ON4CRD

70. kötet

Az NE555 és rádióamatőr alkalmazásai



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Jogi megjegyzések

70. kötet · Az NE555 és rádióamatőr alkalmazásai

Weboldal kiadója : Radio Club Durnal ON4CRD

Kiadványkezelő : A Radio Club Durnal ON4CRD bizottsága

https://on4crd.be

Jogi megjegyzések

Szellemi tulajdon

Az oldalon közzétett szövegek, képek, dokumentumok, logók és anyagok a megfelelő szerzők vagy a klub tulajdonát képezik. Minden reprodukálásnak vagy újrafelhasználásnak tiszteletben kell tartania a forrást, a vonatkozó jogokat és a szerzői engedélyeket.

Felelősség

A klub azon dolgozik, hogy hasznos és ellenőrzött információkat közöljön, de nem garantálja a hibák, hiányosságok vagy megszakítások hiányát. Ha a döntést alátámasztják, a műszaki vagy szabályozási információkat össze kell hasonlítani hivatalos forrásokkal.

Mesterséges intelligencia segítségével készített illusztrációk.

Egy kis doboz, egy nagy ötlet



Lucas jegyzetfüzetével tér vissza a klubba: „A nyílt napra szeretném, ha a látogatók hallanának Morse kódot!"



A Henri egy apró fekete csomagot helyez az asztalra: „Ez a NE555. Nyolc tű, rengeteg ötlet."



– Beszélhet egy másik állomással? Henri mosolyog: „Kezdjük egy hanggal, itt a klubteremben."



A hangszóró közelében egy morze billentyű várakozik. Kihívásuk: olyan eszközt építeni, amely segíti a látogatókat a tanulásban.



A Lucas egy dobozt rajzol három vezérlővel: teljesítmény, hangszín és hangerő. A projekt formálódik.



– Mi van, ha nem működik? — "Megtanuljuk, hogyan derítsük ki, miért. Ez a kaland része!"

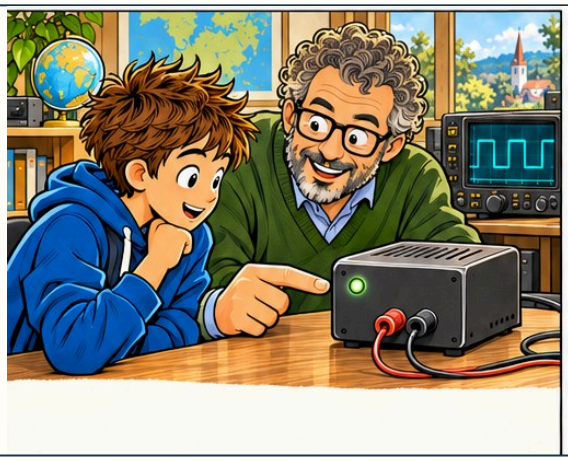
A projekt kívánságlistája



A Lucas kellemes hangzást, könnyen használható billentyűt és elegendő hangerőt szeretne egy kis műhelyasztalhoz.



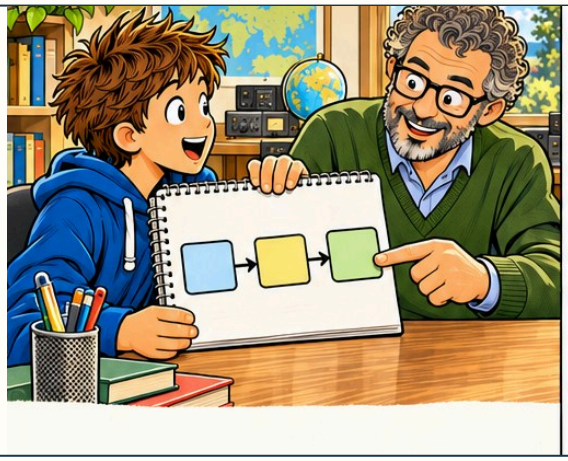
„És nincs szükség antennára” – teszi hozzá a Henri. Készülékük egy hangos Morse oktató lesz, rádiókibocsátás nélkül.



5 V szabályozott tápegységet választanak, és az első tesztek során korlátozzák az áramerősséget.



A Henri megtisztítja a munkaterületet. Az elektronikus alkatrészeknek és szerszámoknak mindegyiknek megvan a maga helye.



A notebookban a Lucas három funkciót különít el: hang előállítása, vezérlése és felerősítése.



„Minden egyes funkciót tesztelni fogunk” – dönti el. Ahhoz, hogy az egész készülék működjön, kis lépésekben haladnak tovább.

Ismerkedés a 555-vel



A Henri megnyitja a gyártó adatlapját: „Az ismerős név nem helyettesíti a tényleges alkatrész dokumentációját.”



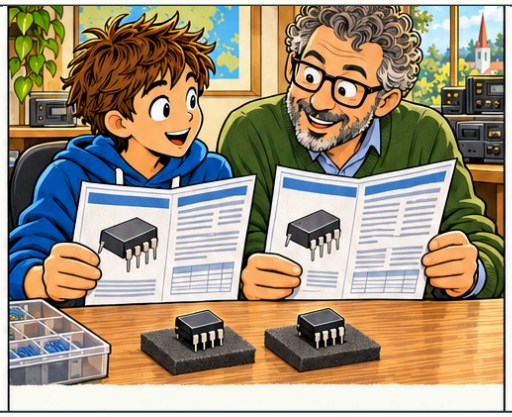
A NE555 egy bipoláris időzítő. Ellenállások és kondenzátor adják a ritmust.



Az áramkörétől függően impulzust állíthat elő, oszcillálhat vagy állapotot tarthat. A Lucas ezt a három funkciót hajtja végre.



– Tehát mindent megtesz? – „Nagyon hasznos, de feszültség- és áramkorlátai is vannak.”



Ellenőrzik, hogy referenciájuk a 5 V-nél működik. A szomszédos CMOS verzió nem feltétlenül rendelkezik ugyanazokkal a korlátokkal.



A Lucas tárolja az adatlapot a következő összetevőkkel: „Ez az eszköztárunkhoz tartozik.”

Nyolc tű, egy olvasási irány



Mielőtt bármit bedugnának, megnézik a nyolctűs DIP-csomagot felülről.



A bevágás felül van, a 1 tű a bal felső sarokban van; egy kis pont is azonosíthatja.



A bal oldalon számoljon vissza 1-től 4-ig. A jobb oldalon számoljon felfelé 5-től 8-ig: a számozás a csomag körül fut.



"Ha megfordítom, a rajzom már nem egyezik!" A Lucas ismét összehasonlítja az alkatrészt a felülnézettel.



A Henri megkéri, hogy rajzoljon négy-négy tűt mindkét oldalra, majd a bevágást. Még nem kapcsoltak össze semmit.

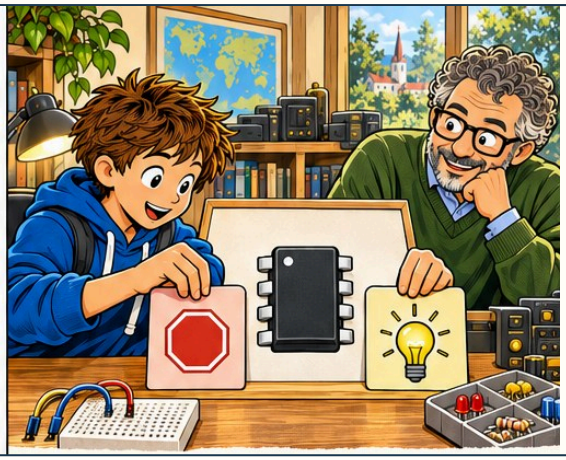


Ezt a jelölést láthatóan tartják a notebookon, és az alkatrész elhelyezése előtt ellenőrzik a jelölést.

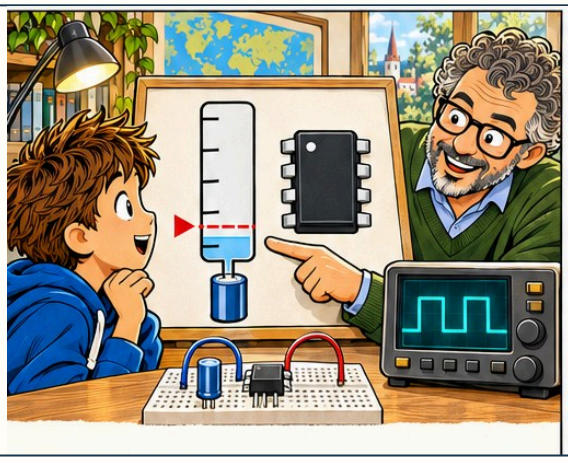
Minden gombnak egy szerep



A Lucas azonosítja a funkciókat: 1, földelés; 8, pozitív táp. Ez a két érintkező táplálja az áramkört.



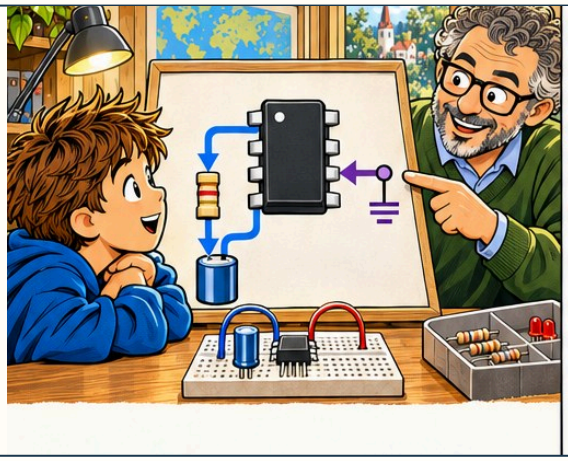
A 3 tű a kimenet. A 4, RESET tűk visszaállításra kényszerítik az áramkört, ha alacsonyan tartják.



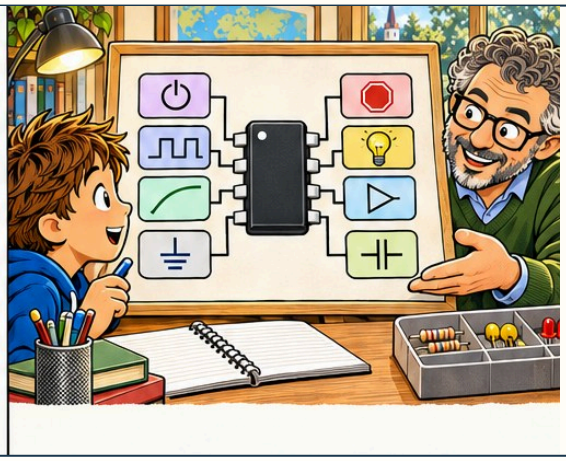
A 2, TRIG érintkező a tápfeszültség körülbelül egyharmada alá csökkenő feszültséget érzékel.



A 6, THRES tű a felső küszöböt, a tápfeszültség körülbelül kétharmadát figyeli a szokásos áramkörben.



A 7, DISCH tű a kondenzátor kisütésére szolgál. A 5, CONT tű hozzáférést biztosít a belső referenciahoz.

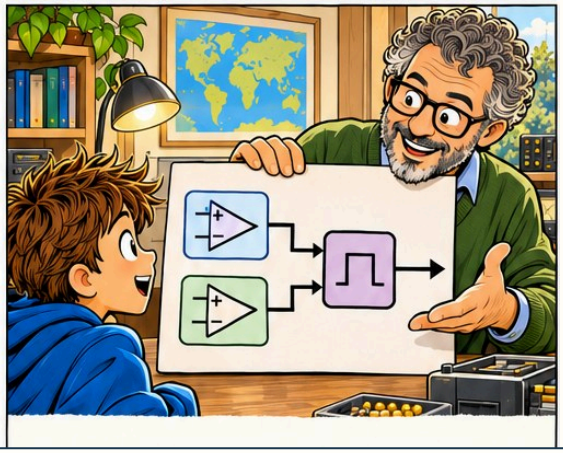


„Nyolc különböző szerepkör, nem nyolc cserélhető terminál!” A Lucas minden funkciót a rajzhoz igazít.

Egy kis csapat bent



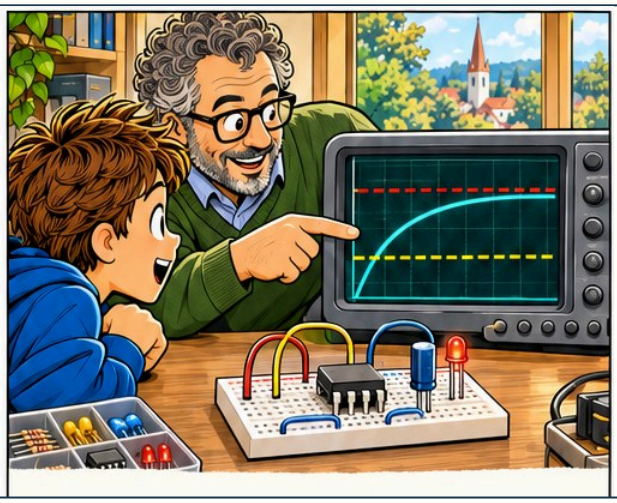
A Henri két komparátort rajzol: mindegyik egy feszültséget hasonlít össze egy referenciaértékkel.



A belső retesz emlékszik az utolsó parancsra. A kimenet és a kisülési tranzisztor ezt az állapotot követi.



– Az egyik elindítja, a másik leállítja? – „Ez egy hasznos kép, feltéve, hogy tiszteletben tartjuk működési feltételeiket.”



A szokásos áramkörben a belső referenciák közel vannak a VCC/3 és 2VCC/3 értékekhez.



A RESET kényszerítheti a visszaállítást. A Lucas megérti, hogy ezt a bemenetet miért nem szabad lebegni.



Ceruzájával követi a nyilakat: mérj, dönts, emlékezz, cselekedj. A csomag kevésbé lesz titokzatos.

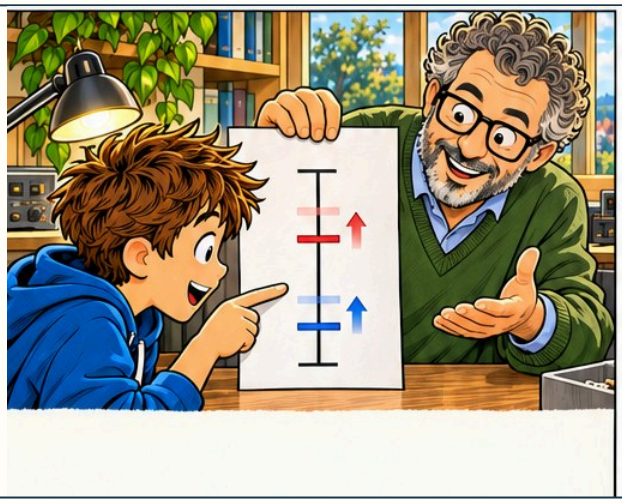
Egyharmada és kétharmada



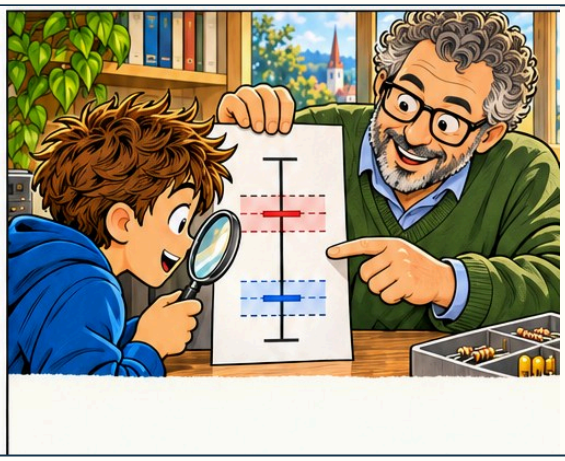
A VCC = 5 V esetében az elméleti referenciaértékek körülbelül a 1,67 V és a 3,33 V.



„Tehát ez nem két fix feszültség minden tápegységhez” – jegyzi meg Lucas.



A Henri egy papírmérőt változtat: a két jel a tápfeszültséget követi.



A tényleges értékeknek tűréshatárai vannak. A műszaki adatlap tartalmazza a feltételeket és az esetleges eltéréseket.



A kondenzátor feszültsége emelkedik és csökken e szintek között. Ez az utazás meghatározza az időintervallumot.



A Lucas egy kis elektromos kilengést mutat: „Talán a ritmus a küszöbökről szóló történet.”

Terv a vezetékek előtt



– Összekötjük? A Henri először lerak egy lapot: „Döntsük el, mit kell csatlakoztatni az egyes vezetékekhez.”



Astabil áramkört választanak: addig oszcillál, amíg a RESET ezt megengedi.



Két ellenállás, RA és RB, valamint egy C kondenzátor hozzávetőlegesen beállítja az oszcillációs frekvenciát.



Először egy jelzőfény jelzi az aktivitást. A hang a kezelőszervek után jön.



A Lucas külön rajzolja meg az időzítő áramkört és a jövőbeli audioláncot. Helyet hagy a méréseknek.



„Lesz egy tervünk, amiből építkezhetünk, majd friss szemmel ellenőrizzük” – mondja, miközben előkészíti a füzetet.

Öt volt jól előkészítve



Szabályozott, szigetelt 5 V tápot használnak, amelyet az áramkör csatlakoztatása előtt be kell állítani és ellenőrizni.



Az áramkorlátozót az első teszthez alacsonyra állítják, majd az utasításoknak megfelelően hozzáigazítják az áramkörhöz.



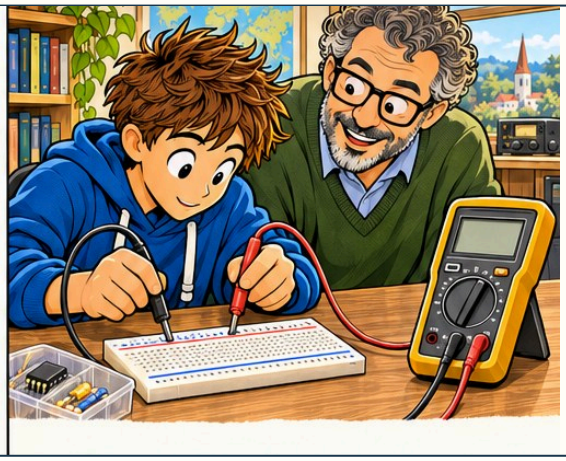
A pozitív vezeték a +5 V tápsínhez csatlakozik; a visszatérő vezeték az áramkör testéhez csatlakozik. A Lucas ellenőrzi a polaritást.



„Az akkumulátor nem automatikusan megfelelő táplálék a 5 V számára” – emlékezteti Henri a címkékre mutatva.



Bármilyen huzalozási munka előtt lekapcsolják a tápfeszültséget. Ebben a műhelyben semmi sem csatlakozik közvetlenül a hálózathoz.



A Lucas a multiméterrel megméri a tehermentes tápsíneket, majd a folytatás előtt kikapcsolja a tápfeszültséget.

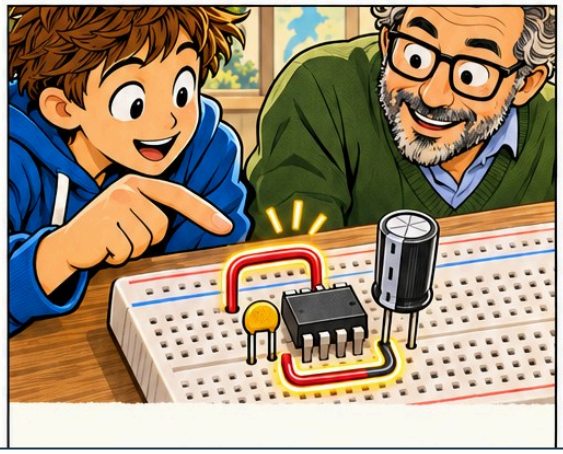
Helyi energiatartalék



A Henri a 100 nF-t a 8 és 1 érintkezők közé helyezi, rövid csatlakozásokkal, a lehető legközelebb a NE555-hez.



A 10 µF kondenzátor teszi teljessé a +5 V és a föld közötti szétválasztást; polaritását tiszteletben tartják.



A 555 kimenet rövid áramcsúcsokat okozhat. Ezek a helyi energiatartalékok segítenek stabilizálni az áramellátást.



Ebben az áramkörben a 5 érintkező a 10 nF testet kapja. Ez a kondenzátor nem állítja be a fő hangot.



„Két kis kondenzátor, két különböző feladat” – jegyzi meg Lucas, aki megkülönbözteti őket rajzán.



Újra ellenőrzik az értékeket. A jó szándék önmagában nem képes kompenzálni egy nagyon hosszú tápkábelt.

A megfelelő alkatrészek kiválasztása



A Lucas kiválasztja a RA = 10 kΩ, RB = 100 kΩ és C = 10 nF összetevőket. Ezek az értékek kezdeti hangot adnak.



Az időzítő kondenzátorhoz annak adatlapja alapján választanak ki egy megfelelő, stabil alkatrészt.



A LED soros ellenállása 2,2 kΩ lesz. A Henri nem csatlakoztatja közvetlenül a kimenet és a test közé.



A hangszóró a táskájában marad: megfelelő hangerősítő áramkörre lesz szükség a meghajtásához.



Előkészítenek egy potenciométert, rövid vezetékeket és a Morse billentyűt. Minden érték felkerül a komponenslistára.



„Egy doboz alkatrész még nem áramkör” – nevet Lucas. A terv megmutatja, hogyan kell összekapcsolni őket.

A színek értéket mondanak



A Lucas beolvassa a színsávokat, majd multiméterrel méri az áramkörön kívüli ellenállásokat.



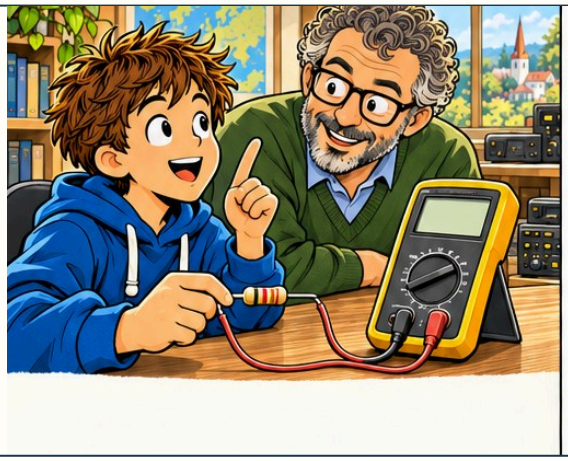
A 10 kΩ a 10 000 Ω; A 100 kΩ a 100 000 Ω. Egy elfelejtett nulla sokat változtatna a hangon.



Az utolsó sáv tűréshatárt adhat meg. A névleges érték nem ígér pontosan egyező mérést.



"Ez nem egy 100 Ω ellenállás!" Visszateszi a hasonlónak tűnő alkatrészt a rekeszébe.



A Henri lehetővé teszi, hogy kimondja az értéket, mielőtt megnézné a multimétert. A műszer megerősíti érvelését.



A Lucas egy kis értékű kártyát rögzít a forrasztás nélküli kenyérsütőtáblájához. Épp most akadályozta meg az első hibáját.

Tíz nanofarad, nem tíz mikrofarad



Az időzítő kondenzátoron a Lucas a 103 kódot találja: 10 000 pF vagy 10 nF.



A 10 nF egyenlő a 0,01 µF-vel. A 10 µF kondenzátor ezerszer nagyobb lenne.



– Akkor a sípunk nagyon lassú ritmussá válna! A Henri értékeli ezt az előrejelzést.



Az itt kiválasztott 10 nF kondenzátor nem polarizált. A 10 µF tartálykondenzátort megfelelő polaritással kell felszerelni.



Összehasonlítják a jelöléseket az alkatrészek adatlapjaival. A megjelenés önmagában nem elég.



A Lucas minden szám mellé a mértékegységet írja: „A kis betűk nagy különbséget jelenthetnek.”

A kenyérsütőtábla rejtett kapcsolatai



A 555 behelyezése előtt a multiméterrel megjelölik a forrasztás nélküli kenyértábla belső csatlakozásait.



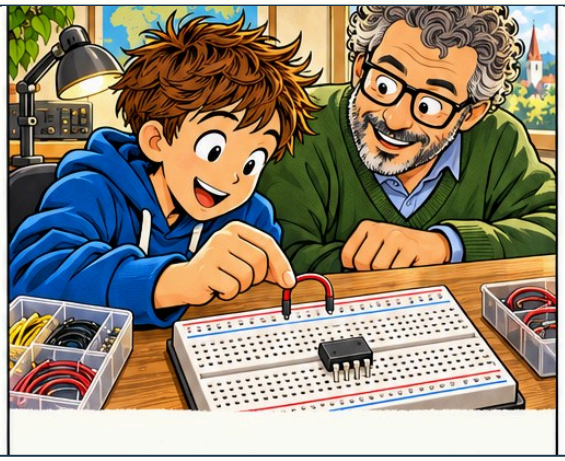
A csomag átnyúlik a központi résen: a két csapsor elektromosan különálló marad.



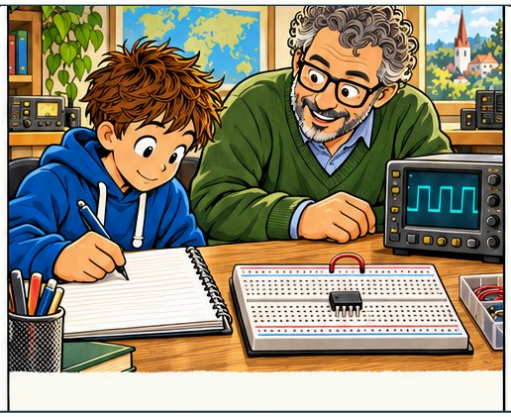
A kis lyukcsoportok meghatározott irányban kapcsolódnak össze. A Lucas tesztel a találgatás helyett.



Néhány ellátó sínek közepén törés van; ellenőrzik a saját forrasztás nélküli kenyértáblájukat.



Egy rövid áthidaló vezeték köti össze a szükséges szegmenseket. Egyetlen vezeték sem cserélheti ki véletlenül az alkatrészt.



A Henri elfordítja a rajzot, hogy megfeleljen a forrasztás nélküli kenyérsütőtábla tájolásának. A Lucas egyszerre egy kapcsolatot ellenőrzi.

Az első vezetékezés



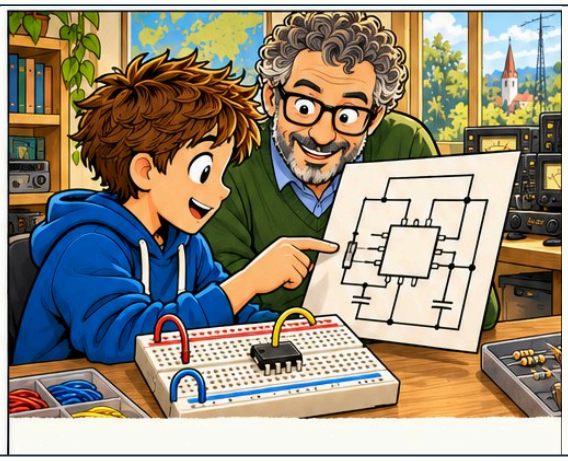
Kikapcsolt állapotban a 1 érintkezőt a földhöz, a 8 érintkezőt pedig a +5 V érintkezőhöz csatlakoztatják.



Ehhez az első folyamatos teszthez a 4, RESET tűvel csatlakozik a +5 V-hez. A bemenetnek most meghatározott állapota van.



A 100 nF a 8-t a 1-hez köti; 10 µF szétválasztja a síneket; a 10 nF kondenzátor a 5 érintkezőn csatlakozik a földhöz.



A Lucas a terv minden csatlakozását ellenőrzi, az időzítő ellenállások csatlakoztatása nélkül.



Ellenőrzik a bevágást, a síneket, valamint a táp és a test közötti rövidzárlat hiányát.



„Az időzítő áramkör szíve még mindig hiányzik” – jelenti be a Henri. A Lucas előkészíti a C kondenzátort.

Szerény mutató



A 3 kimenet a 2,2 kΩ ellenálláshoz, majd a LED anódhoz csatlakozik; a katódja a földre kerül.



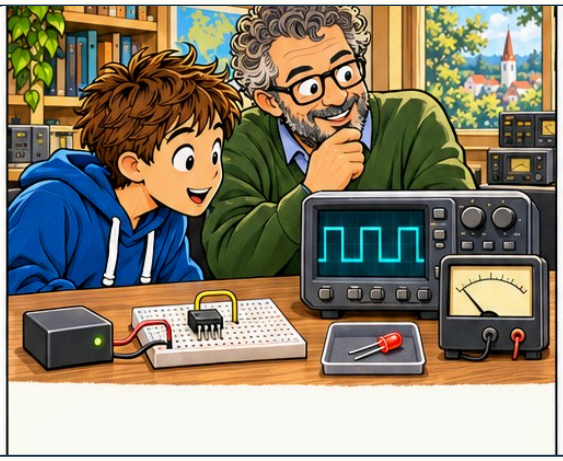
A Henri segít azonosítani az anódot és a katódot a LED adatlap, majd a multiméter diódamódja segítségével.



"A LED körülbelül 2 V-jével még a kimeneten lévő 5 V is körülbelül 1,4 mA-re korlátozná az áramot."



A bipoláris NE555 tényleges kimenete nem feltétlenül megy egészen a pozitív sínig. Az áramerősség alacsonyabb lehet.



Ez a LED egy indikátor, nem egy nagy terhelés. A pontos méréseket a multiméterre és az oszcilloszkópra bízzák.



A Lucas láthatóvá teszi a LED-t a forrasztás nélküli kenyérlap szélén. Ez segít neki megérteni, mit csinál a kimenet.

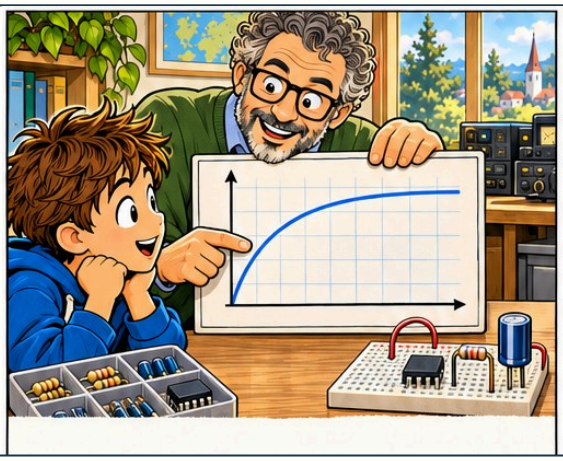
Szivacs az időért



A Henri összehasonlítja a kondenzátort egy kis tartályhoz, amely egy ellenálláson keresztül töltődik meg.



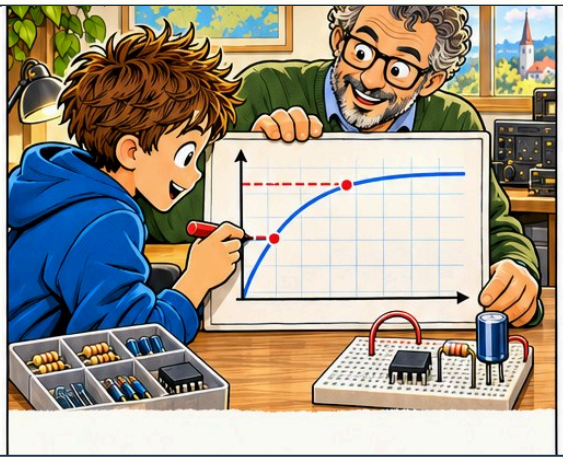
Minél nagyobb az ellenállás, annál lassabb a töltés. Minél nagyobb a C, annál több töltésre van szükség.



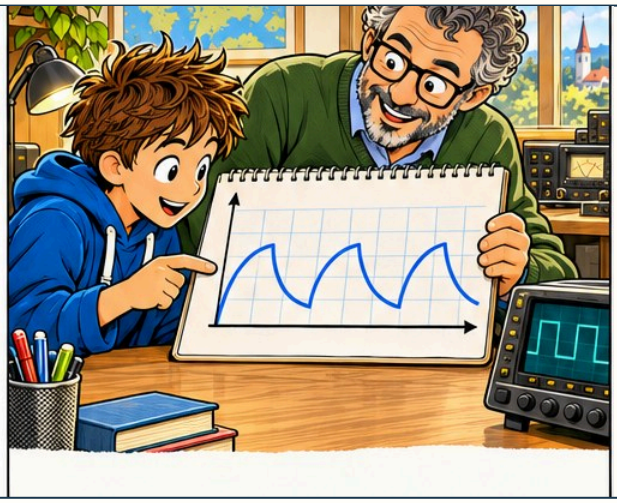
A feszültség nem egyenes vonalban emelkedik: a töltési görbe a tápfeszültség felé hajlik.



– És hogyan ürül ki? A Henri a 7 tüske által vezérelt kisülési útvonalat mutatja.



A Lucas ezt a görbét a két küszöbhöz köti. A 555 nem várja meg, amíg a kondenzátor teljesen megtelik.



Emelkedést, esést, majd újabb emelkedést jósol. Kezd kialakulni a ritmusuk.

Az ismétlődő áramkör



Összekötik a 2 és 6 érintkezőket. Ez a közös csomópont a C = 10 nF egyik termináljához csatlakozik.



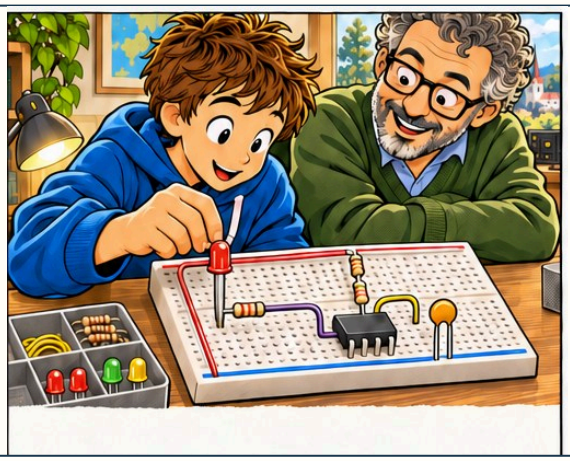
A C másik kivezetése a földre csatlakozik. A két komparátor figyeli a kondenzátor feszültségét.



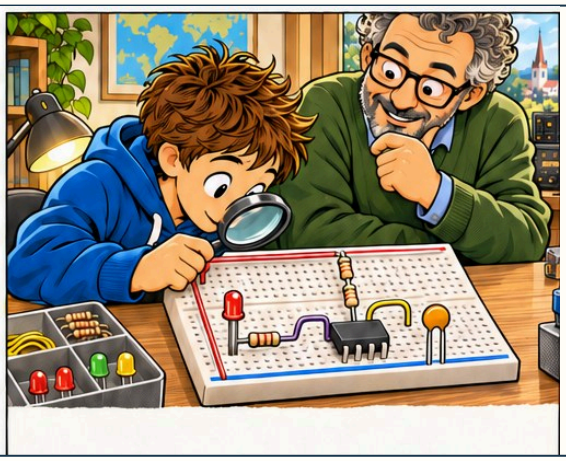
RA = 10 kΩ a +5 V 7 érintkezőhöz csatlakoztatja. RB = A 100 kΩ a 7 tűt a 2–6 csomóponthoz köti.



„A RA-n keresztül, majd a RB-n keresztül a töltéshez; a RB-n keresztül a kisütéshez” – összegzi Henri, követve a vezetékeket a terven.



A 3 kimenet fenntartva marad a kijelző és a mérések számára. Nem csatlakozik közvetlenül a C kondenzátorhoz.

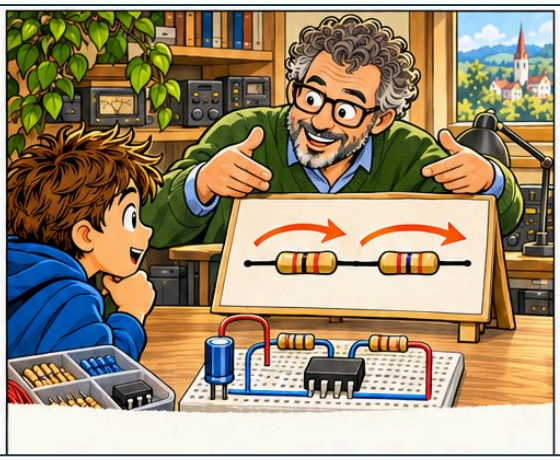


A Lucas áttekinti a teljes láncot. Minden vezeték megtalálja a helyét az első indítás előtt.

A töltés elindítja a ciklust



Indításkor a C-nek kevés a töltése. Az alsó küszöb alatti feszültség általában magas kimenetet ír elő.



Ekkor a belső kisülési tranzisztor ki van kapcsolva. C töltődik a RA és RB segítségével.



Feszültsége átlépi a VCC körülbelül egyharmadát, és tovább emelkedik. A belső memória megőrzi állapotát.



– Nem gondolja meg minden pillanatban! A Lucas a görbét követi a felső küszöb felé.



Amikor a feszültség eléri a VCC körülbelül kétharmadát, a küszöbérték-komparátor átkapcsolást okoz.

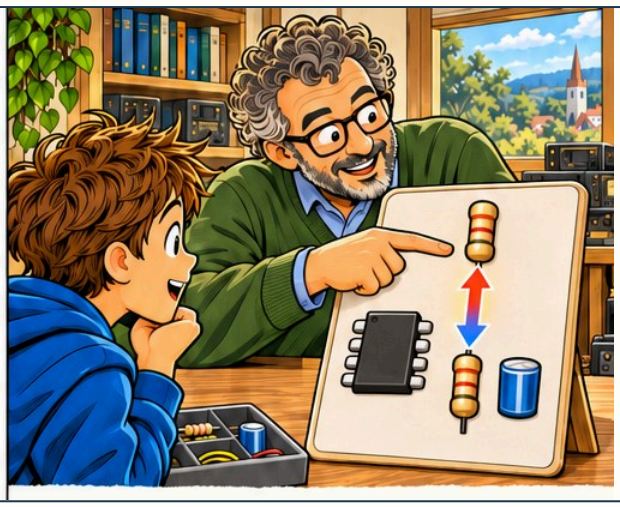


A kimenet alacsony lesz, és a kisülési út vezetni kezd. Kezdődik az út második fele.

A kisütés bezárja a hurkot



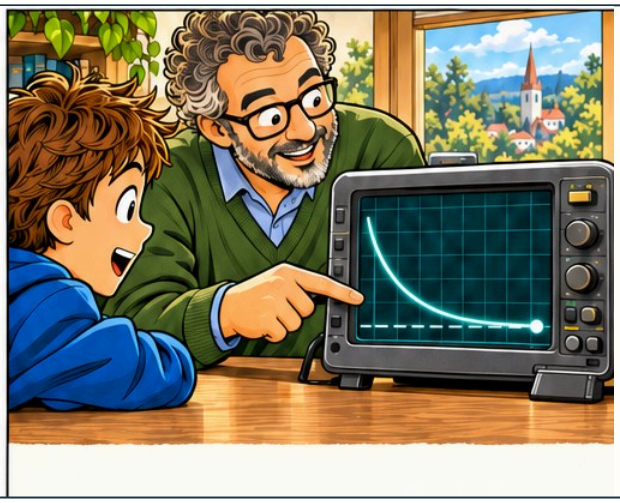
A kondenzátor most a RB és a 7 érintkezőhöz csatlakoztatott belső tranzisztoron keresztül kisül.



A RA korlátozza az áramot a +5 V és a 7 érintkező között, ha a földhöz közel húzzák.



„Tehát semmiképpen sem egyszerű vezeték a RA helyett!" A Lucas aláhúzza ezt a korlátot.



Ha a VCC körülbelül egyharmada alá csökken, a C feszültsége új indítást vált ki.



A kimeneti feszültség magasra megy, a kisülés leáll, és a C újra feltöltődik a felső küszöb felé. A ciklus megismétlődik.

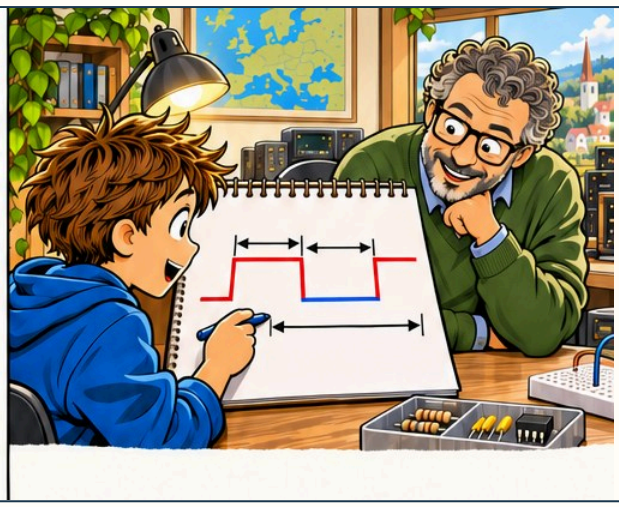


A kimeneten egy téglalap alakú hullámforma; C-n keresztül ívelt emelkedők és süllyedések. Két alakzat ugyanarra a ritmusra.

Három időzítési képlet



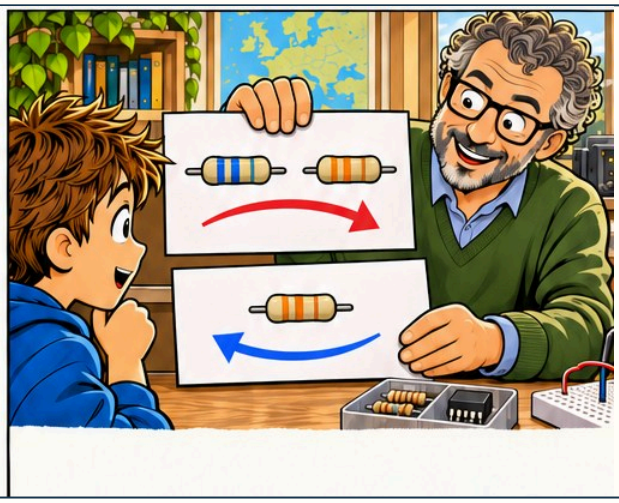
A Henri a közelítéseket írja: tH = 0,693 × (RA + RB) × C; tL = 0,693 × RB × C.



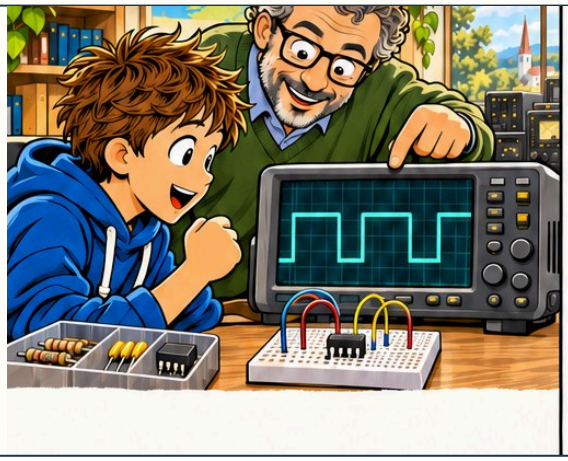
Egy ciklus időtartama T = tH + tL. Az oszcillációs frekvencia f = 1/T.



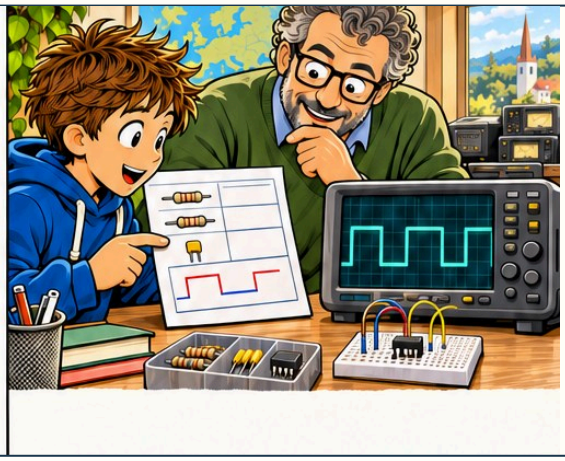
Használjuk a f ≈ 1,44 / [(RA + 2RB) × C]-t is. Az ellenállások ohmban, C-ban faradban vannak megadva.



„Miért dupla RB?” A Lucas a RB-t találja a töltésben és a kisütésben.



Ebben a klasszikus stabil áramkörben a magas intervallum meghaladja az alacsony intervallumot: ez nem pontosan 50 %.



A számítás megjósolja a névleges működést. A tűrések és a tényleges áramkör határozza meg a mérést.

700 hertzhez közeli hang



A RA = 10 kΩ, RB = 100 kΩ és C = 10 nF esetén a tH ≈ 0,762 ms értéket találják.



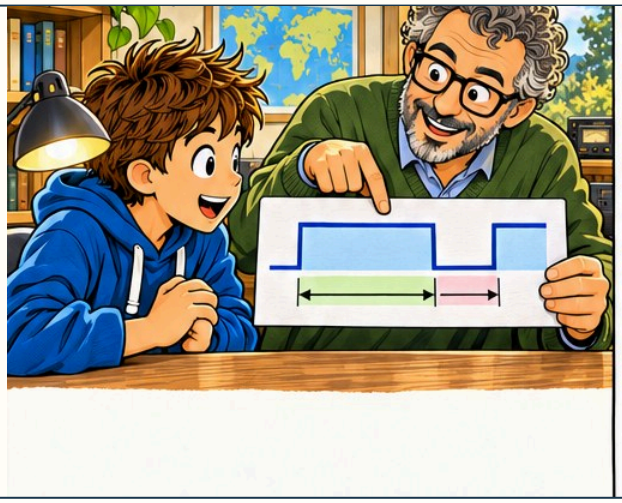
Az alacsony intervallum körülbelül 0,693 ms. Az időszak tehát közel van a 1,46 ms-hez.



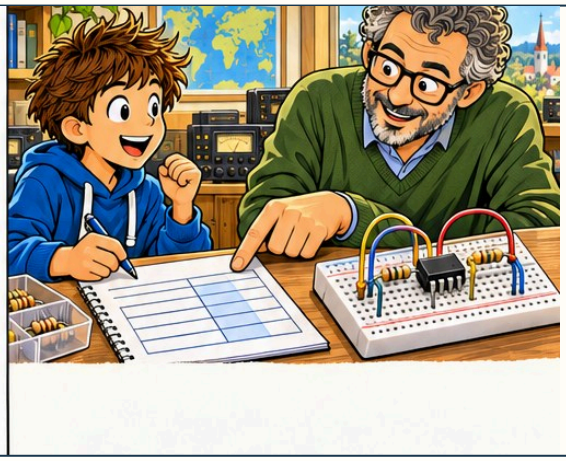
A 1,44-t használó képlet körülbelül 686 Hz-t ad; a kerekített időzítési együtthatókat használva kb. 687 Hz: hasonló eredmények.



„Körülbelül a 700 Hz-t céloztuk meg, nem egy garantált hangszínt a legközelebbi hertzig” – emlékszik vissza a Henri.



A névleges munkaciklus (RA + RB)/(RA + 2RB) vagy hozzávetőlegesen 52,4 %.



A Lucas láthatóvá teszi az egységeket és a kerekítést. Ezt a jóslatot összehasonlítja a tényleges áramkörrel.

Az első bekapcsolás



Felszerelik a szerszámokat, újra átnézik a tervet és a tervezett áramkorlátozás mellett bekapcsolják az áramot.



Úgy tűnik, hogy a jelzőfény folyamatosan világít: a 700 Hz közelében a szem nem tudja megkülönböztetni az egyes impulzusokat.



– Nem villog! – A szemed lassabb, mint ez az áramkör. Keressünk más bizonyítékokat.



A Henri a szonda földjét a szerelvény földeléséhez köti ezen az ellenőrzött leválasztott tápegységen.

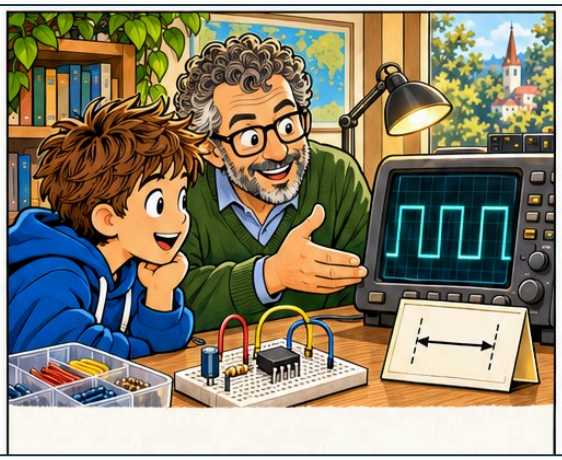


A szonda hegye a 3 kimenetre megy. Az oszcilloszkóp téglalap alakú impulzusokat jelenít meg: az oszcillátor működik.



Lucas mosolyog: „A fény adott egy támpontot, de nem a teljes választ."

Két különböző feszültség megfigyelése



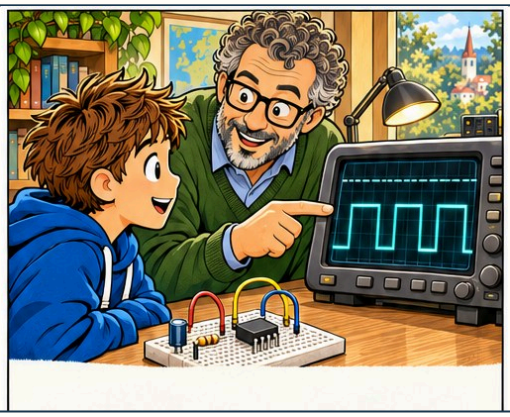
A 3 kimeneten megfigyelik a magas és alacsony intervallumokat. A mért oszcillációs frekvencia a számításhoz közel marad.



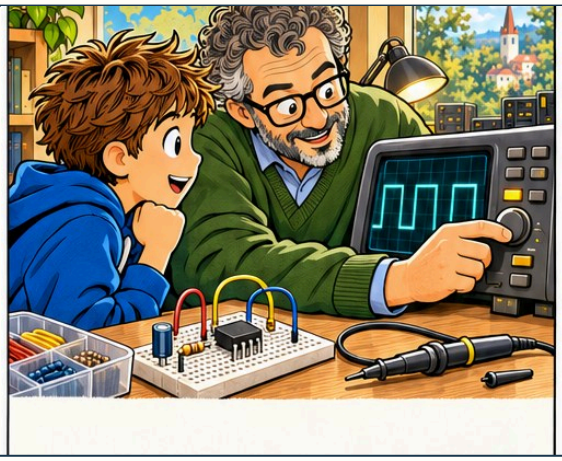
A C kondenzátoron a feszültség emelkedik és csökken a két várható küszöbérték között.



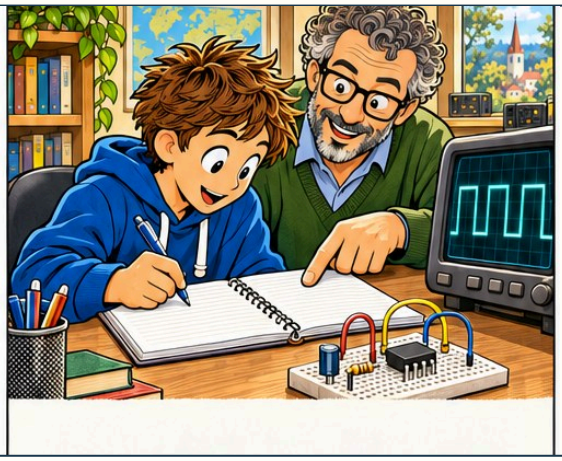
A két nyomvonal különbözik. A Lucas mindig ellenőrzi, hogy a szondája melyik pontot mér.



A bipoláris kimenet terhelés alatt nem feltétlenül éri el a 5 V értéket. Kerülik a logikai szint és a tökéletes feszültség összekeverését.



A szonda és a műszer befolyásolhatja a mért feszültséget; A Henri kiválasztja a megfelelő mérési beállításokat.



A notebook külön előrejelzést és megfigyelést tartalmaz. Semmilyen megfigyelt érték nincs előre kitalálva.

Miért különbözik a mérés a számítástól?



"Pontosan a kiszámított rezgési frekvenciára számítottam!" A Henri rámutat az ellenállás és a kondenzátor tűrésére.



Egy kicsit nagyobb C lassítja az oszcillációt. A komponenshibák kombinálhatók.



A küszöbértékek, a szivárgás és a hőmérséklet növeli hatásukat. A képletek hasznos közelítések maradnak.



Kikapcsolt állapotban egy-egy paramétert változtatnak, majd újra bekapcsolnak a méréshez.



A Lucas két azonosított kondenzátort hasonlít össze. A megfigyelt tendenciát a fiktív pontosság igénye nélkül írja le.



„Jobb megérteni a rést, mint egy véletlen számot kijavítani” – zárja be a jegyzetfüzetet.

Egy gomb a hangszín kiválasztásához



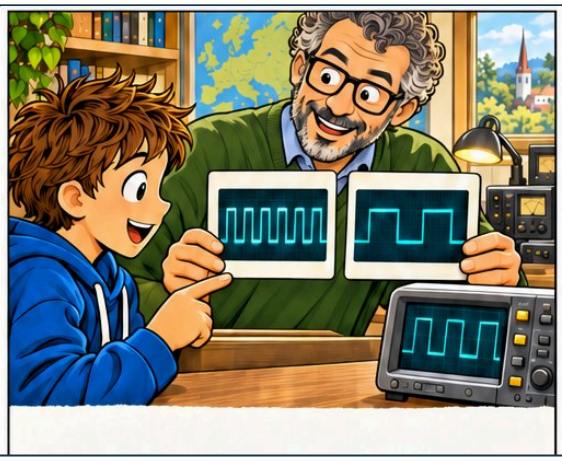
A hangszín beállításához a RB-t 47 kΩ-re cserélik sorba egy 100 kΩ potencióméterrel.



A potencióméter csúszkája a használat közbeni végkivezetéshez csatlakozik: a potencióméter változó ellenállásként van bekötve.



A 47 kΩ rögzített ellenállása minimális ellenállást tart fenn. A RA 10 kΩ marad.



C = 10 nF esetén a névleges oszcillációs frekvencia hozzávetőlegesen 474 Hz és 1 385 Hz között van.



"Hasznos beállítás, nem varázsgomb." Lekapcsolták az áramot, hogy kicseréljék a vezetékeket.



Újbóli bekapcsolás után a Lucas kényelmes hangot választ. Megjelöl egy kezdő beállítást az előlapon.

Aztán hirtelen nincs több ritmus



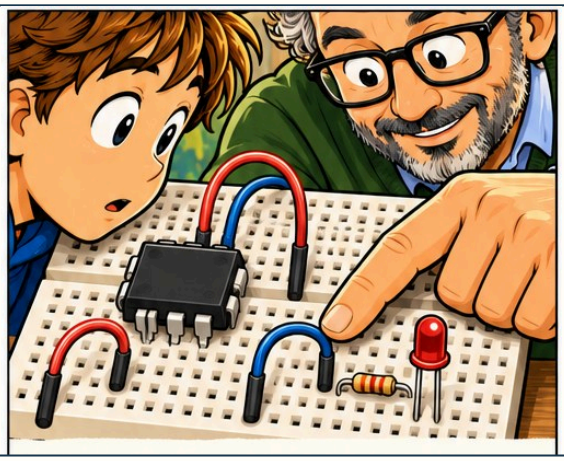
Amikor a Lucas mozgatja a forrasztás nélküli kenyérsütőtáblát, a hullámforma eltűnik az oszcilloszkópból. A visszajelző nem világít.



"A 555 meghalt?" A Henri azt javasolja, hogy kezdjük azzal, amit megfigyelhetnek.



Lekapcsolják az áramot, és összehasonlítják a tényleges vezetékezést a tervükkel anélkül, hogy véletlenszerűen cserélnék ki az alkatrészeket.



Egy áthidaló vezeték egy sorral túl messzire csúszott. A 4 tű már nincs csatlakoztatva a kívánt magas szinthez.



A Lucas látja a kapcsolatot a RESET és a kimenet között: a meghatározatlan bemenet leállíthatja az áramkör működését.



Javítják a kapcsolatot, majd felkészülnek egy újabb tesztre. A meghibásodásnak végre van ellenőrizhető magyarázata.

Hibaelhárítás a megfelelő sorrendben



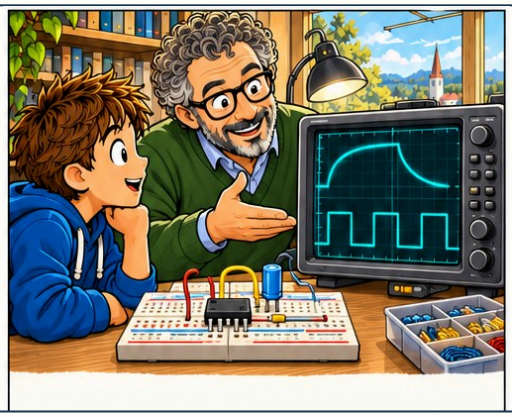
A Henri egy rutint javasol: tápellátás, földelés, csomag orientáció, RESET, időzítési összetevők és kimenet.



A Lucas először a 8 és a 1 közötti feszültséget ellenőrzi. Máshol végzett mérés elfedheti a rossz kapcsolatot.



Ellenőrzik az elosztott síneket, a meglazult vezetékeket és minden csap helyzetét.



Miután megfigyelték a C feszültségét, jobban meg tudják állapítani, hogy a hiba az oszcillátorban van-e, vagy egy későbbi fokozat.

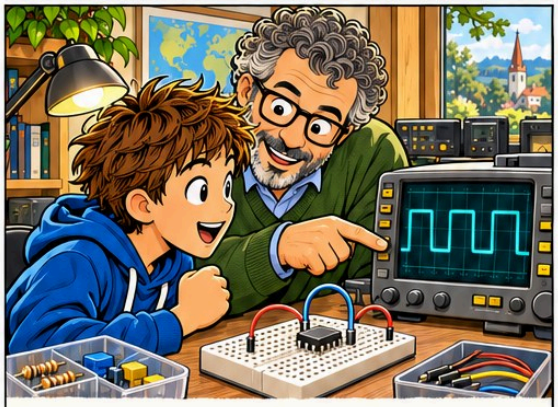


A csatlakozások kikapcsoláskor kijavításra kerülnek. A méréseket az áramellátás visszaállítása előtt készítik el.



A Lucas diagnosztikai útvonalat rajzol: minden kérdésnek csökkentenie kell a lehetséges okok számát.

A hiba tanulsággá válik



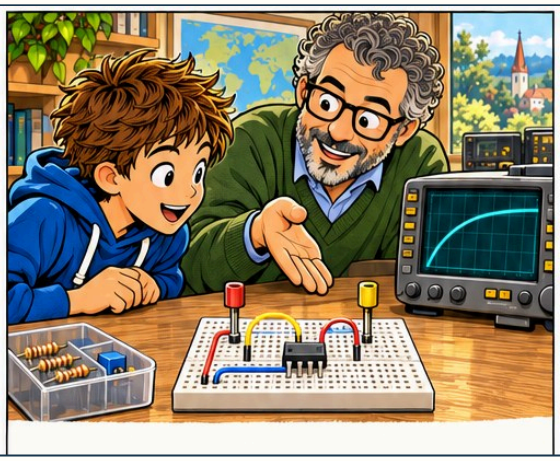
A korrekció után a 4 tűnek meghatározott szintje van. Az áramkör ismét téglalap alakú impulzusokat állít elő.



„Volt egy hipotézisünk, egy ellenőrzésünk és egy javításunk” – összegzi a Lucas. Henri hagyja, hogy elmagyarázza.



Óvatosan meghúzzák az áthidaló vezetékeket kikapcsolt állapotban, hogy azonosítsák a meglazult csatlakozásokat.



A Lucas túl hosszú vezetékeket tárol, és szabad hozzáférést biztosít a mérési pontokhoz.



A notebook rögzíti a meghibásodást és annak okát. A látogató anélkül tanulhat ebből az esetből, hogy megismételné.



A ritmus visszatért. Most hallhatóvá kell tenniük, anélkül, hogy a NE555-t közvetlenül a hangszóró meghajtására kérnék.

A hangszóró nem LED



A Lucas a hangszórót a 3 kimenet felé mozgatja. Henri finoman megállítja: „Ellenőrizzük a terhelést.”



Egy kis, alacsony impedanciájú hangszórónak olyan áramra van szüksége, amelyet ez az áramkör nem szolgáltathat közvetlenül.



A NE555 itt állítja be a ritmust; a 5 V-vel kompatibilis hangerősítő modul biztosítja a hangenergiát.



Olyan modult választanak, amelynek bemenete ezt a jelet fogadja a csatolás és a szint beállítása után, az utasításai szerint.



A hangszóró a modul által biztosított csatlakozókhoz csatlakozik. Egyes kimeneteket nem szabad földelni.

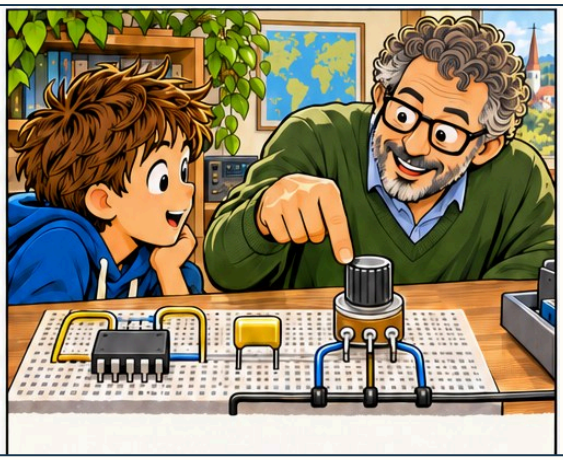


A Lucas három blokkot tervez újra: oszcillátor, szintbeállítás, erősítő. Minden elemnek megvan a maga feladata.

A hang útja



Kikapcsolt állapotban a 3 kimenet egy nem polarizált 100 nF csatolókondenzátorhoz csatlakozik.



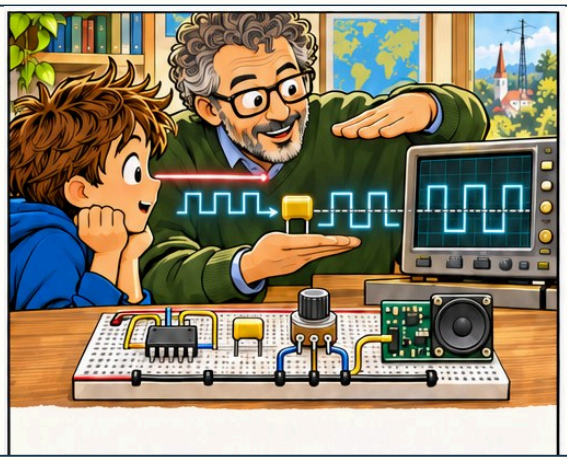
A másik terminál egy 47 kΩ potenciométer tetejére csatlakozik; alja a közös alaphoz kapcsolódik.



A potenciométer csúszkája a kiválasztott audiomodul nagy impedanciájú bemenetéhez csatlakozik. Az utasítások megerősítik ezt a kapcsolatot.



A modul és a NE555 osztozik a földön; a modul tápellátását a dokumentációja szerint kapja.



A csatolókondenzátor blokkolja a kimenet egyenáramú komponensét, miközben lehetővé teszi a hangváltozások áthaladását.



Az első próbálkozás előtt minimálisra állítják a hangerőt. A Lucas még nem csatlakoztatott fejhallgatót.

Végül az első hang



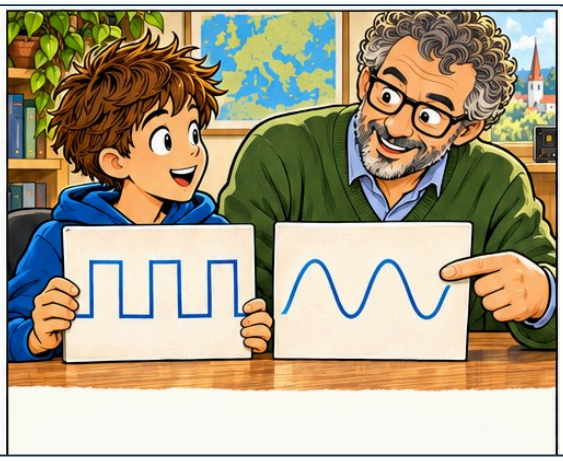
Amikor újra bekapcsolja a készüléket, a Lucas lassan növeli a hangerőt. Tiszta hangszín tölti be a műhely kis sarkát.



– Énekel! A Henri megkéri, hogy hasonlítsa össze a hallott hangot az oszcilloszkóp hullámformájával.



Először az oszcillációs frekvenciát állítják be, majd a hangszintet. Két gomb, két különböző effektus.



A téglalap alakú hullámforma felharmonikusokat tartalmaz: nincs olyan hangszíne, mint egy tiszta szinuszhullám.



A hangerő kényelmes marad az asztal számára. Nem csatlakoztatnak fejhallgatót közvetlenül a 555 kimenetéhez.



Lucas egy pillanatra lehunyja a szemét: notebookjának kis íve élmény lett, amit hall.

A gombnak kell vezérelnie a hangot



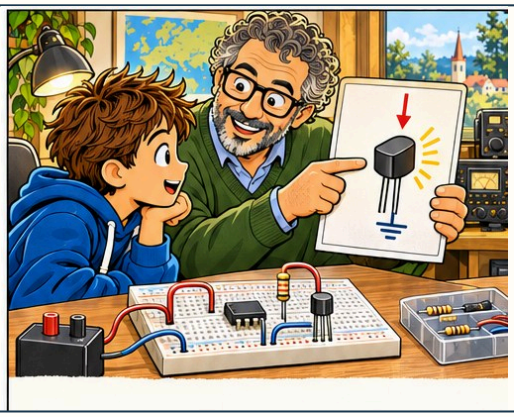
A hang folyamatos. „A gombnak engedélyeznie kell, amíg lenyomva van” – javasolja Lucas, miközben kikapcsolja a tápellátást.



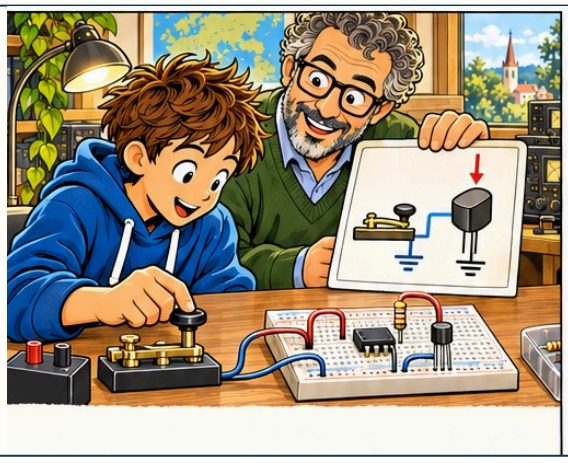
Eltávolítják a közvetlen kapcsolatot a RESET és a +5 V között. A 4,7 kΩ ellenállása most a RESET 4 érintkezőjével csatlakoztatja a +5 V-hez.



A NPN 2N3904 kollektora a RESET-hez, az emittere pedig a földhöz csatlakozik; ellenőrzik a tényleges kivezetését.



Egy 10 kΩ ellenállás köti össze a bázist a +5 V-vel. Nyugalmi állapotban az áram átfolyik a NPN-n, amely alacsonyan tartja a RESET-t: csend.



A kulcs összeköti a bázist a földeléssel: megnyomásával a NPN kikapcsol; A RESET magasra megy, és elindul a hang.

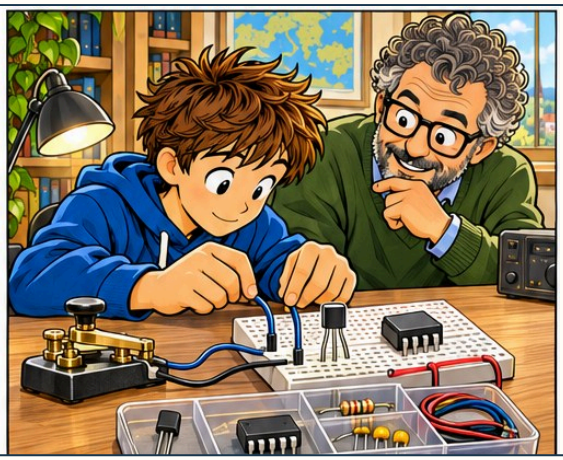


"A tranzisztor megfordítja a billentyűparancsot!" A tesztelés előtt mindkét állapotot nyomon követik a diagramon.

Egy gombnyomás, egy hangjelzés



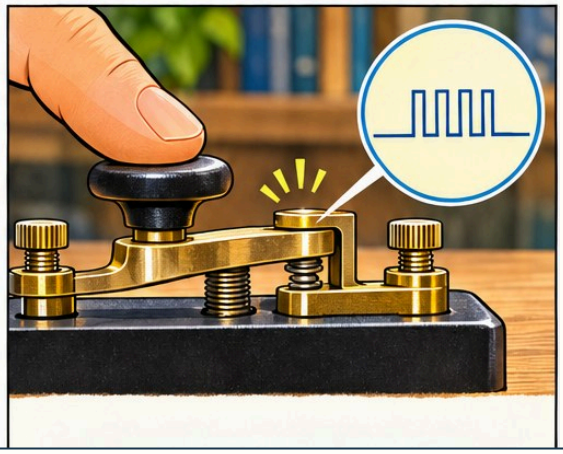
A kulcs minden rádióállomástól elszigetelt marad. Két kivezetése csak alacsony feszültségű vezérlésünkre szolgál.



Az egyik vezeték a NPN alaphoz, a másik a földhöz megy. A Lucas ellenőrzi a kivezetéseket és a felhúzó ellenállást.



Bekapcsolnak: nyugalomban csend. A Lucas megnyomja a Morse billentyűt: elindul a hangjelzés. Elengedi a kulcsot: megáll.



– Követi a mozgásomat! A mechanikus érintkezők ennek ellenére ugrálhatnak és kis kattanásokat produkálhatnak.



A Henri röviden tartja a vezetékeket. A kulcskábel nem válhat nagy hurokká, amely felveszi a zavarokat.

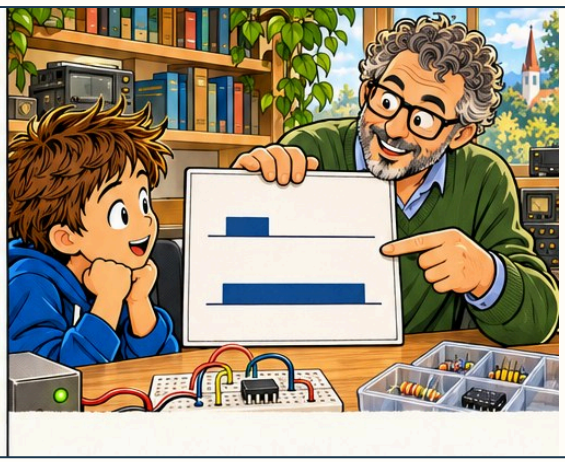


A Lucas lassan megismétli három lenyomást. Az áramkör most először reagál az ujjára.

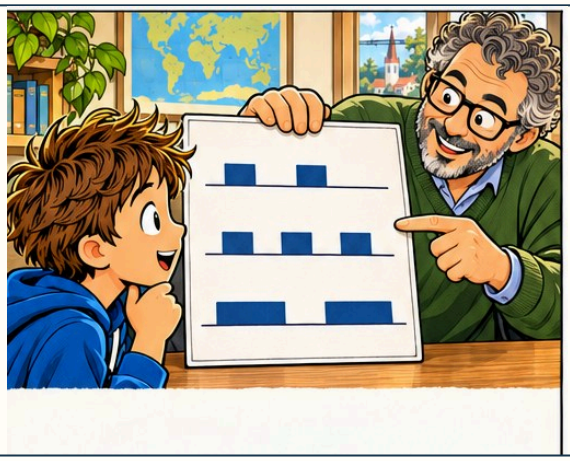
A morze is csend



A Lucas túl gyorsan koppint, és mindent összekever. A Henri azt javasolja, hogy lassítson és hallgasson a terekre.



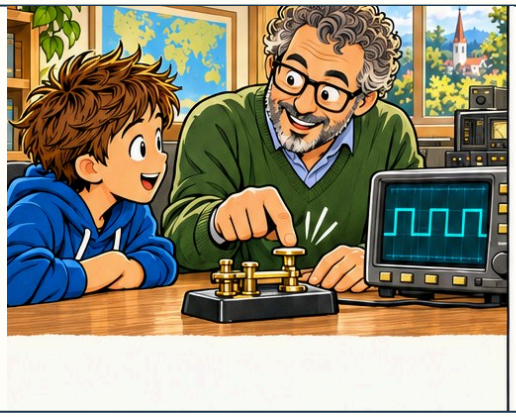
Egy pont egy egységig tart; egy kötőjel háromig tart. Hagyjon egy egységet az azonos karakterű elemek között.



Két karakter között a szóköz három egységet ér; két szó között, hét egység a referenciaritmusban.



"Tehát a csend az üzenet része!" A Lucas csíkot rajzol hangokkal és szünetekkel.



A Henri az egyenletes tempót választja a gyorsasági verseny helyett. Az oktató önmagában nem tudja korrigálni a kezelő mozdulatait.



Rövid mintát használnak. Ezúttal a Lucas hallja, hogy hol ér véget az egyik karakter, mielőtt a következő kezdődik.

Együtt tanulni



A Henri kis mintát játszik le; A Lucas megpróbálja reprodukálni. Ezután szerepet cserélnek.



A tétova válasz mosolyt vált ki, nem ítéletet. A félreértett szövegrészt keresik.



A Lucas felfedezi, hogy a hangszín megváltoztatása kellemesebbé teheti a hallgatást a Morse-időzítés megváltoztatása nélkül.



A hangerő nem helyettesíti a figyelmet vagy az olvasható ritmust. Elég alacsonyan tartják, hogy nyugodtan beszéljenek.



A jegyzetfüzet tartalmaz egy rövid foglalkozást és szüneteket. A nyílt napnak arra kell ösztönöznie a látogatókat, hogy próbálkozzanak.

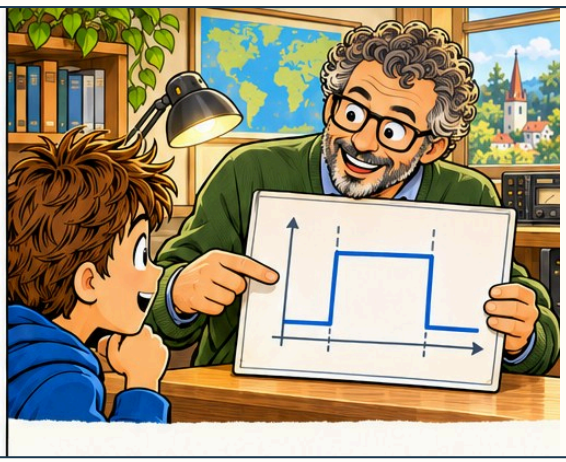


„Először megmutatom, hogyan kell hallgatni” – határoz a Lucas. A Henri felismeri első kalandjának leckét.

Egy kis kattintás a jegyzetek között



Amikor a hang megszólal, egy kis kattanást hallanak. „A váltás hirtelen történik” – magyarázza a Henri.



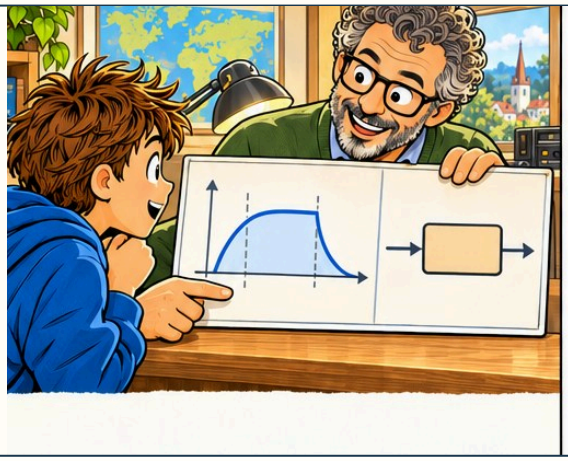
A jel lágyított boríték nélkül indul és áll le. Az audio csatolás nem távolítja el ezeket a tranzienseket.



A Lucas azt is ellenőrzi, hogy a modul nem telítődik-e: a túl magas szint kellemetlenné teheti a hangot.



Leengedik a szintet és figyelik a jelet. Több dolog egyidejű megváltoztatása összezavarná a diagnózist.



A progresszív burkológörbe szabályozáshoz további szakaszra lenne szükség, amelyet külön tanulmányoznak és tesztelnek.

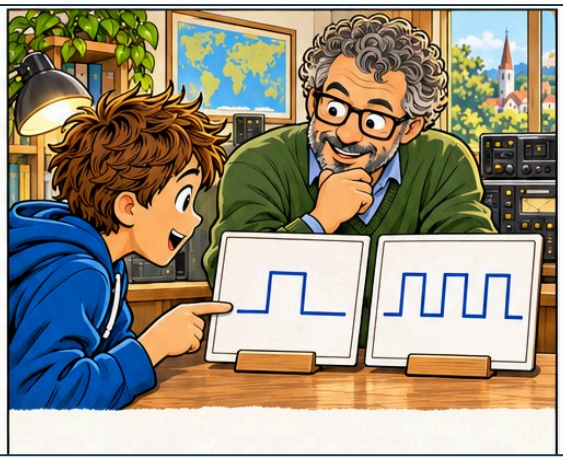


Ennél az oktatónál kényelmes beállítást használnak, és őszintén jelentik ezt a határértéket az utasításokban.

Egy második kísérlet: egyetlen impulzus



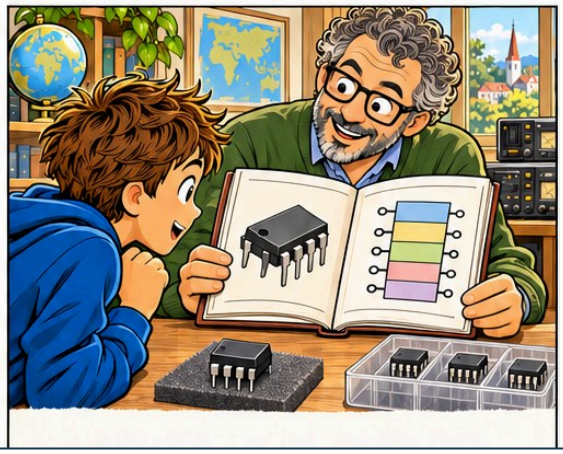
A Lucas egy olyan lámpát képzel el, amely megnyomás után rövid ideig égve marad. A Henri monostabil áramkört javasol.



Ellentétben az astableval, megvárja a triggert, impulzust állít elő, majd nyugalomba áll.



Előkészítenek egy másik forrasztás nélküli kenyérsütőtáblát, hogy a Morse oktató sértetlen maradjon. A két kísérlet külön marad.



Ugyanaz a NE555 különböző bekötésekkel képes ellátni ezt a funkciót. A Lucas előveszi a kivezetési diagramját.



A névleges időtartam főként egy R ellenállástól és egy C kondenzátortól függ: T ≈ 1,1 × R × C.



„Folyamatos hangzás vagy egyetlen intervallum: ugyanaz a csomag, más történet!” Új tesztet készít.

A monostabil kapcsolási rajz



Ezen a második forrasztás nélküli kenyérpirítón: 1 a földhöz, 8 és 4 a +5 V-hez; ugyanazok a szétválasztási óvintézkedések érvényesek.



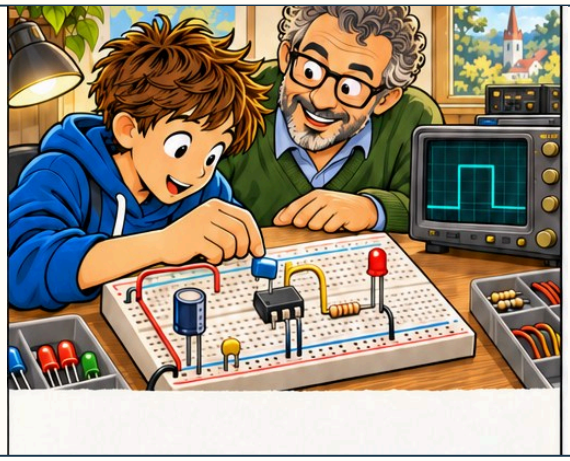
A 6 és 7 érintkezők ugyanahhoz a csomóponthoz csatlakoznak. R = 100 kΩ ezt a csomópontot a +5 V-hez köti.



A C = 10 µF ezt a csomópontot a testtel köti össze, pozitív kivezetésével a kiválasztott komponens 6–7 oldalán.



A 2 tűnek van egy 10 kΩ és +5 V közötti felhúzó ellenállása és egy teszt nyomógomb a földhöz.



A 5 érintkező a 10 nF jelet fogadja a földre; A 3 kimenet egy LED jelet hajt meg a 2,2 kΩ ellenállásán keresztül.



A Lucas megkülönbözteti ezt a diagramot az stabil áramkörtől. „Itt a 2 nincs csatlakoztatva a 6-hez!” Ellenőrzésük megakadályozza a zavart.

Rövid megnyomás a pulzus indításához



Nyugalmi állapotban a 2 tű magas, a kimenet pedig alacsony. Az időzítő kondenzátor lemerült.



Egy rövid megnyomással a TRIG a VCC egyharmada alá kerül; a kimenet magasra megy, és a C tölteni kezd.



A Lucas azonnal elengedi a gombot. A triggernek a tervezett időintervallum előtt kell véget érnie.



Ha a TRIG alacsony marad, az impulzus viselkedésének vége többé nem a megfelelően előkészített rövid triggeré.



„A gomb nyomva tartása ezért nem jó módszer a T mérésére!" Rövid megnyomással kezdik újra.



Az automatikus bemenethez tiszta triggerjelre lenne szükség, amely kompatibilis az adatlap határértékeivel.

Körülbelül egy másodperc, nem egy óra



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



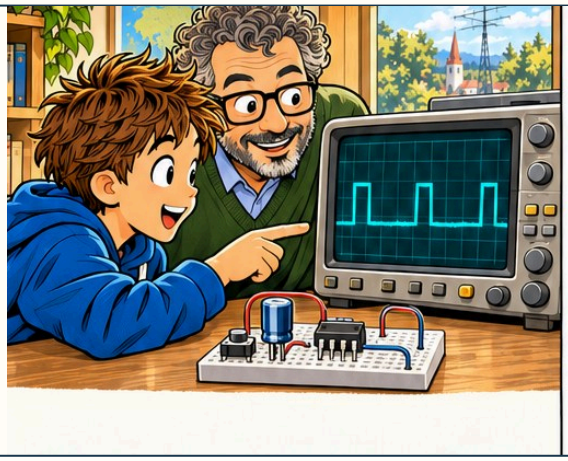
A Lucas egyszer aktiválja az időzítőt, majd figyeli, hogy a jelzőfény kigyullad és kialszik.



A 10 µF kondenzátor tűréssel és szivárgással rendelkezik. A tényleges intervallum eltérhet a névleges számítástól.



Hosszú és pontos időtartamokhoz ez az egyszerű RC nem feltétlenül a legjobb választás.



Megfelelő műszerrel több impulzust is mérnek anélkül, hogy teszteiket a pontosság garanciájává alakítanák.



A Lucas ezt írja: "A művelet időzítése igen; a referenciaóra cseréje nem."

Bemutató relé vezérlése



A Henri egy kis relét javasol 5 V tekercssel, amely körülbelül 20 mA-t fogyaszt, hogy demonstrálja a közvetett vezérlést.



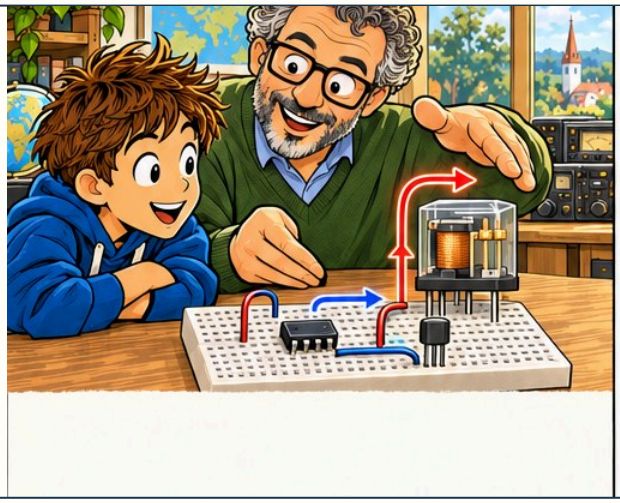
A 3 kimenet egy megfelelő NPN tranzisztor alapjához csatlakozik a 1 kΩ-n keresztül; a 10 kΩ ellenállása köti össze a bázist az emitterrel.



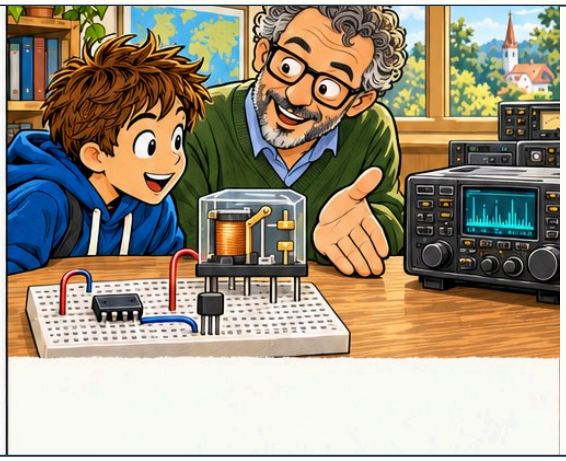
A tranzisztoros emitter földre kerül; a kollektor egy tekercs terminálhoz; a másik tekercs terminál a +5 V-hez.



Ellenőrzik a tranzisztor tényleges kivezetését és a megengedett áramerősséget az adatlapján: a NPN eszközök nem mindegyike egyforma.



A 555 kimenete meghajtja az alapot, míg a tranzisztor kapcsolja a tekercs áramát.



A relé érintkezői terheletlenek maradnak a teszt alatt. Nincs csatlakoztatva rádió PTT bemenet.

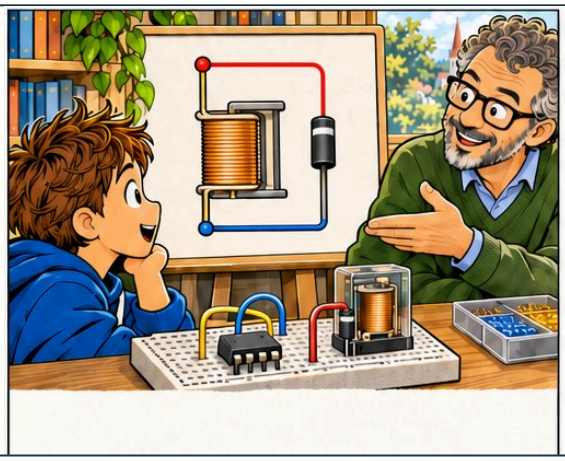
A tekercset védő dióda



„Hiányzik egy alkatrész a tekercs mellől” – mondja a Henri. Az induktív áram megszakítása feszültségcsúcsot okozhat.



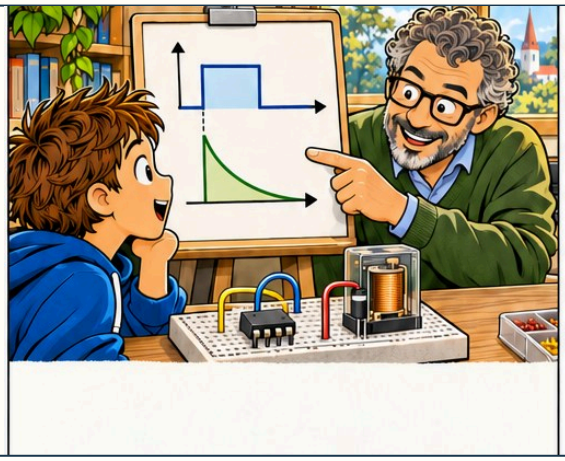
A tekercsen párhuzamosan egy 1N4007 dióda van elhelyezve: katód a +5 V-hez, anód a kollektorhoz.



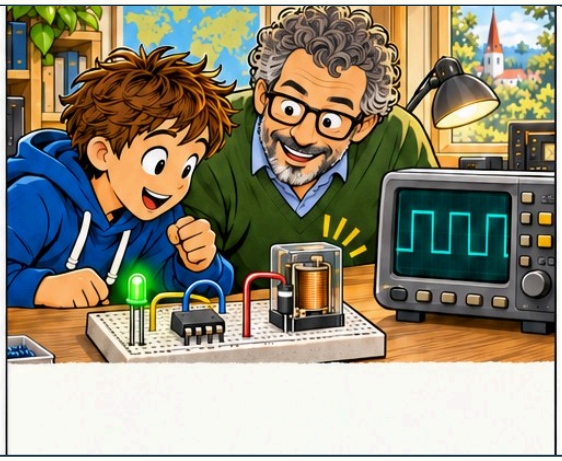
Normál működés közben a dióda fordított előfeszítésű. Kikapcsoláskor utat biztosít a tekercs áramának.



A Lucas a katódgyűrűt jelöli a csatlakoztatás előtt. A fordított dióda hiba, nem pedig védelem.



Ez a szabadonfutó út lassítja a relé kioldását is. A védelem kiválasztása az alkalmazástól függ.



Ellenőrzik a vezetékeket kikapcsolt állapotban, majd elindítják a monostabilt. Kis mechanikus kattanás követi a jelzőt.

Egy rádiós ötlet, a maga felületével



A Lucas egy állomástartozék időzítésén gondolkodik. A Henri először megkéri, hogy olvassa el az utasításait.



A PTT vezérlő vagy tartozék nagyon speciális szigetelést, polaritást és szintet igényelhet.



A bemutató relé nem válik univerzális interfésszel. A kapcsolatoknak is vannak korlátai.



Csak egy időzítési függvényt rajzolnak, amelyet az állomástól egy interfész blokkkal választanak el tanulmányozás céljából.



„Nem próbáljuk ki állomáson, hogy meglássuk, mi történik” – dönti el Lucas, és elteszi a kábelt.



Tesztjük ellenőrzési elvet mutat be. Egy valódi alkalmazásnak saját tervezésre és érvényesítésre van szüksége.

A pattanó névjegyek



A Lucas szabálytalan részleteket észlel a gomb megnyomásakor. Egy mechanikus érintkezés többször is felpattanhat.



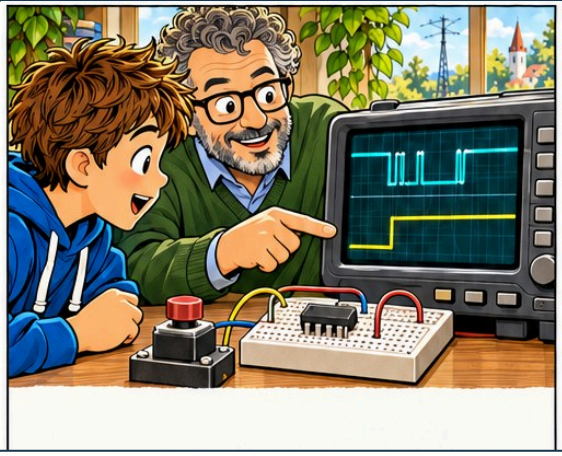
„Egy mozgás nem mindig hoz létre egy elektromos élt” – magyarázza a Henri egy hullámformával.



A 555 segíthet a visszapattanásban, de egy tetszőleges monostabil nem küszöböl ki minden problémás esetet.



A kiválasztott intervallumnak, trigger hullámformának és indítási állapotnak meg kell felelnie az alkalmazásnak.

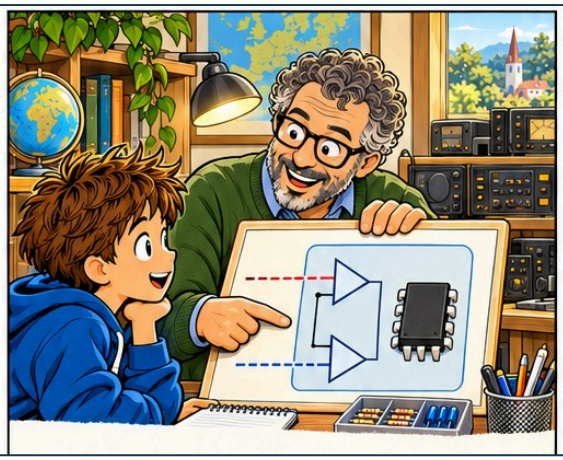


Az eredmény megítélése előtt együtt figyelik a bemenetet és a kimenetet. Egyedül a jelző képes elrejteni a részleteket.



A Lucas egy kérdést tesz fel a fájljába: „Valójában milyen jel lép be az áramkörömbe?”

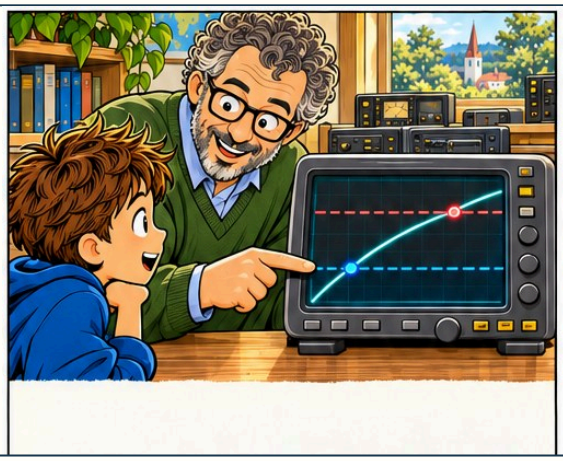
Két küszöb a habozás elkerülésére



A Henri összeköti a 2 és 6 érintkezőket, hogy a 555 segítségével Schmitt kioldót vezessenek be.



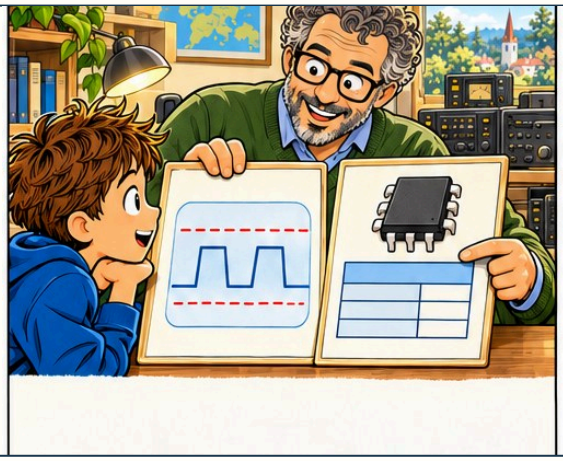
Ezúttal egy megfelelő tesztfeszültség vezérli ezt a csomópontot; A 7 tűt nem használják a bemutatóban.



Körülbelül VCC/3 alá megy, a bemenet magas kimenetet vezérel. Azáltal, hogy a 2VCC/3 fölé emelkedik, alacsony lesz.



A két küszöb között a korábbi állapot megmarad. Ez a hiszterézis elkerül bizonyos tétova váltásokat.



Az alkalmazott feszültségnek a megengedett határokon belül kell lennie. Tetszőleges jel nem csatlakoztatható közvetlenül.



A Lucas lassú emelkedést, majd süllyedést követ a rajzon. Megérti, miért számít mindkét küszöbérték.

Emlékezés egy állapotra: a bistabilra



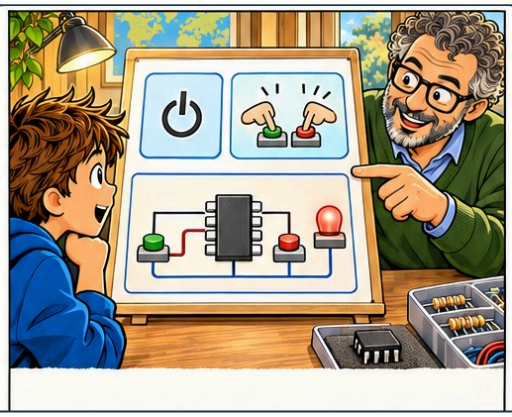
A Lucas figyelmeztető lámpát javasol, amely a leállítási parancsig égve marad. A Henri bevezeti a bistabil működést.



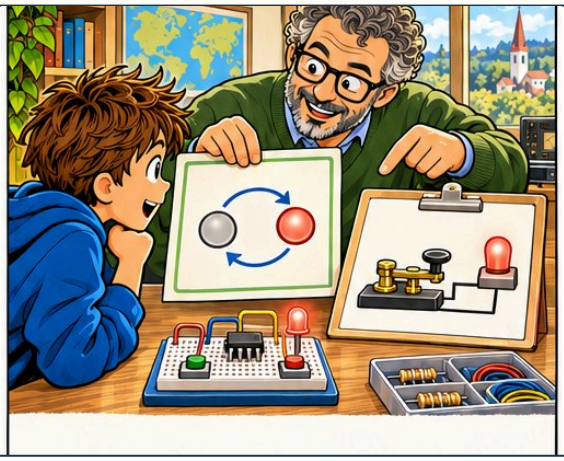
Egy megfelelő áramkörben a TRIG a magas állapotot parancsolja; A RESET kikényszerítheti az alacsony állapotot.



A bemeneteknek meghatározott szinteken kell maradniuk. A THRES nem okozhat véletlen kapcsolást.



Figyelembe kell venni az indítási viselkedést és az egyidejű parancsokat: a memóriaáramkör nem tudja kitalálni a szándékot.



Ezt az alkalmazást a blokkdiagram szakaszban tartják, anélkül, hogy hozzáadnák a Morse oktatójukhoz.

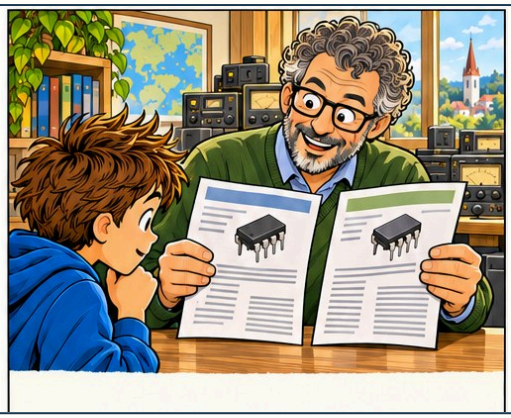


„Oszcillálás, időzítés, emlékezés: végre látom a különbséget” – mondja Lucas három lapja mellett.

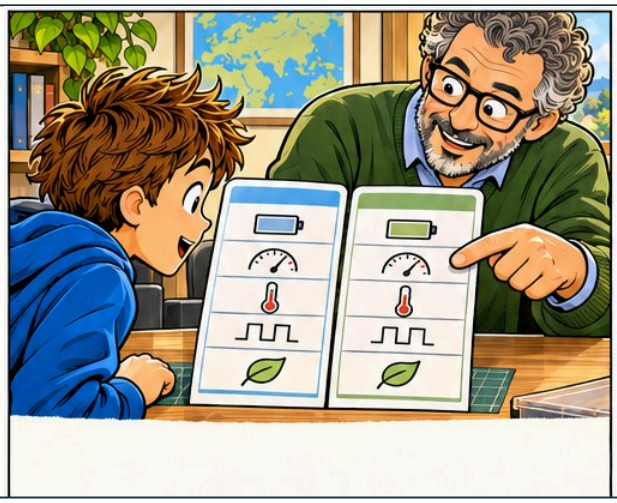
A CMOS unokatestvérek



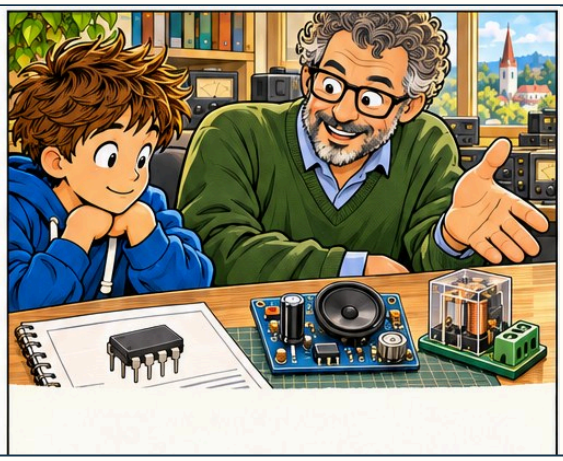
Egy másik csomagon a Lucas a TLC555 feliratot jelzi. "Ugyanaz a szám: pontosan ugyanaz a komponens?"



A Henri összehasonlítja az adatlapokat: egyes CMOS verziók kevesebb nyugalmi áramot vesznek fel, és különböző táptartományokat fogadnak el.



A kimeneti áramok, a garantált küszöbök és az abszolút határértékek eltérőek lehetnek.



Az ugyanazon a helyen lévő tű nem garantálja ugyanazt a viselkedést audiomodulunkkal vagy relével.



A szétválasztási ajánlásokat és a bemeneti jellemzőket még ellenőrizni kell a kiválasztott referencia esetében.



A megadott NE555-t tartják a készülékben. A Lucas most már tudja, hogyan kell értékelni az ésszerű cserét.

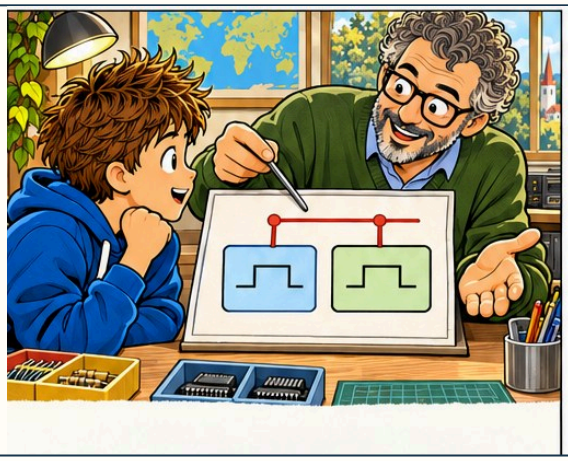
Két időzítő egy NE556-ben



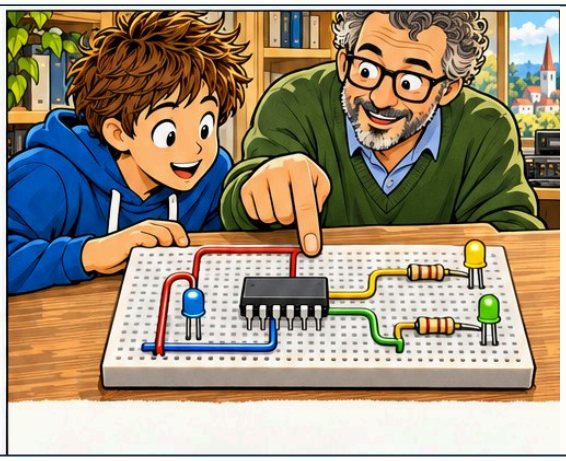
A NE556 két időzítőt egyesít egy csomagban. A Lucas külön hang- és időzítési funkciókat képzel el.



A Henri a kivezetést mutatja: ezt a tizennégy tűs csomagot nem szabad két NE555-ként bekötni a memóriából.



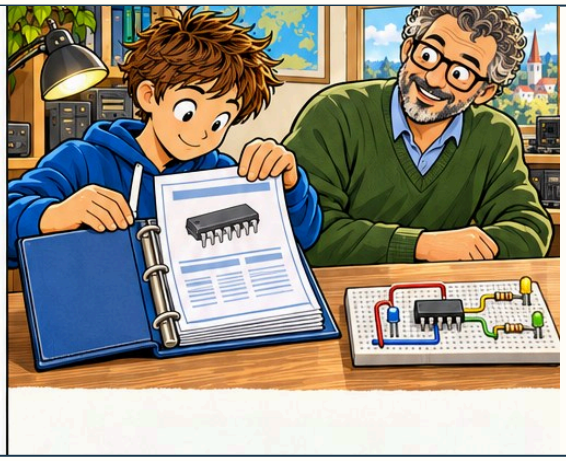
Minden szekciónak saját bemenete és kimenete van. A két rész megosztja az áramellátást.



A gondos szétválasztás és útválasztás segít megelőzni, hogy az egyik szakasz megzavarja a másikat.



Felvázolnak egy oktató jellegű kétblokkos szirénát, miközben az album felépítését a jelenlegi projektjükre összpontosítják.



„Több funkcióhoz több ellenőrzés is szükséges” – jegyzi meg Lucas, miközben elteszi a NE556 lapot.

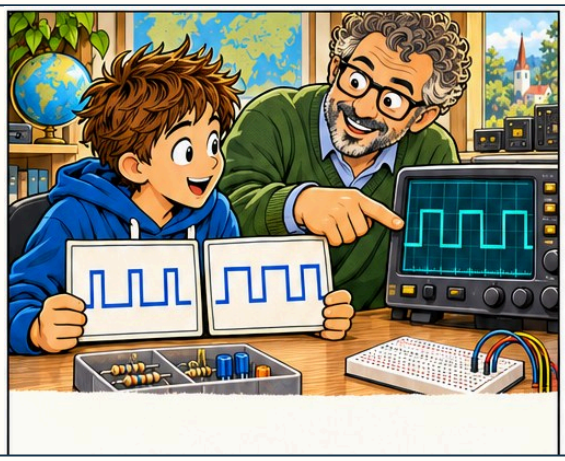
5 tű és a moduláció ötlete



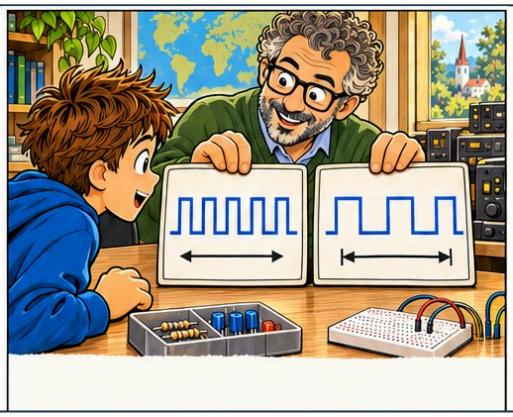
A Lucas visszatér a CONT-hez, a 5 tűvel. "Módosíthatjuk az áramkör viselkedését?"



A Henri elmagyarázza, hogy a megfelelő vezérlőfeszültség mozgatja a belső referenciákat.



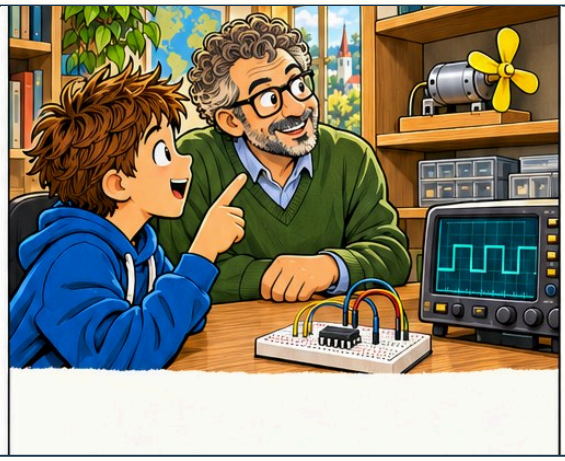
Az áramkörtől függően ez módosíthatja az impulzusszélességet vagy változtathatja az oszcilláció sebességét.



Ebben az egyszerű astable-ban a referenciák megváltoztatásával az oszcillációs frekvencia is megváltozhat: a PWM nem automatikusan független.



Megfelelő PWM vezérlő van kiválasztva és megtervezve a terheléséhez, megfelelő teljesítményfokozattal.



Ezt az elvet megtartják további tanulmányozásra. Nincs motor vagy nagy terhelés hozzáadva a 3 kimenethez.

Az univerzális rádiógenerátor csapdája



„Mi lenne, ha a 555-nk adóvá válna?” A Henri megkülönbözteti a hang oszcillációs frekvenciáját és a stabil rádióvivőt.



A NE555 itt alkalmas hangjelzésre és időkésleltetésre. A RC nem pontos RF referencia.



A téglalap alakú jel harmonikusokat tartalmaz; a túl hosszú vezeték zavarokat okozhat.



A laboratóriumi oszcillátor nem válik megfelelő adóvá pusztán egy antenna hozzáadásával.



Egy rádiókísérlethez olyan tervezésre van szükség, amely kiterjed a stabilitásra, az impedancia illesztésére, a szűrésre és az engedélyezett használatra.



A Lucas tehát az antennát hagyja félre: készülékük már azzal is valódi szolgálatot nyújt, hogy helyi tréner marad.

Amikor az oszcillátor megzavarja a vételt



Miközben a klubban hallgatnak, zajt észlelnek, amely megváltozik, ha az edzőt bekapcsolják.



„Véletlen egybeesés?” Többször összehasonlítják a be- és kikapcsolást anélkül, hogy megváltoztatnák a vevő beállításait.



Az ismételt összehasonlítások támpontot adnak, de még nem azonosítanak minden interferencia útvonalat.



Távolabbra helyezik a szerelvényt, lerövidítik a csatlakozásokat és ellenőrzik a szétválasztást, mielőtt újra elvégeznék az összehasonlítást.



A Henri megkülönbözteti a hangszóró hasznos hangját az áramkörből kilépő nem kívánt interferenciától.



A Lucas szabályt talál a 1 kötetből: a spektrum megosztása azt is jelenti, hogy gondoskodunk arról, amit építünk.

Hasonlítsa össze, hogy megértse



Csak egy dolgot változtatnak meg: az audiokábel helyzetét. Aztán újra és újra összehasonlítják.



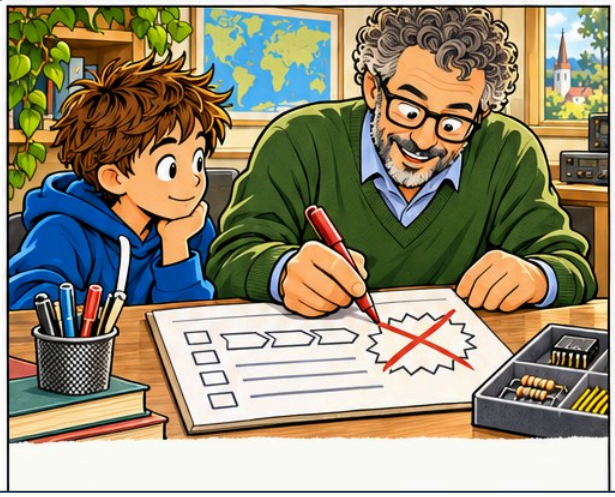
A Lucas rögzíti a távolságot, a bekötést és a tápegységet. E részletek nélkül a következő tesztet nehéz lenne összehasonlítani.



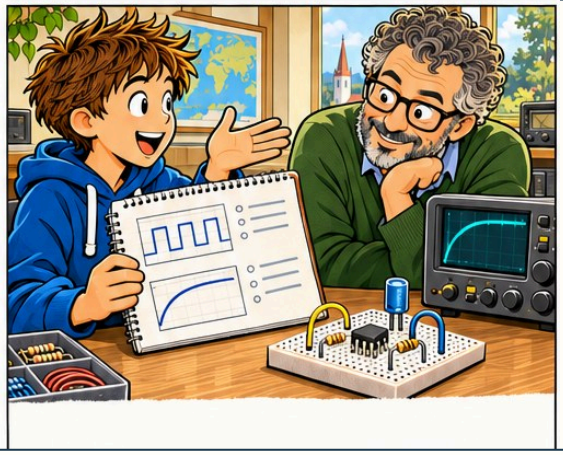
A helyi fejlesztés nem bizonyítja, hogy a teljes spektrum tiszta. A vevőkészülékük nem egy teljes laboratórium.



A kompakt és megfelelően szétválasztott végszerelvény előnyösebb, mint a hosszú vezetékeken elhelyezett prototípus.



Nem állítanak be megfelelőséget vagy méréseket, amelyeket nem állítottak fel.



„El tudom magyarázni, mit próbáltam, és mi az, amit még ellenőrizni kell” – mondja a Lucas. Henri helyesli módszerét.

Mi a helyzet az akkumulátor működésével?



A Lucas arról álmodik, hogy a kertbe vigye az edzőcipőt. A teljes fogyasztás becslésével kezdik.



Az akkumulátor élettartamának becslésénél az audiomodul, a hangerő-beállítás és a hangszóró ugyanolyan fontos, mint az időzítő.



Az akkumulátornak megfelelő szabályozót kell táplálnia a megadott 5 V fenntartásához; követik a dokumentációját.



A nagy áramellátásra képes forrás megfelelő védelmet igényel a rövidzárlat ellen.



A Henri azt javasolja, hogy először fejezze be az elkülönített tápegység verzióját. A hordozhatóság követelményét külön dokumentáljuk.

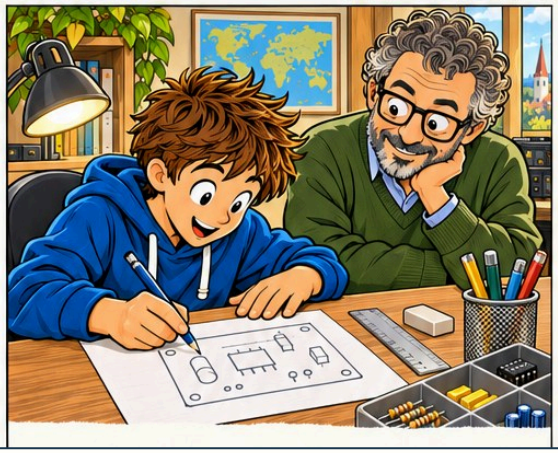


„Az akkumulátor élettartama nem ígérhető pusztán az akkumulátorra nyomtatott kapacitás alapján” – összegzi a Lucas.

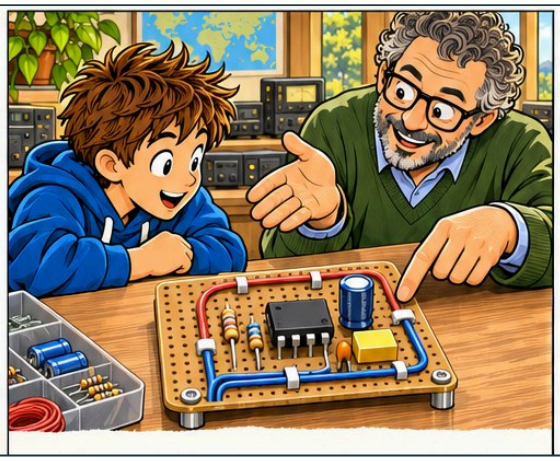
Tartós összeállítás előkészítése



The solderless breadboard was useful. A nyílt napon kerülniük kell az áthidaló vezetékek kilazulását.



Kompakt elrendezési tervet készítenek, hozzáféréssel a vezérlőelemekhez és a tesztpontokhoz.



A leválasztás a 555 közelében marad; az audio-visszatérő áramok nem tehetnek kitérőt az időzítő áramkörön keresztül.



A kulcs és a hangszóró kábele feszültségmentesítővel rendelkezik. A csatlakozásokat nem szabad kábelhúzással húzni.



A Henri felügyeli a gyártást megfelelő szerszámok és védelem segítségével, ezen az olvasóműhelyen kívül.

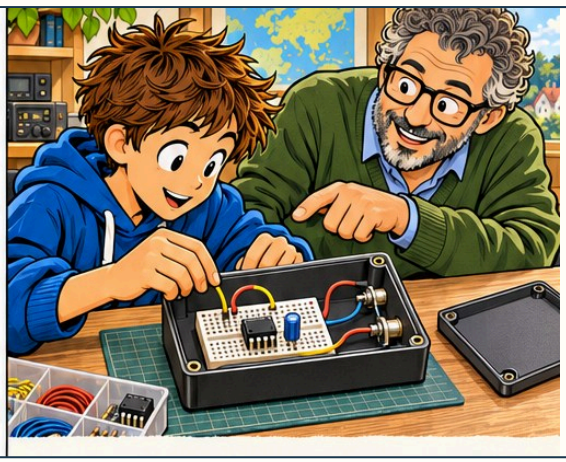


A Lucas ezután ellenőrzi a folytonosságot, a polaritást és a diagramot, mielőtt visszaállítaná az áramellátást.

An electronics enclosure that explains its use



A Lucas egy egyszerű előlapot választ: a tápellátás, a hangszín, a hangerő és a billentyűcsatlakozó egyértelműen azonosítható.



Az áramkör egy megfelelő dobozban van rögzítve; egyetlen csupasz huzal sem ér egy vezető részt.



A kábelvezetés védett. Ellenőrzik, hogy a gomb elforgatása nem húzza-e meg a csatlakozásokat.



A tervezett tápegység és annak polaritása fel van tüntetve az utasításokon és a megfelelő csatlakozó közelében.



A kulcs csak ezt a trénert vezérli; egy hasonló kinézetű aljzat nem engedélyez rádióállomáshoz való csatlakozást.



A Lucas magyarázat nélkül kipróbálja a készüléket. A kezelőszerveknek nyilvánvalónak kell lenniük a következő látogató számára.

Útmutató a következő kezdőknek



Az utasításokban kifejtik a célt: a Morse-ritmus megtanulása helyi hanggal, átvitel nélkül.



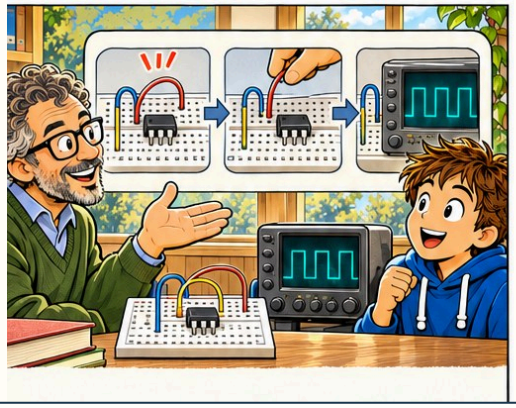
A kapcsolási rajz mutatja a tűket, az alkatrészek értékeit, a tápcsatlakozásokat és a kulcs két állapotát.



Az alkatrészlista megkülönbözteti az időzítő, csatoló és leválasztó kondenzátorokat.



Névleges számításokat, korlátozásokat, alkatrészreferenciákat és mérési pontokat adnak hozzá.



Egy rövid oldal leírja a rosszul elhelyezett áthidaló vezetéket és a hibaelhárítási módszert. A hibák is beletartoznak a történetbe.



Lucas újraolvassa az utasításokat, mintha először látogatna a klubba. Leegyszerűsít egy másik mondatot.

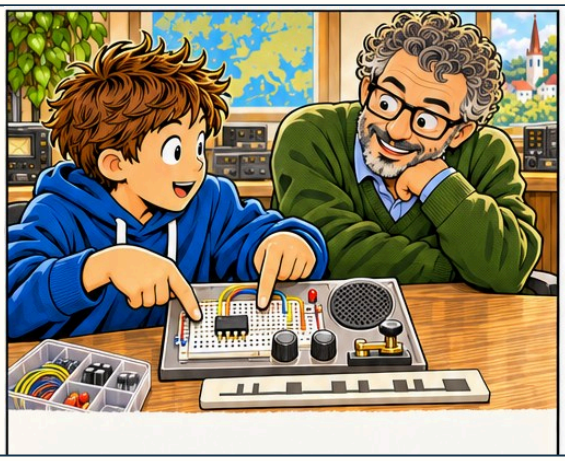
A ruhapróba



A nyílt nap előtti napon a Henri látogatói ülésen ül. A Lucas bemutatja műhelyét.



"Először hallgass, aztán próbáld meg. Végül pedig magyarázd el, mi változik, ha elforgatod ezt a gombot."



Megkülönbözteti a hangszínt, a hangerőt és a ritmust. A Henri szándékosan egyszerű kérdést tesz fel.



Lucas megmutatja a három blokkot a notebookban, majd hagyja, hogy a próbalátogató kezelje a billentyűt.



Hiányzik egy hangjelzés a minta közepén. Egy pillantást váltanak: a kis készülék még tartogat meglepetést.



A Lucas megőrzi a nyugalmat és csökkenti a hangerőt. Nemrég tért vissza nyomozói szerepébe.

Az utolsó rejtély



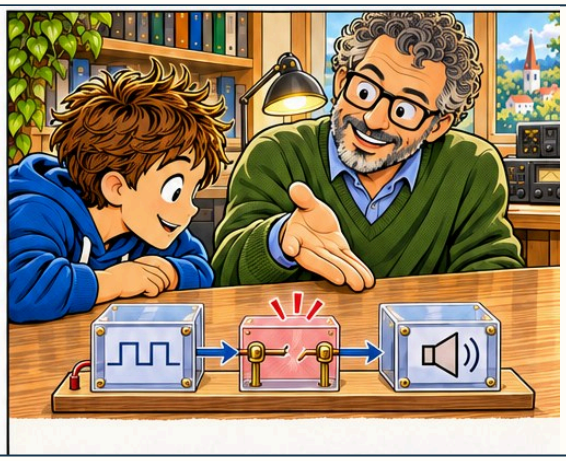
Ezúttal a ritmusáramkör továbbra is működik: a 3 kimenet impulzusokat mutat a gomb megnyomásakor.



A Lucas ellenőrzi a tápegységet, majd az audiolláncot. Nem helyettesíti a NE555-t reflexként.



Kikapcsolt állapotban egy meglazult vezetéket talál a hangerő-potenciométer csúszkájának csatlakozásában.



„A ritmus megvolt, a hang már nem jutott el az erősítőig!” A tömbökre való szétválasztás vezérelte.



Megjavítják a kapcsolatot és ellenőrzik, hogy kitart-e. Egy másik teszt egyenletes hangot ad.



Henri újra elfoglalja látogatói helyét. A Lucas csatlakozóellenőrzéssel egészíti ki felkészülését.

Nyílt nap



Reggel a kis elektronikai szekrény tiszta asztalon vár. A Lucas finom hangerőt és kényelmes hangzást biztosít.



Egy minta eljátszásával kezdi. Henri nézi, hogy mindenkinek időt ad a megértésre.



A látogató megpróbálja a kulcsot. A tétova sorozat egy szünet és egy újabb hallgatás után egyenletesebbé válik.



Lucas kinyitja a jegyzetfüzetét: „A NE555 adja meg a hangszínt; az Ön gesztusa adja meg a ritmust.”



Megmutatja a kondenzátor feszültségének emelkedését és csökkenését, majd visszatér a hallott hanghoz. Az elmélet találkozik a tapasztalattal.



Egy mosoly elég ahhoz, hogy kijelentsük, a műhely működik. A Henri most lehetővé teszi, hogy a Lucas irányítsa a felfedezést.

Amit nyolc gombostű tanított meg nekünk



A workshop után a Lucas ismét megtalálja a három kártyát: az oszcilláló, az időzítés és az emlékezés.



Hozzáadja a tranzisztort, amely segít a terhelés meghajtásában, és a diódát, amely védi a tekercset kikapcsoláskor.



Henri megkérdezi tőle, mire fog leginkább emlékezni. Lucas megnézi a számításokat és a bontásokat tartalmazó jegyzetfüzetét.



"Ellenőrizze a csapokat. Tartsa meg az egységeket. Mérje meg a megfelelő pontot. És értse meg, mielőtt megváltoztatja."



Megmutatja az instrukciókat is: egy ötlet akkor válik hasznossá, ha egy másik ember találgatás nélkül felveheti.



Elrakták a fel nem használt alkatrészeket. A kis fekete csomag egy egész napos találkozásnak adott ritmust.

A következő ritmus a tiéd lesz



A hely visszanyeri nyugalmát. A Lucas utoljára megnyomja a gombot: rövid hangjelzés, majd csend.



Emlékszik a klubba érkezésére és a Henri tanácsára: hallgass, keress és oszd meg.



„Mindent megtudtunk a 555-ről?” – „Elég ahhoz, hogy tudjam, hogyan kell jobb kérdéseket feltenni.”



Az edző, annak diagramja és utasításai készen állnak a következő kezdő számára. Kalandjuk igazi dobozba fér.



A Lucas bezárja a notebookot, majd újra kinyitja, hogy új ötletet rajzoljon. Henri átnyújt neki egy ceruzát.



Kint antennák állnak az ég felé. A belsejében nyolc kis gombostű ösztönözte a kísérletezés vágyát.