ON4CRD

Svazek 70

NE555 a jeho radioamatérské aplikace



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Právní upozornění

Svazek 70 · NE555 a jeho radioamatérské aplikace

Vydavatel webových stránek : Radio Club Durnal ON4CRD

Manažer publikace : Výbor Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Právní upozornění

Duševní vlastnictví

Texty, obrázky, dokumenty, loga a materiály zveřejněné na těchto stránkách zůstávají majetkem příslušných autorů nebo klubu. Jakákoli reprodukce nebo opětovné použití musí respektovat zdroj, příslušná práva a veškerá svolení autora.

Odpovědnost

Klub pracuje na zveřejňování užitečných a ověřených informací, ale nezaručuje absenci chyb, opomenutí nebo přerušení. Technické nebo regulační informace musí být porovnány s oficiálními zdroji, pokud podporují rozhodnutí.

Ilustrace vytvořené s pomocí umělé inteligence.

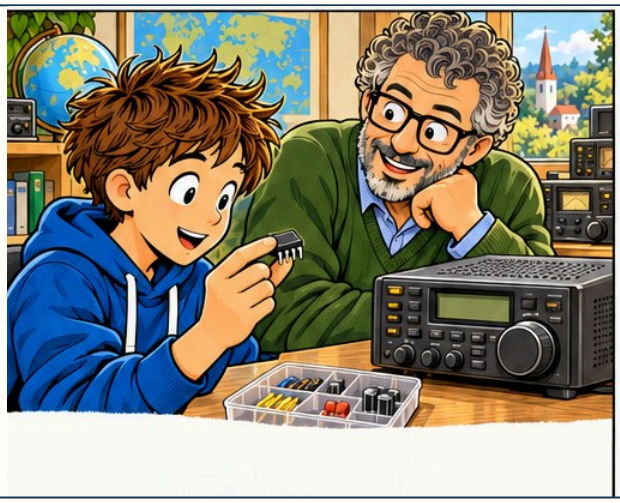
Malá krabička, velký nápad



Lucas se vrací do klubu se svým zápisníkem: "Na den otevřených dveří bych chtěl, aby návštěvníci slyšeli morseovku!"



Henri položí na stůl malý černý balíček: "Toto je NE555. Osm kolíků, spousta nápadů."



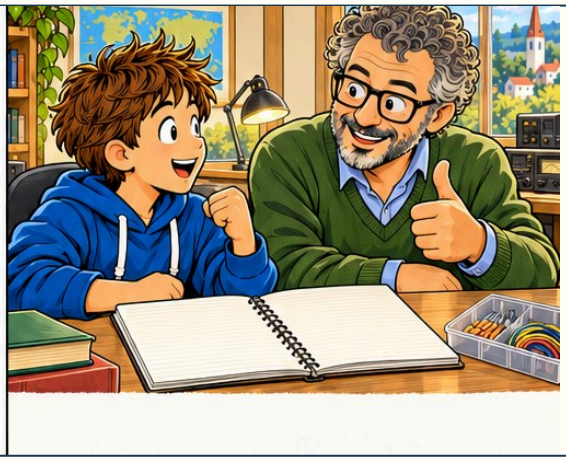
"Může to mluvit s jinou stanicí?" Henri se usměje: "Začněme zvukem tady v klubovně."



V blízkosti reproduktoru čeká Morseova klávesa. Jejich úkolem je vytvořit zařízení, které návštěvníkům pomůže učit se.



Lucas kreslí krabici se třemi ovládacími prvky: napájení, tón a hlasitost. Projekt dostává podobu.



"Co když to nebude fungovat?" — "Naučíme se, jak zjistit proč. To je součást dobrodružství!"

Seznam přání projektu



Lucas by chtělo příjemný zvuk, snadno ovladatelnou klávesu a dostatečnou hlasitost na malý dílenský stůl.



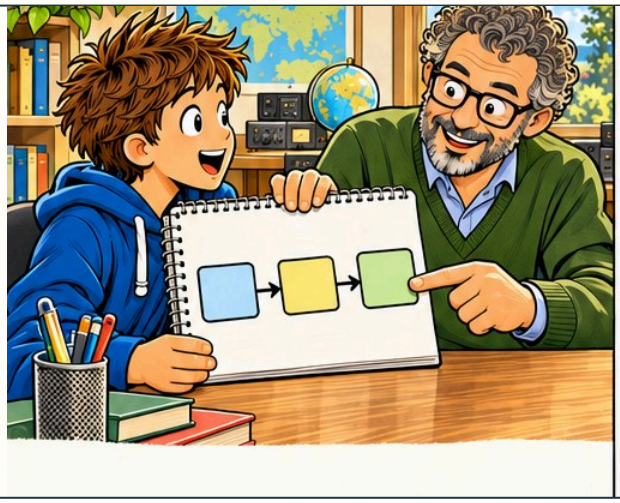
„A není potřeba žádná anténa," dodává Henri. Jejich zařízením bude zvukový trenažér Morse, bez rádiových emisí.



Vyberou si regulovaný zdroj 5 V a během prvních testů omezí proud.



Henri vyčistí pracovní oblast. Elektronické součástky a nástroje mají každý své místo.



V notebooku Lucas odděluje tři funkce: vydávání tónu, jeho ovládání a zesilování.



"Otestujeme každou funkci," rozhodl se. Aby celé zařízení fungovalo, budou postupovat po malých krocích.

Seznamte se s 555



Henri otevírá datový list výrobce: „Známý název nenahrazuje dokumentaci skutečného komponentu.“



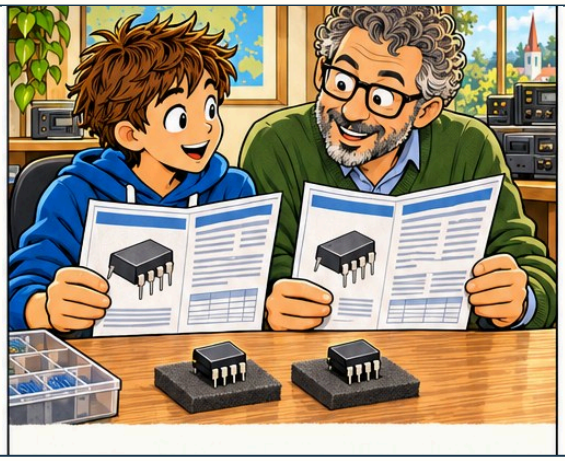
NE555 je bipolární časovač. Rytmus mu dávají rezistory a kondenzátor.



Může vytvářet puls, oscilovat nebo udržovat stav v závislosti na svém obvodu. Lucas vykonává tyto tři funkce.



"Takže to dělá všechno?" - "Je to velmi užitečné, ale má také limity napětí a proudu."



Ověřují, že jejich reference funguje na 5 V. Sousední verze CMOS nemusí mít nutně stejné limity.



Lucas ukládá datový list s komponentami: "Toto patří do naší sady nástrojů."

Osm kolíků, jeden směr čtení



Než cokoliv zapojíte, podívají se na osmikolíkový DIP balíček při pohledu shora.



Se zářezem nahoře je kolík 1 vlevo nahoře; může to také identifikovat malá tečka.



Vlevo odpočítávejte od 1 do 4. Vpravo počítejte od 5 do 8: číslování probíhá kolem balíku.



"Když to otočím, moje kresba už nebude odpovídat!" Lucas znovu porovná součást s pohledem shora.



Henri ho požádá, aby nakreslil čtyři kolíky na každou stranu a potom zářez. Zatím nic nepropojili.

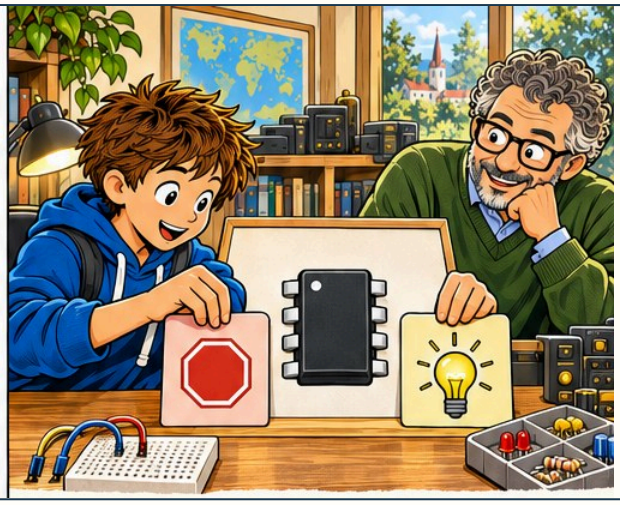


Udržují tuto značku viditelnou na notebooku a kontrolují označení před umístěním součásti.

Role pro každý špendlík



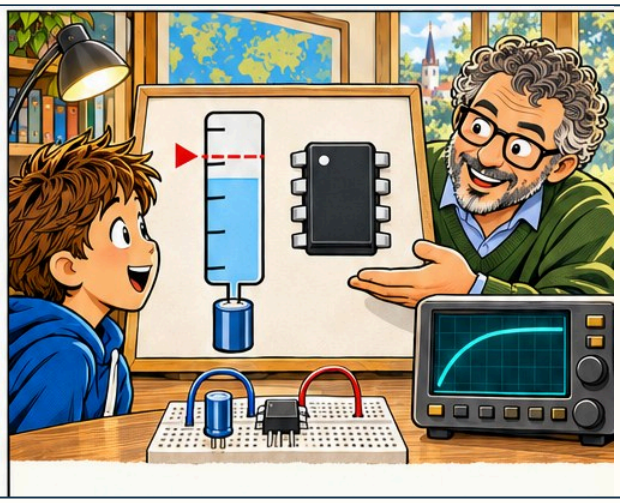
Lucas identifikuje funkce: 1, zem; 8, kladné napájení. Tyto dva kolíky napájejí obvod.



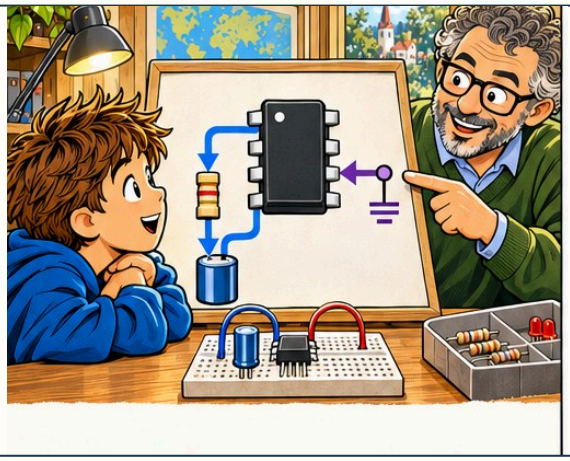
Pin 3 je výstup. Pin 4, RESET vynutí reset obvodu, když je udržován na nízké úrovni.



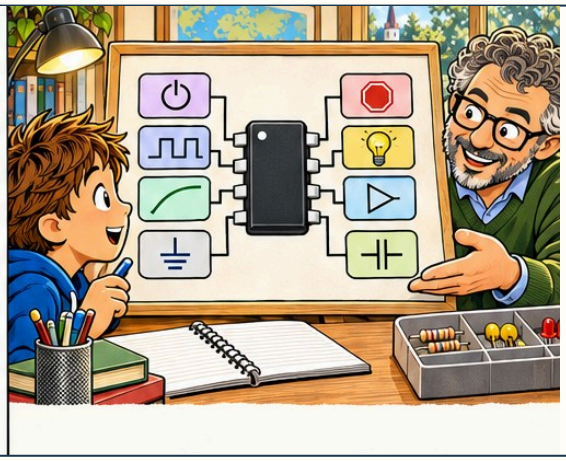
Pin 2, TRIG, detekuje napětí klesající pod přibližně jednu třetinu napájecího napětí.



Pin 6, THRES, hlídá horní práh, asi dvě třetiny napájecího napětí v obvyklém obvodu.



Pin 7, DISCH, slouží k vybíjení kondenzátoru. Pin 5, CONT, poskytuje přístup k interní referenci.

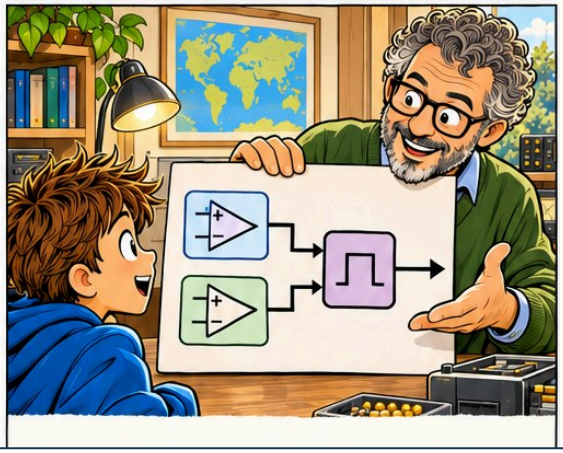


"Osm různých rolí, ne osm zaměnitelných terminálů!" Lucas odpovídá každé funkci výkresu.

Malý tým uvnitř



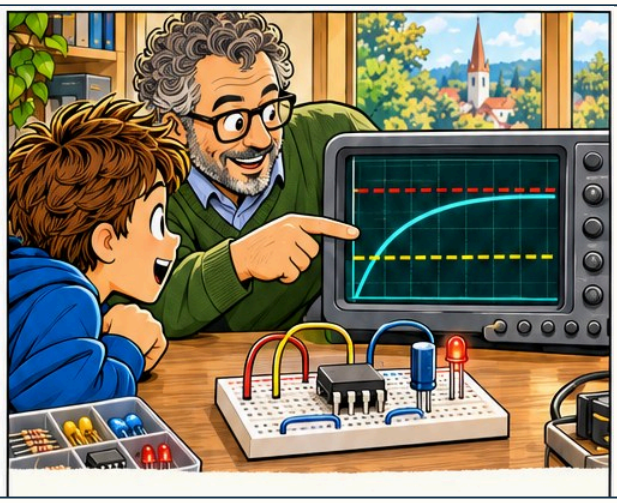
Henri kreslí dva komparátory: každý porovnává napětí s referencí.



Vnitřní západka si pamatuje poslední příkaz. Výstup a vybíjecí tranzistor sledují tento stav.



"Jeden to spustí, druhý to zastaví?" - "To je užitečný obrázek, pokud respektujeme jejich provozní podmínky."



V obvyklém obvodu jsou vnitřní reference blízké VCC/3 a 2VCC/3.



RESET může vynutit reset. Lucas chápe, proč tento vstup nesmí zůstat plovoucí.

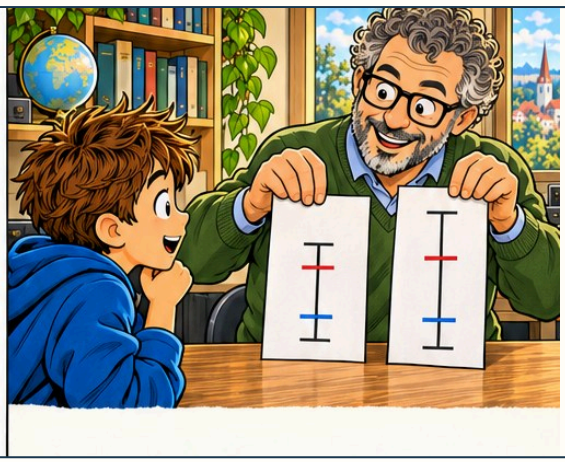


S tužkou sleduje šipky: měř, rozhoduj, pamatuj, jednej. Balíček se stává méně tajemným.

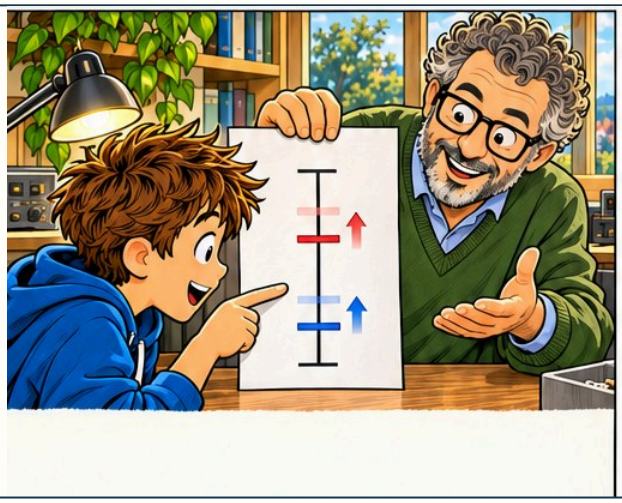
Jedna třetina a dvě třetiny



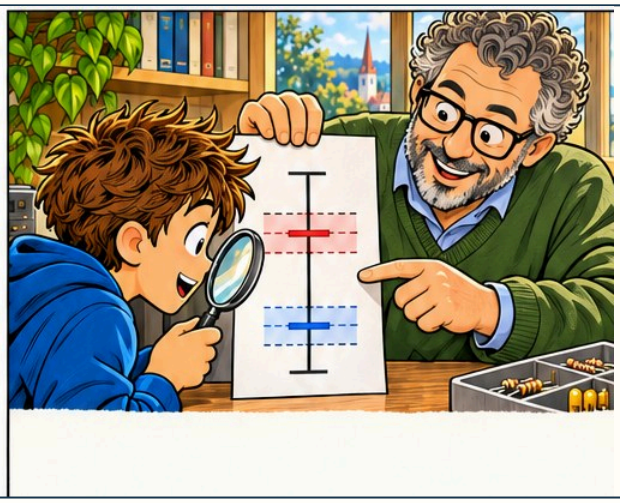
S VCC = 5 V se teoretické benchmarky stanou přibližně 1,67 V a 3,33 V.



„Nejedná se tedy o dvě pevná napětí pro všechny napájecí zdroje," poznamenává Lucas.



Henri mění měřidlo papíru: dvě značky sledují napájecí napětí.



Skutečné hodnoty mají tolerance. Technický list specifikuje podmínky a možné odchylky.



Napětí kondenzátoru bude mezi těmito úrovněmi stoupat a klesat. Tato cesta určuje časový interval.



Lucas kreslí trochu elektrického švihu: „Rytmus je možná příběh o prahech."

Plán před dráty



"Propojíme to?" Henri nejprve položí list: "Nechte nás rozhodnout, co musí každý drát připojit."



Vyberou si astabilní obvod: osciluje sám o sobě, pokud to RESET dovolí.



Dva odpory, RA a RB, a kondenzátor C přibližně nastaví frekvenci oscilací.



Aktivitu nejprve zobrazí kontrolka. Zvuk se ozve po ovládání.



Lucas kreslí časovací obvod a budoucí audio řetězec samostatně. Nechává prostor pro měření.



„Budeme mít plán, ze kterého budeme stavět, a pak ho zkontrolujeme novýma očima," říká, když si připravuje zápisník.

Pět voltů dobře připraveno



Používají regulované, izolované napájení 5 V, seřízené a zkontrolované před připojením obvodu.



Proudový omezovač je pro první test nastaven na nízkou hodnotu, poté se přizpůsobí obvodu podle pokynů.



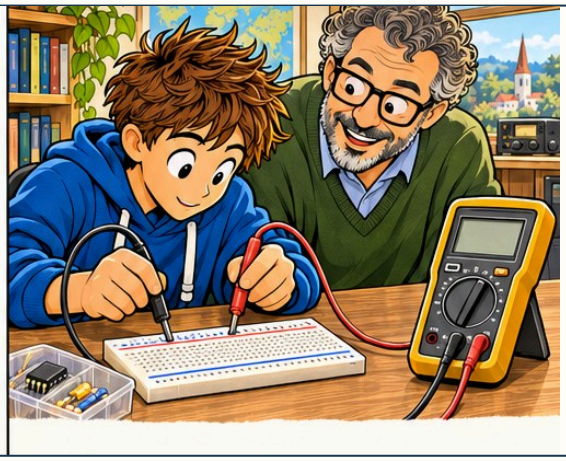
Kladný vodič se připojuje k napájecí liště +5 V; zpětný vodič se připojí k uzemnění obvodu. Lucas kontroluje polaritu.



"Baterie není automaticky vhodným zdrojem pro 5 V," připomíná mu Henri a ukazuje na jejich štítky.



Před jakoukoli prací na elektroinstalaci odpojí napájení. Nic v této dílně se nepřipojuje přímo k elektrické síti.



Lucas měří nezatížené napájecí lišty pomocí multimetru, poté vypne napájení, než budete pokračovat.

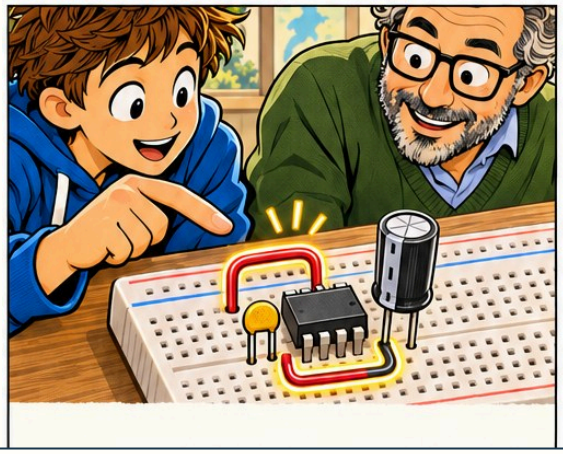
Místní energetická rezerva



Henri umístí 100 nF mezi kolíky 8 a 1 s krátkými spoji co nejblíže k NE555.



Kondenzátor 10 µF dokončuje oddělení mezi +5 V a zemí; jeho polarita je respektována.



Výstup 555 může způsobit krátké proudové špičky. Tyto místní zásoby energie pomáhají stabilizovat dodávku energie.



Pin 5 přijímá 10 nF k zemi v tomto obvodu. Tento kondenzátor nenastavuje hlavní tón.



„Dva malé kondenzátory, dva různé úkoly," poznamenává Lucas, který je ve svém výkresu odlišuje.



Znovu kontrolují hodnoty. Samotné dobré úmysly nemohou kompenzovat velmi dlouhý napájecí kabel.

Výběr správných komponent



Lucas vybírá komponenty RA = 10 kΩ, RB = 100 kΩ a C = 10 nF. Tyto hodnoty poskytnou počáteční tón.



Pro časovací kondenzátor vyberou vhodnou stabilní součástku pomocí jeho datasheetu.



LED bude mít sériový odpor 2,2 kΩ. Henri jej nepřipojí přímo mezi výstup a zem.



Reproduktor zůstává v tašce: k jeho buzení bude zapotřebí vhodný obvod zesilovače zvuku.



Připraví si potenciometr, krátké dráty a Morseovu klávesu. Každá hodnota je uvedena v seznamu komponent.



„Krabice součástek ještě není obvod," směje se Lucas. Plán ukáže, jak je propojit.

Barvy říkají hodnotu



Lucas přečte barevné pásy a poté pomocí multimetru změří odpory mimo obvod.



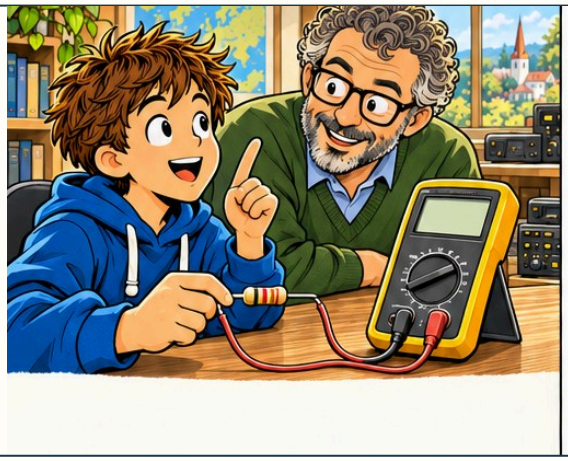
10 kΩ je 10 000 Ω; 100 kΩ je 100 000 Ω. Zapomenutá nula by hodně změnila tón.



Konečné pásmo může specifikovat toleranci. Nominální hodnota neslibuje přesně odpovídající měření.



"Tohle není rezistor 100 Ω!" Vrátí podobně vypadající součást do přihrádky.



Henri mu umožňuje uvést hodnotu, než se podívá na multimetr. Nástroj potvrzuje jeho úvahy.



Lucas připojí ke svému nepájivému prkénku kartu malé hodnoty. Právě zabránil své první chybě.

Deset nanofaradů, ne deset mikrofaradů



Na časovacím kondenzátoru Lucas najde kód 103: 10 000 pF nebo 10 nF.



10 nF se rovnají 0,01 µF. Kondenzátor 10 µF by byl tisíckrát větší.



"Pak by se naše píšťalka stala velmi pomalým rytmem!" Henri tuto předpověď oceňuje.



Zde vybraný kondenzátor 10 nF je nepolarizovaný. Zásobníkový kondenzátor 10 µF musí být osazen se správnou polaritou.



Porovnávají označení s katalogovými listy součástí. Samotný vzhled nestačí.



Lucas píše jednotku vedle každého čísla: "Malá písmena mohou znamenat velký rozdíl."

Skrytá spojení prkénka



Před vložením 555 označí vnitřní spoje nepájivé desky s multimetrem.



Balíček se rozprostírá nad středovou mezerou: jeho dvě řady kolíků zůstávají elektricky oddělené.



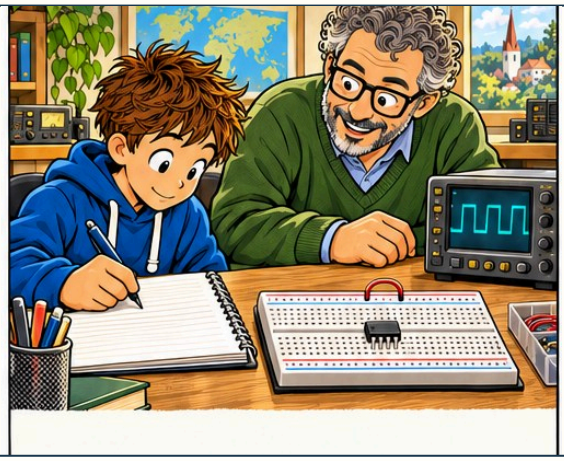
Malé skupiny otvorů se spojují v určitém směru. Lucas testuje místo hádání.



Některé přívodní kolejnice mají uprostřed zlom; kontrolují vlastní nepájivé prkénko.



Krátký propojovací vodič propojí potřebné segmenty. Žádný drát by neměl náhodou nahradit součást.



Henri otočí výkres tak, aby odpovídal orientaci nepájivé desky. Lucas kontroluje vždy jedno připojení.

První elektroinstalace



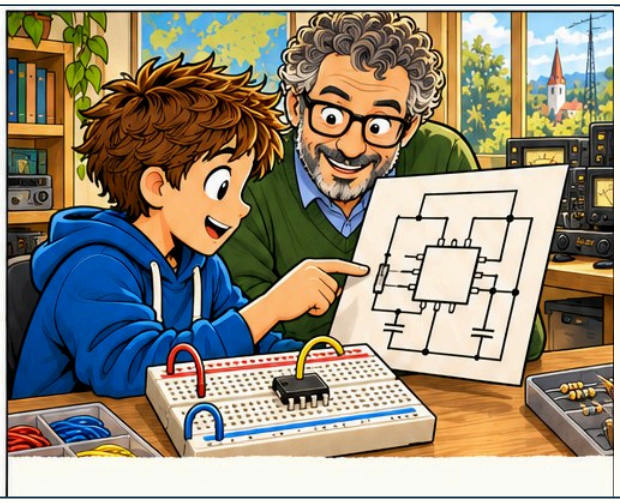
Při vypnutém napájení spojí pin 1 se zemí a pin 8 se +5 V.



Pro tento první nepřetržitý test se pin 4, RESET připojí k +5 V. Vstup má nyní definovaný stav.



100 nF připojuje 8 k 1; 10 µF odpojuje kolejnice; kondenzátor 10 nF na kolíku 5 se připojí k zemi.



Lucas kontroluje každé zapojení na plánu, zatím bez připojení časovacích odporů.



Kontrolují zářez, kolejnice a nepřítomnost zkratu mezi napájením a zemí.



„Srdce časovacího obvodu stále chybí," oznamuje Henri. Lucas připravuje kondenzátor C.

Skromný ukazatel



Výstup 3 se připojí k rezistoru 2,2 kΩ, poté anodě LED; jeho katoda půjde k zemi.



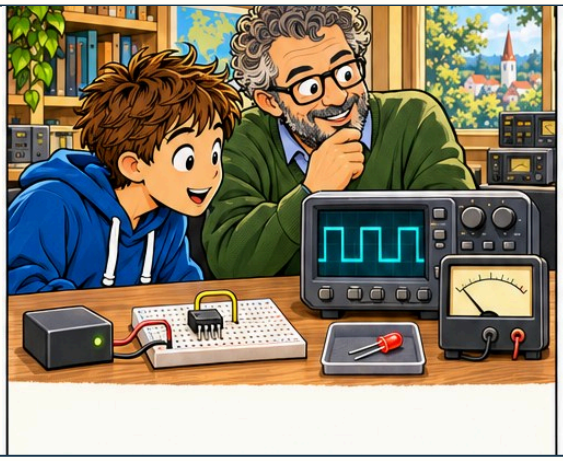
Henri pomáhá identifikovat anodu a katodu pomocí datového listu LED a poté režimu diody multimetru.



"S přibližně 2 V v LED by i 5 V na výstupu omezil proud na přibližně 1,4 mA."



Skutečný výstup bipolárního NE555 nemusí nutně jít až na kladnou kolejnici. Proud může být nižší.



Tento LED je indikátor, nikoli těžký náklad. Přesná měření nechávají na multimetru a osciloskopu.



Lucas ponechává LED viditelný na okraji nepájivé desky. Pomůže mu to pochopit, co výstup dělá.

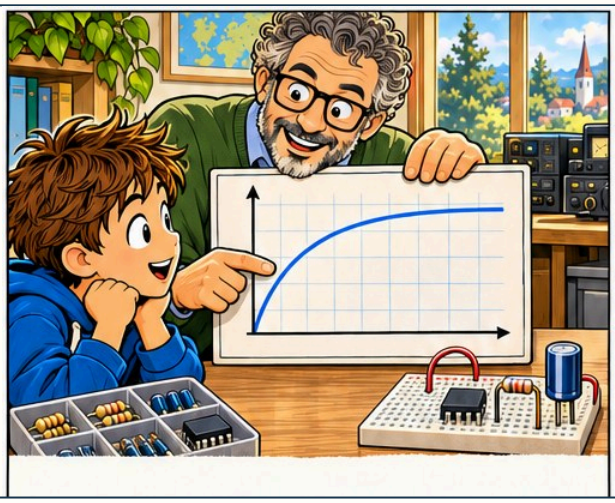
Houba na čas



Henri přirovnává kondenzátor k malé nádrži, která se plní přes odpor.



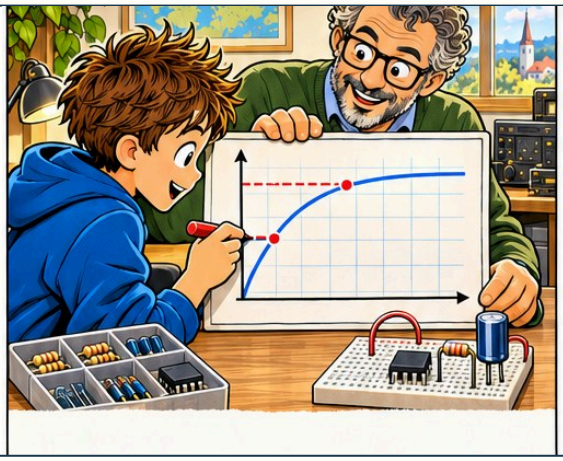
Čím větší odpor, tím pomalejší nabíjení. Čím větší je C, tím více náboje je potřeba.



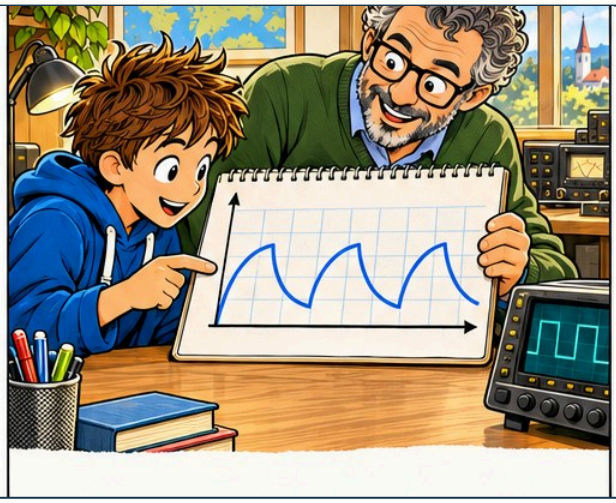
Napětí nestoupá přímočaře: křivka nabíjení se ohýbá směrem k napájecímu napětí.



"A jak se vyprázdní?" Henri ukazuje cestu výboje řízenou kolíkem 7.



Lucas spojuje tuto křivku se dvěma prahovými hodnotami. 555 nebude čekat na úplné zaplnění kondenzátoru.



Předpovídá vzestup, pokles a pak další vzestup. Jejich rytmus se začíná formovat.

Opakovací obvod



Spojují piny 2 a 6 dohromady. Tento společný uzel se připojuje k jedné svorce C = 10 nF.



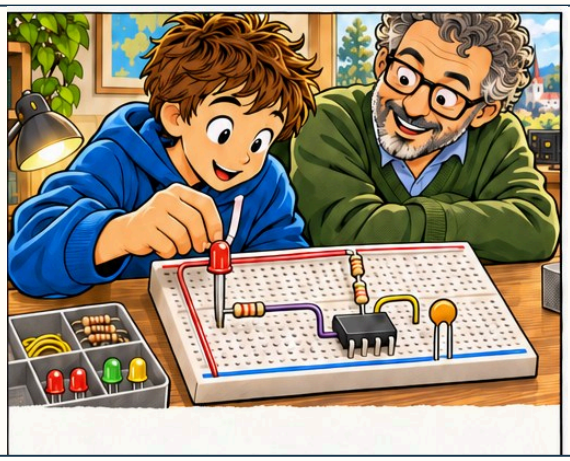
Druhá svorka C se připojuje k zemi. Dva komparátory monitorují napětí kondenzátoru.



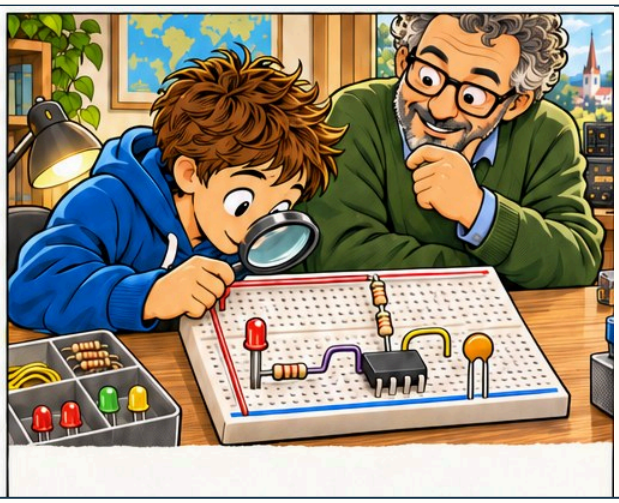
RA = 10 kΩ připojuje +5 V ke kolíku 7. RB = 100 kΩ připojuje kolík 7 k uzlu 2–6.



„Přes RA pak RB pro nabíjení; přes RB pro vybíjení," shrnuje Henri a sleduje vodiče na plánu.



Výstup 3 zůstává vyhrazen pro indikátor a měření. Nepřipojuje se přímo ke kondenzátoru C.

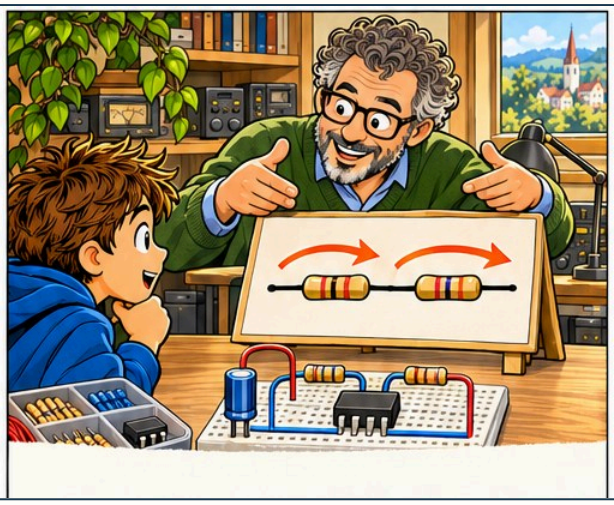


Lucas hodnotí celý řetězec. Každý drát si najde své místo před prvním spuštěním.

Nabíjením se spustí cyklus



Při startu má C malý náboj. Napětí pod spodní prahovou hodnotou normálně vyžaduje vysoký výstup.



Interní vybíjecí tranzistor je pak vypnutý. C se nabíjí přes RA a RB.



Jeho napětí překročí asi třetinu VCC a stále roste. Vnitřní paměť si zachovává svůj stav.



"Nemění svůj názor v každém okamžiku!" Lucas sleduje křivku směrem k hornímu prahu.



Když napětí dosáhne přibližně dvou třetin VCC, prahový komparátor způsobí přepnutí.

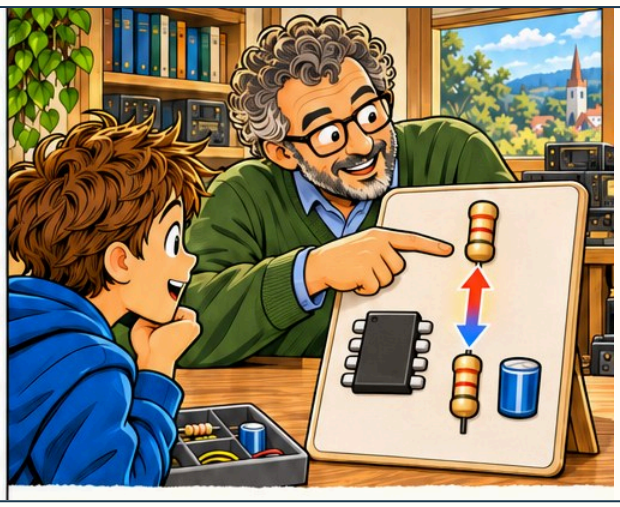


Výstup klesne a výbojová cesta začne vést. Začíná druhá polovina cesty.

Vybitím se smyčka uzavře



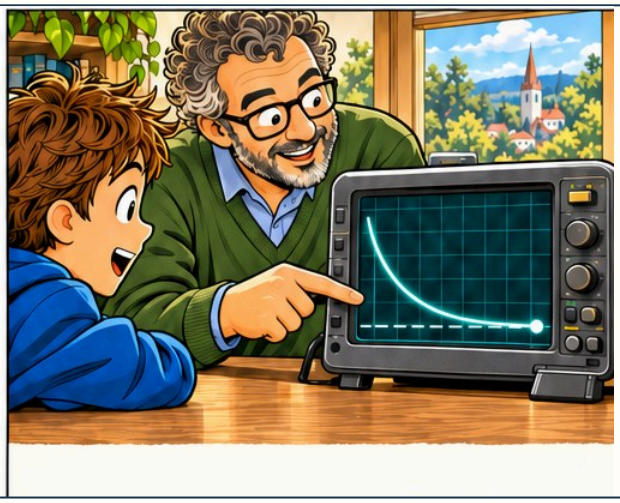
Kondenzátor se nyní vybíjí přes RB a vnitřní tranzistor připojený na pin 7.



RA omezuje proud mezi +5 V a kolíkem 7 při přitažení k zemi.



"Takže rozhodně ne obyčejný drát místo RA!" Lucas podtrhuje toto omezení.



Při návratu pod asi třetinu VCC napětí C spustí nový start.



Výstupní napětí je vysoké, vybíjení se zastaví a C se znovu nabíjí směrem k horní hranici. Cyklus se opakuje.

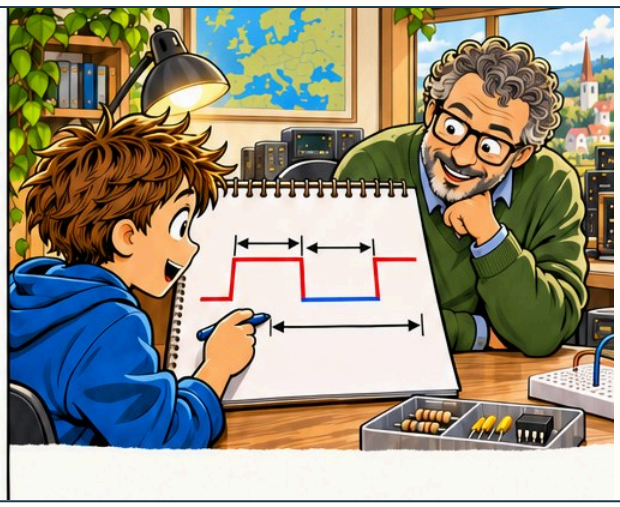


Na výstupu obdélníkový průběh; přes C, zakřivené stoupání a klesání. Dva tvary pro stejný rytmus.

Tři časové vzorce



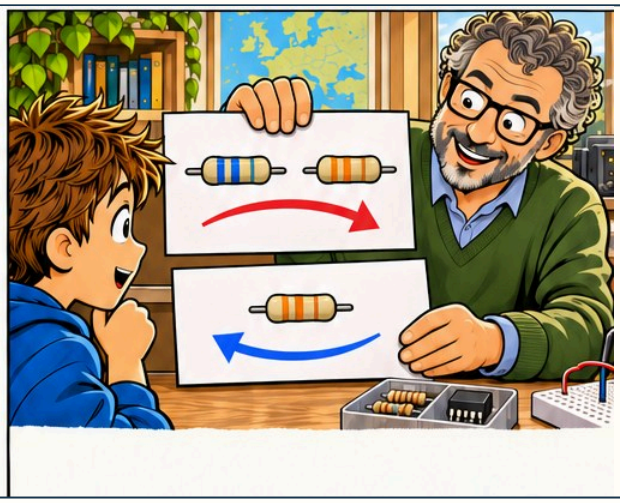
Henri zapisuje aproximace: tH = 0,693 × (RA + RB) × C; tL = 0,693 × RB × C.



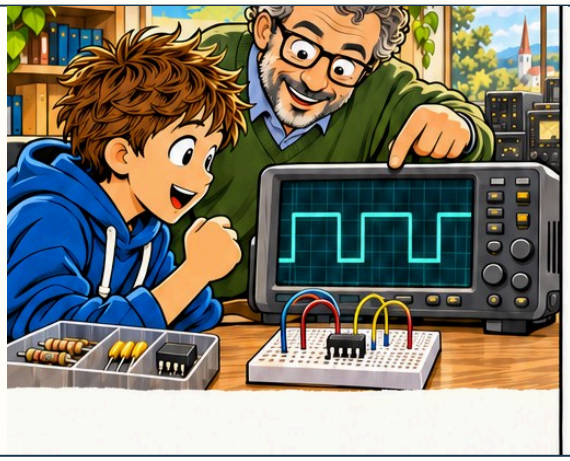
Doba trvání cyklu je T = tH + tL. Frekvence oscilace je f = 1/T.



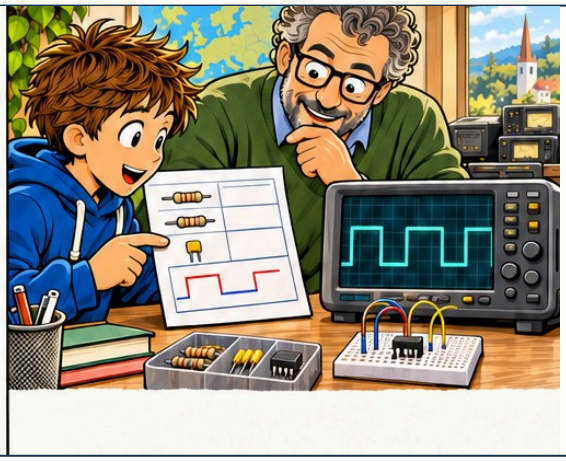
Používáme také f ≈ 1,44 / [(RA + 2RB) × C]. Odpory jsou v ohmech, C ve faradech.



"Proč dvojitý RB?" Lucas nachází RB při nabíjení a vybíjení.



V tomto klasickém astabilním obvodu vysoký interval překračuje nízký interval: není to přesně 50 %.



Výpočet předpovídá nominální provoz. Tolerance a aktuální obvody rozhodnou o měření.

Tón blízký 700 hertzům



Pro RA = 10 kΩ, RB = 100 kΩ a C = 10 nF najdou tH ≈ 0,762 ms.



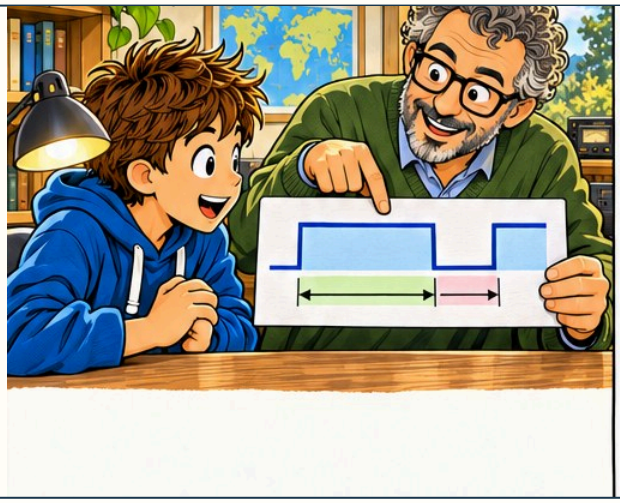
Nízký interval je asi 0,693 ms. Období se tedy blíží 1,46 ms.



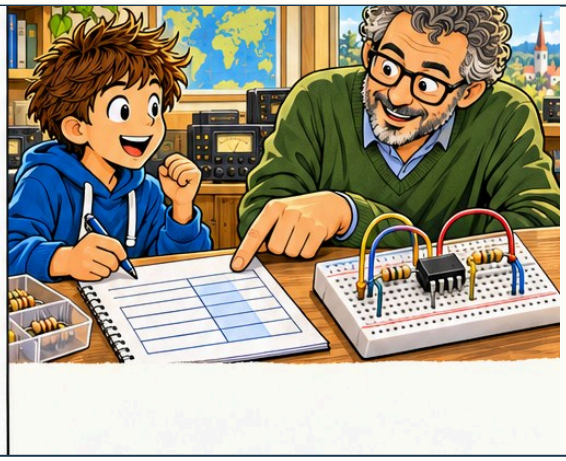
Vzorec používající 1,44 dává přibližně 686 Hz; pomocí zaokrouhlených časových koeficientů, asi 687 Hz: podobné výsledky.



„Měli jsme za cíl přibližně 700 Hz, což není zaručený zvukový tón na nejbližší hertz," vzpomíná Henri.



Nominální pracovní cyklus je (RA + RB)/(RA + 2RB) nebo přibližně 52,4 %.



Lucas udržuje jednotky a zaoblení viditelné. Porovná tuto předpověď se skutečným obvodem.

První zapnutí



Nainstalují nástroje, znovu zkontrolují plán a zapnou proud s plánovaným omezením proudu.



Zdá se, že indikátor svítí nepřetržitě: poblíž 700 Hz oko nedokáže rozlišit každý pulz.



"Nebliká!" - "Vaše oko je pomalejší než tento okruh. Pojďme hledat jiné důkazy."



Henri připojuje uzemnění sondy k uzemnění sestavy na tomto ověřeném izolovaném napájecím zdroji.

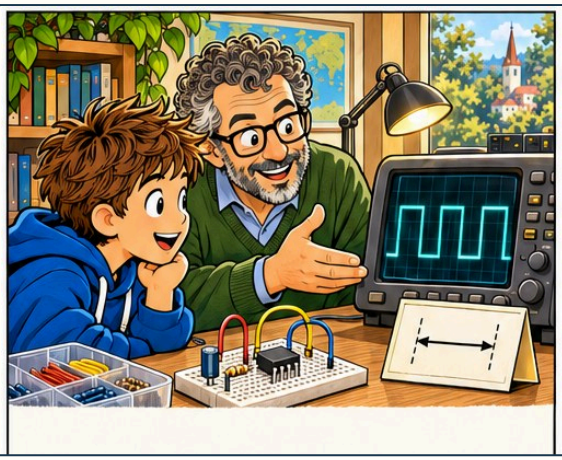


Špička sondy jde na výstup 3. Osciloskop zobrazuje obdélníkové impulsy: oscilátor pracuje.



Lucas se usmívá: "Světlo mi dalo vodítko, ale ne celou odpověď."

Pozorování dvou různých napětí



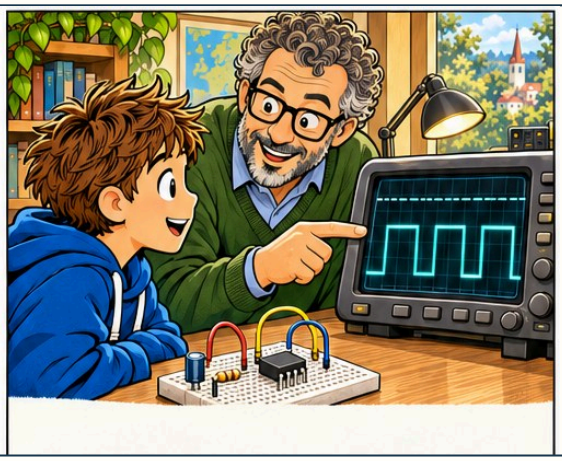
Na výstupu 3 sledují vysoké a nízké intervaly. Naměřená frekvence kmitání zůstává blízká výpočtu.



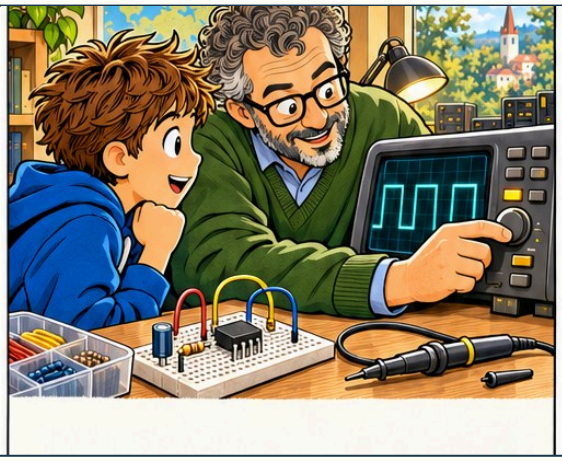
Na kondenzátoru C napětí stoupá a klesá mezi dvěma očekávanými prahovými hodnotami.



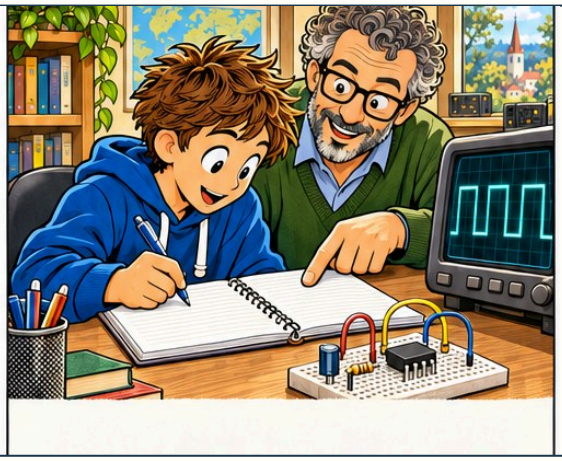
Tyto dvě stopy jsou odlišné. Lucas vždy kontroluje, který bod jeho sonda měří.



Bipolární výstup nemusí nutně dosáhnout 5 V pod zátěží. Vyhnou se matoucí logické úrovni a dokonalému napětí.



Sonda a přístroj mohou ovlivnit měřené napětí; Henri vybírá vhodná nastavení měření.



Notebook obsahuje samostatnou předpověď a pozorování. Žádná pozorovaná hodnota není předem vymyšlena.

Proč se měření liší od výpočtu



"Očekával jsem přesně vypočítanou frekvenci oscilací!" Henri poukazuje na tolerance rezistoru a kondenzátoru.



O něco větší C kmitání zpomaluje. Chyby součástí lze kombinovat.



Prahové hodnoty, netěsnost a teplota přidávají své účinky. Vzorce zůstávají užitečnými aproximacemi.



Při vypnutém napájení mění jeden parametr po druhém a poté se znovu zapnou, aby mohli měřit.



Lucas porovnává dva identifikované kondenzátory. Popisuje pozorovaný trend bez nároku na fiktivní přesnost.



„Porozumět mezeře je lepší než opravovat náhodné číslo," uzavírá a zavírá sešit.

Knoflík pro výběr tónu



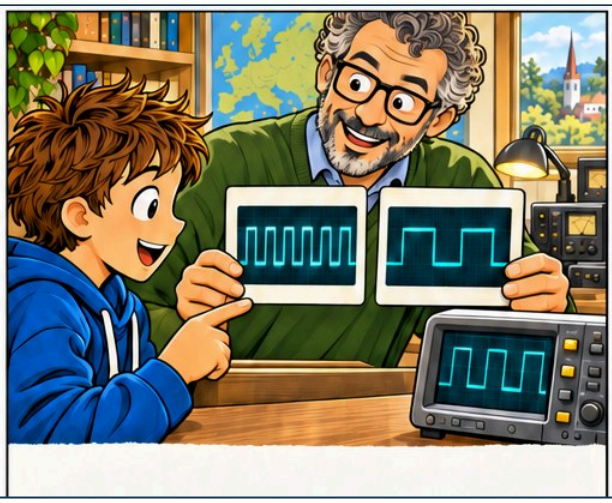
Pro nastavení tónu nahrazují RB 47 kΩ v sérii s potenciometrem 100 kΩ.



Posuvník potenciometru se připojuje k použité koncové svorce: potenciometr je zapojen jako proměnný odpor.



Pevný odpor 47 kΩ udržuje minimální odpor. RA zůstává na 10 kΩ.



Při C = 10 nF se jmenovitá frekvence oscilace pohybuje přibližně od 474 Hz do 1 385 Hz.



"Užitečné nastavení, ne kouzelné tlačítko." Přerušili proud, aby změnili kabeláž.



Po opětovném zapnutí zvolí Lucas pohodlný tón. Označí počáteční nastavení na předním panelu.

Pak najednou už žádný rytmus



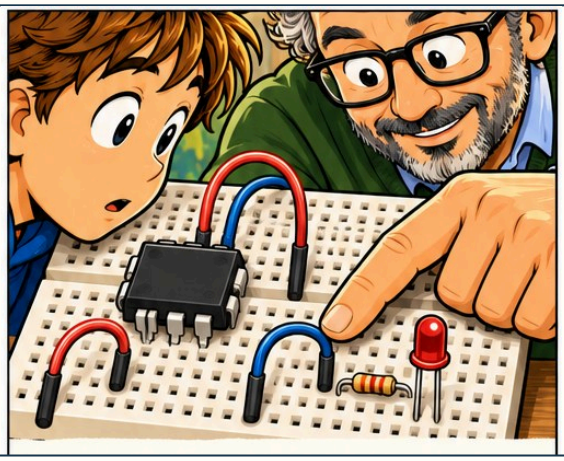
Když Lucas pohne nepájivým prkénkem, křivka zmizí z osciloskopu. Indikátor zůstane vypnutý.



"Je 555 mrtvý?" Henri navrhuje začít tím, co mohou pozorovat.



Vypnou napájení a porovnají skutečné zapojení se svým plánem, aniž by náhodně vyměnili díly.



Propojovací kabel sklouzl o jeden řádek příliš daleko. Pin 4 již není připojen k zamýšlené vysoké úrovni.



Lucas vidí spojení mezi RESET a výstupem: nedefinovaný vstup může přerušit činnost obvodu.



Opraví spojení a pak se připraví na další test. Porucha má konečně ověřitelné vysvětlení.

Odstraňování problémů ve správném pořadí



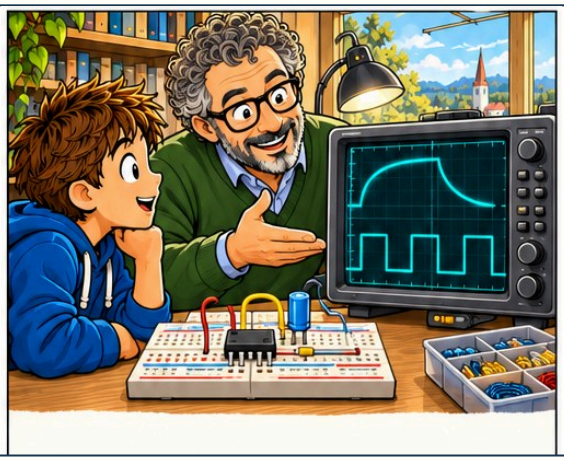
Henri navrhuje rutinu: napájení, uzemnění, orientace obalu, RESET, komponenty časování a výstup.



Lucas nejprve zkontroluje napětí mezi 8 a 1. Měření jinde by mohlo maskovat špatné spojení.



Kontrolují dělené kolejnice, uvolněné dráty a polohu každého kolíku.



Jakmile pozorují napětí na C, mohou lépe určit, zda je chyba v oscilátoru nebo v pozdější fázi.



Připojení jsou opravena při vypnutí. Před obnovením napájení se připravují měření.



Lucas kreslí diagnostickou cestu: každá otázka musí snížit počet možných příčin.

Chyba se stává lekcí



Po korekci má pin 4 svoji definovanou úroveň. Obvod vytváří opět obdélníkové impulsy.



„Měli jsme hypotézu, kontrolu a opravu," shrnuje Lucas. Henri mu to nechá vysvětlit.



Jemně zatahují za propojovací kabely při vypnutém napájení, aby identifikovali uvolněná spojení.



Lucas ukládá příliš dlouhé vodiče a uvolňuje přístup k měřicím bodům.



Zápisník zaznamenává poruchu a její příčinu. Návštěvník se z tohoto incidentu bude moci poučit, aniž by jej opakoval.



Rytmus je zpět. Nyní musí být slyšitelný, aniž by požádal NE555 o přímé ovládání reproduktoru.

Reproduktor není LED



Lucas posouvá reproduktor směrem k výstupu 3. Henri ho jemně zastaví: "Nechte nás zkontrolovat náklad, který představuje."



Malý reproduktor s nízkou impedancí potřebuje proud, který by tento obvod neměl dodávat přímo.



NE555 zde udává rytmus; zvukovou energii dodává modul audio zesilovače kompatibilní s 5 V.



Vyberou si modul, jehož vstup tento signál po propojení a nastavení úrovně akceptuje podle jeho instrukcí.



Reproduktor se připojí ke svorkám poskytovaným modulem. Některé výstupy nesmí být uzemněny.

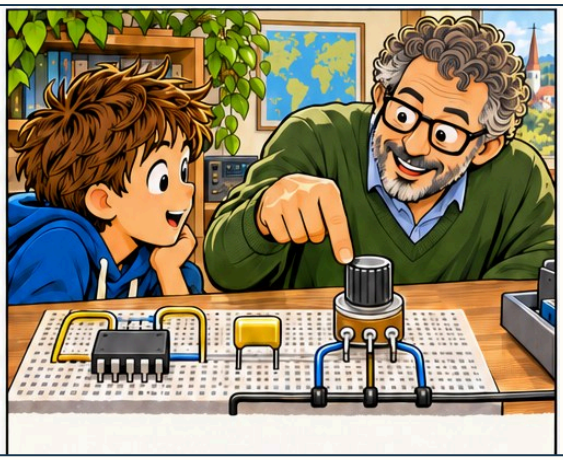


Lucas předělává tři bloky: oscilátor, nastavení úrovně, zesilovač. Každý prvek má svou práci.

Cesta zvuku



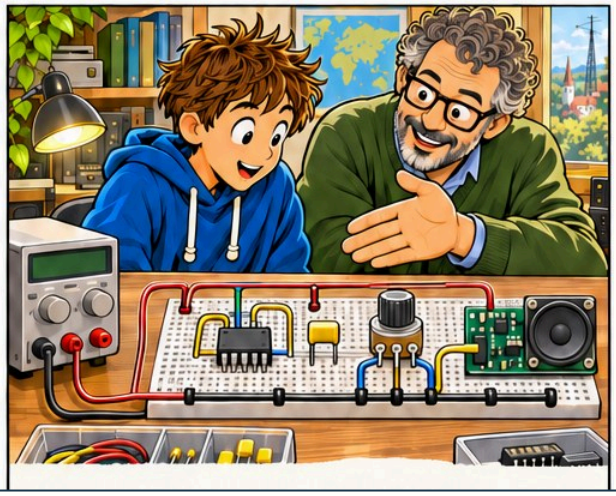
Při vypnutém napájení se výstup 3 připojí k nepolarizovanému vazebnímu kondenzátoru 100 nF.



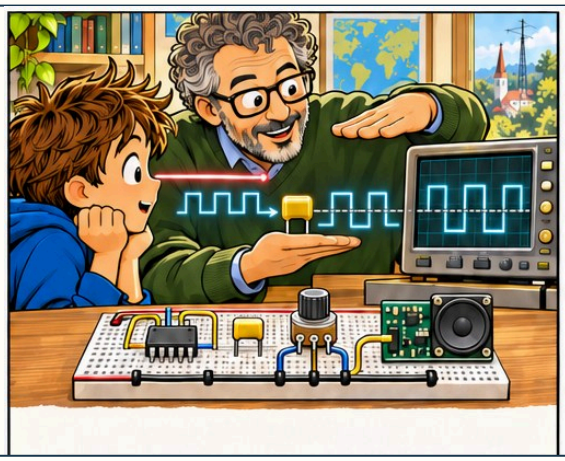
Druhá svorka se připojuje k horní části potenciometru 47 kΩ; jeho spodní část se připojuje ke společné zemi.



Posuvník potenciometru se připojuje k vysokoimpedančnímu vstupu zvoleného audio modulu. Jeho pokyny toto spojení potvrzují.



Modul a NE555 sdílejí zem; modul je napájen podle své dokumentace.



Vazební kondenzátor blokuje stejnosměrnou složku výstupu a zároveň umožňuje průchod zvukových variací.



Před prvním pokusem sníží hlasitost na minimum. Lucas zatím nepřipojila žádná sluchátka.

Konečně první zvuk



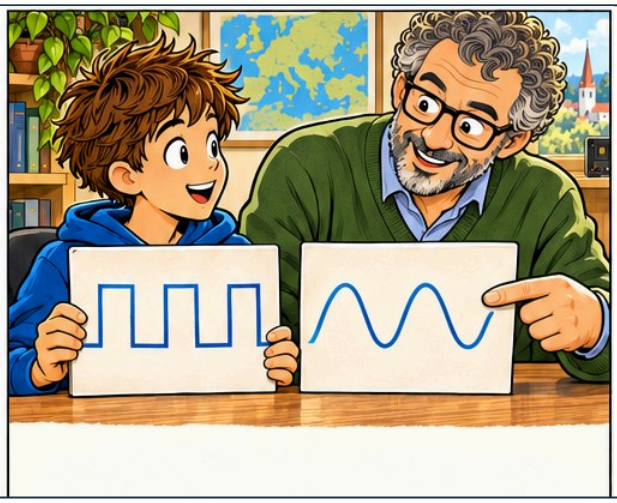
Po opětovném zapnutí napájení Lucas pomalu zvyšuje hlasitost. Čistý zvukový tón zaplní malý koutek dílny.



"Zpívá!" Henri ho požádá, aby porovnal zvuk, který slyší, s průběhem na osciloskopu.



Nejprve upraví frekvenci oscilací a poté úroveň zvuku. Dvě tlačítka, dva různé efekty.



Obdélníkový průběh obsahuje harmonické: nemá zabarvení čisté sinusové vlny.



Objem zůstává pohodlný pro stůl. Nezapojují sluchátka přímo do výstupu 555.



Lucas na okamžik zavře oči: malá křivka jeho notebooku se stala zážitkem, který slyší.

Klíč musí ovládat zvuk



Zvuk je nepřetržitý. "Tlačítko to musí povolit, když je stisknuto," navrhuje Lucas, když vypíná napájení.



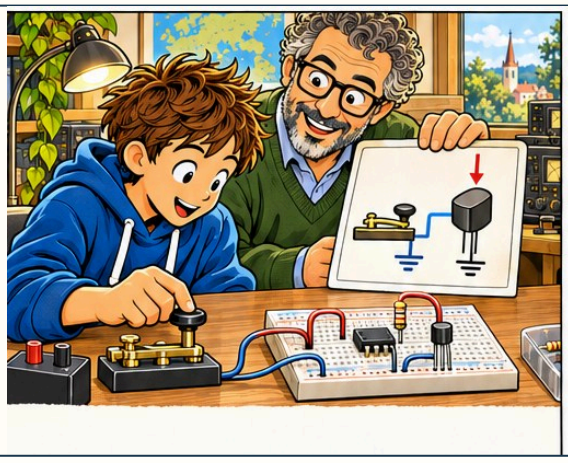
Odstraňují přímé spojení z RESET na +5 V. Rezistor 4,7 kΩ nyní připojuje RESET, kolík 4, k +5 V.



NPN 2N3904 má svůj kolektor připojený k RESET a jeho emitor k zemi; zkontrolují jeho skutečné pinout.



Rezistor 10 kΩ spojuje základnu se +5 V. V klidu protéká proud NPN, který udržuje RESET nízko: ticho.



Klávesa spojuje základnu se zemí: její stisknutí vypne NPN; RESET přejde vysoko a tón začne.

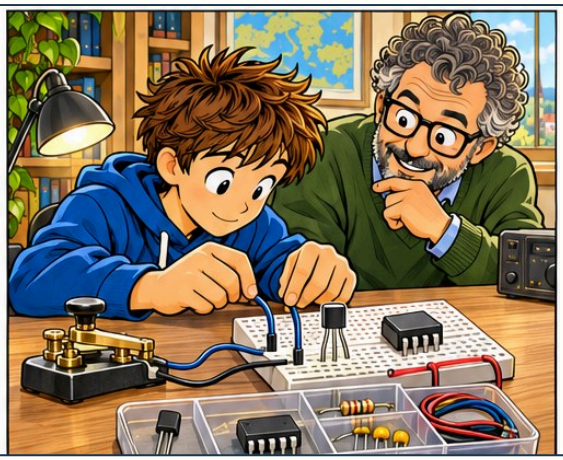


"Tranzistor invertuje klíčový příkaz!" Před testováním sledují oba stavy na diagramu.

Jedno stisknutí, jeden zvukový tón



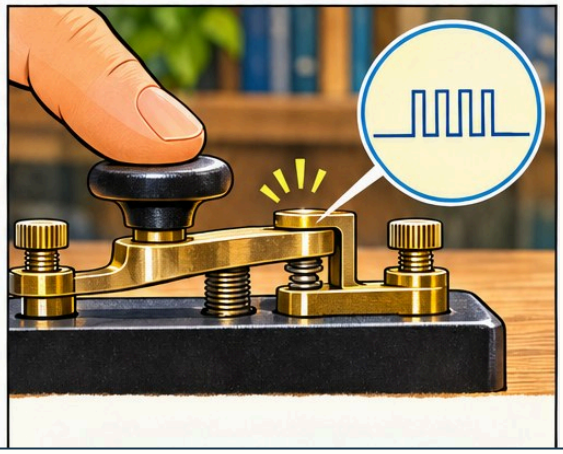
Klíč zůstává izolován od jakékoli rozhlasové stanice. Jeho dvě svorky slouží pouze pro naše nízkonapěťové ovládání.



Jeden vodič jde k základně NPN, druhý k zemi. Lucas kontroluje svorky a pull-up rezistor.



Zapínají se: ticho v klidu. Lucas stiskne Morseovu klávesu: zazní tón. Pustí klíč: zastaví se.



"Následuje můj pohyb!" Mechanické kontakty však mohou odskočit a způsobit malé cvaknutí.



Henri udržuje vodiče krátké. Kabel klíče by se neměl stát velkou smyčkou, která zachycuje rušení.

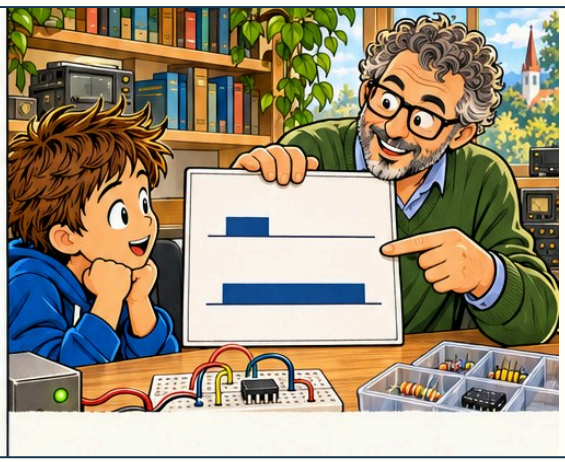


Lucas pomalu opakuje tři stisknutí. Poprvé obvod reaguje na jeho prst.

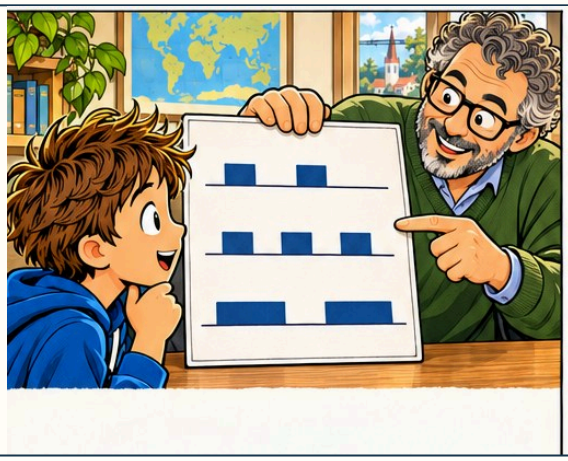
Morseova abeceda je také ticho



Lucas se klepe příliš rychle a vše zamíchá. Henri navrhuje zpomalit a poslouchat prostory.



Tečka trvá jednu jednotku; pomlčka trvá tři. Mezi prvky stejného znaku ponechte jednu jednotku.



Mezi dvěma znaky má mezera hodnotu tří jednotek; mezi dvěma slovy, sedm jednotek v referenčním rytmu.



"Takže ticho je součástí poselství!" Lucas nakreslí pruh se zvuky a pauzami.



Henri volí rovnoměrné tempo namísto rychlostní soutěže. Trenažér nemůže sám korigovat pohyby operátora.



Používají krátký vzor. Tentokrát Lucas slyší, kde jeden znak končí, než začíná další.

Společné učení



Henri hraje malý vzor; Lucas se to pokouší reprodukovat. Poté si vymění role.



Váhavá odpověď vyvolává úsměv, nikoli soud. Hledají pasáž, která byla špatně pochopena.



Lucas zjišťuje, že změna tónu může zpříjemnit poslech bez změny časování Morse.



Hlasitost nenahrazuje pozornost ani čitelný rytmus. Udržují to dostatečně nízko, aby mluvili klidně.



Zápisník obsahuje krátké sezení a přestávky. Den otevřených dveří by měl návštěvníky povzbudit k vyzkoušení.

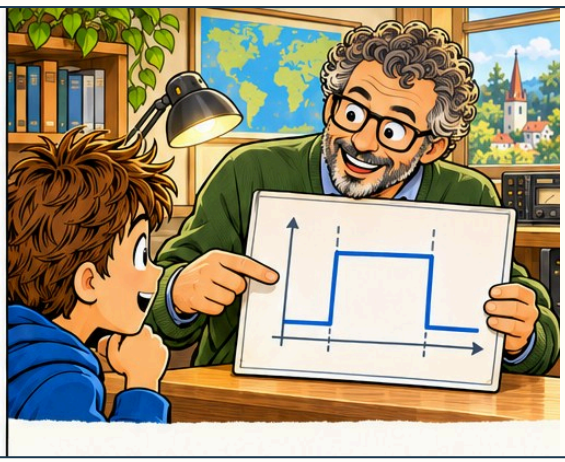


„Nejdřív vám ukážu, jak poslouchat," rozhodne se Lucas. Henri uznává lekci z jejich prvního dobrodružství.

Malé kliknutí mezi poznámkami



Když zvuk začne, uslyší malé cvaknutí. „Přepínání je náhlé," vysvětluje Henri.



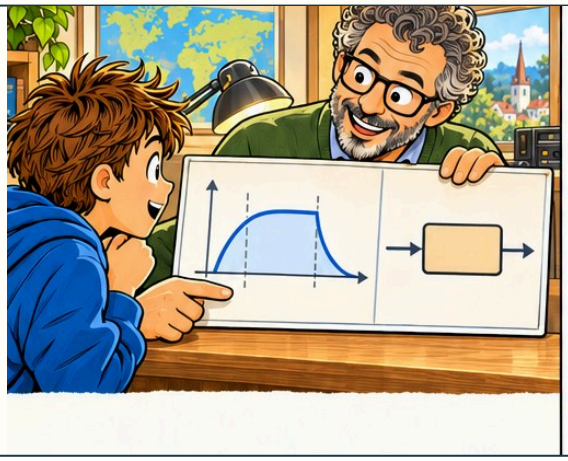
Signál se spustí a zastaví bez změkčené obálky. Zvuková vazba neodstraní všechny tyto přechodné jevy.



Lucas také kontroluje, zda se modul nesytí: příliš vysoká úroveň může znepříjemnit zvuk.



Snižují hladinu a pozorují signál. Změna několika věcí najednou by zmátla diagnózu.



Progresivní kontrola obálky by vyžadovala další fázi, která by se studovala a testovala samostatně.

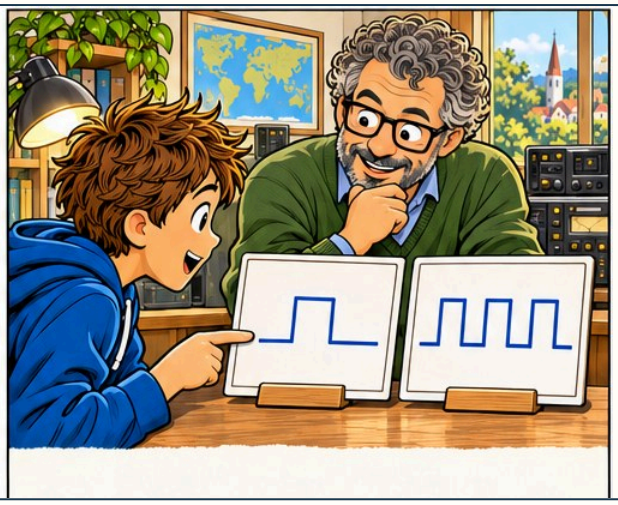


U tohoto trenažéru používají komfortní nastavení a tento limit poctivě hlásí v návodu.

Druhý experiment: jediný puls



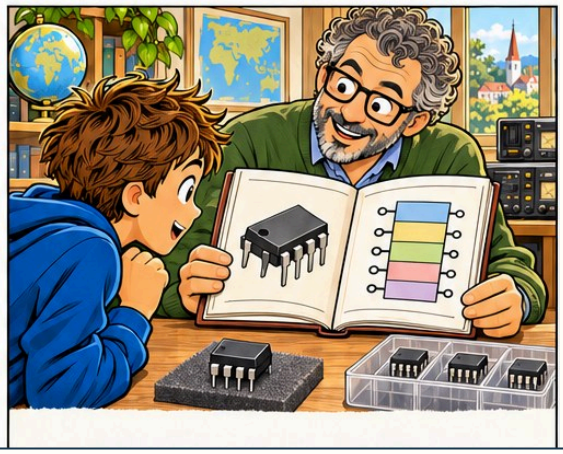
Lucas si představuje světlo, které po stisknutí zůstane krátce svítit. Henri navrhuje monostabilní obvod.



Na rozdíl od astabilního čeká na spoušť, vytvoří puls a poté se vrátí do klidu.



Připraví další nepájivé prkénko, aby zachovali Morseův trenažér neporušený. Oba experimenty zůstanou oddělené.



Stejný NE555 může provádět tuto funkci s různým zapojením. Lucas vyjme svůj pinový diagram.



Jmenovitá doba trvání závisí hlavně na odporu R a kondenzátoru C: T ≈ 1,1 × R × C.



"Nepřetržitý zvuk nebo jeden interval: stejný balíček, jiný příběh!" Připravuje nový test.

Monostabilní schéma zapojení



Na tomto druhém nepájivém prkénku: 1 k zemi, 8 a 4 k +5 V; platí stejná opatření pro oddělení.



Piny 6 a 7 jsou připojeny ke stejnému uzlu. R = 100 kΩ připojuje tento uzel k +5 V.



C = 10 µF spojuje tento uzel se zemí s kladnou svorkou na straně 6–7 pro vybranou součást.



Pin 2 má pull-up rezistor 10 kΩ až +5 V a testovací tlačítko k zemi.



Pin 5 přijímá 10 nF k zemi; výstup 3 řídí LED přes jeho rezistor 2,2 kΩ.



Lucas odlišuje toto schéma od astabilního obvodu. "Tady, 2 není připojen k 6!" Jejich kontrola zabraňuje záměně.

Krátké stisknutí pro spuštění pulzu



V klidu je pin 2 vysoký a výstup je nízký. Časovací kondenzátor je vybitý.



Krátké stisknutí stáhne TRIG pod jednu třetinu VCC; výstup se zvýší a C se začne nabíjet.



Lucas okamžitě uvolní tlačítko. Spoušť musí skončit před zamýšleným časovým intervalem.



Pokud TRIG zůstane nízká, konec pulsu se již neshoduje s chováním správně připravené krátké spouště.



"Držení tlačítka proto není dobrý způsob měření T!" Znovu začnou krátkým stisknutím.



Automatický vstup by vyžadoval čistý spouštěcí signál kompatibilní s limity datového listu.

Asi vteřinu, ne hodiny



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



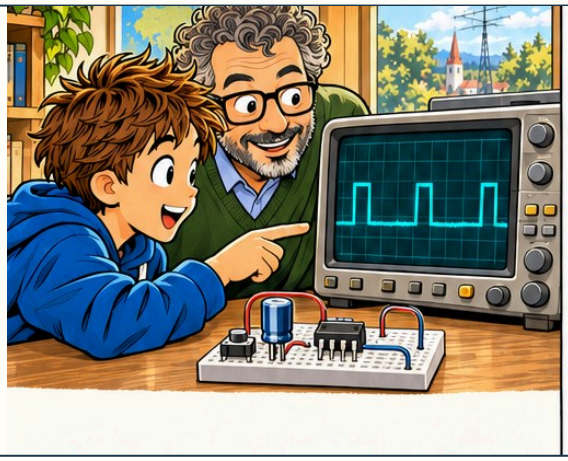
Lucas jednou spustí časovač a poté pozoruje rozsvícení a zhasnutí kontrolky.



Kondenzátor 10 µF má toleranci a únik. Skutečný interval se může lišit od jmenovitého výpočtu.



Pro dlouhé a přesné doby trvání není tento jednoduchý RC nutně tou nejlepší volbou.



Změří několik impulsů pomocí vhodného přístroje, aniž by jejich testy přeměnily na záruku přesnosti.



Lucas píše: "Načasování akce, ano; výměna referenčních hodin, ne."

Ovládání demonstračního relé



Henri navrhuje malé relé s cívkou 5 V, která spotřebovává přibližně 20 mA, aby demonstrovala nepřímé řízení.



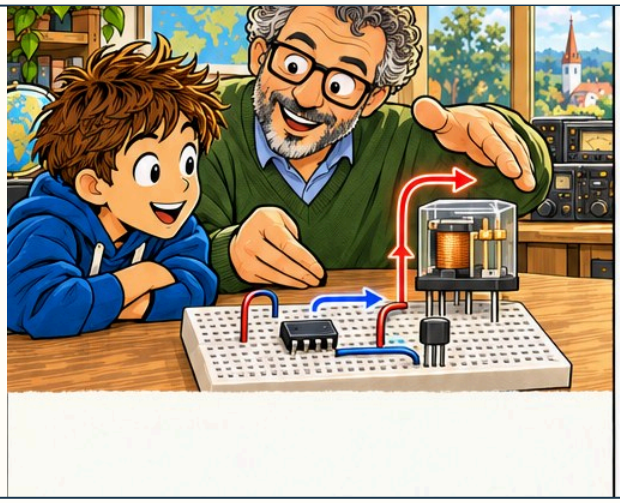
Výstup 3 se připojuje k bázi vhodného tranzistoru NPN přes 1 kΩ; rezistor 10 kΩ spojuje základnu s emitorem.



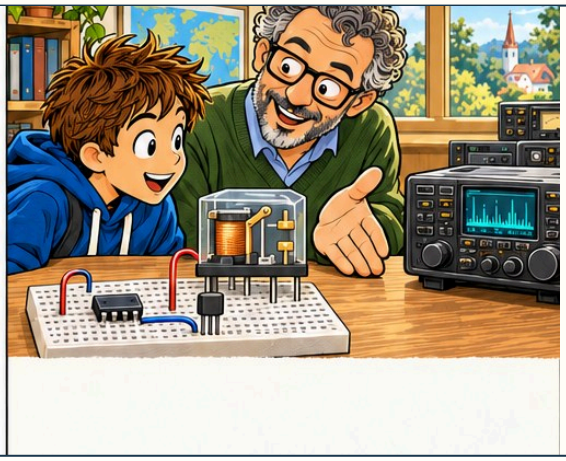
Tranzistorový emitor jde k zemi; kolektor na jednu svorku cívky; druhý vývod cívky na +5 V.



Kontrolují skutečný vývod tranzistoru a přípustný proud v jeho datovém listu: Zařízení NPN nejsou všechna identická.



Výstup 555 budí bázi, zatímco tranzistor spíná proud cívky.



Kontakty relé zůstávají během tohoto testu nezatížené. Není připojen žádný rádiový vstup PTT.

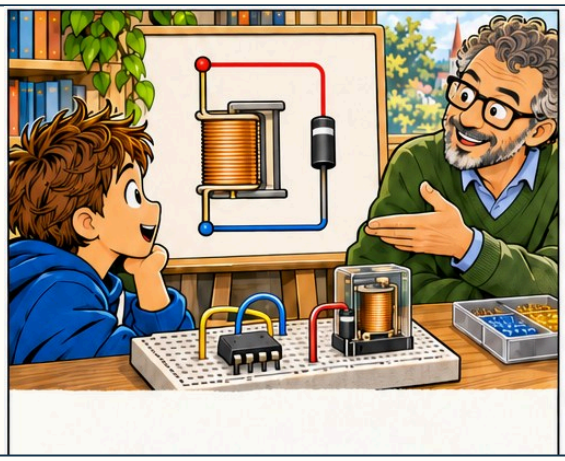
Dioda, která chrání cívku



„Vedle cívky chybí součástka," říká Henri. Přerušení indukčního proudu může způsobit napěťové špičky.



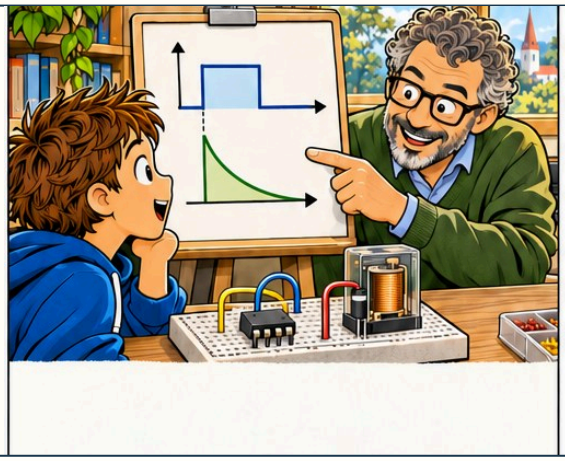
Na cívce je paralelně umístěna dioda 1N4007: katoda k +5 V, anoda ke kolektoru.



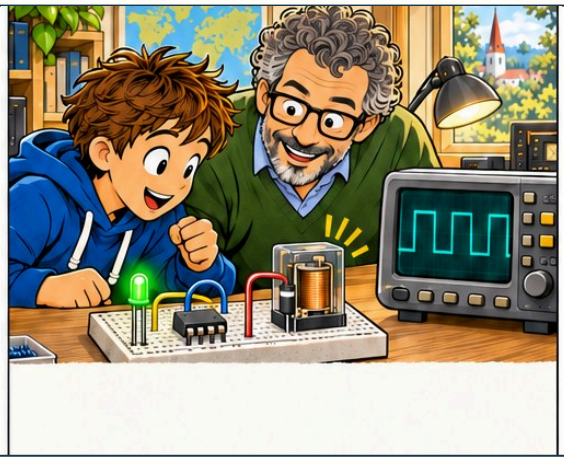
Během normálního provozu je dioda obrácena předpětím. Při vypnutí poskytuje cestu pro proud cívky.



Lucas označí katodový kroužek před zapojením. Obrácená dioda by byla závadou, nikoli ochranou.



Tato volnoběžná dráha také zpomaluje uvolnění relé. Volba ochrany závisí na aplikaci.

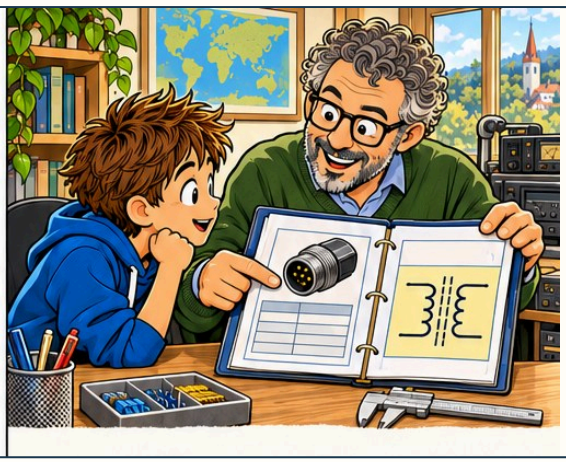


Zkontrolují kabeláž při vypnutém napájení a poté spustí monostabilní. Za indikátorem následuje malé mechanické cvaknutí.

Rádiový nápad s jeho rozhraním



Lucas myslí na časování příslušenství stanice. Henri ho nejprve požádá, aby si přečetl jeho pokyny.



Ovládání nebo příslušenství PTT může vyžadovat velmi specifickou izolaci, polaritu a úrovně.



Demonstrační relé se nestává univerzálním rozhraním. Kontakty mají také své limity.



Kreslí pouze funkci časování, oddělenou od stanice blokem rozhraní ke studiu.



"Nebudeme to zkoušet na stanici, abychom viděli, co se stane," rozhodl se Lucas a odložil kabel.



Jejich test demonstruje princip ovládání. Skutečná aplikace bude potřebovat svůj vlastní návrh a ověření.

Kontakty, které poskakují



Lucas po stisknutí tlačítka sleduje nepravidelné detaily. Mechanický kontakt může několikrát odskočit.



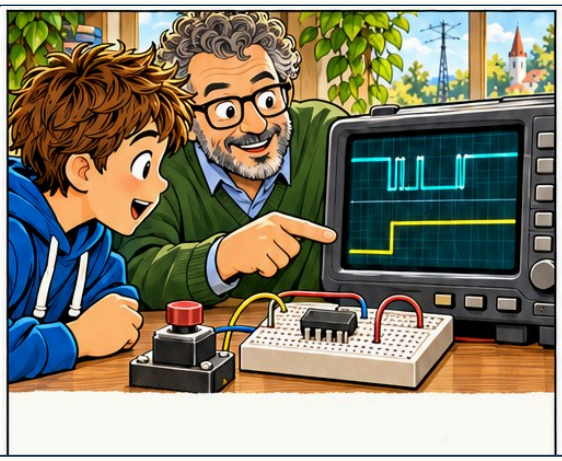
„Jeden pohyb nevytváří vždy jednu elektrickou hranu," vysvětluje Henri pomocí tvaru vlny.



555 může pomoci s odskokem, ale libovolná monostabilní jednotka neodstraní každý problémový případ.



Zvolený interval, průběh spouštění a stav spuštění musí vyhovovat dané aplikaci.

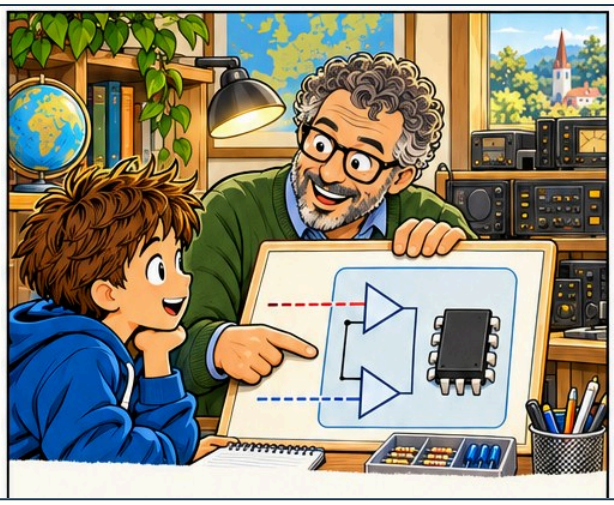


Před posouzením výsledku společně pozorují vstup a výstup. Samotný indikátor může skrýt detaily.



Lucas přidává do svého souboru otázku: "Jaký signál skutečně vstupuje do mého obvodu?"

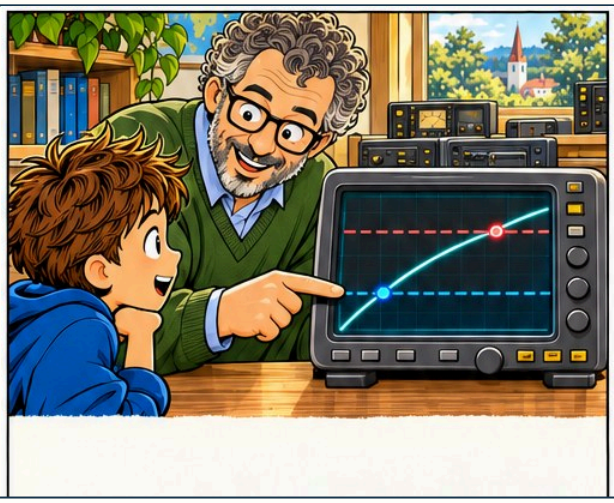
Dva prahy, aby se zabránilo zaváhání



Henri spojuje kolíky 2 a 6 a zavádí Schmittův spínač pomocí 555.



Tentokrát tento uzel řídí vhodné zkušební napětí; pin 7 není v ukázce použit.



Vstup přibližně pod VCC/3 řídí vysoký výstup. Tím, že stoupne nad 2VCC/3, sníží se.



Mezi dvěma prahy je zachován předchozí stav. Tato hystereze zabraňuje určitému váhavému spínání.



Použité napětí musí zůstat v povolených mezích. Libovolný signál nelze připojit přímo.



Lucas následuje pomalé stoupání a poté klesání v kresbě. Chápe, proč na obou prahových hodnotách záleží.

Pamatování stavu: bistabilní



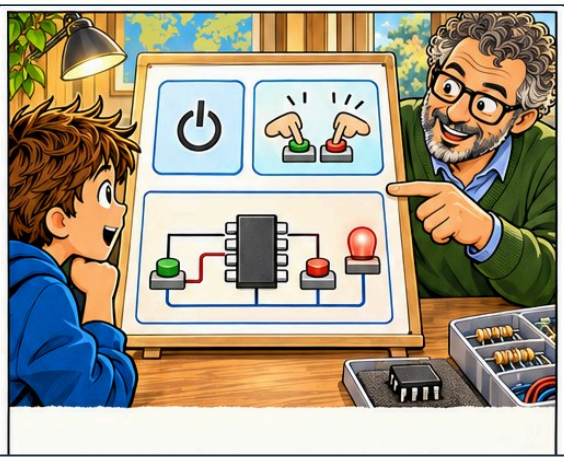
Lucas navrhuje výstražnou kontrolku, která zůstane svítit až do příkazu k zastavení. Henri zavádí bistabilní provoz.



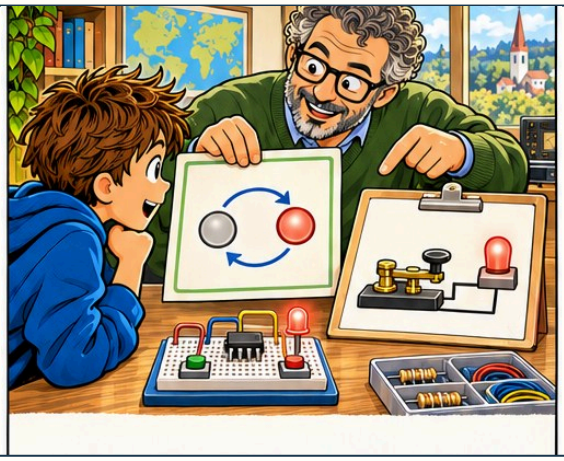
Ve vhodném obvodu TRIG přikazuje vysoký stav; RESET může vynutit nízký stav.



Vstupy musí udržovat definované úrovně. THRES nesmí způsobit nechtěné sepnutí.



Je třeba vzít v úvahu chování při spouštění a simultánní příkazy: paměťový obvod nemůže uhodnout záměr.



Udržují tuto aplikaci ve fázi blokového diagramu, aniž by ji přidali do svého trenéra Morse.

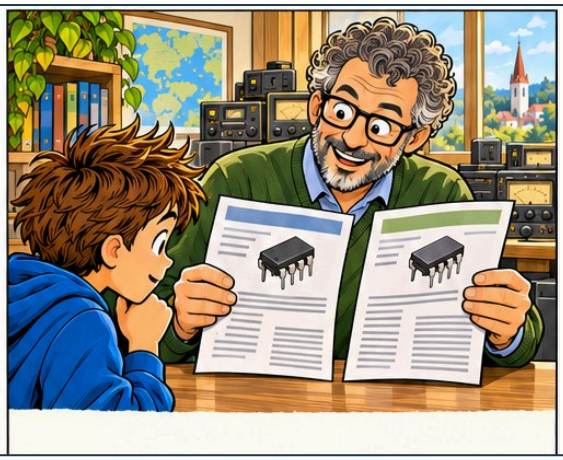


„Oscilování, načasování, zapamatování: konečně vidím ten rozdíl," říká Lucas vedle svých tří karet.

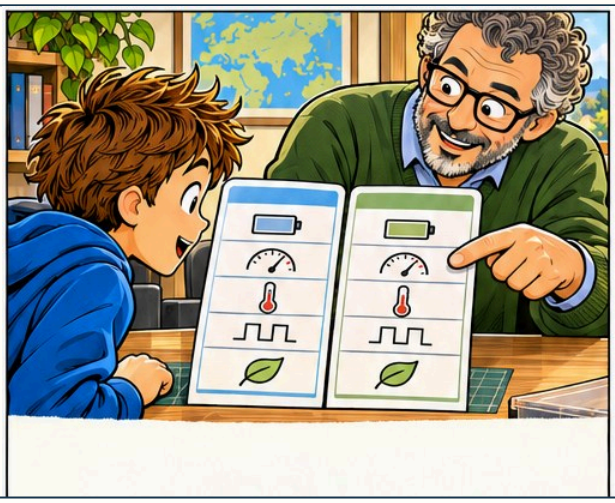
Bratranci CMOS



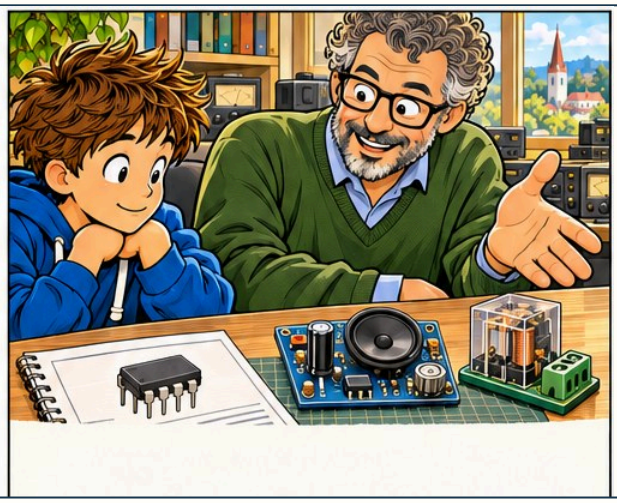
Na jiném balíčku Lucas čte TLC555. "Stejné číslo: přesně stejná součást?"



Henri porovnává katalogové listy: některé verze CMOS odebírají méně klidového proudu a akceptují různé rozsahy napájení.



Výstupní proudy, garantované prahové hodnoty a absolutní limity se mohou lišit.



Pin na stejném místě nezaručuje stejné chování s naším audio modulem nebo relé.



Zbývá ověřit doporučení pro oddělení a vstupní charakteristiky pro vybranou referenci.



Uchovávají v zařízení specifikovaný NE555. Lucas nyní ví, jak posoudit rozumnou náhradu.

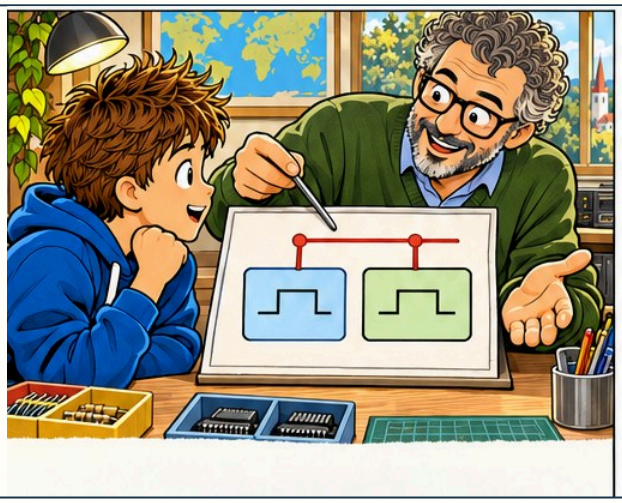
Dva časovače v jednom NE556



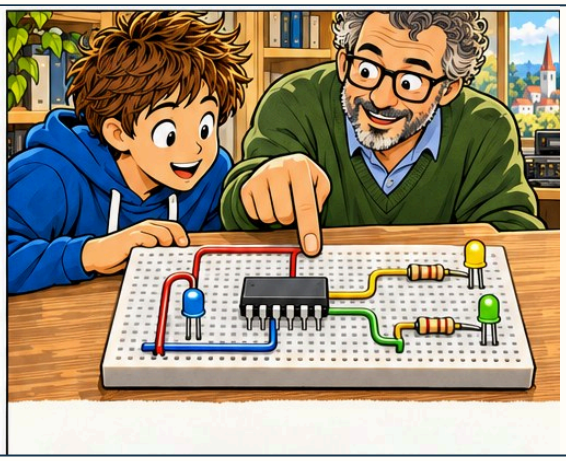
NE556 kombinuje dva časovače v jednom balení. Lucas si představuje samostatné funkce tónu a časování.



Henri ukazuje pinout: toto čtrnáctipinové pouzdro nesmí být zapojeno jako dva NE555 z paměti.



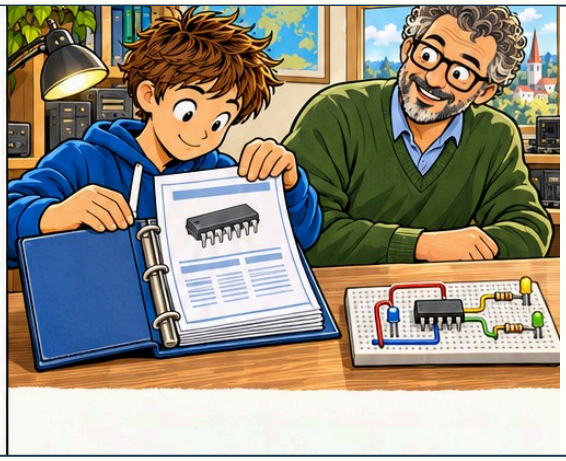
Každá sekce má své vlastní vstupy a výstupy. Obě sekce sdílejí napájení.



Pečlivé oddělení a směrování pomáhá zabránit tomu, aby jedna sekce narušila druhou.



Načrtli výukovou dvoublokovou sirénu, přičemž se stavba tohoto alba soustředila na jejich aktuální projekt.



„Více funkcí také vyžaduje více kontrol," poznamenává Lucas při odkládání listu NE556.

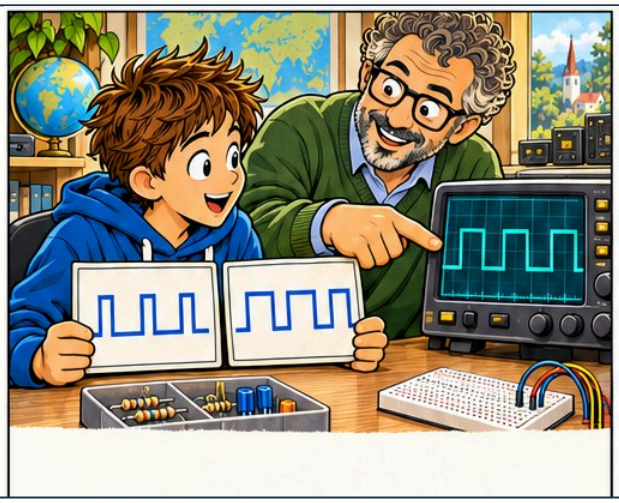
Pin 5 a myšlenka modulace



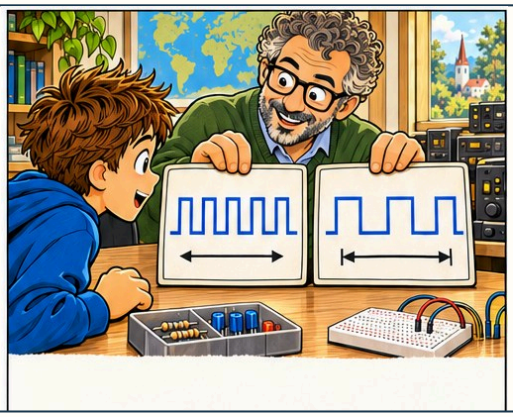
Lucas se vrátí na CONT, pin 5. "Můžeme změnit chování okruhu?"



Henri vysvětluje, že vhodné řídicí napětí posouvá vnitřní reference.



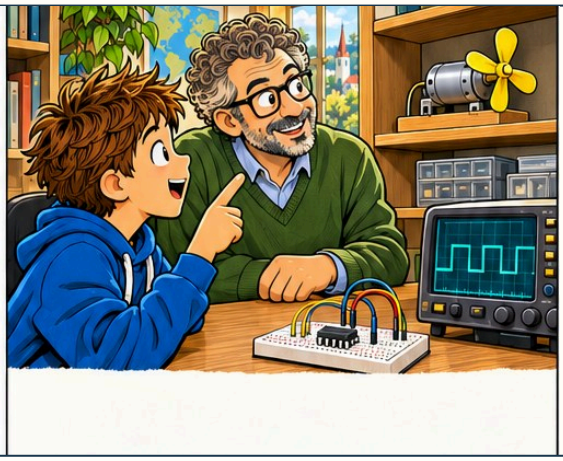
V závislosti na obvodu to může modulovat šířku impulsu nebo měnit rychlost oscilace.



V tomto jednoduchém astabilním provedení může změna žádaných hodnot také změnit kmitočet oscilací: PWM není automaticky nezávislý.



Je vybrán a navržen správný regulátor PWM pro jeho zátěž s vhodným výkonovým stupněm.



Tento princip si ponechávají pro další studium. Na výstup 3 není přidán žádný motor ani velká zátěž.

Past univerzálního rádiového generátoru



„Co kdyby se náš 555 stal vysílačem?“ Henri rozlišuje frekvenci oscilací zvuku a stabilní rádiový nosič.



NE555 je zde vhodný pro tón a časové prodlevy. Jeho RC není přesná reference RF.



Obdélníkový signál obsahuje harmonické; příliš dlouhý vodič může přenášet rušení.



Laboratorní oscilátor se nestane vhodným vysílačem pouhým přidáním antény.



Rádiový experiment by potřeboval návrh pokrývající stabilitu, impedanční přizpůsobení, filtrování a povolené použití.



Lucas proto nechává anténu stranou: jejich zařízení již poskytuje skutečnou službu tím, že zůstává místním trenérem.

Když oscilátor ruší příjem



Při poslechu v klubu si všimnou hluku, který se po zapnutí trenažéru mění.



"Náhoda?" Několikrát porovnávají zapnutí a vypnutí, aniž by se změnilo nastavení přijímače.



Opakovaná srovnání dávají vodítko, ale ještě neidentifikují každou interferenční cestu.



Posunují sestavu dále, zkracují spojení a před dalším porovnáním zkontrolují oddělení.



Henri odlišuje užitečný zvuk v reproduktoru od nežádoucího rušení unikajícího z obvodu.



Lucas nachází pravidlo ze svazku 1: sdílení spektra také znamená starat se o to, co budujeme.

Porovnejte k pochopení



Mění pouze jednu věc: pozici audio kabelu. Poté znovu porovnávají zapnutí a vypnutí.



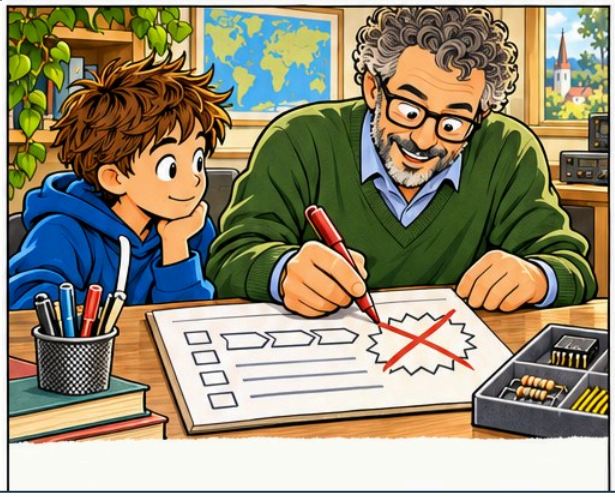
Lucas zaznamenává vzdálenost, kabeláž a použitý napájecí zdroj. Bez těchto detailů by se další test jen těžko porovnával.



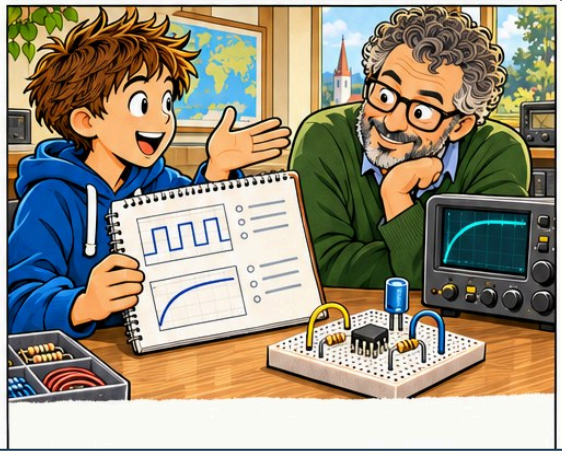
Lokální zlepšení nedokazuje, že celé spektrum je čisté. Jejich přijímač není úplná laboratoř.



Kompaktní a správně oddělená koncová sestava bude vhodnější než prototyp rozprostřený na dlouhých drátech.



Neprohlašují shodu nebo měření, která nestanovili.



„Mohu vysvětlit, co jsem zkoušel a co zbývá ověřit," říká Lucas. Henri schvaluje jeho metodu.

A co provoz na baterie?



Lucas sní o tom, že si vezme trenažér na zahradu. Začínají odhadem celkové spotřeby.



Audio modul, nastavení hlasitosti a reproduktor jsou při odhadování životnosti baterie důležité stejně jako časovač.



Baterie musí napájet vhodný regulátor, aby byla zachována specifikovaná hodnota 5 V; řídí se její dokumentací.



Zdroj schopný dodávat velký proud vyžaduje vhodnou ochranu proti zkratu.



Henri navrhuje nejprve dokončit verzi izolovaného zdroje. Požadavek na přenositelnost bude zdokumentován samostatně.

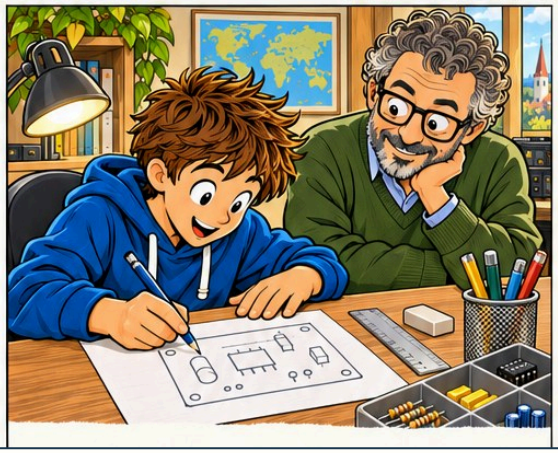


„Životnost baterie nelze slíbit pouze z kapacity vytištěné na baterii," uzavírá Lucas.

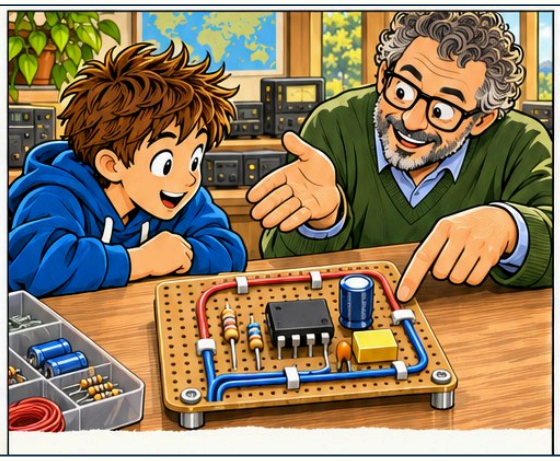
Příprava odolné sestavy



Nepájená prkénka byla užitečná. Při dni otevřených dveří se musí vyvarovat uvolnění propojovacích kabelů.



Připravují kompaktní plán uspořádání s přístupem k ovládacím prvkům a testovacím bodům.



Oddělení zůstává blízko 555; zpětné zvukové proudy nesmí vést oklikou přes časovací obvod.



Kabely kláves a reproduktorů mají odlehčení tahu. Spoje nesmí nést tah za kabel.



Henri mimo tuto čtecí dílnu dohlíží na výrobu pomocí vhodných nástrojů a ochrany.

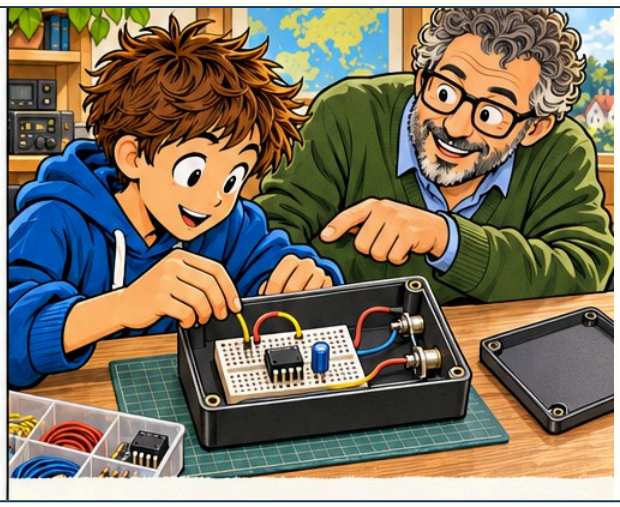


Lucas pak před obnovením napájení zkontroluje kontinuitu, polaritu a diagram.

Skříň elektroniky, která vysvětluje její použití



Lucas si vybírá jednoduchý přední panel: jasně identifikuje napájení, tón, hlasitost a zdířku kláves.



Obvod je upevněn ve vhodné krabici; žádný holý drát se nedotýká vodivé části.



Vedení kabelů je chráněno. Kontrolují, zda otáčením knoflíku netahají spoje.



Zamýšlený napájecí zdroj a jeho polarita budou uvedeny v pokynech a poblíž příslušného konektoru.



Klíč ovládá pouze tento trenažér; podobně vypadající zásuvka neopravňuje připojení k rozhlasové stanici.



Lucas zkouší zařízení bez vysvětlení. Ovládací prvky by měly být pro příštího návštěvníka zřejmé.

Pokyny pro příštího začátečníka



V pokynech vysvětlují cíl: naučit se morseovku s místním zvukem, bez vysílání.



Schéma ukazuje piny, hodnoty součástek, připojení napájení a dva stavy klíče.



Seznam součástek rozlišuje časovací, vazební a oddělovací kondenzátory.



Přidávají jmenovité výpočty, omezení, reference komponent a body měření.



Krátká stránka popisuje nesprávně umístěný propojovací kabel a způsob jejich odstraňování. Do příběhu patří i chyby.



Lucas znovu čte pokyny, jako by byl na návštěvě klubu poprvé. Zjednodušuje další větu.

Zkouška šatů



Den před dnem otevřených dveří sedí Henri na místě návštěvníka. Lucas představuje svůj workshop.



"Nejprve poslouchejte. Pak to zkuste. A nakonec vysvětlete, co se změní, když otočíte tímto knoflíkem."



Rozlišuje tón, hlasitost a rytmus. Henri klade záměrně jednoduchou otázku.



Lucas ukazuje tři bloky v notebooku a poté nechá svého návštěvníka zkoušky ovládat klíč.



Uprostřed vzoru chybí zvukový tón. Vymění si pohled: malé zařízení má stále v zásobě překvapení.



Lucas zachová klid a sníží hlasitost. Právě se vrátil do své role vyšetřovatele.

Poslední záhada



Tentokrát rytmický obvod stále funguje: výstup 3 zobrazuje pulsy při stisku klávesy.



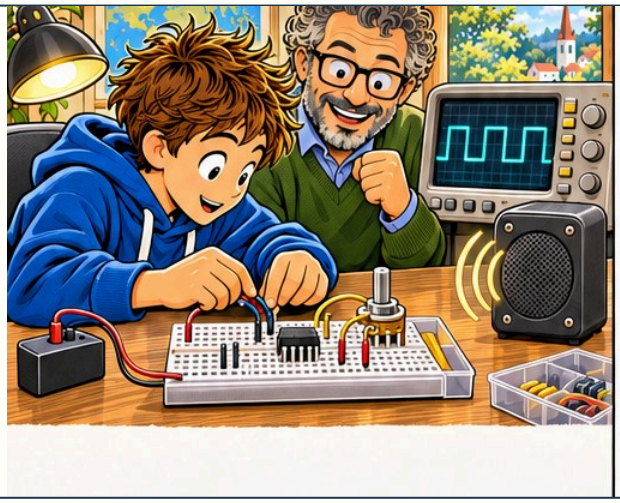
Lucas zkontroluje napájení a poté zvukový řetězec. Nenahrazuje NE555 jako reflex.



Při vypnutém napájení najde uvolněný vodič ve spojení s jezdcem potenciometru hlasitosti.



"Rytmus tam byl, zvuk už nedosáhl zesilovače!" Vedlo ho oddělení do bloků.



Opraví spojení a zkontrolují, zda drží. Další test produkuje ustálený tón.



Henri se posadí na své místo návštěvníka. Lucas přidává do svých příprav kontrolu konektoru.

Den otevřených dveří



Ráno čeká malá skříň elektroniky na čistém stole. Lucas nastavuje jemnou hlasitost a pohodlný tón.



Začíná hraním vzoru. Henri sleduje, jak dává všem čas na pochopení.



Návštěvník zkouší klíč. Váhavá sekvence se po pauze a dalším poslechu ustálí.



Lucas otevírá svůj notebook: „NE555 vytváří zvukový tón; je to vaše gesto, které mu dává rytmus.“



Ukazuje, jak napětí kondenzátoru stoupá a klesá, a pak se vrátí ke zvuku, který slyší. Teorie se setkává se zkušeností.



Úsměv stačí říct, že dílna funguje. Henri nyní umožňuje Lucas vést objev.

Co nás naučilo osm špendlíků



Po workshopu Lucas znovu najde tři karty: oscilaci, časování a zapamatování.



Přidává tranzistor, který pomáhá řídit zátěž a diodu, která chrání cívku při vypnutí.



Henri se ho ptá, na co bude nejvíce vzpomínat. Lucas se dívá do svého zápisníku výpočtů a rozpisů.



"Zkontrolujte kolíky. Uschovejte si jednotky. Změřte správný bod. A před výměnou pochopte."



Ukazuje také pokyny: nápad se stává užitečným, když ho jiný člověk může bez uhádnutí uchopit.



Nepoužité součástky odloží. Malý černý balíček dal rytmus celému dni setkávání.

Další rytmus bude váš



Místo znovu získá klid. Lucas naposledy stiskne klávesu: krátký zvukový tón a poté ticho.



Pamatuje si svůj příchod do klubu a radu Henri: poslouchejte, hledejte a sdílejte.



"Dozvěděli jsme se vše o 555?" - "Dost na to, abych věděl, jak klást lepší otázky."



Trenažér, jeho schéma a pokyny zůstávají připraveny pro dalšího začátečníka. Jejich dobrodružství zapadá do opravdové škatulky.



Lucas zavře notebook a poté jej znovu otevře, aby nakreslil nový nápad. Henri mu podává tužku.



Venku stojí antény proti obloze. Uvnitř osm malých špendlíků inspirovalo touhu experimentovat.