce l'attenzione o il ritmo leggibile. Lo tengono abbastanza basso per parlare con calma.



Il quaderno include una breve sessione e delle pause. L'open day dovrebbe incoraggiare i visitatori a provare.

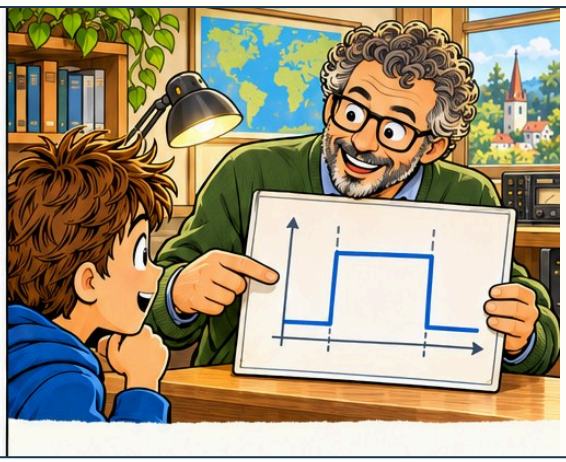


"Prima ti mostrerò come ascoltare", decide Lucas. Henri riconosce una lezione dalla loro prima avventura.

Un piccolo clic tra le note



Quando inizia il suono, sentono un piccolo clic. "Il passaggio è improvviso", spiega Henri.



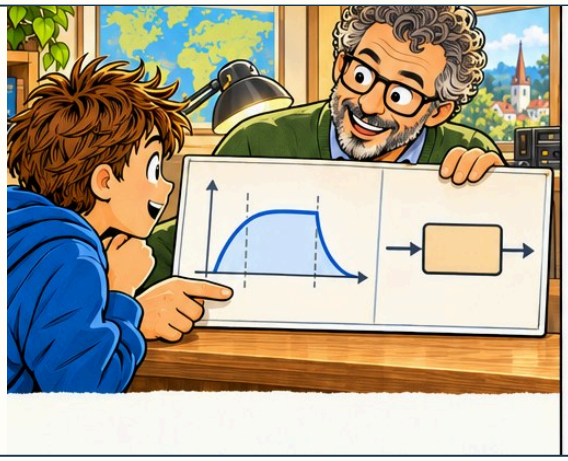
Il segnale inizia e si ferma senza un inviluppo ammorbidito. L'accoppiamento audio non rimuove tutti questi transitori.



Lucas controlla anche che il modulo non si saturi: un livello troppo alto può rendere il suono sgradevole.



Abbassano il livello e osservano il segnale. Cambiare più cose contemporaneamente potrebbe confondere la diagnosi.



Un controllo progressivo dell'inviluppo richiederebbe una fase aggiuntiva, studiata e testata separatamente.

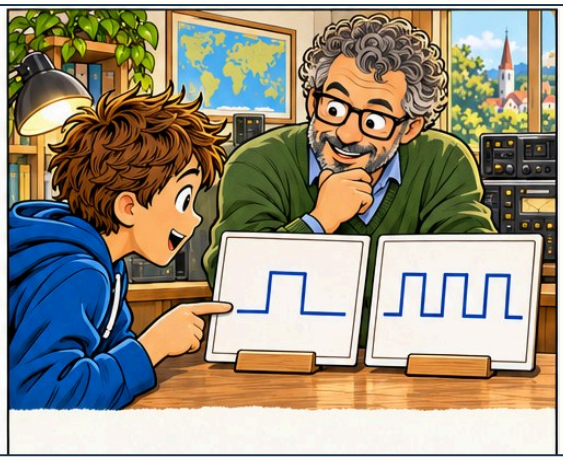


Per questo trainer, utilizzano un'impostazione confortevole e riportano onestamente questo limite nelle istruzioni.

Un secondo esperimento: un singolo impulso



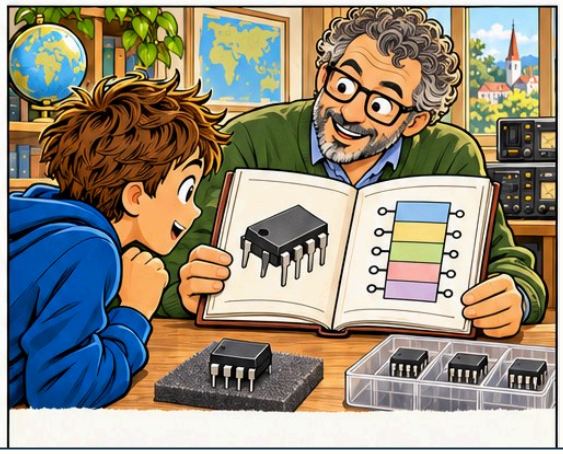
Lucas immagina una luce che rimane accesa brevemente dopo una pressione. Henri suggerisce un circuito monostabile.



A differenza dell'astabile, attende un trigger, produce un impulso, quindi torna a riposare.



Preparano un'altra breadboard senza saldature per mantenere intatto il trainer Morse. I due esperimenti rimarranno separati.



Lo stesso NE555 può svolgere questa funzione con cablaggi diversi. Lucas estrae il suo schema di piedinatura.



La durata nominale dipende principalmente da un resistore R e da un condensatore C: T ≈ 1,1 × R × C.



“Suono continuo o un singolo intervallo: lo stesso pacchetto, una storia diversa!” Prepara un nuovo test.

Lo schema elettrico monostabile



Su questa seconda breadboard senza saldatura: 1 a terra, 8 e 4 a +5 V; si applicano le stesse precauzioni di disaccoppiamento.



I pin 6 e 7 sono collegati allo stesso nodo. R = 100 kΩ collega questo nodo a +5 V.



C = 10 µF collega questo nodo a terra, con il suo terminale positivo sul lato 6–7 per il componente scelto.



Il pin 2 ha un resistore pull-up da 10 kΩ a +5 V e un pulsante di test a terra.



Il pin 5 riceve 10 nF a terra; l'uscita 3 pilota uno LED attraverso il suo resistore 2,2 kΩ.



Lucas distingue questo schema dal circuito astabile. "Qui, 2 non è collegato a 6!" Il loro controllo impedisce confusione.

Una breve pressione per attivare l'impulso



A riposo, il pin 2 è alto e l'uscita è bassa. Il condensatore di temporizzazione è scarico.



Una breve pressione trascina TRIG sotto un terzo di VCC; l'uscita diventa alta e C inizia a caricarsi.



Lucas rilascia immediatamente il pulsante. Il trigger deve terminare prima dell'intervallo di tempo previsto.



Se TRIG rimane basso, il comportamento di fine impulso non è più quello di un trigger breve correttamente preparato.



“Tenere premuto il pulsante quindi non è un buon modo per misurare T!” Si ricomincia con una breve pressione.



Un input automatico necessiterebbe di un segnale di trigger pulito compatibile con i limiti della scheda tecnica.

Circa un secondo, non un orologio



Con R = 100 000 Ω e C = 0,000 010 F, T ≈ 1,1 × 100 000 × 0,000 010 = 1,1 s.



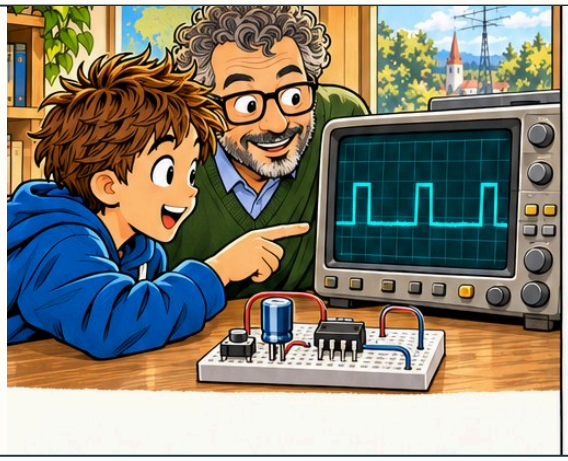
Lucas attiva il timer una volta, quindi osserva l'accensione e lo spegnimento della spia.



Il condensatore 10 µF presenta tolleranza e perdite. L'intervallo effettivo può differire dal calcolo nominale.



Per durate lunghe e precise, questo semplice RC non è necessariamente la scelta migliore.



Misurano più impulsi con uno strumento adatto, senza trasformare i loro test in una garanzia di precisione.



Lucas scrive: "Cronometraggio di un'azione, sì; sostituzione di un orologio di riferimento, no."

Controllo di un relè dimostrativo



Henri suggerisce un piccolo relè con una bobina 5 V che consuma circa 20 mA, per dimostrare il controllo indiretto.



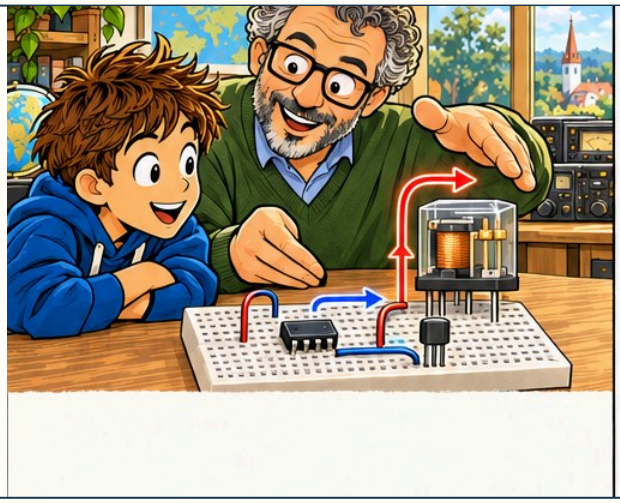
L'uscita 3 si collega alla base di un transistor NPN adatto tramite 1 kΩ; un resistore di 10 kΩ collega la base all'emettitore.



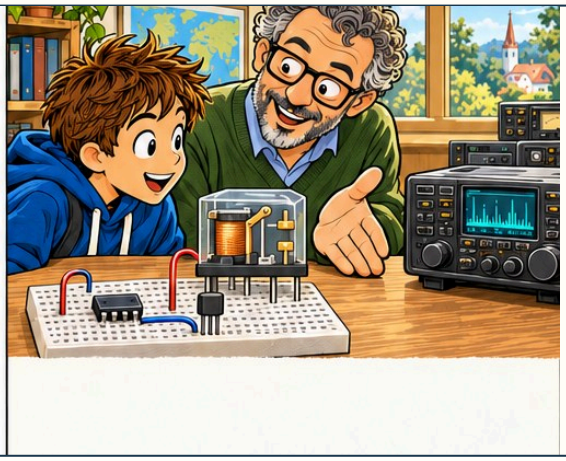
L'emettitore del transistor va a terra; il collettore a un terminale della bobina; l'altro terminale della bobina a +5 V.



Controllano la piedinatura effettiva del transistor e la corrente consentita nella sua scheda tecnica: i dispositivi NPN non sono tutti identici.



L'uscita dello 555 pilota la base, mentre il transistor commuta la corrente della bobina.



Durante questo test i contatti del relè rimangono scarichi. Nessun ingresso radio PTT collegato.

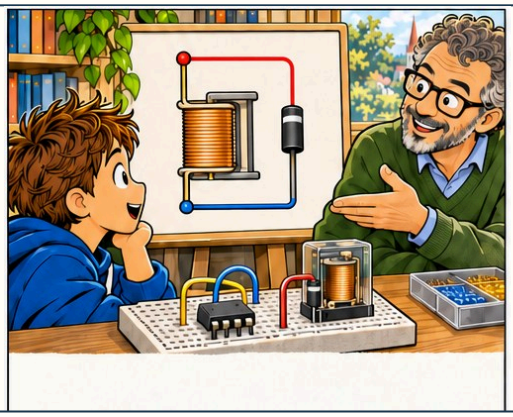
Il diodo che protegge la bobina



"Manca un componente accanto alla bobina", afferma Henri. L'interruzione di una corrente induttiva può causare un picco di tensione.



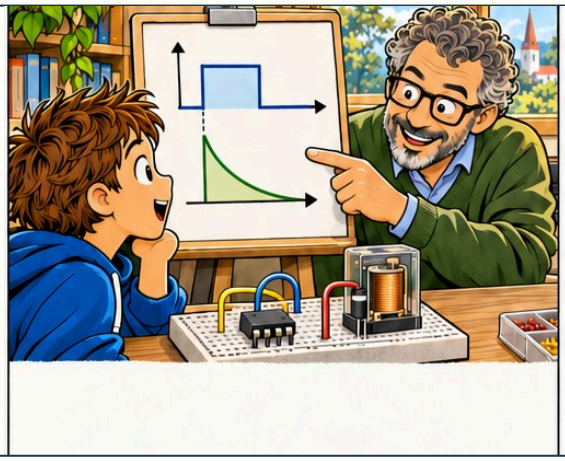
Un diodo 1N4007 è posto in parallelo sulla bobina: catodo su +5 V, anodo sul collettore.



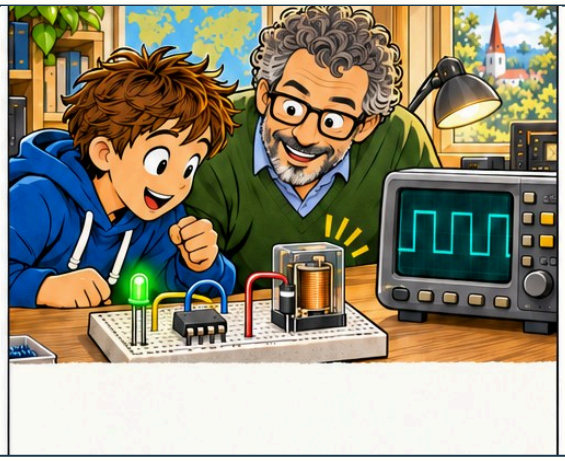
Durante il normale funzionamento, il diodo è polarizzato inversamente. Allo spegnimento fornisce un percorso alla corrente della bobina.



Lucas contrassegna l'anello catodico prima di collegarlo. Un diodo invertito costituirebbe un guasto, non una protezione.



Questo percorso a ruota libera rallenta anche il rilascio del relè. La scelta della protezione dipende dall'applicazione.

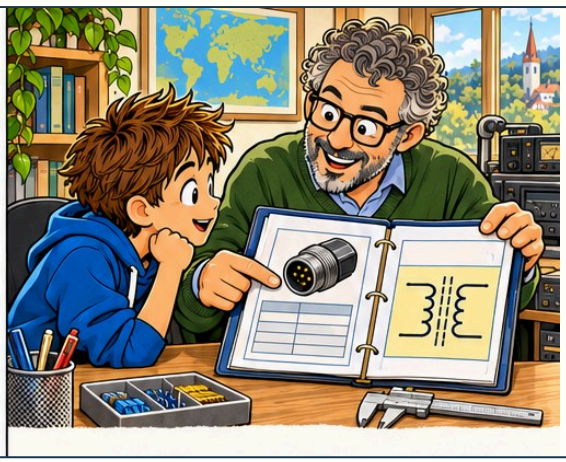


Controllano il cablaggio senza alimentazione, poi attivano il monostabile. Il piccolo clic meccanico segue l'indicatore.

Un'idea radiofonica, con la sua interfaccia



Lucas pensa di cronometrare un accessorio della stazione. Henri gli chiede prima di leggerne le istruzioni.



Un controllo o un accessorio PTT può richiedere isolamento, polarità e livelli molto specifici.



Il relè dimostrativo non diventa un'interfaccia universale. Anche i contatti hanno dei limiti.



Disegnano solo una funzione di cronometraggio, separata dalla stazione da un blocco di interfaccia per lo studio.



"Non lo proveremo su una stazione per vedere cosa succede", decide Lucas, mettendo via il cavo.



Il loro test dimostra un principio di controllo. Un'applicazione reale avrà bisogno della propria progettazione e convalida.

Contatti che rimbalzano



Lucas osserva dettagli irregolari quando si preme il tasto. Un contatto meccanico può rimbalzare più volte.



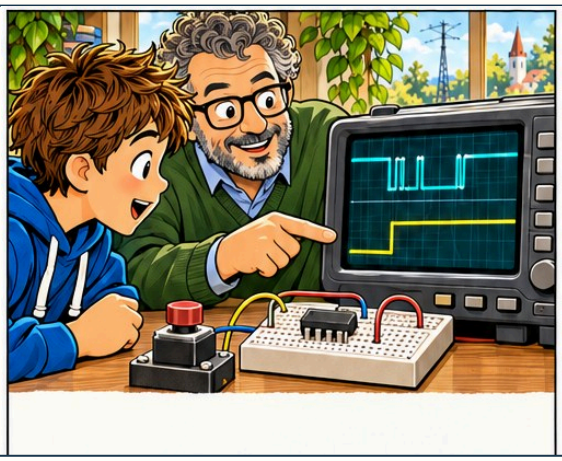
"Non sempre un movimento produce un bordo elettrico", spiega Henri con una forma d'onda.



Uno 555 può aiutare con il antirimbalzo, ma un monostabile arbitrario non elimina tutti i casi problematici.



L'intervallo selezionato, la forma d'onda di trigger e lo stato di avvio devono essere adatti all'applicazione.

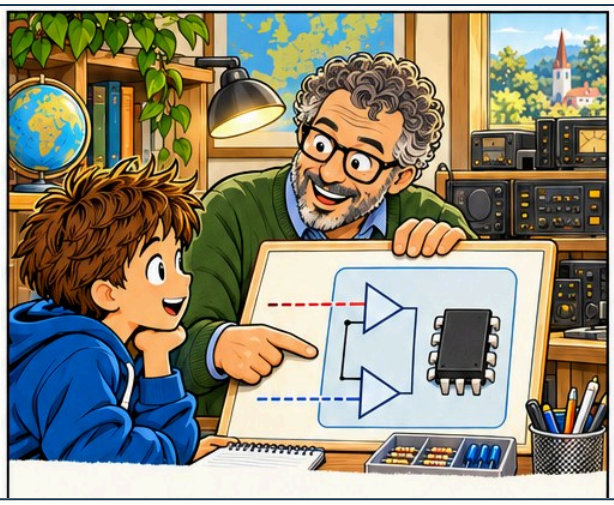


Osservano insieme input e output prima di giudicare il risultato. L'indicatore da solo può nascondere i dettagli.



Lucas aggiunge una domanda al suo file: “Quale segnale entra realmente nel mio circuito?”

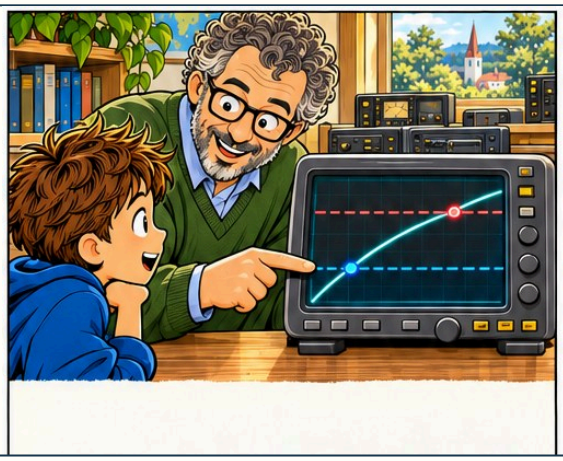
Due soglie per evitare esitazioni



Henri collega i pin 2 e 6 per introdurre un trigger Schmitt utilizzando 555.



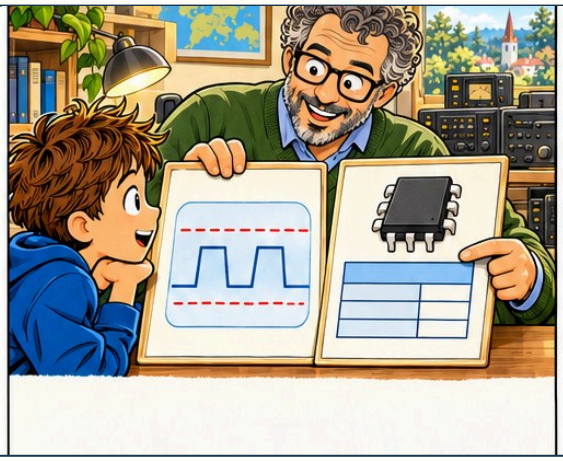
Questa volta, un'adeguata tensione di prova controlla questo nodo; il pin 7 non è utilizzato nella dimostrazione.



Scendendo al di sotto di circa VCC/3, l'ingresso controlla un'uscita alta. Salendo sopra 2VCC/3, lo rende basso.



Tra le due soglie viene conservato lo stato precedente. Questa isteresi evita certe commutazioni esitanti.



La tensione applicata deve rimanere entro i limiti consentiti. Un segnale arbitrario non può essere collegato direttamente.



Lucas segue una lenta salita e poi una discesa nel disegno. Capisce perché entrambe le soglie sono importanti.

Ricordare uno stato: il bistabile



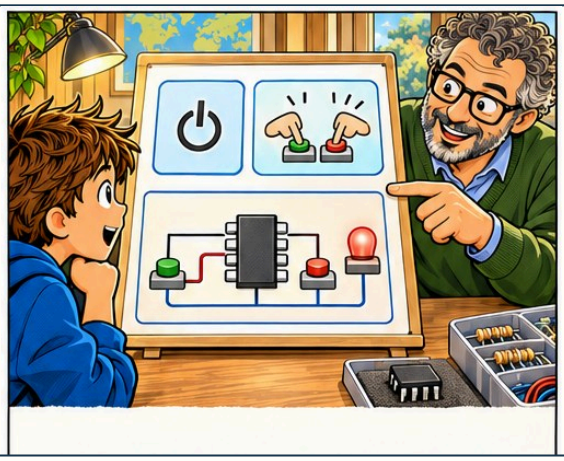
Lucas propone una spia che rimane accesa fino ad un comando di stop. Henri introduce il funzionamento bistabile.



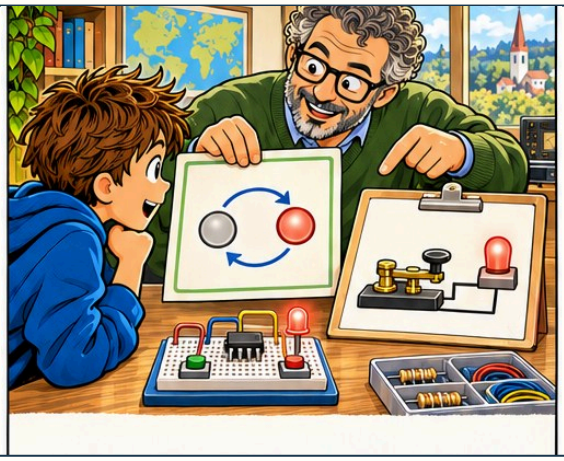
In un circuito adatto, TRIG comanda lo stato alto; RESET può forzare lo stato basso.



Gli input devono mantenere livelli definiti. THRES non deve causare commutazioni involontarie.



È necessario considerare il comportamento all'avvio e i comandi simultanei: un circuito di memoria non può indovinare l'intenzione.



Mantengono questa applicazione allo stadio del diagramma a blocchi, senza aggiungerla al loro trainer Morse.

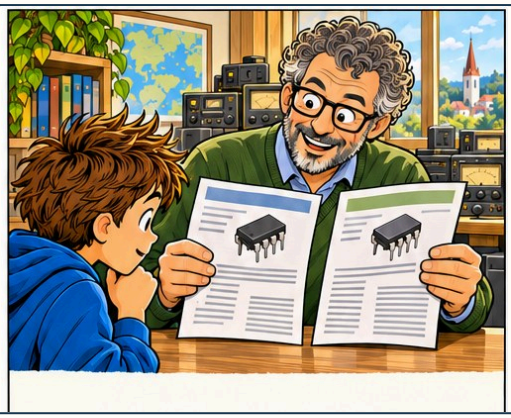


"Oscillare, sincronizzare, ricordare: finalmente vedo la differenza", dice Lucas accanto alle sue tre carte.

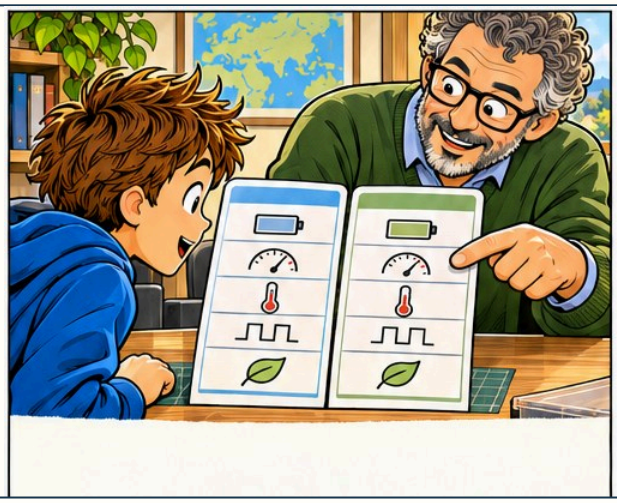
I cugini CMOS



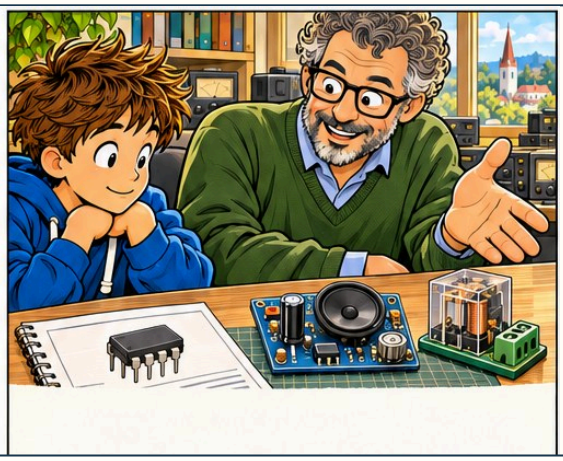
Su un altro pacchetto, Lucas legge TLC555. "Lo stesso numero: esattamente lo stesso componente?"



Henri confronta le schede tecniche: alcune versioni CMOS assorbono meno corrente di riposo e accettano intervalli di alimentazione diversi.



Le correnti di uscita, le soglie garantite e i limiti assoluti possono essere diversi.



Un pin nella stessa posizione non garantisce lo stesso comportamento con il nostro modulo audio o relè.



Restano da verificare le raccomandazioni di disaccoppiamento e le caratteristiche di ingresso per il riferimento scelto.



Mantengono lo NE555 specificato nel dispositivo. Lucas ora sa come valutare un sostituto sensato.

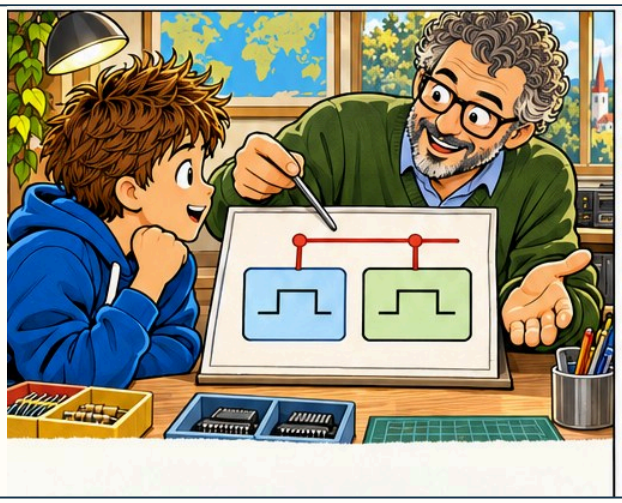
Due timer in uno NE556



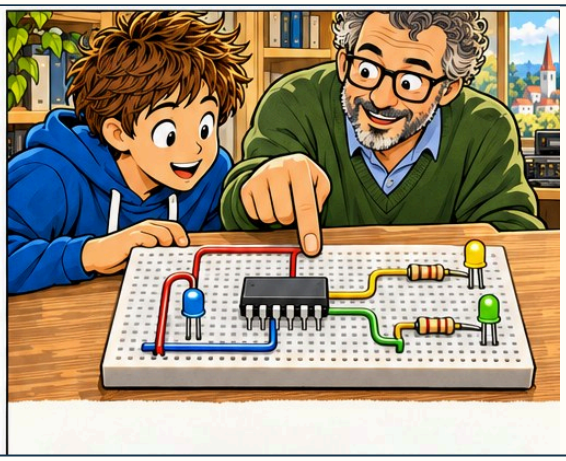
Lo NE556 combina due timer in un unico pacchetto. Lucas immagina funzioni di tono e temporizzazione separate.



Henri mostra la piedinatura: questo pacchetto a quattordici pin non deve essere collegato come due NE555 dalla memoria.



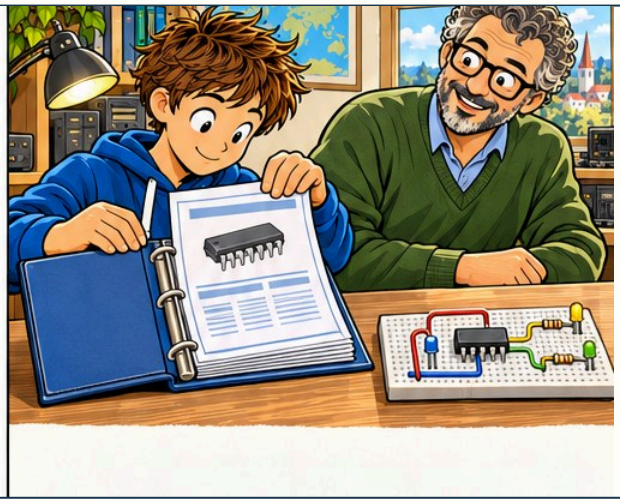
Ogni sezione ha i propri ingressi e uscite. Le due sezioni condividono l'alimentazione.



Un attento disaccoppiamento e instradamento aiuta a evitare che una sezione interrompa l'altra.



Disegnano una sirena educativa a due blocchi, mantenendo la realizzazione di questo album focalizzata sul loro progetto attuale.



"Più funzioni richiedono anche più controlli", nota Lucas mentre ripone il foglio NE556.

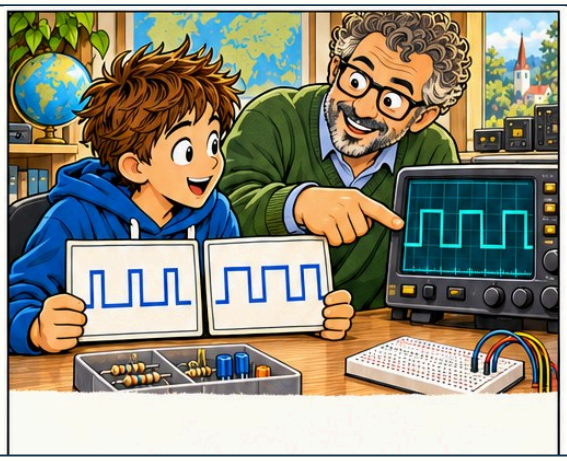
Il pin 5 e l'idea della modulazione



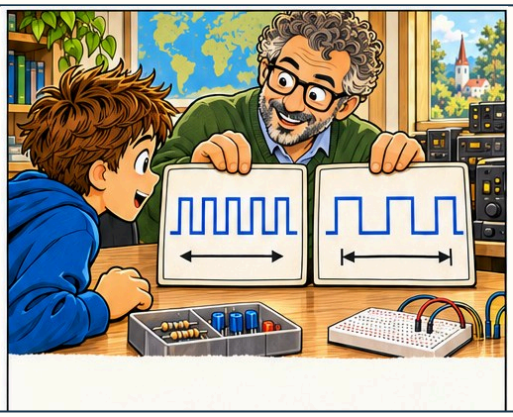
Lucas ritorna a CONT, pin 5. "Possiamo variare il comportamento del circuito?"



Henri spiega che una tensione di controllo adeguata sposta i riferimenti interni.



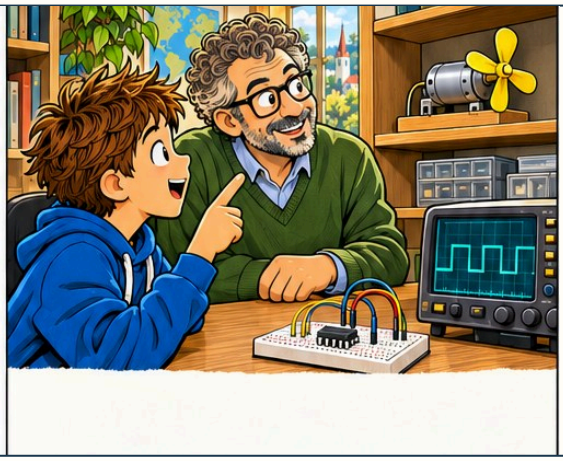
A seconda del circuito, questo può modulare l'ampiezza dell'impulso o variare la velocità di oscillazione.



In questo semplice astabile, cambiando i riferimenti si può cambiare anche la frequenza di oscillazione: PWM non è automaticamente indipendente.



Viene selezionato e progettato un controller PWM adeguato per il suo carico, con uno stadio di potenza appropriato.



Mantengono questo principio per ulteriori studi. Nessun motore o carico pesante viene aggiunto all'uscita 3.

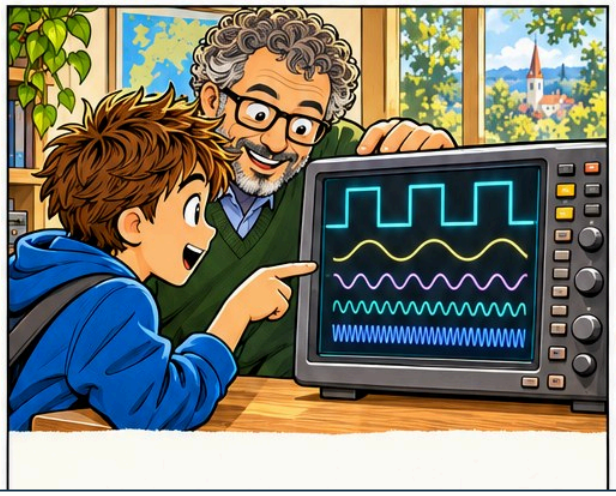
La trappola del generatore radio universale



"E se il nostro 555 diventasse un trasmettitore?" Henri distingue la frequenza di oscillazione audio e la portante radio stabile.



Lo NE555 è adatto qui per un tono e ritardi temporali. Il suo RC non è un riferimento RF preciso.



Il segnale rettangolare contiene armoniche; un filo troppo lungo può portare disturbi.



Un oscillatore da laboratorio non diventa un trasmettitore adatto semplicemente aggiungendo un'antenna.



Un esperimento radiofonico avrebbe bisogno di un progetto che copra stabilità, adattamento di impedenza, filtraggio e uso consentito.



Lucas lascia quindi da parte l'antenna: il loro dispositivo fornisce già un vero e proprio servizio rimanendo un trainer locale.

Quando l'oscillatore interferisce con la ricezione



Durante l'ascolto in discoteca, notano un rumore che cambia quando il trainer viene acceso.



"Una coincidenza?" Si confrontano più volte, senza modificare le impostazioni del ricevitore.



Confronti ripetuti forniscono un indizio, ma non identificano ancora ogni percorso di interferenza.



Allontanano il gruppo, accorciano i collegamenti e controllano il disaccoppiamento prima di ripetere il confronto.



Henri distingue il suono utile nell'altoparlante dalle interferenze indesiderate che fuoriescono dal circuito.



Lucas trova una regola dal volume 1: condividere lo spettro significa anche prendersi cura di ciò che costruiamo.

Confrontare per capire



Cambiano solo una cosa: la posizione del cavo audio. Quindi si confrontano di nuovo e di nuovo.



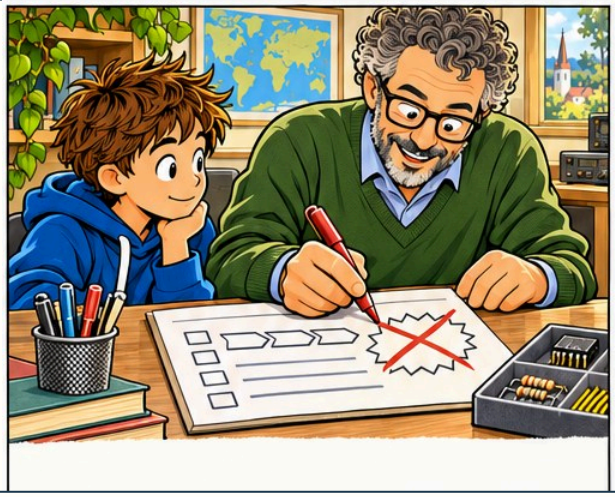
Lucas registra la distanza, il cablaggio e l'alimentazione utilizzata. Senza questi dettagli, il prossimo test sarebbe difficile da confrontare.



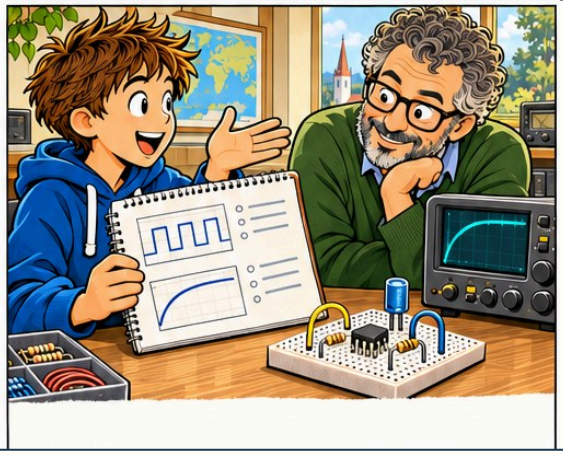
Un miglioramento locale non dimostra che l'intero spettro sia pulito. Il loro ricevitore non è un laboratorio completo.



Al prototipo distribuito su lunghi fili sarà preferibile un assemblaggio finale compatto e correttamente disaccoppiato.



Non rivendicano conformità o misurazioni che non hanno stabilito.



"Posso spiegare cosa ho provato e cosa resta da verificare", afferma Lucas. Henri approva il suo metodo.

E il funzionamento a batteria?



Lucas sogna di portare l'allenatore in giardino. Iniziano stimando il consumo complessivo.



Il modulo audio, l'impostazione del volume e l'altoparlante contano tanto quanto il timer quando si stima la durata della batteria.



La batteria deve alimentare un regolatore idoneo per mantenere la 5 V specificata; seguono la sua documentazione.



Una sorgente in grado di erogare molta corrente necessita di un'adeguata protezione contro i cortocircuiti.



Henri suggerisce di completare prima la versione con alimentazione isolata. Il requisito della portabilità sarà documentato separatamente.

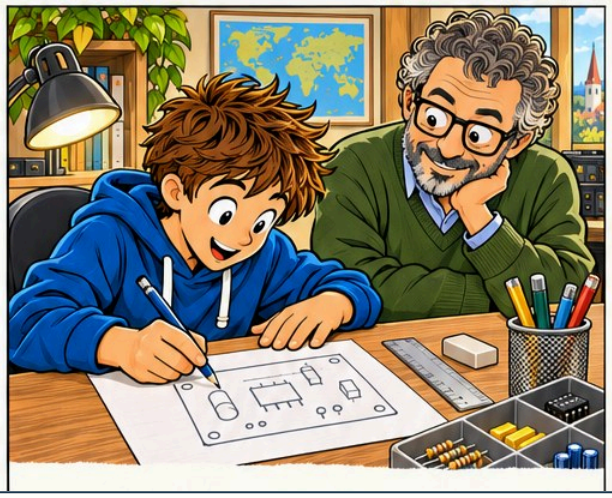


"La durata della batteria non può essere promessa solo in base alla capacità indicata su una batteria", conclude Lucas.

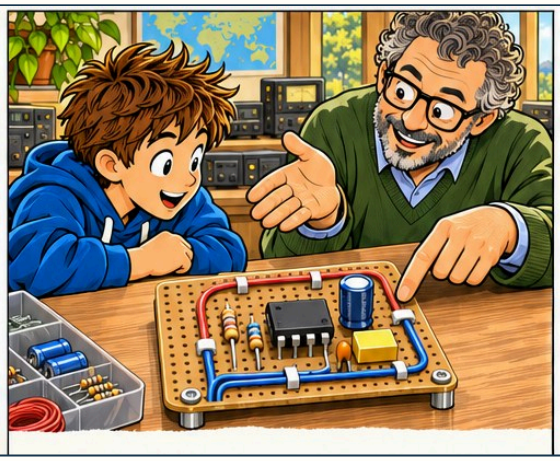
Preparazione di un assemblaggio durevole



La breadboard senza saldatura è stata utile. Per l'open day, devono evitare che i cavi dei ponticelli si allentino.



Preparano un piano di layout compatto, con accesso a controlli e punti di prova.



Il disaccoppiamento rimane vicino allo 555; le correnti di ritorno audio non devono deviare attraverso il circuito di temporizzazione.



I cavi dei tasti e degli altoparlanti sono dotati di pressacavo. I collegamenti non devono sopportare la trazione di un cavo.



Henri supervisiona la fabbricazione utilizzando strumenti e protezioni adeguati, al di fuori di questo laboratorio di lettura.

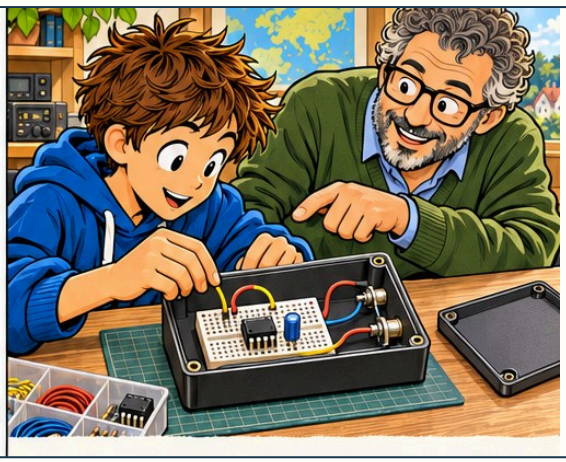


Lucas controlla quindi la continuità, le polarità e lo schema prima di ripristinare l'alimentazione.

Un involucro elettronico che ne spiega l'utilizzo



Lucas sceglie un pannello frontale semplice: alimentazione, tono, volume e presa tasti chiaramente identificati.



Il circuito è fissato in apposita scatola; nessun filo scoperto tocca una parte conduttiva.



Il passaggio dei cavi è protetto. Controllano che girando una manopola non si tirano i collegamenti.



L'alimentazione prevista e la sua polarità saranno indicate sulle istruzioni e in prossimità dell'apposito connettore.



La chiave controlla solo questo trainer; una presa dall'aspetto simile non autorizza il collegamento ad una stazione radio.



Lucas prova il dispositivo senza spiegazione. I controlli dovrebbero essere evidenti al prossimo visitatore.

Istruzioni per il prossimo principiante



Nelle istruzioni spiegano l'obiettivo: imparare il ritmo Morse con un suono locale, senza trasmettere.



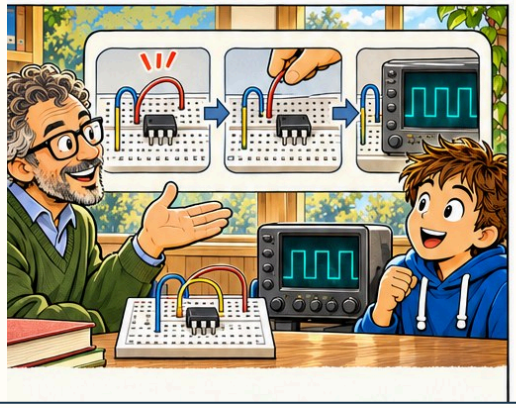
Lo schema mostra i pin, i valori dei componenti, le connessioni di alimentazione e i due stati della chiave.



L'elenco dei componenti distingue i condensatori di temporizzazione, accoppiamento e disaccoppiamento.



Aggiungono calcoli nominali, limitazioni, riferimenti ai componenti e punti di misurazione.



Una breve pagina descrive il filo del ponticello fuori posto e il relativo metodo di risoluzione dei problemi. Anche gli errori fanno parte della storia.



Lucas rilegge le istruzioni come se visitasse il locale per la prima volta. Semplifica un'altra frase.

La prova generale



Il giorno prima dell'open house, Henri siede al posto dei visitatori. Lucas presenta il suo laboratorio.



"Prima ascolta. Poi prova. E infine spiega cosa cambia quando giri questa manopola. "



Distingue tono, volume e ritmo. Henri pone una domanda volutamente semplice.



Lucas mostra i tre blocchi nel taccuino, poi lascia che il suo ospite alle prove aziona la chiave.



Manca un tono audio al centro del pattern. Si scambiano uno sguardo: il piccolo dispositivo ha ancora in serbo una sorpresa.



Lucas mantiene la calma e abbassa il volume. È appena tornato al suo ruolo di investigatore.

L'ultimo mistero



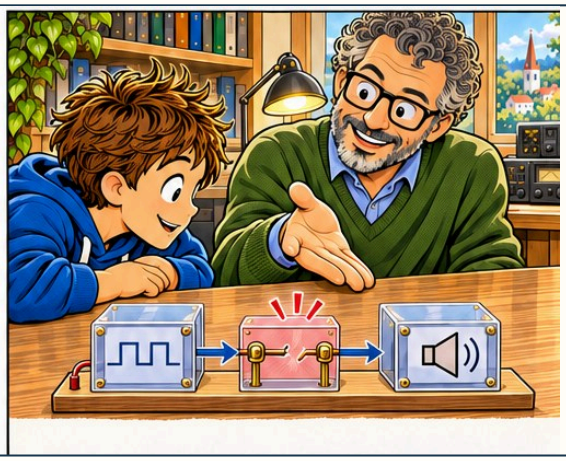
Questa volta il circuito del ritmo funziona ancora: l'uscita 3 mostra gli impulsi quando si preme il tasto.



Lucas controlla l'alimentazione, poi la catena audio. Non sostituisce la NE555 come reflex.



Con l'alimentazione spenta, trova un filo allentato nella connessione al cursore del potenziometro del volume.



"Il ritmo c'era; il suono non raggiungeva più l'amplificatore!" Lo guidava la suddivisione in blocchi.



Riparano la connessione e controllano che regga. Un altro test produce un tono costante.



Henri riprende il posto del visitatore. Lucas aggiunge un controllo del connettore ai suoi preparativi.

Giornata porte aperte



Al mattino, il piccolo contenitore elettronico attende su un tavolo libero. Lucas imposta un volume delicato e un tono confortevole.



Inizia suonando un pattern. Henri lo osserva dando a tutti il tempo di capire.



Il visitatore prova la chiave. Una sequenza esitante diventa più stabile dopo una pausa e un altro ascolto.



Lucas apre il suo taccuino: "NE555 dà il tono all'audio; è il tuo gesto a dargli il ritmo."



Mostra la tensione del condensatore che aumenta e diminuisce, quindi ritorna al suono che sentono. La teoria incontra l'esperienza.



Basta un sorriso per dire che l'officina funziona. Henri ora consente a Lucas di guidare la scoperta.

Cosa ci hanno insegnato gli otto birilli



Dopo il workshop, Lucas ritrova le tre carte: oscillazione, tempismo e ricordo.



Aggiunge il transistor che aiuta a pilotare un carico e il diodo che protegge la bobina allo spegnimento.



Henri gli chiede cosa ricorderà di più. Lucas guarda il suo taccuino di calcoli e ripartizioni.



"Controlla i perni. Mantieni le unità. Misura il punto corretto. E comprendi prima di cambiare. "



Mostra anche le istruzioni: un'idea diventa utile quando un'altra persona può coglierla senza indovinare.



Mettono via i componenti inutilizzati. Il pacchettino nero ha dato ritmo ad un'intera giornata di incontri.

Il prossimo ritmo sarà tuo



Il posto ritrova la sua calma. Lucas preme il tasto un'ultima volta: un breve tono audio, poi silenzio.



Ricorda il suo arrivo al club e il consiglio di Henri: ascolta, cerca e condividi.



"Abbiamo imparato tutto sullo 555?" — "Abbastanza per sapere come porre domande migliori."



Il trainer, il suo diagramma e le sue istruzioni rimangono pronti per il prossimo principiante. La loro avventura sta in una vera scatola.



Lucas chiude il taccuino, poi lo riapre per disegnare una nuova idea. Henri gli porge una matita.



Fuori, le antenne si stagliano contro il cielo. All'interno, otto piccole spille hanno ispirato la voglia di sperimentare.