ON4CRD

Del 70

NE555 och dess tillämpningar inom amatörradio



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Rättsliga meddelanden

Del 70 · NE555 och dess tillämpningar inom amatörradio

Webbplatsutgivare : Radio Club Durnal ON4CRD

Publikationsansvarig : Radio Club Durnal ON4CRD:s styrelse

https://on4crd.be

Rättsliga meddelanden

Immateriella rättigheter

Texter, bilder, dokument, logotyper och material som publiceras på webbplatsen förblir deras respektive författares eller klubbens egendom. All reproduktion eller återanvändning måste respektera källan, tillämpliga rättigheter och eventuella författares tillstånd.

Ansvar

Klubben arbetar för att publicera användbar och verifierad information, men garanterar inte frånvaron av fel, utelämnanden eller avbrott. Teknisk eller regulatorisk information måste kontrolleras mot officiella källor när den stöder ett beslut.

Illustrationer skapade med hjälp av artificiell intelligens.

En liten låda, en stor idé



Lucas återvänder till klubben med sin anteckningsbok: "Till den öppna dagen vill jag att besökare ska höra morsekod!"



Henri lägger ett litet svart paket på bordet: "Detta är NE555. Åtta stift, massor av idéer."



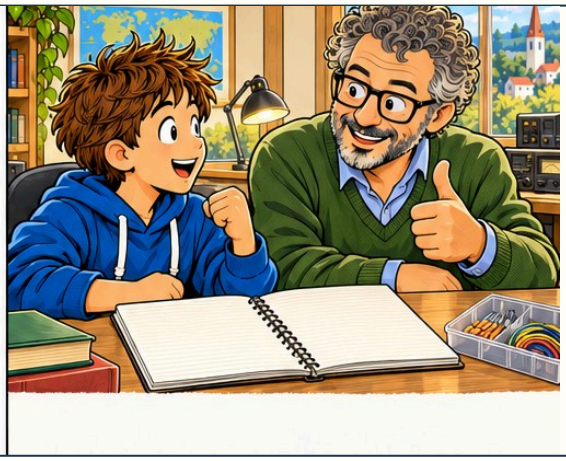
"Kan den prata med en annan station?" Henri ler: "Låt oss börja med ett ljud här i klubbrummet."



En morse-nyckel väntar nära högtalaren. Deras utmaning: att bygga en enhet som hjälper besökarna att lära sig.



Lucas ritar en låda med tre kontroller: effekt, ton och volym. Projektet tar form.



"Tänk om det inte fungerar?" — "Vi kommer att lära oss hur man tar reda på varför. Det är en del av äventyret!"

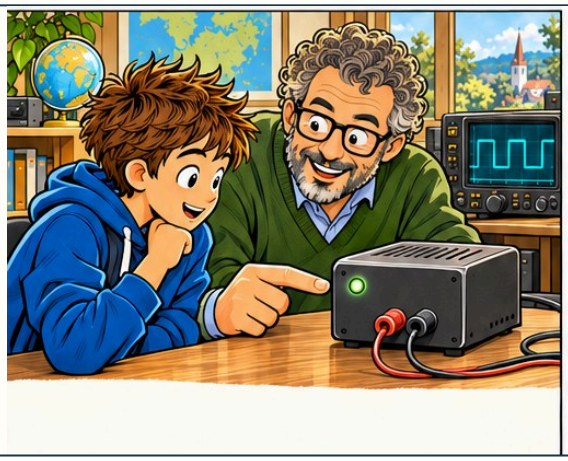
Projektets önskelista



Lucas vill ha ett behagligt ljud, en lättanvänd knapp och tillräckligt med volym för ett litet verkstadsbord.



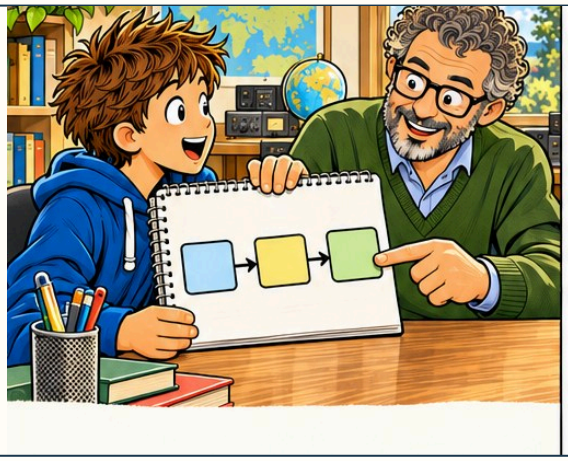
"Och inget behov av en antenn," tillägger Henri. Deras enhet kommer att vara en sund Morse-tränare, utan radiostrålar.



De väljer en 5 V reglerad strömförsörjning och begränsar strömmen under de första testerna.



Henri rensar ett arbetsområde. Elektroniska komponenter och verktyg har var sin plats.



I notebook-datorn separerar Lucas tre funktioner: att producera tonen, kontrollera den och förstärka den.



"Vi kommer att testa varje funktion", bestämmer han. För att få hela enheten att fungera kommer de att gå vidare i små steg.

Lär känna 555



Henri öppnar tillverkarens datablad: "Ett bekant namn ersätter inte dokumentationen för den faktiska komponenten."



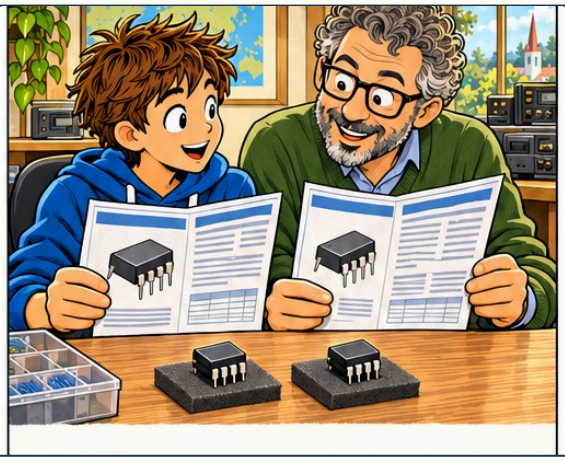
NE555 är en bipolär timer. Motstånd och en kondensator ger den dess rytm.



Den kan producera en puls, oscillera eller hålla ett tillstånd, beroende på dess krets. Lucas utför dessa tre funktioner.



"Så den gör allt?" — "Det är väldigt användbart, men det har också spännings- och strömgränser."



De verifierar att deras referens fungerar på 5 V. En närliggande CMOS-version har inte nödvändigtvis samma gränser.



Lucas lagrar databladet med komponenterna: "Detta hör hemma i vår verktygslåda."

Åtta stift, en läsriktning



Innan de kopplar in något tittar de på det åttastiftiga DIP-paketet, sett uppifrån.



Med skåran överst, stift 1 är uppe till vänster; en liten prick kan också identifiera den.



Till vänster, räkna ner från 1 till 4. Till höger, räkna upp från 5 till 8: numreringen löper runt paketet.



"Om jag vänder på den stämmer inte min teckning längre!" Lucas jämför komponenten med ovanifrån igen.



Henri ber honom att rita fyra stift på varje sida, sedan skåran. De har inte kopplat något ännu.

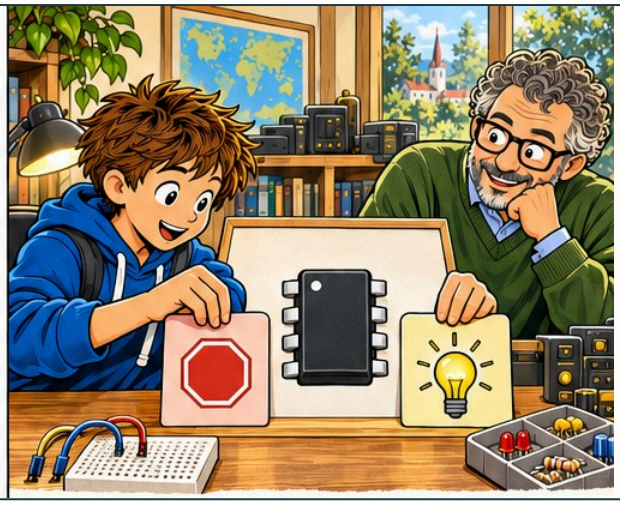


De håller denna markering synlig på den bärbara datorn och kontrollerar markeringen innan du placerar komponenten.

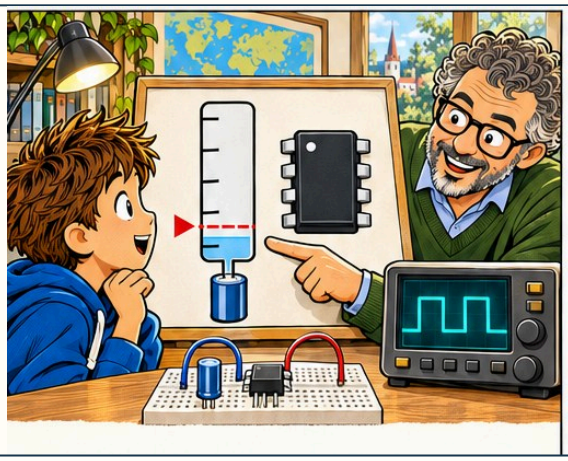
En roll för varje pin



Lucas identifierar funktionerna: 1, jord; 8, positiv tillförsel. Dessa två stift driver kretsen.



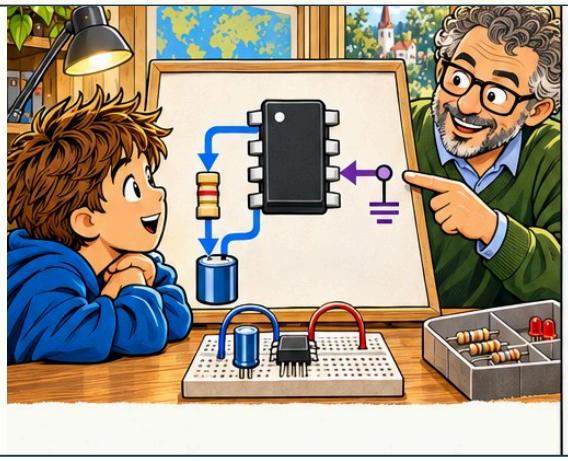
Pin 3 är utgången. Stift 4, RESET, tvingar kretsen till återställning när den hålls låg.



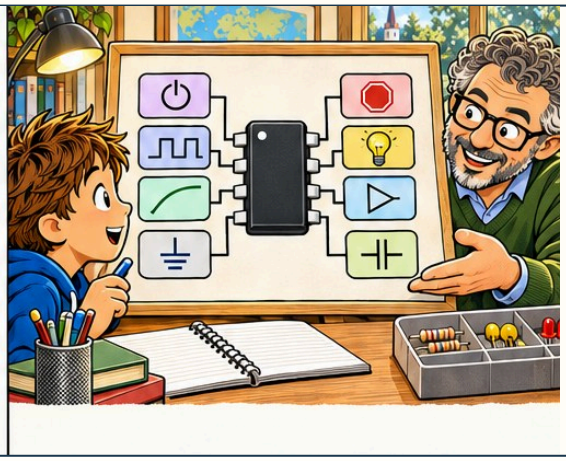
Pin 2, TRIG, känner av en spänning som faller under cirka en tredjedel av matningsspänningen.



Pin 6, THRES, övervakar den övre tröskeln, cirka två tredjedelar av matningsspänningen i den vanliga kretsen.



Stift 7, DISCH, används för att ladda ur kondensatorn. Pin 5, CONT, ger åtkomst till den interna referensen.

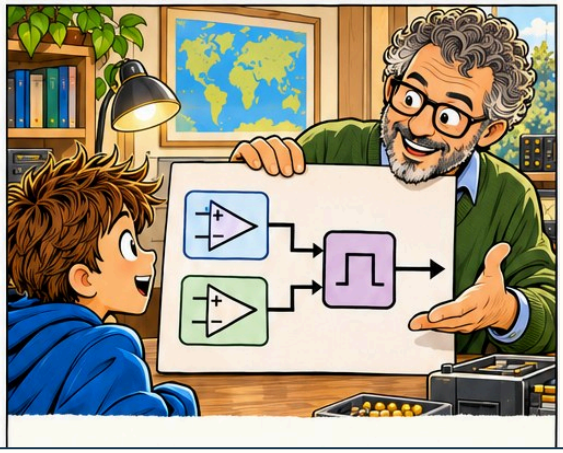


"Åtta olika roller, inte åtta utbytbara terminaler!" Lucas matchar varje funktion till ritningen.

Ett litet team inuti



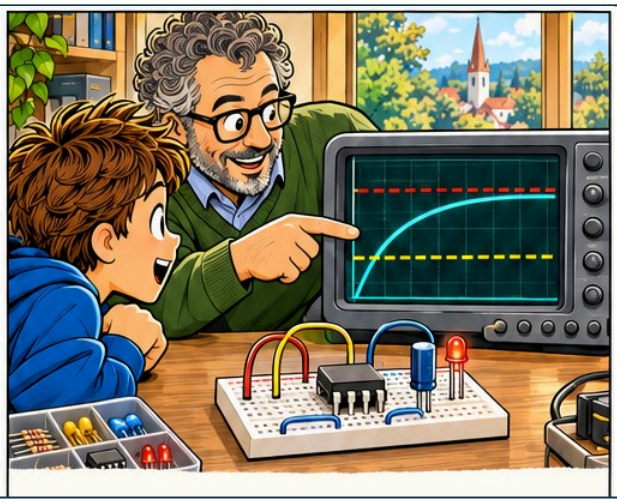
Henri ritar två komparatorer: var och en jämför en spänning med en referens.



En intern spärr kommer ihåg det senaste kommandot. Utgången och urladdningstransistorn följer detta tillstånd.



"En startar det, den andra stoppar det?" — "Det är en användbar bild, förutsatt att vi respekterar deras driftsvillkor."



I den vanliga kretsen är de interna referenserna nära VCC/3 och 2VCC/3.



RESET kan tvinga fram en återställning. Lucas förstår varför denna ingång inte får lämnas flytande.



Han följer pilarna med sin penna: mät, bestäm, kom ihåg, agera. Paketet blir mindre mystiskt.

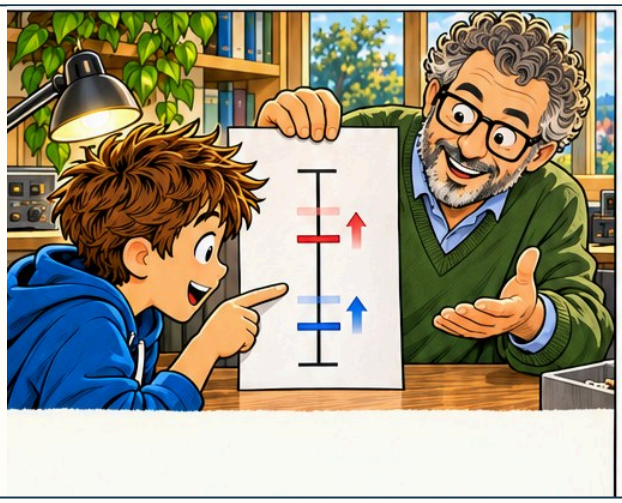
En tredjedel och två tredjedelar



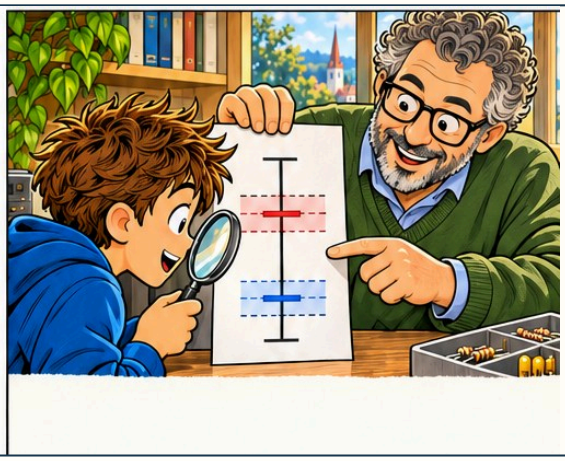
Med VCC = 5 V blir de teoretiska riktmärkena ungefär 1,67 V och 3,33 V.



"Så det här är inte två fasta spänningar för alla strömförsörjningar," noterar Lucas.



Henri varierar en pappersmätare: de två märkena följer matningsspänningen.



Faktiska värden har toleranser. Det tekniska bladet anger förutsättningarna och eventuella avvikelser.



Kondensatorspänningen kommer att stiga och falla mellan dessa nivåer. Denna resa bestämmer ett tidsintervall.



Lucas ritar en liten elektrisk sving: "Kanske är en rytm en berättelse om trösklar."

En plan före sladdarna



"Ska vi koppla ihop det?" Henri lägger först ner ett ark: "Låt oss bestämma vad varje tråd måste ansluta."



De väljer en astabil krets: den svänger av sig själv så länge som RESET tillåter det.



Två motstånd, RA och RB, och en kondensator C kommer ungefär att ställa in oscillationsfrekvensen.



En indikatorlampa visar först aktivitet. Ljudet kommer efter kontrollerna.



Lucas ritar tidskretsen och den framtida ljudkedjan separat. Han lämnar utrymme för mätningar.



"Vi kommer att ha en plan att bygga utifrån och sedan kolla upp den med nya ögon", säger han när han förbereder anteckningsboken.

Fem volt väl förberedd



De använder en reglerad, isolerad 5 V-matning, justerad och kontrollerad innan kretsen ansluts.



Strömbegränsaren sätts lågt för det första testet och anpassas sedan till kretsen enligt instruktionerna.



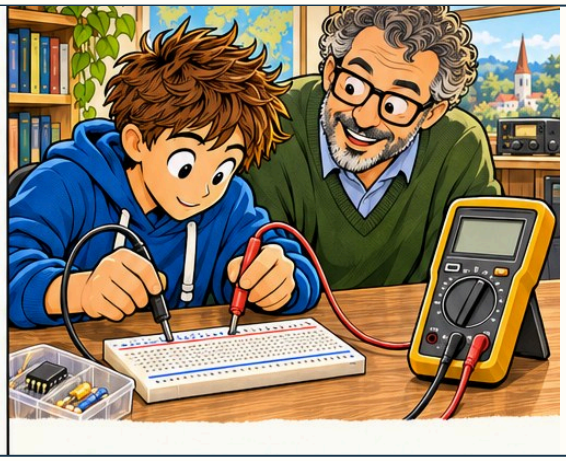
Den positiva ledningen ansluts till +5 V matarskena; returledningen ansluts till kretsjord. Lucas kontrollerar polariteten.



"Ett batteri är inte automatiskt en lämplig källa för 5 V," påminner Henri honom och pekar på deras etiketter.



De kopplar bort strömförsörjningen före eventuella ledningsarbeten. Ingenting i denna verkstad ansluter direkt till elnätet.



Lucas mäter de olastade matningsskenorna med multimetern, stänger sedan av strömmen innan du fortsätter.

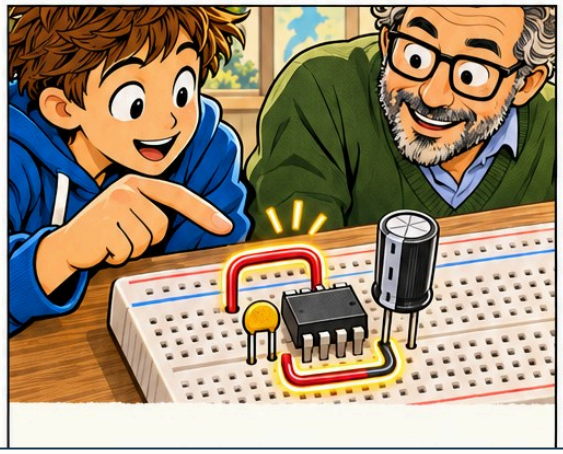
En lokal energireserv



Henri placerar 100 nF mellan stiften 8 och 1, med korta anslutningar, så nära NE555 som möjligt.



En 10 µF kondensator fullbordar frånkopplingen mellan +5 V och jord; dess polaritet respekteras.



555-utgången kan orsaka korta strömspikar. Dessa lokala energireserver hjälper till att stabilisera strömförsörjningen.



Pin 5 tar emot 10 nF till jord i denna krets. Denna kondensator ställer inte in huvudtonen.



"Två små kondensatorer, två olika uppgifter", konstaterar Lucas, som särskiljer dem i sin ritning.



De kontrollerar värdena igen. Enbart goda avsikter kan inte kompensera för en mycket lång strömkabel.

Att välja rätt komponenter



Lucas väljer komponenterna RA = 10 kΩ, RB = 100 kΩ och C = 10 nF. Dessa värden ger en initial ton.



För tidskondensatorn väljer de en lämplig, stabil komponent med hjälp av dess datablad.



En LED kommer att ha ett seriemotstånd av 2,2 kΩ. Henri kommer inte att ansluta den direkt mellan utgång och jord.



Högtalaren ligger kvar i väskan: en lämplig ljudförstärkarkrets kommer att behövas för att driva den.



De förbereder en potentiometer, korta ledningar och morse-nyckeln. Varje värde hamnar i komponentlistan.



"En låda med komponenter är inte en krets ännu," skrattar Lucas. Planen visar hur man kopplar dem.

Färger berättar ett värde



Lucas läser av färgbanden och mäter sedan motstånden ur kretsen med en multimeter.



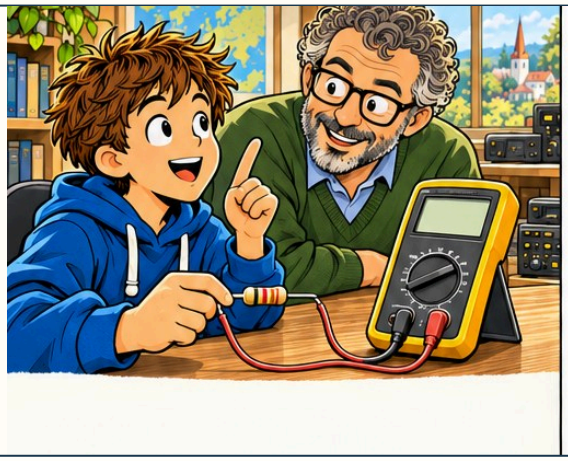
10 kΩ är 10 000 Ω; 100 kΩ är 100 000 Ω. En bortglömd nolla skulle förändra tonen mycket.



Det slutliga bandet kan ange tolerans. Ett nominellt värde lovar inte ett exakt matchande mått.



"Den här är inte ett 100 Ω-motstånd!" Han returnerar den liknande komponenten till dess fack.



Henri låter honom ange värdet innan han tittar på multimetern. Instrumentet bekräftar hans resonemang.



Lucas fäster ett litet värdekort på sin lödfria brödbräda. Han har precis förhindrat sitt första fel.

Tio nanofarader, inte tio mikrofarader



På tidskondensatorn hittar Lucas koden 103: 10 000 pF eller 10 nF.



10 nF är lika med 0,01 µF. En 10 µF kondensator skulle vara tusen gånger större.



"Då skulle vår visselpipa bli en väldigt långsam rytm!" Henri uppskattar denna förutsägelse.



10 nF-kondensatorn som väljs här är opolariserad. 10 µF reservoarkondensator måste vara försedd med korrekt polaritet.



De jämför markeringarna med komponentdatabladen. Enbart utseende räcker inte.



Lucas skriver enheten bredvid varje nummer: "Små bokstäver kan göra stor skillnad."

Breadboardens dolda anslutningar



Innan du sätter in 555, markerar de de interna anslutningarna för den lödfria brödbrädan med multimetern.



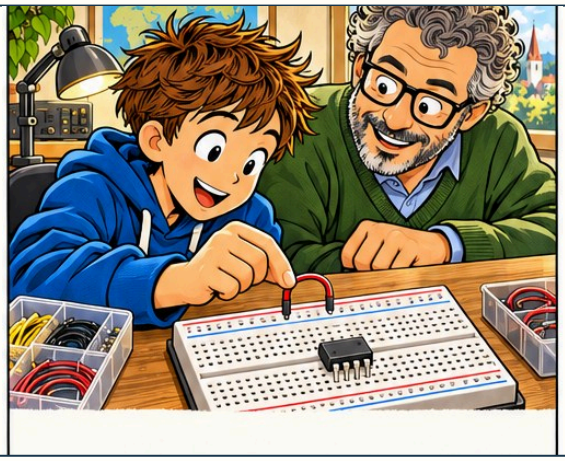
Förpackningen går över det centrala gapet: dess två rader av stift förblir elektriskt åtskilda.



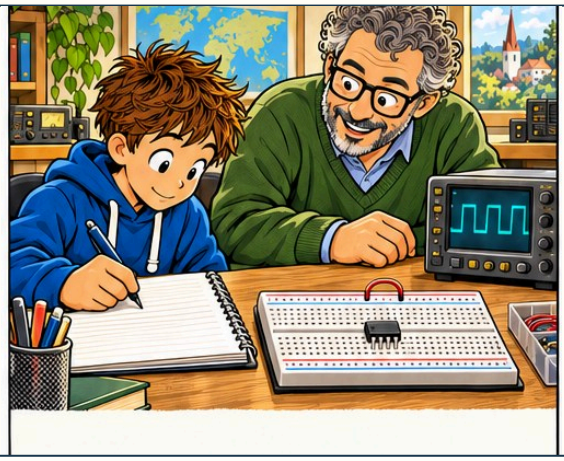
De små grupperna av hål ansluter i en viss riktning. Lucas testar istället för att gissa.



Vissa matningsskenor har ett avbrott i mitten; de kontrollerar sin egen lödtavla.



En kort bygelkabel kommer att ansluta de nödvändiga segmenten. Ingen ledning får ersätta en komponent av misstag.



Henri vänder ritningen för att matcha den lödfria brödbrädans orientering. Lucas kontrollerar en anslutning i taget.

Den första kabeldragningen



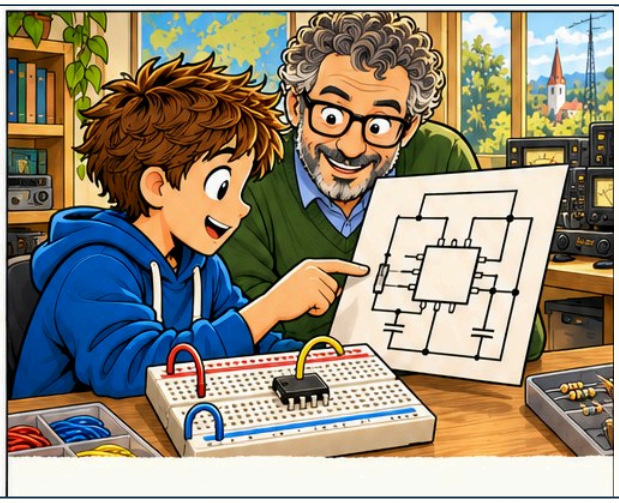
Med strömmen avstängd ansluter de stift 1 till jord och stift 8 till +5 V.



För detta första kontinuerliga test ansluts stift 4, RESET till +5 V. Ingången har nu ett definierat tillstånd.



100 nF ansluter 8 till 1; 10 µF frikopplar skenorna; 10 nF-kondensatorn på stift 5 ansluts till jord.



Lucas kontrollerar varje anslutning på planen, utan att ansluta tidsmotstånden ännu.



De kontrollerar skåran, skenorna och frånvaron av kortslutning mellan matning och jord.



"Hjärtat i tidskretsen saknas fortfarande", meddelar Henri. Lucas förbereder kondensator C.

En blygsam indikator



Utgången 3 kommer att ansluta till ett motstånd av 2,2 kΩ, sedan LED anoden; dess katod går till jord.



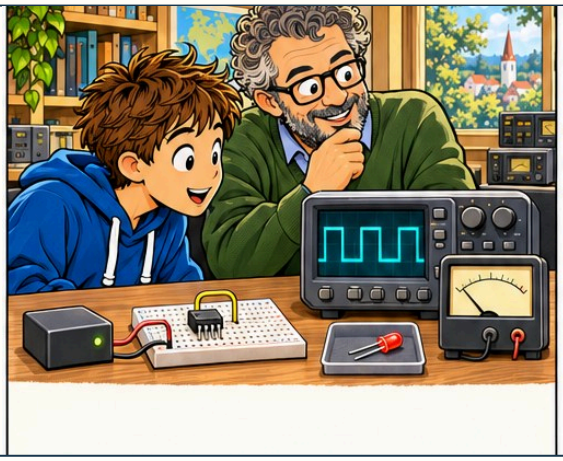
Henri hjälper till att identifiera anoden och katoden med hjälp av LED datablad och sedan multimeterns diodläge.



"Med ungefär 2 V i LED, skulle även 5 V vid utgången begränsa strömmen till ungefär 1,4 mA."



Den faktiska utsignalen från den bipolära NE555 går inte nödvändigtvis hela vägen till den positiva skenan. Strömmen kan vara lägre.



Denna LED är en indikator, inte en tung last. De lämnar exakta mätningar till multimetern och oscilloskopet.



Lucas lämnar LED synlig vid den lödfria brödbrädans kant. Det kommer att hjälpa honom att förstå vad resultatet gör.

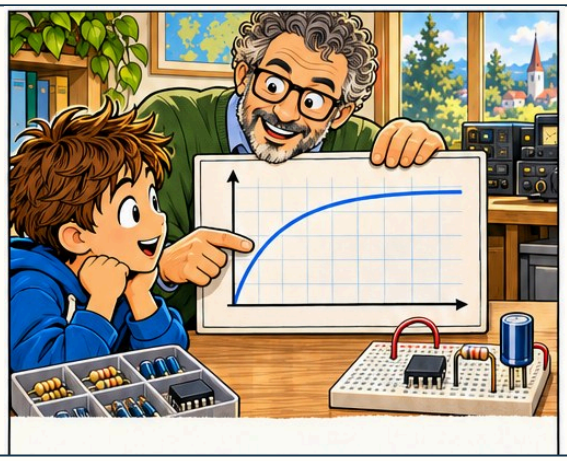
En svamp för tiden



Henri jämför kondensatorn med en liten reservoar som fylls genom ett motstånd.



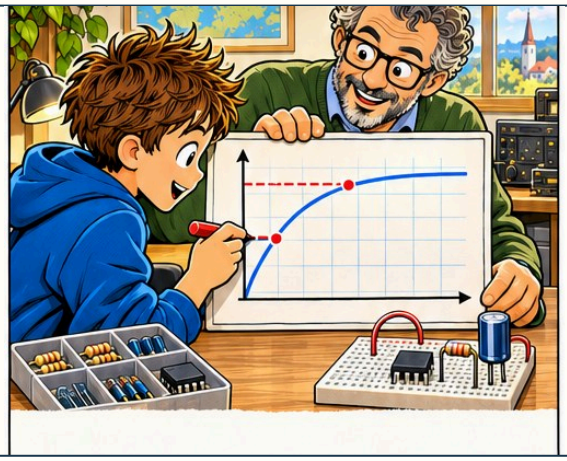
Ju större motstånd desto långsammare laddning. Ju större C är, desto mer laddning krävs.



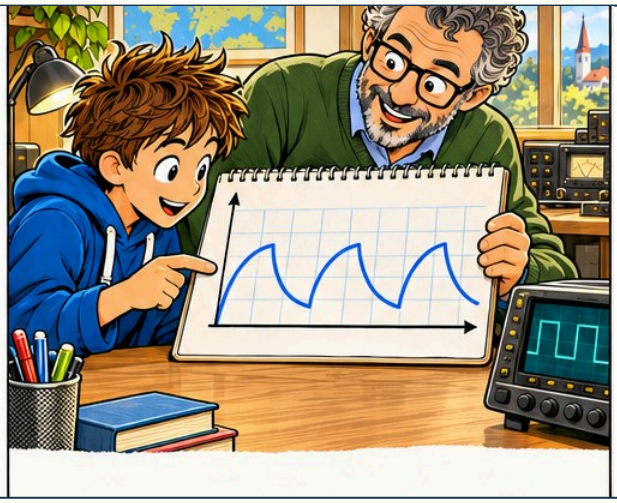
Spänningen stiger inte i en rät linje: laddningskurvan böjer sig mot matningsspänningen.



"Och hur töms det?" Henri visar utloppsvägen som styrs av stift 7.



Lucas kopplar denna kurva till de två tröskelvärdena. 555 väntar inte tills kondensatorn är helt full.



Han förutspår en uppgång, ett fall och sedan en ny uppgång. Deras rytm börjar ta form.

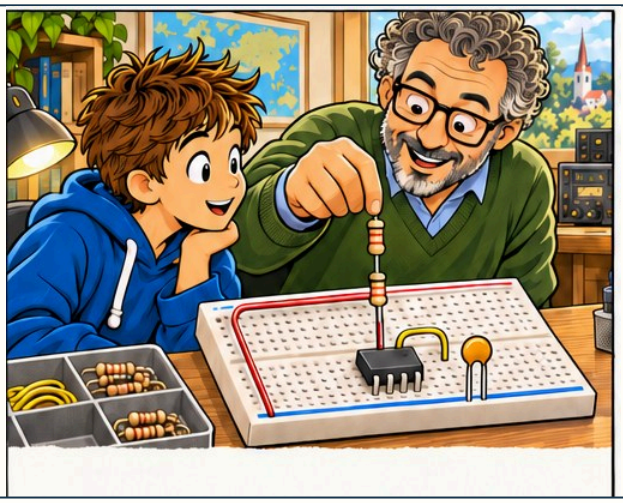
Den upprepande kretsen



De kopplar ihop stiften 2 och 6. Denna gemensamma nod ansluter till en terminal av C = 10 nF.



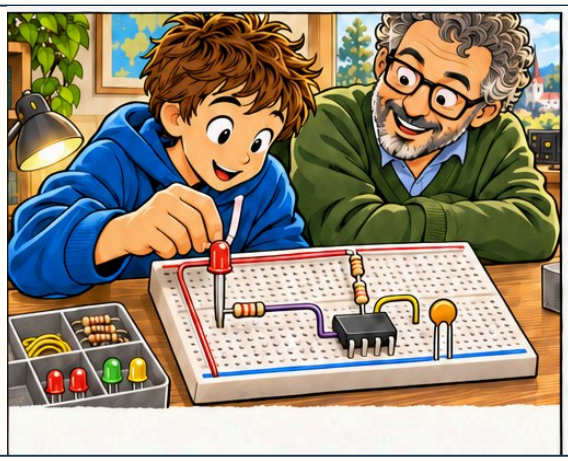
Den andra terminalen på C ansluts till jord. De två komparatorerna övervakar kondensatorspänningen.



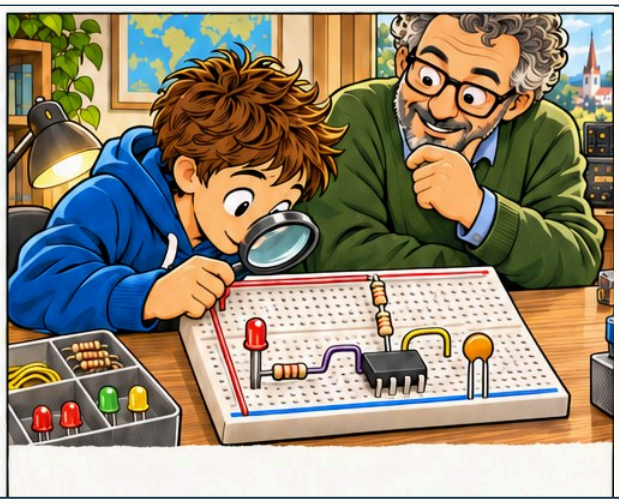
RA = 10 kΩ ansluter +5 V till stift 7. RB = 100 kΩ ansluter stift 7 till noden 2–6.



"Genom RA sedan RB för att ladda; genom RB för att ladda ur," sammanfattar Henri och spårar ledningarna på planen.



Utgången 3 förblir reserverad för indikatorn och mätningarna. Den ansluts inte direkt till kondensator C.

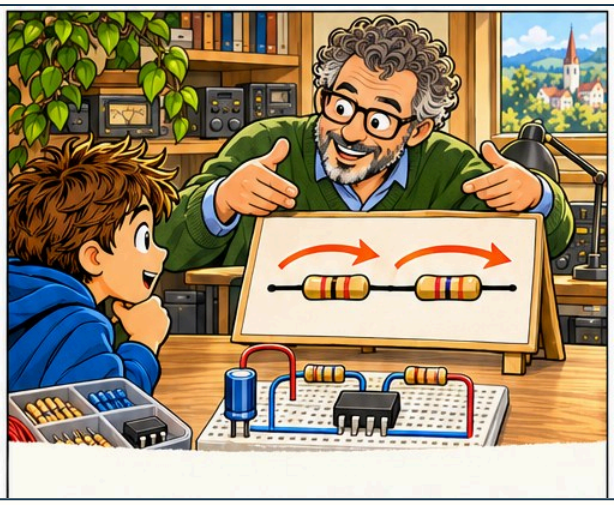


Lucas granskar hela kedjan. Varje tråd hittar sin plats innan den första uppstarten.

Laddning startar cykeln



Vid uppstart har C liten laddning. En spänning under den nedre tröskeln ger normalt en hög uteffekt.



Den interna urladdningstransistorn är då avstängd. C laddar genom RA och RB.



Dess spänning passerar ungefär en tredjedel av VCC och fortsätter att stiga. Det interna minnet behåller sitt tillstånd.



"Den ändrar sig inte i varje ögonblick!" Lucas följer kurvan mot den övre tröskeln.



När spänningen når ungefär två tredjedelar av VCC orsakar tröskelvärdesjämföraren omkoppling.

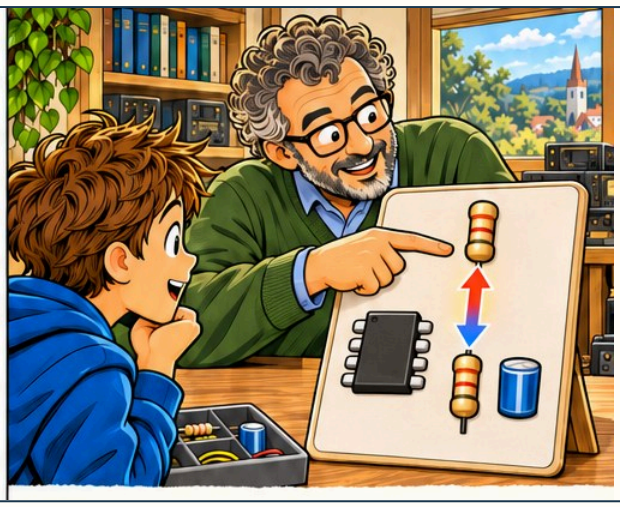


Utgången blir låg och urladdningsbanan börjar leda. Resans andra halva börjar.

Urladdning stänger slingan



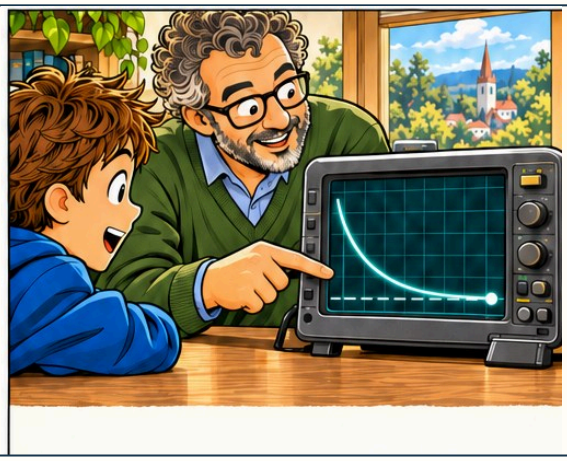
Kondensatorn laddas nu ur genom RB och den interna transistorn ansluten till stift 7.



RA begränsar strömmen mellan +5 V och stift 7 när den dras nära jord.



"Så definitivt inte en enkel tråd i stället för RA!" Lucas understryker denna begränsning.



Genom att återgå under ungefär en tredjedel av VCC utlöser spänningen C en ny start.



Utspänningen blir hög, urladdningen stannar och C laddas igen mot den övre tröskeln. Cykeln upprepas.

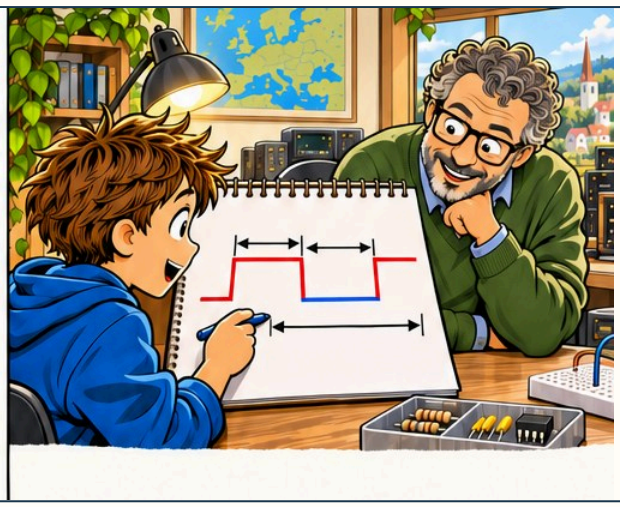


Vid utgången, en rektangulär vågform; över C, böjda stigningar och fall. Två former för samma rytm.

Tre tidsformler



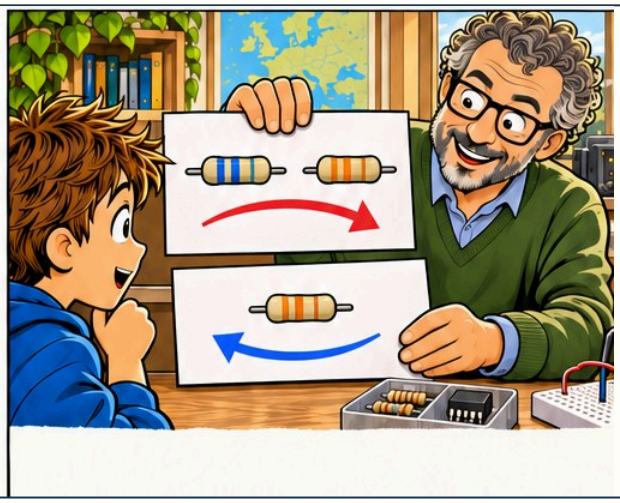
Henri skriver uppskattningarna: tH = 0,693 × (RA + RB) × C; tL = 0,693 × RB × C.



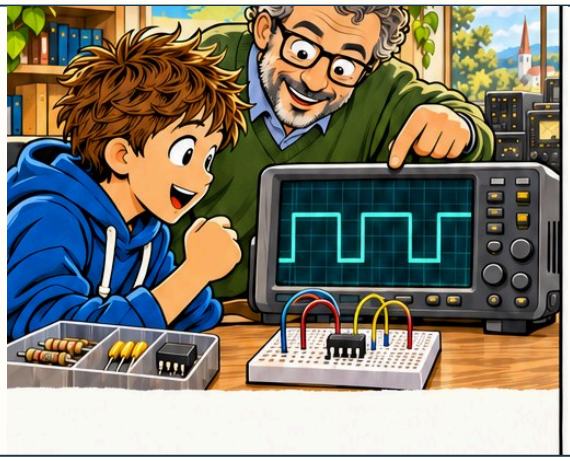
Längden på en cykel är T = tH + tL. Svängningsfrekvensen är f = 1/T.



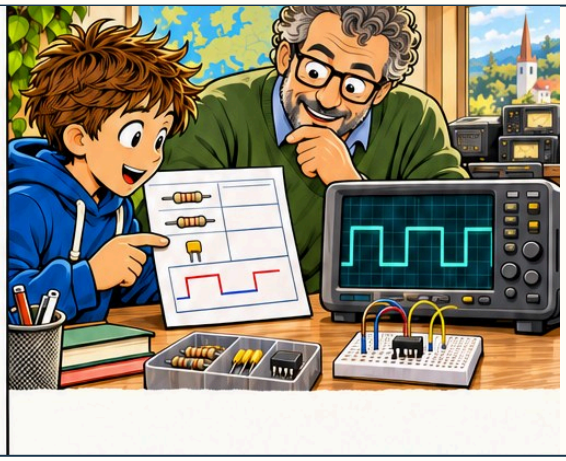
Vi använder även f ≈ 1,44 / [(RA + 2RB) × C]. Motstånden är i ohm, C i farad.



"Varför dubbel RB?" Lucas finner RB i laddning och urladdning.



I denna klassiska astabila krets överstiger det höga intervallet det låga intervallet: det är inte exakt 50 %.



Beräkningen förutsäger den nominella operationen. Toleranser och faktiska kretsar avgör mätningen.

En ton nära 700 hertz



För RA = 10 kΩ, RB = 100 kΩ och C = 10 nF, hittar de tH ≈ 0,762 ms.



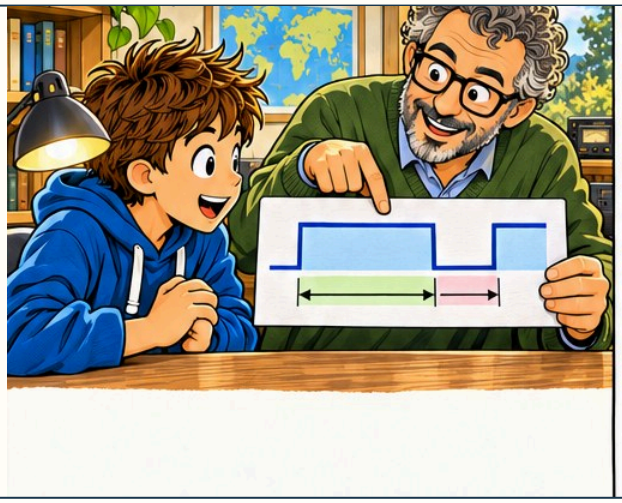
Det låga intervallet är ungefär 0,693 ms. Perioden är därför nära 1,46 ms.



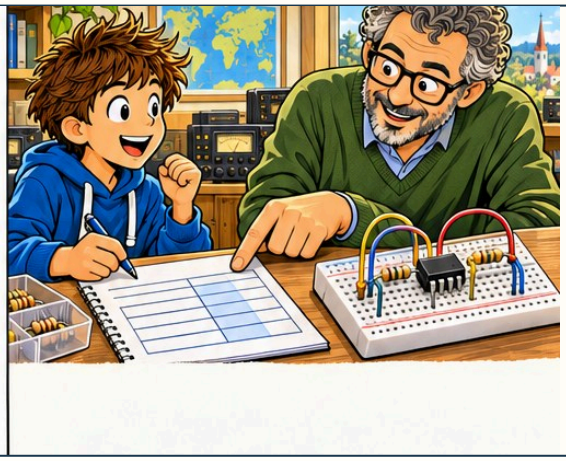
Formeln med 1,44 ger ungefär 686 Hz; med de avrundade tidkoefficienterna, ungefär 687 Hz: liknande resultat.



"Vi hade siktat på runt 700 Hz, inte en garanterad ljudton till närmaste hertz", minns Henri.



Den nominella arbetscykeln är (RA + RB)/(RA + 2RB), eller ungefär 52,4 %.



Lucas håller enheterna och avrundningen synliga. Han kommer att jämföra denna förutsägelse med den faktiska kretsen.

Första uppstarten



De installerar verktygen, kontrollerar planen igen och slår på strömmen med den planerade strömbegränsningen.



Indikatorlampan ser ut att lysa konstant: nära 700 Hz kan ögat inte urskilja varje puls.



"Det blinkar inte!" — "Ditt öga är långsammare än den här kretsen. Låt oss leta efter andra bevis."



Henri ansluter sondens jord till monteringsjorden på denna verifierade isolerade strömkälla.

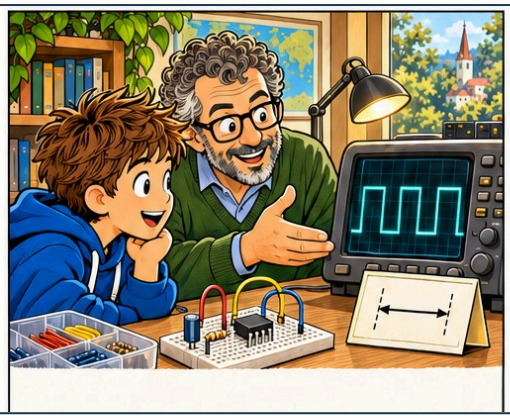


Sondspetsen går till utgången 3. Oscilloskopet visar rektangulära pulser: oscillatorn fungerar.



Lucas ler: "Ljuset gav mig en ledtråd, men inte hela svaret."

Observera två olika spänningar



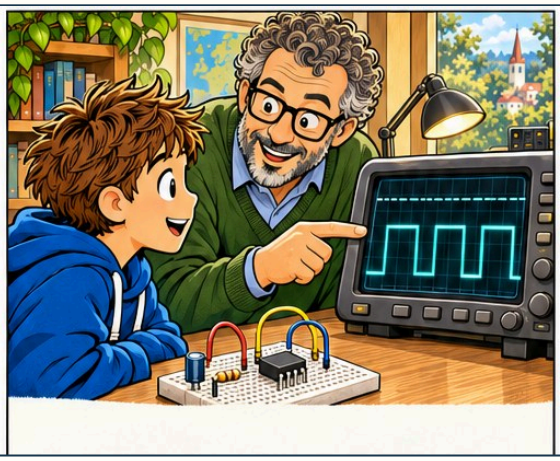
Vid utgång 3 observerar de de höga och låga intervallen. Den uppmätta oscillationsfrekvensen förblir nära beräkningen.



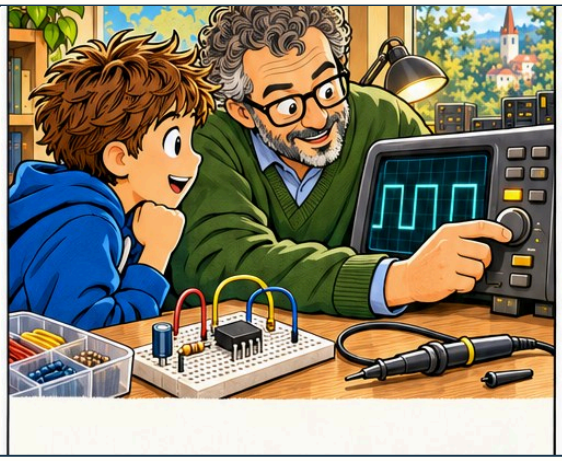
På kondensator C stiger och faller spänningen mellan de två förväntade tröskelvärdena.



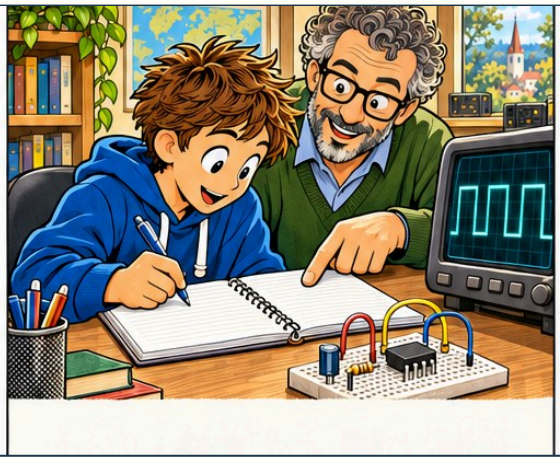
De två spåren är olika. Lucas kontrollerar alltid vilken punkt hans sond mäter.



Den bipolära utgången når inte nödvändigtvis 5 V under belastning. De undviker förvirrande logiknivå och perfekt spänning.



Sonden och instrumentet kan påverka spänningen som mäts; Henri väljer lämpliga mätinställningar.



Anteckningsboken rymmer en separat prognos och observation. Inget observerat värde är uppfunnit i förväg.

Varför mätning skiljer sig från beräkning



"Jag förväntade mig exakt den beräknade svängningsfrekvensen!" Henri påpekar toleranserna för motstånd och kondensator.



Ett lite större C saktar ner svängningen. Komponentfel kan kombineras.



Tröskelvärden, läckage och temperatur lägger till sina effekter. Formlerna förblir användbara approximationer.



När strömmen är avstängd ändrar de en parameter i taget och slår sedan på igen för att mäta.



Lucas jämför två identifierade kondensatorer. Han beskriver den observerade trenden utan att göra anspråk på fiktiv precision.



"Att förstå gapet är bättre än att korrigera ett slumpmässigt tal", avslutar han och stänger anteckningsboken.

En ratt för att välja ton



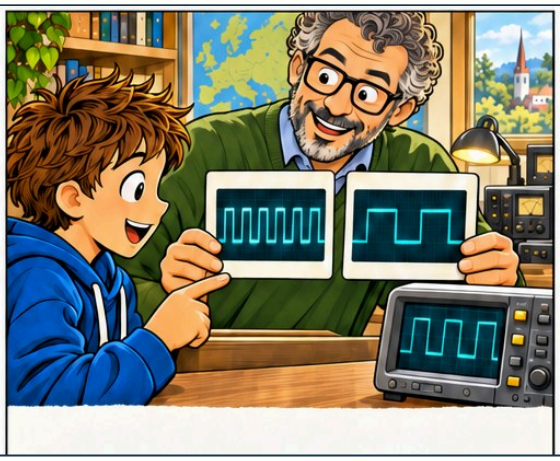
För att justera tonen byter de ut RB mot 47 kΩ i serie med en potentiometer på 100 kΩ.



Potentiometerns skjutreglage ansluts till ändterminalen som används: potentiometern är kopplad som ett variabelt motstånd.



Det fasta motståndet hos 47 kΩ upprätthåller ett minimalt motstånd. RA är kvar på 10 kΩ.



Med C = 10 nF sträcker sig den nominella oscillationsfrekvensen ungefär från 474 Hz till 1 385 Hz.



"En användbar inställning, inte en magisk knapp." De kapade strömmen för att byta ledningar.



Efter att ha slagits på igen väljer Lucas en behaglig ton. Han markerar en startinställning på frontpanelen.

Sedan plötsligt ingen mer rytm



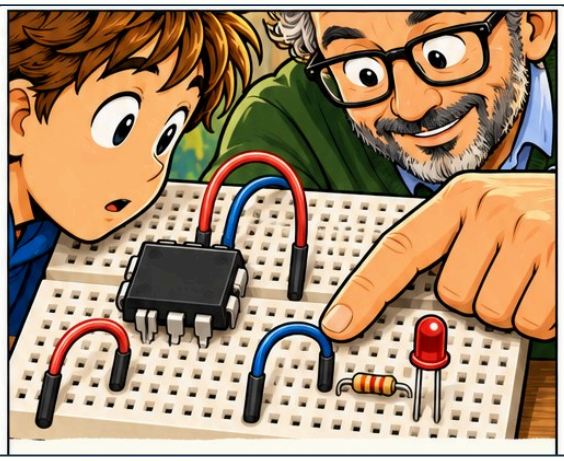
När Lucas flyttar den lödfria bryggbrädan försvinner vågformen från oscilloskopet. Indikatorn förblir släckt.



"Är 555 död?" Henri föreslår att man börjar med vad de kan observera.



De stänger av strömmen och jämför själva kabeldragningen med deras plan, utan att slumpmässigt byta ut delar.



En bygeltråd har glidit en rad för långt. Pin 4 är inte längre ansluten till den avsedda höga nivån.



Lucas ser kopplingen mellan RESET och utgången: en odefinierad ingång kan stoppa kretsen att fungera.



De fixar anslutningen och förbereder sig för ett nytt test. Uppdelningen har äntligen en verifierbar förklaring.

Felsökning i rätt ordning



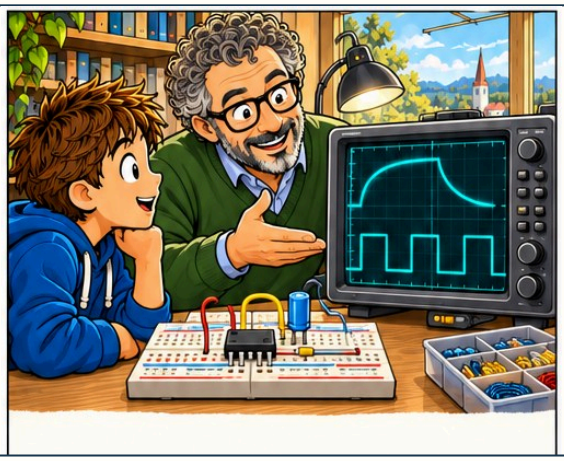
Henri föreslår en rutin: tillförsel, jord, paketorientering, RESET, tidskomponenter och utgång.



Lucas kontrollerar först spänningen mellan 8 och 1. En mätning någon annanstans kan dölja en dålig anslutning.



De inspekterar delade skenor, lösa trådar och läget för varje stift.



När de väl observerar spänningen över C kan de bättre se om felet är i oscillatorn eller i ett senare skede.

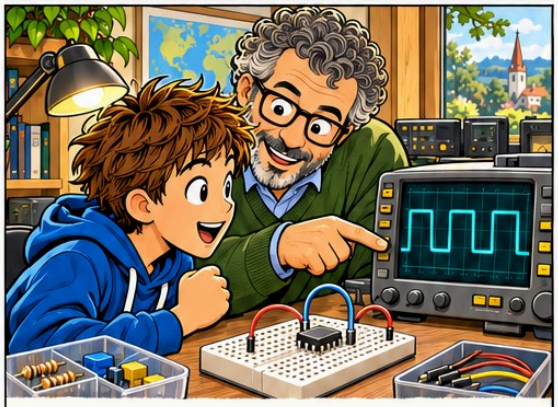


Anslutningar korrigeras när strömmen stängs av. Mätningar förbereds innan strömmen återställs.



Lucas ritar en diagnostisk väg: varje fråga måste minska antalet möjliga orsaker.

Ett fel blir en läxa



Efter korrigeringen har stift 4 sin definierade nivå. Kretsen producerar rektangulära pulser igen.



"Vi hade en hypotes, en kontroll och en reparation", sammanfattar Lucas. Henri låter honom förklara.



De drar försiktigt i bygelkablarna, med strömmen avstängd, för att identifiera lösa anslutningar.



Lucas lagrar för långa ledningar och frigör tillgång till mätpunkter.



Anteckningsboken registrerar haveriet och dess orsak. En besökare kommer att kunna lära sig av denna incident utan att upprepa den.



Rytmen är tillbaka. Nu måste de göra det hörbart utan att be NE555 driva högtalaren direkt.

En högtalare är inte en LED



Lucas flyttar högtalaren mot utgången 3. Henri stoppar honom försiktigt: "Låt oss kontrollera belastningen den ger."



En liten lågimpedanshögtalare behöver ström som denna krets inte ska leverera direkt.



NE555 ställer in rytmen här; en ljudförstärkarmodul som är kompatibel med 5 V levererar ljudenergin.



De väljer en modul vars ingång accepterar denna signal efter koppling och justering av nivån, enligt dess instruktioner.



Högtalaren ansluts till terminalerna som tillhandahålls av modulen. Vissa utgångar får inte vara jordade.

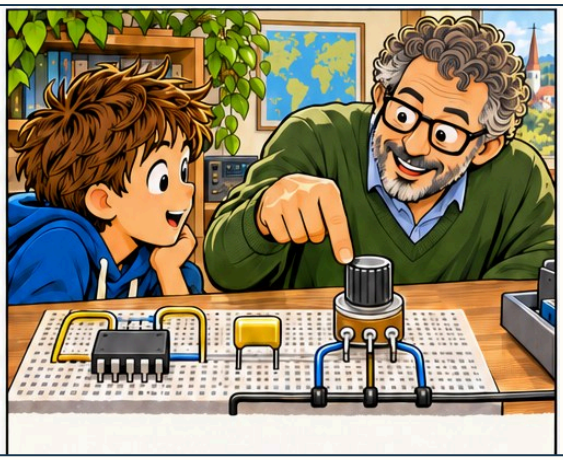


Lucas omdesignar tre block: oscillator, nivåjustering, förstärkare. Varje element har sin uppgift.

Ljudets väg



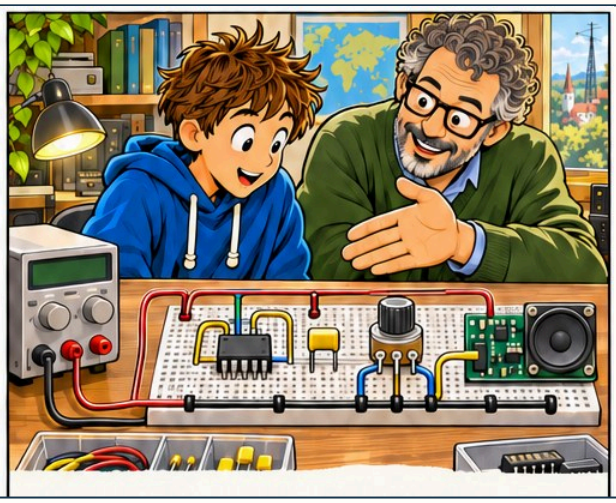
Med strömmen avstängd ansluts utgången 3 till en opolariserad 100 nF-kopplingskondensator.



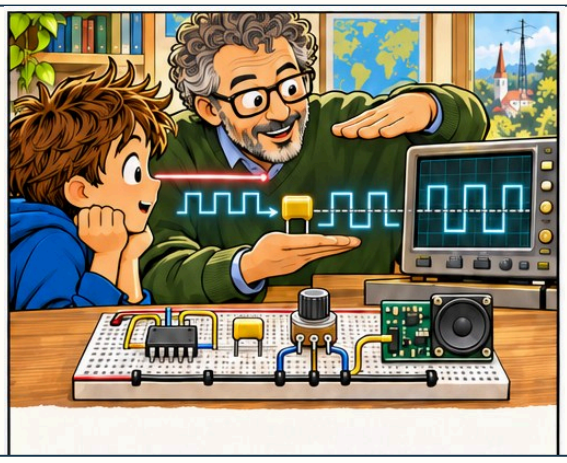
Den andra terminalen ansluts till toppen av en 47 kΩ potentiometer; dess botten ansluter till gemensam jord.



Potentiometerreglaget ansluts till högimpedansingången på den valda ljudmodulen. Dess instruktioner bekräftar denna anslutning.



Modulen och NE555 delar jord; modulen får sin kraft enligt dess dokumentation.



Kopplingskondensatorn blockerar utgångens DC-komponent samtidigt som ljudvariationer kan passera.



De ställer in volymen till ett minimum innan det första försöket. Lucas har ännu inte anslutit några hörlurar.

Äntligen det första ljudet



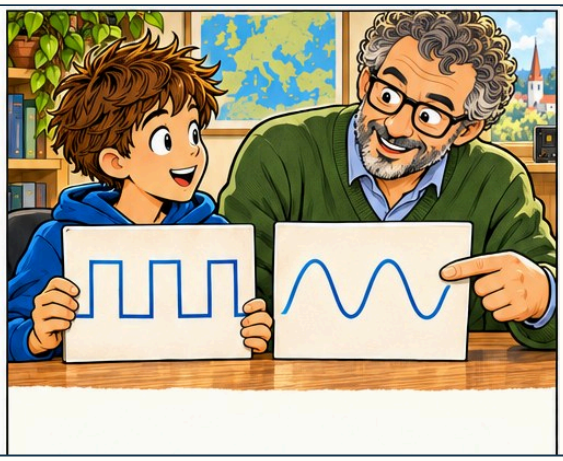
När strömmen slås på igen ökar Lucas långsamt volymen. En tydlig ljudton fyller det lilla hörnet av verkstaden.



"Det sjunger!" Henri ber honom att jämföra ljudet han hör med vågformen på oscilloskopet.



De justerar först oscillationsfrekvensen och sedan ljudnivån. Två knappar, två olika effekter.



Den rektangulära vågformen innehåller övertoner: den har inte klangfärgen som en ren sinusvåg.



Volymen förblir bekväm för bordet. De kopplar inte in hörlurar direkt till utgången på 555.



Lucas blundar ett ögonblick: den lilla kurvan på hans anteckningsbok har blivit en upplevelse som han hör.

Nyckeln måste styra ljudet



Ljudet är kontinuerligt. "Nyckeln måste aktivera den när den är nedtryckt", föreslår Lucas när han stänger av matningen.



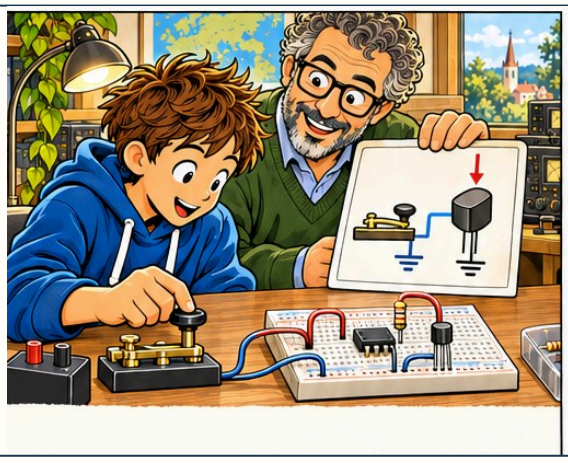
De tar bort direktanslutningen från RESET till +5 V. Ett motstånd av 4,7 kΩ ansluter nu RESET, stift 4, till +5 V.



En NPN 2N3904 har sin kollektor ansluten till RESET och dess emitter till jord; de kontrollerar dess faktiska pinout.



Ett 10 kΩ-motstånd ansluter basen till +5 V. I vila flyter ström genom NPN, som håller RESET låg: tystnad.



Nyckeln ansluter basen till jord: genom att trycka på den stängs NPN av; RESET går högt och tonen börjar.

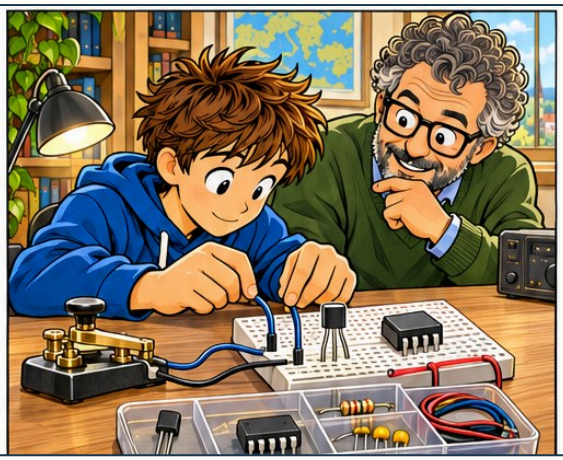


"Transistorn inverterar tangentkommandot!" De spårar båda tillstånden på diagrammet innan de testas.

Ett tryck, en ljudton



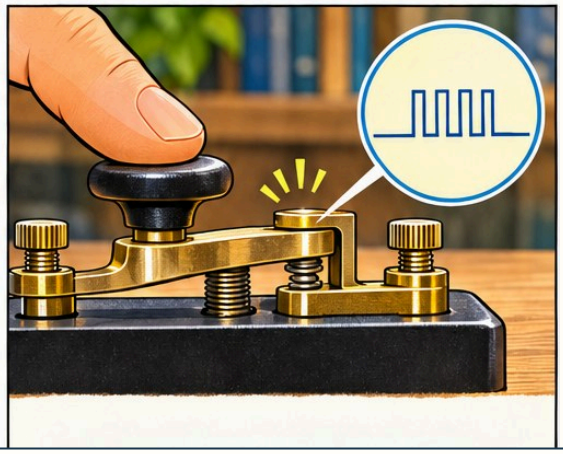
Nyckeln förblir isolerad från alla radiostationer. Dess två terminaler används endast för vår lågspänningskontroll.



En ledning går till NPN-basen, den andra till jord. Lucas kontrollerar plintarna och pull-up-motståndet.



De slår på: tystnad i vila. Lucas trycker på morsetangenten: tonen börjar. Han släpper nyckeln: den stannar.



"Det följer min rörelse!" Mekaniska kontakter kan ändå studsa och ge små klickningar.



Henri håller kablarna korta. Nyckelkabeln ska inte bli en stor slinga som tar upp störningar.

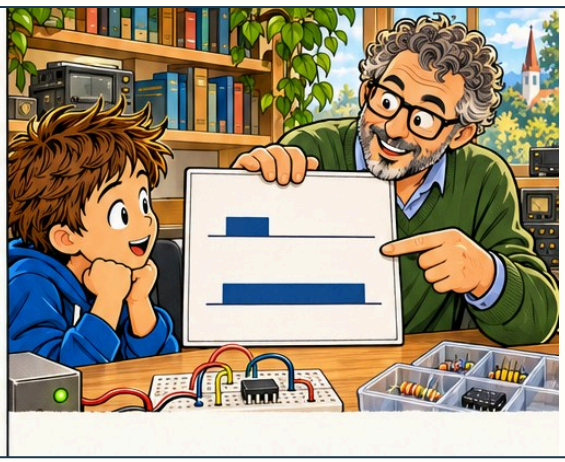


Lucas upprepar långsamt tre tryckningar. För första gången reagerar kretsen på hans finger.

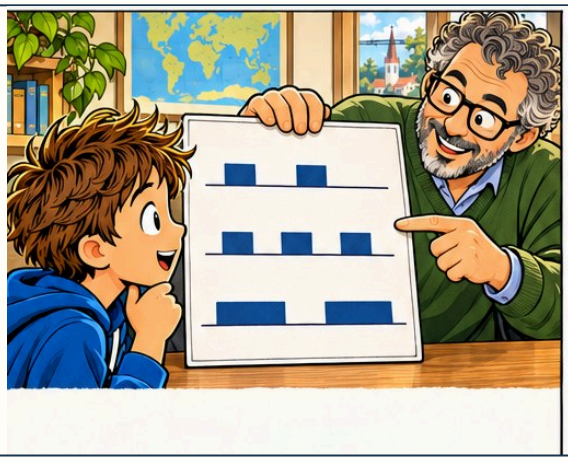
Morsekod är också tystnad



Lucas knackar för snabbt och blandar ihop allt. Henri föreslår att sakta ner och lyssna på mellanrummen.



En prick varar en enhet; ett streck varar tre. Lämna en enhet mellan element av samma karaktär.



Mellan två karaktärer är utrymmet värt tre enheter; mellan två ord, sju enheter i referensrytmen.



"Så tystnad är en del av budskapet!" Lucas ritar en remsa med ljud och pauser.



Henri väljer ett jämnt tempo istället för en hastighetstävling. Tränaren kan inte själv korrigera förarens rörelser.



De använder ett kort mönster. Den här gången hör Lucas var ett tecken slutar innan nästa börjar.

Att lära sig tillsammans



Henri spelar ett litet mönster; Lucas försöker reproducera det. De byter sedan roller.



Ett tveksamt svar framkallar ett leende, inte en dom. De letar efter passagen som har blivit missförstådd.



Lucas upptäcker att en förändring av tonen kan göra lyssnandet trevligare utan att ändra Morse-timingerna.



Volym ersätter inte uppmärksamhet eller läsbar rytm. De håller det tillräckligt lågt för att prata lugnt.



Anteckningsboken innehåller en kort session och pauser. Den öppna dagen ska uppmuntra besökarna att prova.

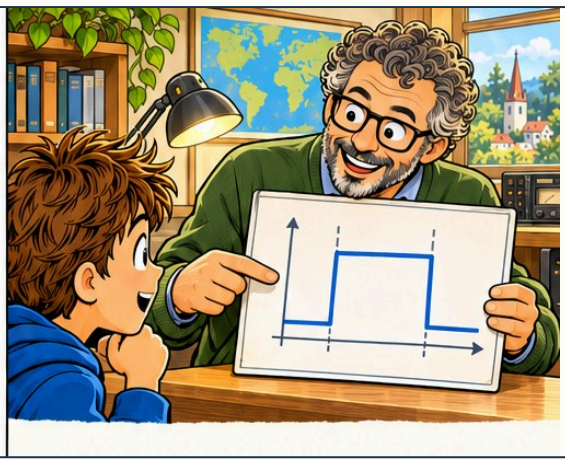


"Jag ska visa dig hur du lyssnar först," beslutar Lucas. Henri känner igen en läxa från deras första äventyr.

Ett litet klick mellan noterna



När ljudet börjar hör de ett litet klick. "Bytet är abrupt", förklarar Henri.



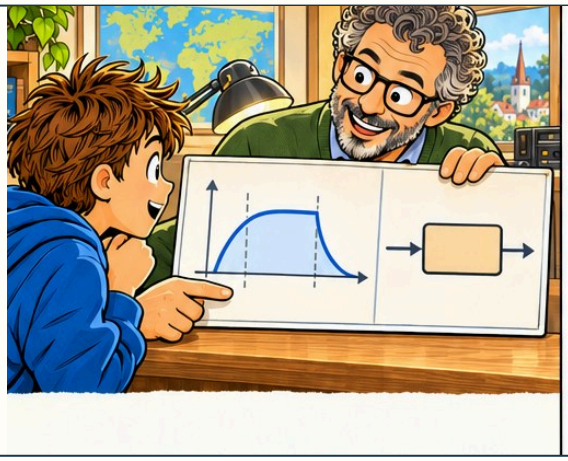
Signalen startar och stannar utan ett mjukat kuvert. Ljudkoppling tar inte bort alla dessa transienter.



Lucas kontrollerar också att modulen inte mättas: för hög nivå kan göra ljudet obehagligt.



De sänker nivån och observerar signalen. Att ändra flera saker samtidigt skulle förvirra diagnosen.



En progressiv kuvertkontroll skulle kräva ytterligare ett steg, studerat och testat separat.

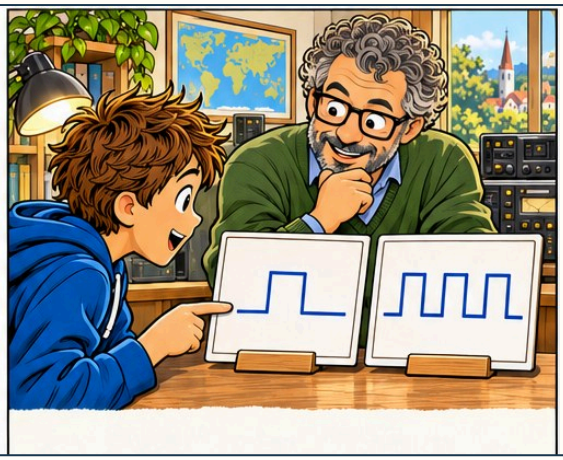


För den här tränaren använder de en bekväm miljö och rapporterar ärligt denna gräns i instruktionerna.

Ett andra experiment: en enda puls



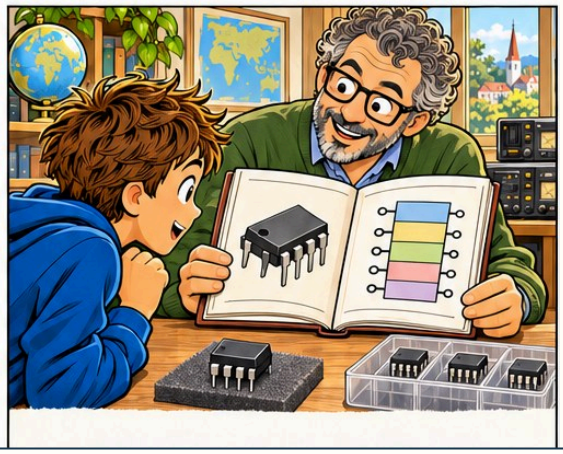
Lucas föreställer sig ett ljus som lyser en kort stund efter ett tryck. Henri föreslår en monostabil krets.



Till skillnad från astablen väntar den på en trigger, producerar en puls och återgår sedan till vila.



De förbereder ytterligare en lödbräda för att hålla Morse-tränaren intakt. De två experimenten kommer att förbli separata.



Samma NE555 kan utföra denna funktion med olika ledningar. Lucas tar ut sitt pinoutdiagram.



Den nominella varaktigheten beror huvudsakligen på ett motstånd R och en kondensator C: $T \approx 1{,}1 \times R \times C$.



"Kontinuerligt ljud eller ett enda intervall: samma paket, en annan historia!" Han förbereder ett nytt prov.

Det monostabila kretsschemat



På denna andra lödbräda: 1 till jord, 8 och 4 till +5 V; samma försiktighetsåtgärder för frikoppling gäller.



Stiften 6 och 7 är anslutna till samma nod. R = 100 kΩ kopplar denna nod till +5 V.



C = 10 µF ansluter denna nod till jord, med dess positiva terminal på 6–7-sidan för den valda komponenten.



Stift 2 har ett pull-up motstånd av 10 kΩ till +5 V och en testtryckknapp till jord.



Pin 5 tar emot 10 nF till jord; utgång 3 driver en LED genom sitt motstånd 2,2 kΩ.



Lucas skiljer detta diagram från den astabila kretsen. "Här är 2 inte ansluten till 6!" Deras kontroll förhindrar förvirring.

Ett kort tryck för att utlösa pulsen



I vila är stift 2 hög och utgången låg. Tidskondensatorn är urladdad.



Ett kort tryck drar TRIG under en tredjedel av VCC; utgången blir hög och C börjar laddas.



Lucas släpper knappen omedelbart. Avtryckaren måste avslutas före det avsedda tidsintervallet.



Om TRIG förblir låg, är slutet av pulsbeteendet inte längre det för en korrekt förberedd kort trigger.



"Att hålla nere knappen är därför inte ett bra sätt att mäta T!" De börjar igen med ett kort tryck.



En automatisk ingång skulle behöva en ren triggersignal som är kompatibel med databladets gränser.

Ungefär en sekund, inte en klocka



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



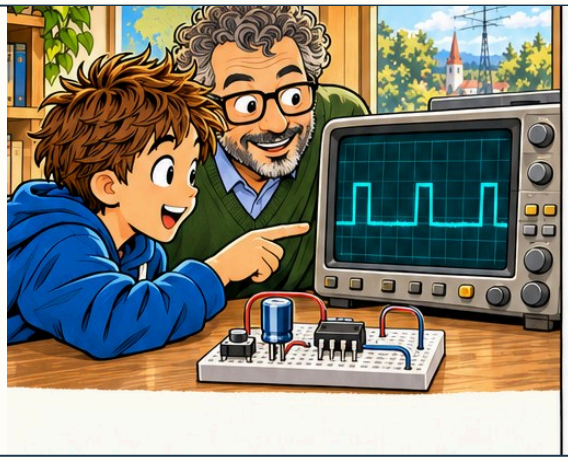
Lucas utlöser timern en gång och observerar sedan att indikatorlampan tänds och släcks.



10 µF-kondensatorn har tolerans och läckage. Det faktiska intervallet kan skilja sig från den nominella beräkningen.



För långa och exakta varaktigheter är denna enkla RC inte nödvändigtvis det bästa valet.



De mäter flera pulser med ett lämpligt instrument, utan att förvandla sina tester till en garanti för precision.



Lucas skriver: "Tajma en åtgärd, ja; ersätta en referensklocka, nej."

Styr ett demonstrationsrelä



Henri föreslår ett litet relä med en 5 V-spole som förbrukar ungefär 20 mA, för att demonstrera indirekt styrning.



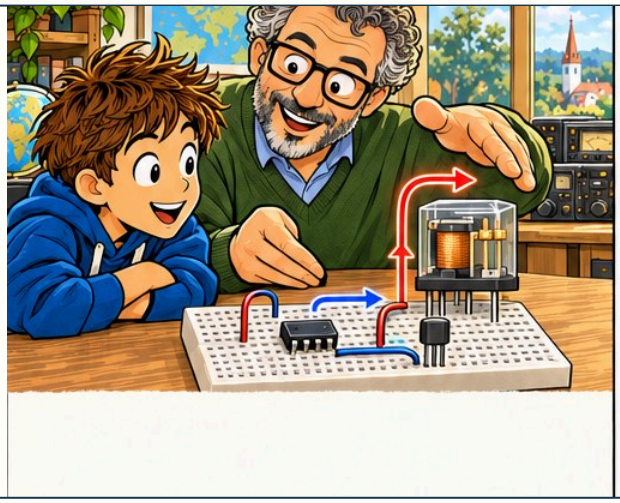
Utgång 3 ansluts till basen av en lämplig NPN transistor genom 1 kΩ; ett motstånd av 10 kΩ ansluter bas till emitter.



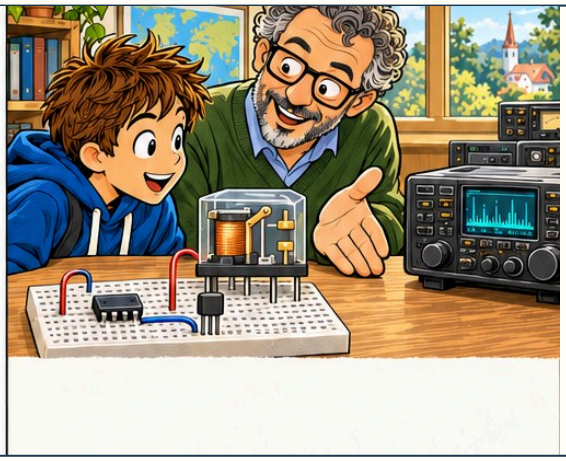
Transistoremittern går till jord; kollektorn till en spolterminal; den andra spolterminalen till +5 V.



De kontrollerar transistorns faktiska pinout och tillåten ström i dess datablad: NPN-enheter är inte alla identiska.



Utgången från 555 driver basen, medan transistorn växlar spolströmmen.



Reläkontakterna förblir obelastade under detta test. Ingen radio PTT-ingång är ansluten.

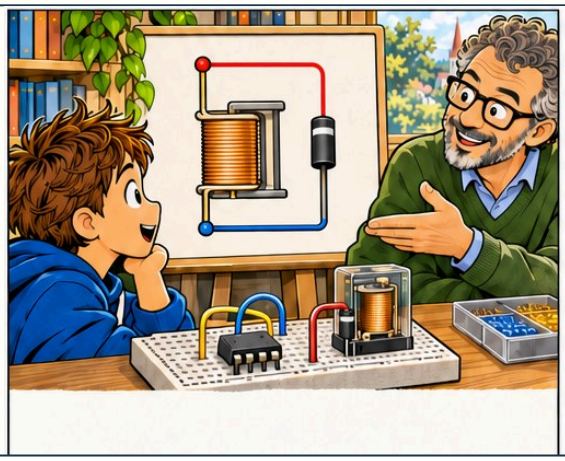
Dioden som skyddar spolen



"En komponent saknas bredvid spolen", säger Henri. Att avbryta en induktiv ström kan orsaka en spänningstopp.



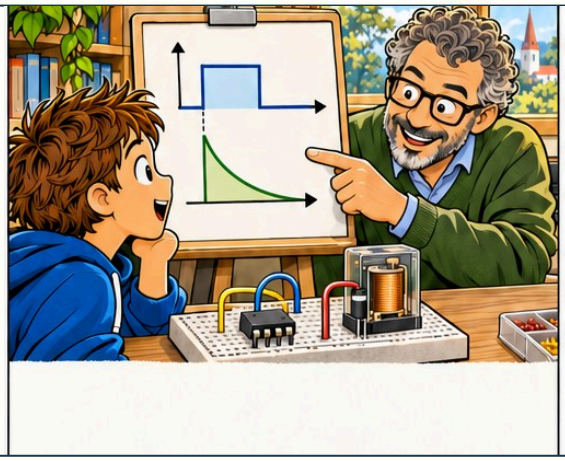
En 1N4007-diod placeras parallellt på spolen: katod till +5 V, anod till kollektorn.



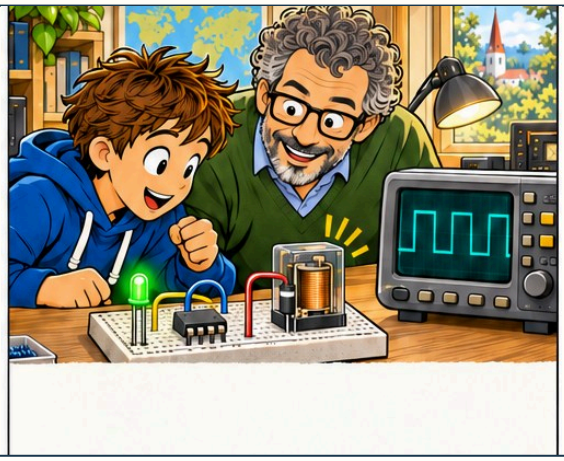
Under normal drift är dioden omvänd förspänd. Vid avstängning ger den en väg för spolströmmen.



Lucas markerar katodringen innan den ansluts. En omvänd diod skulle vara ett fel, inte ett skydd.



Denna frihjulsbana saktar också ner reläets frigöring. Valet av skydd beror på applikationen.

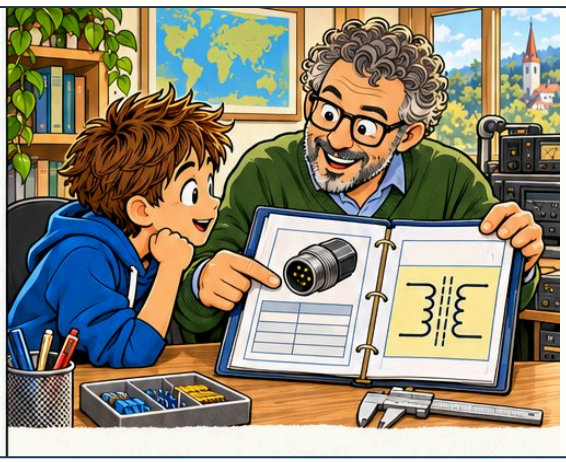


De kontrollerar ledningarna med strömmen avstängd och utlöser sedan den monostabila. Det lilla mekaniska klicket följer indikatorn.

En radioidé, med dess gränssnitt



Lucas funderar på att tajma ett stationstillbehör. Henri ber honom först att läsa instruktionerna.



En PTT kontroll eller tillbehör kan kräva mycket specifik isolering, polaritet och nivåer.



Demonstrationsreläet blir inte ett universellt gränssnitt. Kontakter har också gränser.



De ritar bara en tidsfunktion, separerad från stationen med ett gränssnittsblock för att studera.



"Vi kommer inte att prova det på en station för att se vad som händer," beslutar Lucas och lägger undan kabeln.



Deras test visar en kontrollprincip. En riktig applikation kommer att behöva sin egen design och validering.

Kontakter som studsar



Lucas observerar oregelbundna detaljer när knappen trycks ned. En mekanisk kontakt kan studsa flera gånger.



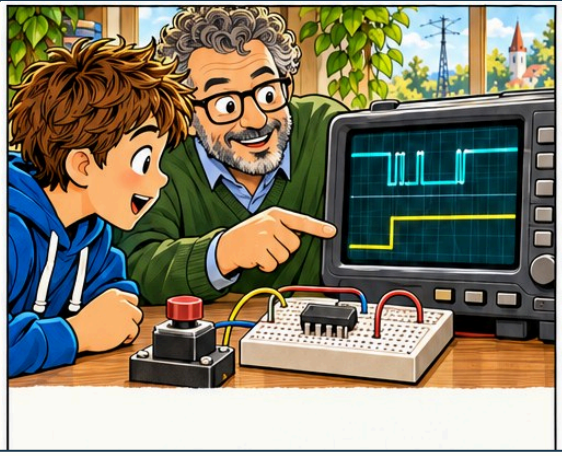
"En rörelse ger inte alltid en elektrisk kant", förklarar Henri med en vågform.



En 555 kan hjälpa till med debouncing, men en godtycklig monostabil eliminerar inte alla besvärliga fall.



Det valda intervallet, triggervågformen och starttillståndet måste passa applikationen.

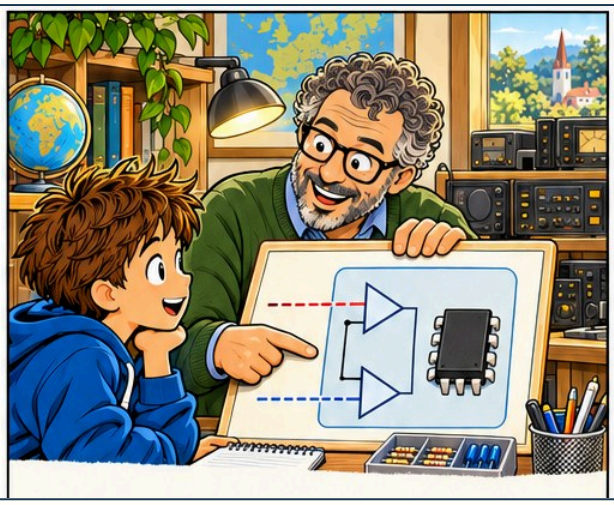


De observerar input och output tillsammans innan de bedömer resultatet. Enbart indikatorn kan dölja detaljer.



Lucas lägger till en fråga till sin fil: "Vilken signal kommer verkligen in i min krets?"

Två trösklar för att förhindra tvekan



Henri ansluter stiften 2 och 6 för att introducera en Schmitt-trigger med 555.



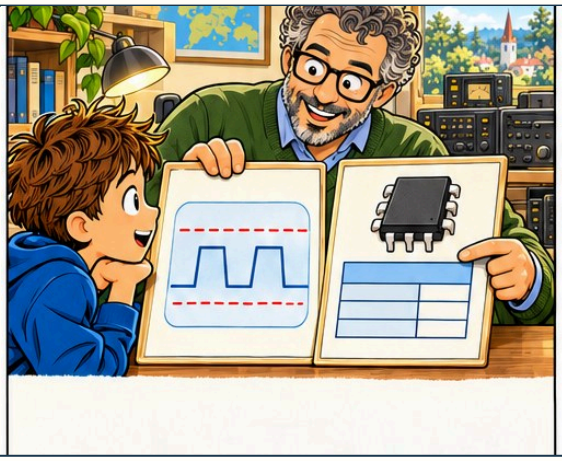
Denna gång styr en lämplig testspänning denna nod; stift 7 används inte i demonstrationen.



Går under ungefär VCC/3, styr ingången en hög utgång. Genom att stiga över 2VCC/3 gör det det lågt.



Mellan de två tröskelvärdena bevaras det tidigare tillståndet. Denna hysteres undviker viss tveksam växling.



Den pålagda spänningen måste hålla sig inom de tillåtna gränserna. En godtycklig signal kan inte anslutas direkt.



Lucas följer en långsam uppgång sedan en nedgång i ritningen. Han förstår varför båda tröskelvärdena spelar roll.

Att minnas ett tillstånd: det bistabila



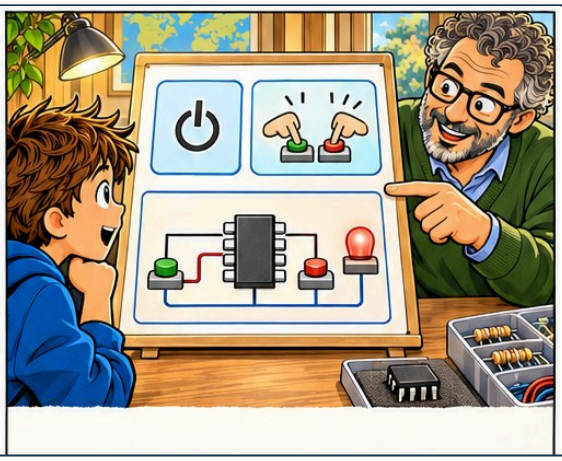
Lucas föreslår en varningslampa som lyser tills ett stoppkommando. Henri introducerar bistabil drift.



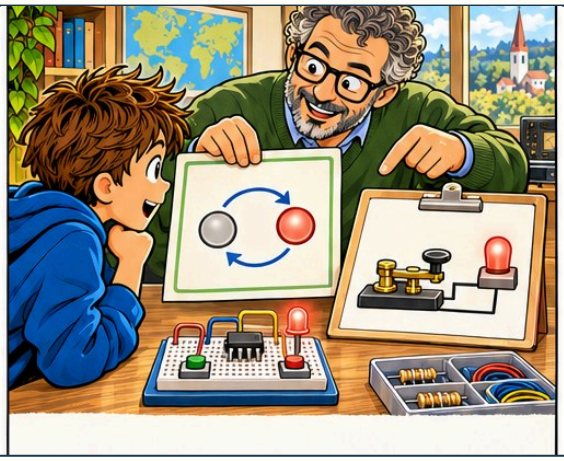
I en lämplig krets styr TRIG det höga tillståndet; RESET kan tvinga fram det låga tillståndet.



Ingångarna måste hålla definierade nivåer. THRES får inte orsaka oavsiktlig omkoppling.



Startbeteende och samtidiga kommandon måste beaktas: en minneskrets kan inte gissa avsikten.



De håller denna applikation på blockschemastadiet, utan att lägga till den i sin Morse-tränare.

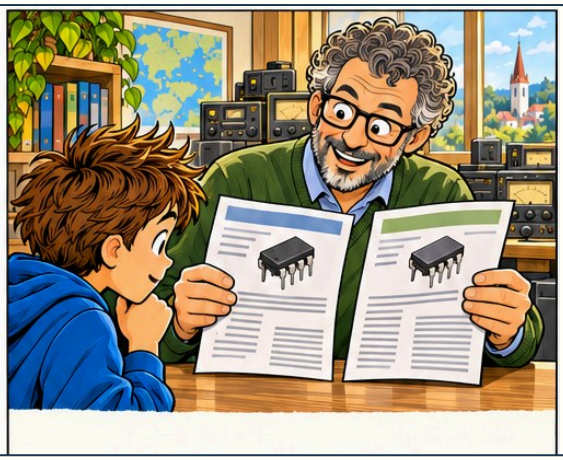


"Oscillerande, tajma, komma ihåg: jag ser äntligen skillnaden", säger Lucas bredvid sina tre kort.

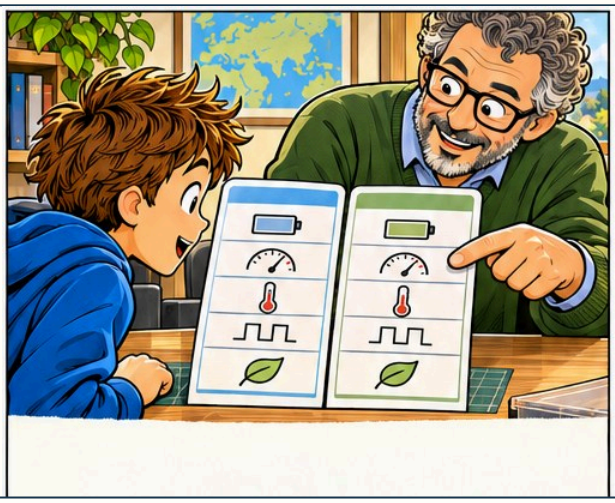
Kusinerna CMOS



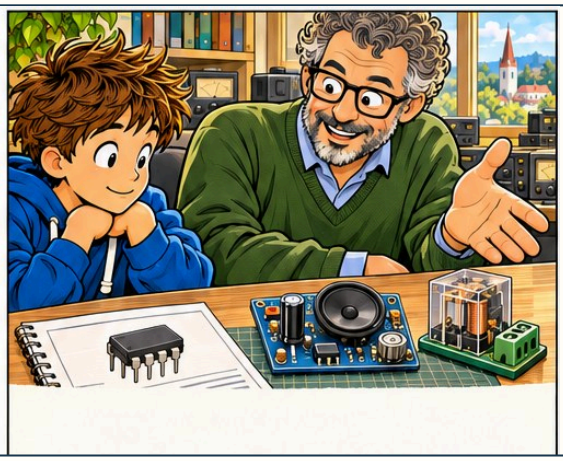
På ett annat paket läser Lucas TLC555. "Samma nummer: exakt samma komponent?"



Henri jämför databladen: vissa CMOS-versioner drar mindre viloström och accepterar olika matningsområden.



Utströmmar, garanterade trösklar och absoluta gränser kan vara olika.



Ett stift på samma plats garanterar inte samma beteende med vår ljudmodul eller relä.



Frånkopplingsrekommendationerna och ingångsegenskaperna återstår att verifiera för den valda referensen.



De behåller den specificerade NE555 i enheten. Lucas vet nu hur man bedömer en vettig ersättare.

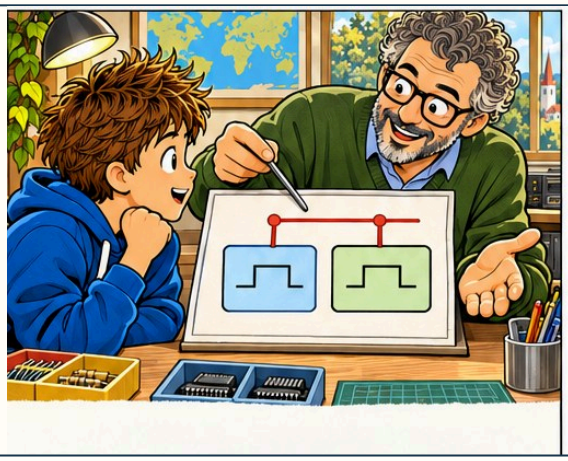
Två timers i en NE556



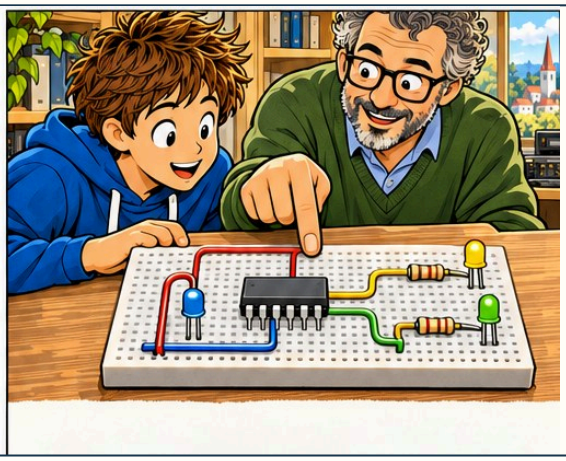
NE556 kombinerar två timers i ett paket. Lucas föreställer sig separata ton- och timingfunktioner.



Henri visar pinout: detta fjortonstiftspaket får inte kopplas som två NE555 från minnet.



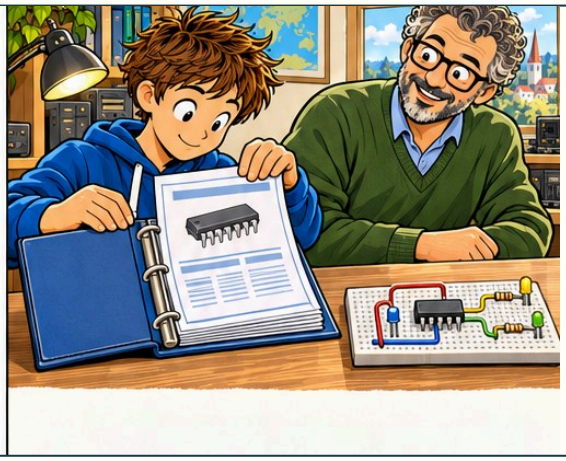
Varje sektion har sina egna ingångar och utgångar. De två sektionerna delar på strömförsörjningen.



Noggrann frånkoppling och routing hjälper till att förhindra att en sektion stör den andra.



De skissar på en pedagogisk siren i två block, samtidigt som de håller detta albums konstruktion fokuserad på deras nuvarande projekt.



"Fler funktioner kräver också fler kontroller", konstaterar Lucas medan han lägger undan NE556-arket.

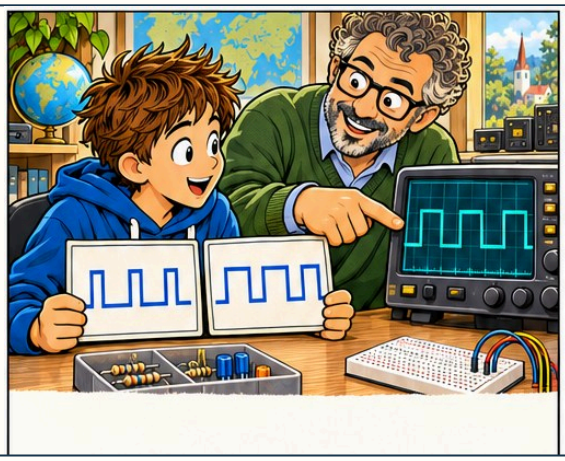
Pin 5 och tanken på modulering



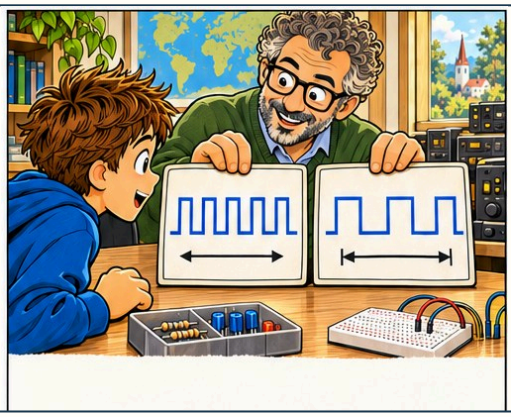
Lucas återgår till CONT, stift 5. "Kan vi variera kretsens beteende?"



Henri förklarar att en lämplig styrspänning flyttar de interna referenserna.



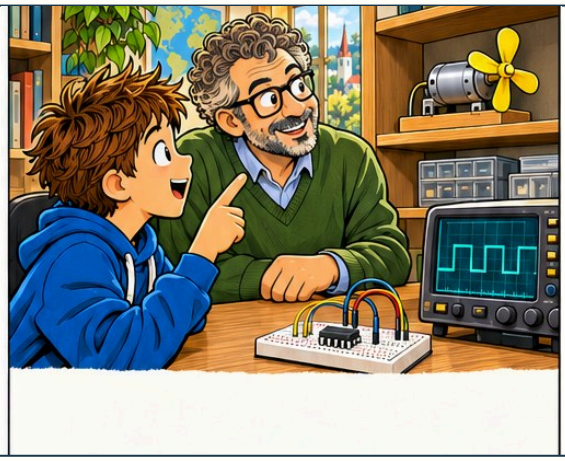
Beroende på kretsen kan detta modulera pulsbredden eller variera oscillationshastigheten.



I denna enkla astable kan ändring av referenserna också ändra oscillationsfrekvensen: PWM är inte automatiskt oberoende.



En korrekt PWM styrenhet väljs och designas för dess belastning, med ett lämpligt effektsteg.



De behåller denna princip för vidare studier. Ingen motor eller tung belastning läggs till utgången 3.

Fällan av den universella radiogeneratorn



"Tänk om vår 555 blev en sändare?" Henri särskiljer ljudoscillationsfrekvens och stabil radiobärare.



NE555 är lämplig här för en ton och tidsfördröjningar. Dess RC är inte en exakt RF-referens.



Den rektangulära signalen innehåller övertoner; en för lång tråd kan bära störningar.



En laboratorieoscillator blir inte en lämplig sändare bara genom att lägga till en antenn.



Ett radioexperiment skulle behöva en design som täcker stabilitet, impedansmatchning, filtrering och tillåten användning.



Lucas lämnar därför antennen åt sidan: deras enhet ger redan en riktig service genom att förbli en lokal tränare.

När oscillatorn stör mottagningen



När de lyssnar på klubben märker de ett ljud som ändras när tränaren slås på.



"En slump?" De jämför på och av flera gånger, utan att ändra mottagarens inställningar.



Upprepade jämförelser ger en ledtråd, men identifierar ännu inte varje interferensväg.



De flyttar monteringen längre bort, förkortar anslutningarna och kontrollerar frånkopplingen innan jämförelsen görs igen.



Henri skiljer det användbara ljudet i högtalaren från oönskade störningar som kommer ut från kretsen.



Lucas hittar en regel från volymen 1: att dela spektrumet innebär också att ta hand om det vi bygger.

Jämför för att förstå



De ändrar bara en sak: ljudkabelns placering. Sedan jämför de på och av igen.



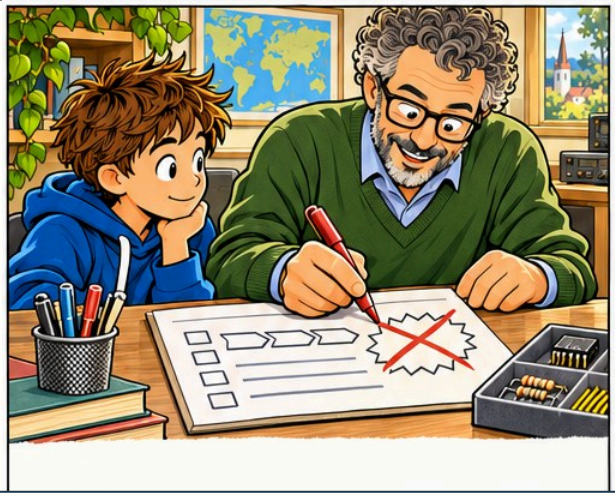
Lucas registrerar avstånd, ledningar och strömförsörjning som används. Utan dessa detaljer skulle nästa test vara svårt att jämföra.



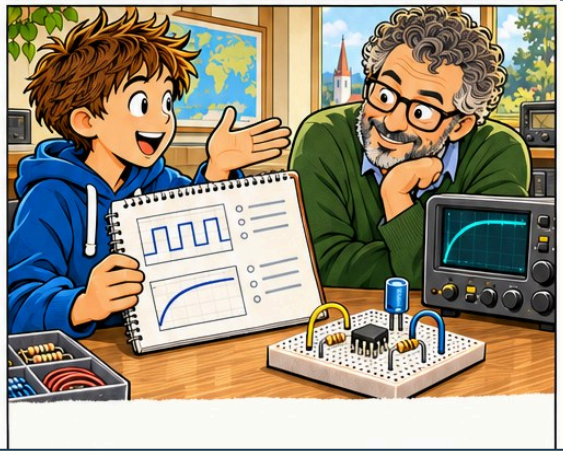
En lokal förbättring bevisar inte att hela spektrumet är rent. Deras mottagare är inte ett komplett laboratorium.



En kompakt och korrekt frikopplad slutmontering är att föredra framför prototypen spridd över långa ledningar.



De hävdar inte överensstämmelse eller mätningar som de inte har fastställt.



"Jag kan förklara vad jag försökte och vad som återstår att verifiera", säger Lucas. Henri godkänner hans metod.

Hur är det med batteridrift?



Lucas drömmer om att ta tränaren till trädgården. De börjar med att uppskatta den totala förbrukningen.



Ljudmodulen, volyminställningen och högtalaren spelar lika stor roll som timern när du uppskattar batteritiden.



Batteriet måste mata en lämplig regulator för att bibehålla den specificerade 5 V; de följer dess dokumentation.



En källa som kan leverera mycket ström kräver lämpligt skydd mot kortslutning.



Henri föreslår att du avslutar den isolerade strömförsörjningsversionen först. Det bärbara kravet kommer att dokumenteras separat.

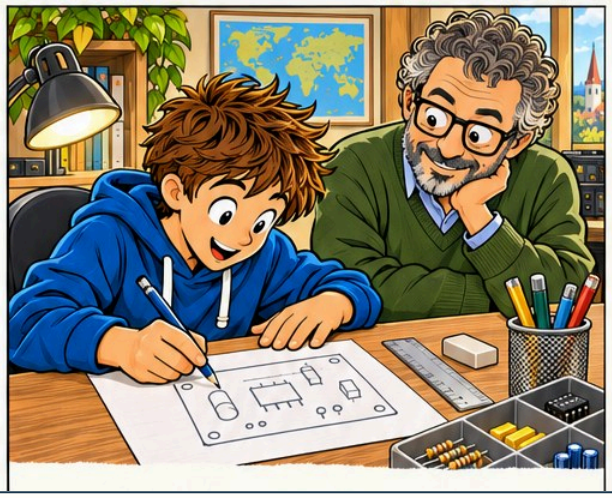


"Batteritid kan inte utlovas utifrån kapaciteten som skrivs ut på ett batteri enbart", avslutar Lucas.

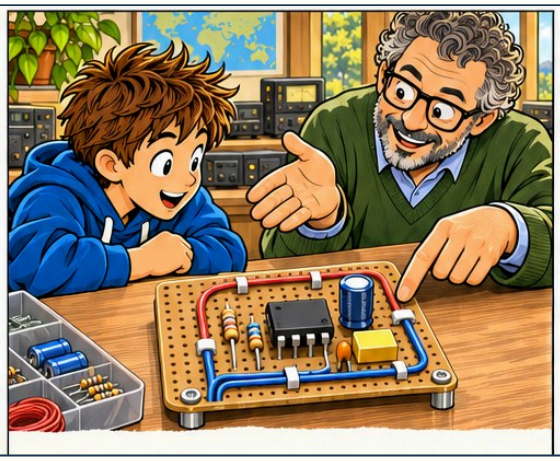
Förbereder en hållbar montering



Den lödfria brödbrädan var användbar. Till öppen dag ska de undvika att bygeltrådar lossnar.



De förbereder en kompakt layoutplan, med tillgång till kontroller och testpunkter.



Frånkopplingen förblir nära 555; ljudreturströmmar får inte ta en omväg genom tidskretsen.



Nyckel- och högtalarkablarna har dragavlastning. Anslutningar får inte dra av en kabel.



Henri övervakar tillverkningen med hjälp av lämpliga verktyg och skydd, utanför denna läsverkstad.

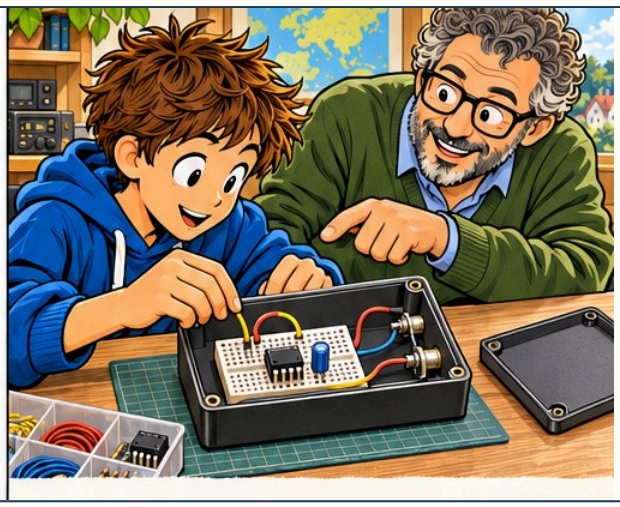


Lucas kontrollerar sedan kontinuitet, polariteter och diagrammet innan strömmen återställs.

Ett elektronikhölje som förklarar dess användning



Lucas väljer en enkel frontpanel: ström, ton, volym och nyckeluttag tydligt identifierade.



Kretsen är fixerad i en lämplig låda; ingen naken tråd vidrör en ledande del.



Kabeldragning är skyddad. De kontrollerar att det inte drar i anslutningarna att vrida på en ratt.



Den avsedda strömförsörjningen och dess polaritet kommer att anges i instruktionerna och nära lämplig kontakt.



Nyckeln styr endast denna tränare; ett uttag som ser liknande ut tillåter inte en anslutning till en radiostation.



Lucas provar enheten utan en förklaring. Kontrollerna ska vara uppenbara för nästa besökare.

Instruktioner för nästa nybörjare



I instruktionerna förklarar de målet: att lära sig morserytmen med ett lokalt ljud, utan att sända.



Schemat visar stift, komponentvärden, strömförsörjningsanslutningar och nyckelns två tillstånd.



Komponentlistan särskiljer tidtagnings-, kopplings- och frånkopplingskondensatorer.



De lägger till nominella beräkningar, begränsningar, komponentreferenser och mätpunkter.



En kort sida beskriver den felplacerade bygeln och deras felsökningsmetod. Misstag hör också till historien.



Lucas läser om instruktionerna som om han besökte klubben för första gången. Han förenklar ytterligare en mening.

Generalrepetitionen



Dagen innan öppet hus sitter Henri i en besökssäte. Lucas presenterar sin workshop.



"Lyssna först. Försök sedan. Och förklara till sist vad som ändras när du vrider på den här knappen."



Han särskiljer ton, volym och rytm. Henri ställer en medvetet enkel fråga.



Lucas visar de tre blocken i anteckningsboken och låter sedan sin repetitionsbesökare använda nyckeln.



En ljudton saknas i mitten av mönstret. De utbyter en blick: den lilla enheten har fortfarande en överraskning i beredskap.



Lucas håller lugnet och sänker volymen. Han har precis återvänt till sin roll som utredare.

Det sista mysteriet



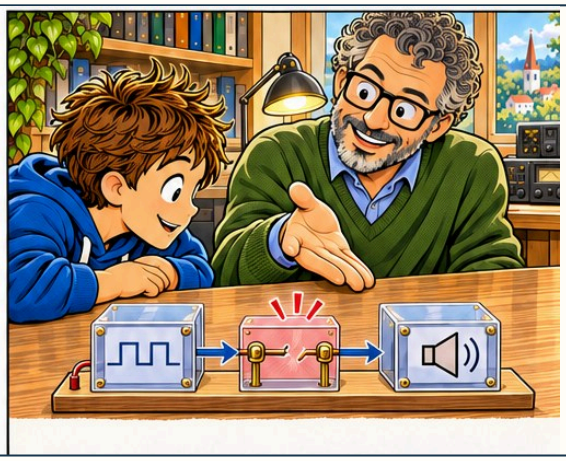
Denna gång fungerar rytmkretsen fortfarande: utgång 3 visar pulser när tangenten trycks ned.



Lucas kontrollerar strömförsörjningen och sedan ljudkedjan. Han ersätter inte NE555 som en reflex.



Med strömmen avstängd hittar han en lös tråd i anslutningen till volympotentiometerns reglage.



"Rytmen var där, ljudet nådde inte längre fram till förstärkaren!" Separationen i block ledde honom.



De reparerar anslutningen och kontrollerar att den håller. Ett annat test ger en stadig ton.



Henri återupptar sin besökarplats. Lucas lägger till en kontaktkontroll till sina förberedelser.

Öppen dag



På morgonen väntar det lilla elektronikhöljet på ett klart bord. Lucas ställer in en mild volym och en behaglig ton.



Han börjar med att spela ett mönster. Henri ser honom ge alla tid att förstå.



Besökaren provar nyckeln. En tveksam sekvens blir stadigare efter en paus och ytterligare en lyssning.



Lucas öppnar sin anteckningsbok: "NE555 skapar ljudtonen; det är din gest som ger den en rytm."



Han visar att kondensatorspänningen stiger och sjunker och återgår sedan till ljudet de hör. Teori möter erfarenhet.



Ett leende räcker för att säga att verkstaden fungerar. Henri låter nu Lucas vägleda upptäckten.

Vad åtta stift har lärt oss



Efter workshopen hittar Lucas de tre korten igen: oscillerande, tajming och att komma ihåg.



Han lägger till transistorn som hjälper till att driva en last och dioden som skyddar spolen vid avstängning.



Henri frågar honom vad han kommer att minnas mest. Lucas tittar på sin anteckningsbok med beräkningar och uppdelningar.



"Kontrollera stiften. Behåll enheterna. Mät rätt punkt. Och förstå innan du byter."



Han visar också instruktionerna: en idé blir användbar när en annan person kan plocka upp den utan att gissa.



De lägger undan de oanvända komponenterna. Det lilla svarta paketet har gett rytm till en hel dag av möten.

Nästa rytm blir din



Platsen återfår sitt lugn. Lucas trycker på knappen en sista gång: en kort ljudton, sedan tystnad.



Han minns sin ankomst till klubben och Henri:s råd: lyssna, sök och dela.



"Har vi lärt oss allt om 555?" — "Tillräckligt för att veta hur man ställer bättre frågor."



Tränaren, dess diagram och dess instruktioner förblir redo för nästa nybörjare. Deras äventyr får plats i en riktig låda.



Lucas stänger anteckningsboken och öppnar den sedan igen för att rita en ny idé. Henri ger honom en penna.



Utanför står antenner mot himlen. Inuti har åtta små nålar inspirerat till en experimentlusta.