ON4CRD

Osa 70

# NE555 ja sen radioamatöörisovellukset



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

# Oikeudelliset huomautukset

**Osa 70 · NE555 ja sen radioamatöörisovellukset**

Verkkosivuston julkaisija : Radio Club Durnal ON4CRD

Julkaisupäällikkö : Radio Club Durnal ON4CRD:n hallitus

https://on4crd.be

Oikeudelliset huomautukset

## Henkinen omaisuus

Sivustolla julkaistut tekstit, kuvat, asiakirjat, logot ja materiaalit ovat kirjoittajiensa tai seuran omaisuutta. Kaiken kopioinnin tai uudelleenkäytön tulee kunnioittaa lähdettä, sovellettavia oikeuksia ja tekijän lupaa.

## Vastuu

Klubi pyrkii julkaisemaan hyödyllistä ja tarkistettua tietoa, mutta ei takaa virheiden, puutteiden tai keskeytyksiä. Tekniset tai viranomaistiedot on verrattava virallisiin lähteisiin, kun ne tukevat päätöstä.

Kuvitukset on luotu tekoälyn avustuksella.

# Pieni laatikko, iso idea



Lucas palaa klubille muistikirjansa kanssa: "Avointen ovien päivää varten haluaisin vierailijoiden kuulevan morsekoodia!"



Henri laittaa pienen mustan paketin pöydälle: "Tämä on NE555. Kahdeksan nastaa, paljon ideoita."



"Voiko se puhua toiselle asemalle?" Henri hymyilee: "Aloitamme äänellä täällä klubihuoneessa."



Morse-avain odottaa kaiuttimen lähellä. Heidän haasteensa: rakentaa laite, joka auttaa vierailijoita oppimaan.



Lucas piirtää laatikon, jossa on kolme säädintä: teho, ääni ja äänenvoimakkuus. Projekti on muotoutumassa.



"Entä jos se ei toimi?" — "Opimme selvittämään miksi. Se on osa seikkailua!"

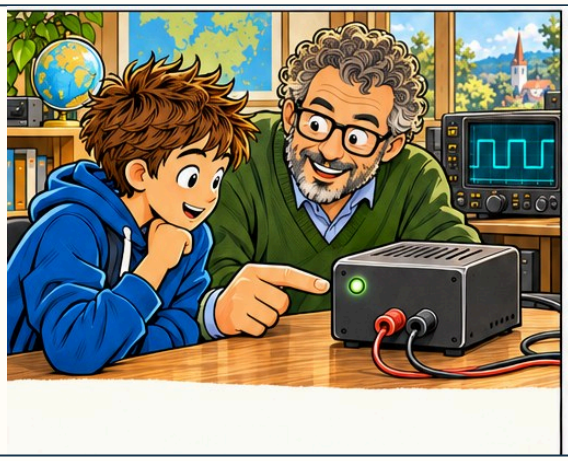
# Projektin toivelista



Lucas haluaisi miellyttävän äänen, helppokäyttöisen näppäimen ja riittävän äänenvoimakkuuden pieneen työpajapöytään.



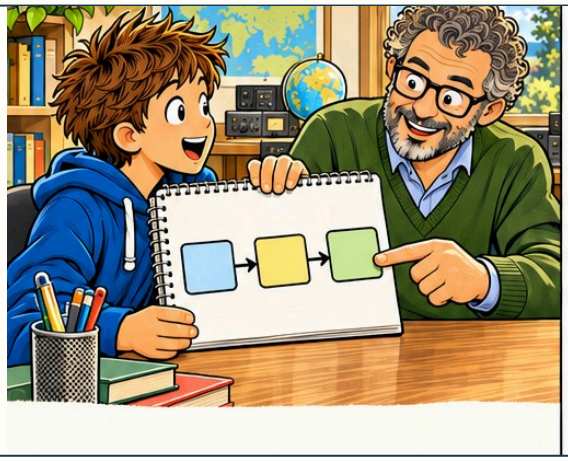
"Eikä antennia tarvita", lisää Henri. Heidän laitteensa tulee olemaan terve Morse-harjoituslaite ilman radiosäteilyä.



He valitsevat 5 V-säädellyn virtalähteen ja rajoittavat virtaa ensimmäisten testien aikana.



Henri tyhjentää työalueen. Jokaisella elektronisilla komponenteilla ja työkaluilla on paikkansa.



Kannettavassa tietokoneessa Lucas erottaa kolme toimintoa: äänen tuottaminen, ohjaaminen ja vahvistaminen.



"Testaamme jokaisen toiminnon", hän päättää. Jotta koko laite toimisi, ne etenevät pienin askelin.

# 555:hen tutustuminen



Henri avaa valmistajan tiedotteen: "Tuttu nimi ei korvaa varsinaisen komponentin dokumentaatiota."



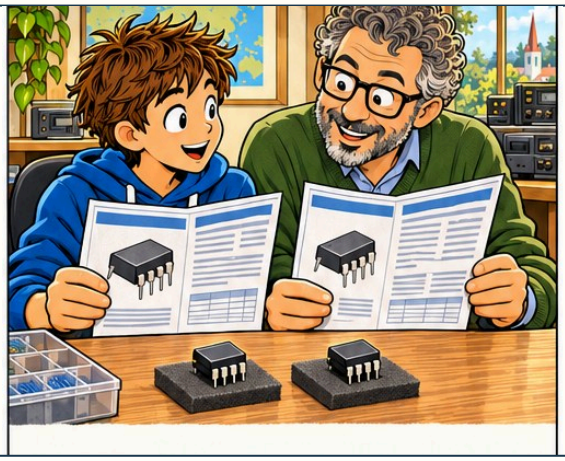
NE555 on kaksinapainen ajastin. Vastukset ja kondensaattori antavat sille rytminsä.



Se voi tuottaa pulssin, värähtää tai pitää tilan piiristään riippuen. Lucas suorittaa nämä kolme toimintoa.



"Joten se tekee kaiken?" "Se on erittäin hyödyllinen, mutta sillä on myös jännite- ja virtarajat."



He varmistavat, että heidän referenssinsä toimii 5 V:ssä. Viereisellä CMOS-versiolla ei välttämättä ole samoja rajoituksia.



Lucas tallentaa tietolomakkeen komponentteineen: "Tämä kuuluu työkalupakkiimme."

# Kahdeksan nastaa, yksi lukusuunta



Ennen kuin kytket mitään pistorasiaan, he katsovat kahdeksannapaista DIP-pakettia ylhäältä katsottuna.



Kun lovi on ylhäällä, tappi 1 on vasemmassa yläkulmassa; pieni piste voi myös tunnistaa sen.



Laske vasemmalla 1:stä 4:ään. Oikealla, laske ylös 5:stä 8:ään: numerointi kiertää pakettia.



"Jos käännän sen, piirustukseni ei enää täsmää!" Lucas vertaa komponenttia uudelleen ylänäkymään.



Henri pyytää häntä piirtämään neljä nastaa kummallekin puolelle, sitten loven. He eivät ole vielä yhdistäneet mitään.

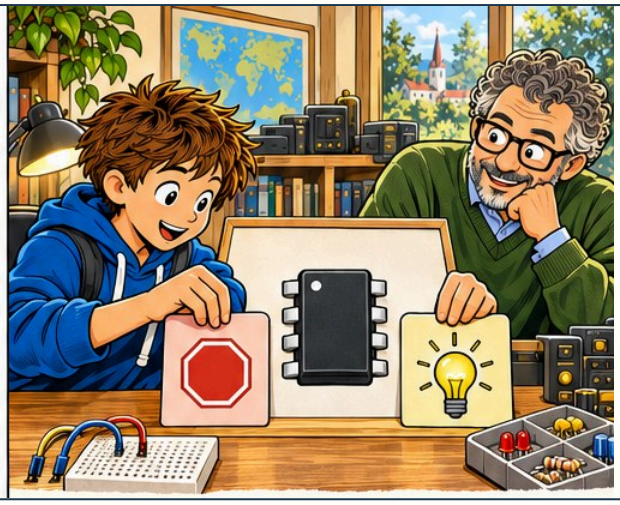


He pitävät tämän merkin näkyvänä kannettavassa tietokoneessa ja tarkistavat merkinnän ennen komponentin sijoittamista.

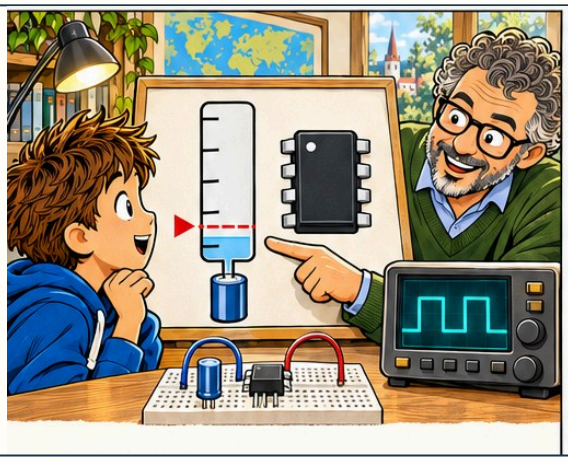
# Jokaiselle pinssille oma rooli



Lucas tunnistaa toiminnot: 1, maadoitus; 8, positiivinen syöttö. Nämä kaksi nastaa syöttävät piiriä.



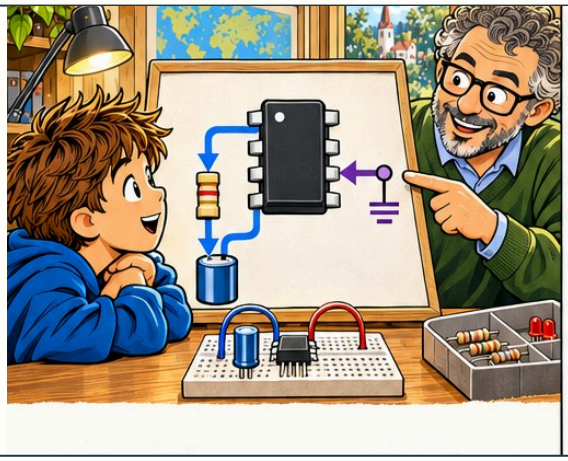
Pin 3 on lähtö. Pin 4, RESET pakottaa piirin nollautumaan, kun sitä pidetään alhaalla.



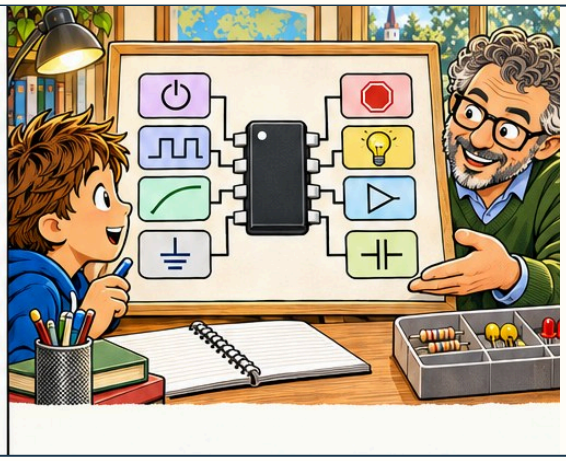
Pin 2, TRIG, havaitsee jännitteen, joka laskee alle noin kolmanneksen syöttöjännitteestä.



Pin 6, THRES, valvoo ylärajaa, noin kahta kolmasosaa tavallisen piirin syöttöjännitteestä.



Nastaa 7, DISCH käytetään kondensaattorin purkamiseen. Pin 5, CONT mahdollistaa pääsyn sisäiseen referenssiin.

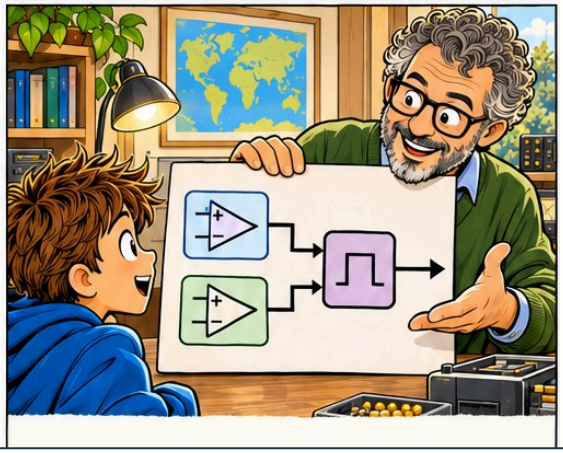


"Kahdeksan eri roolia, ei kahdeksaa vaihdettavaa terminaalia!" Lucas sovittaa jokaisen toiminnon piirustukseen.

# Pieni porukka sisällä



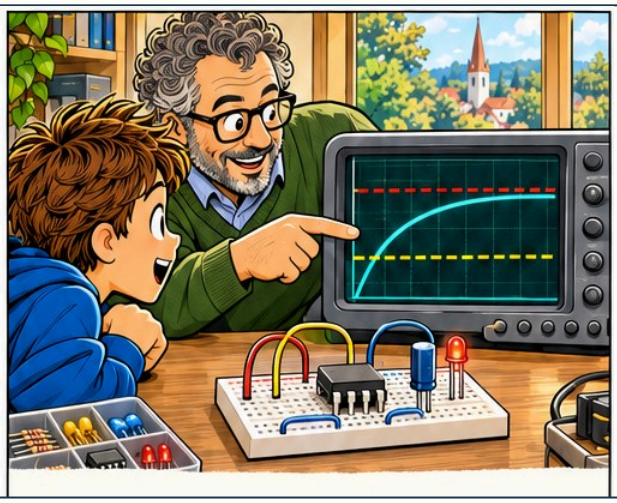
Henri piirtää kaksi vertailijaa: jokainen vertaa jännitettä referenssiin.



Sisäinen salpa muistaa viimeisen komennon. Lähtö ja purkaustransistori seuraavat tätä tilaa.



"Yksi aloittaa sen, toinen lopettaa?" "Se on hyödyllinen kuva, kunhan kunnioitamme heidän toimintaolosuhteitaan."



Tavallisessa piirissä sisäiset referenssit ovat lähellä VCC/3 ja 2VCC/3.



RESET voi pakottaa nollauksen. Lucas ymmärtää, miksi tätä tuloa ei saa jättää kellumaan.

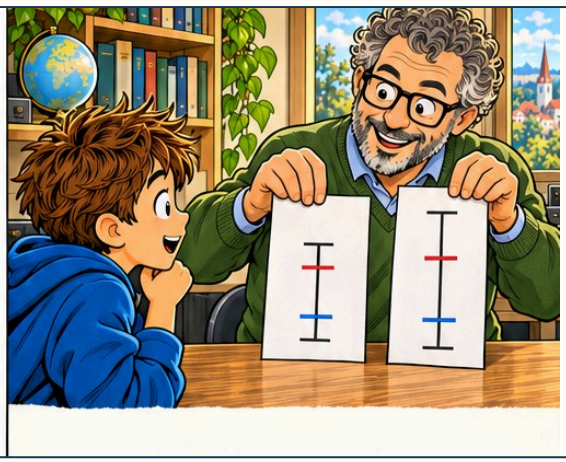


Hän seuraa nuolia lyijykynällä: mittaa, päätä, muista, toimi. Paketista tulee vähemmän salaperäinen.

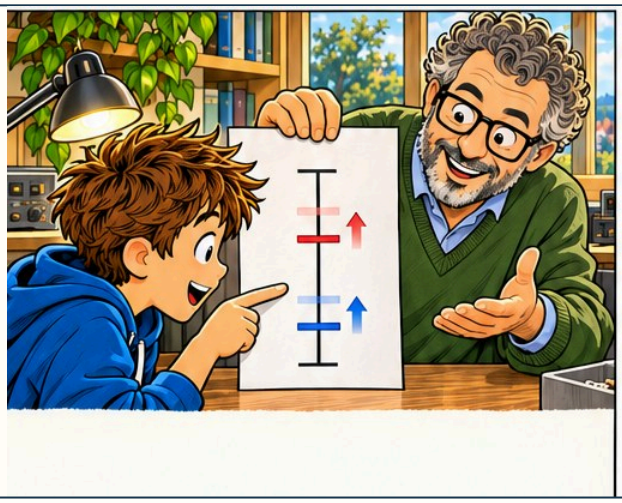
# Kolmasosa ja kaksi kolmasosaa



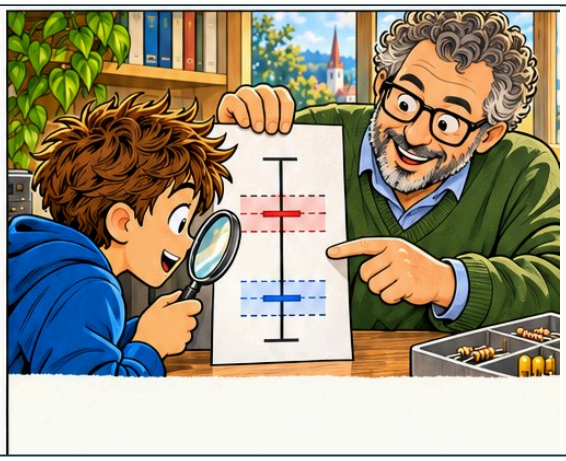
VCC = 5 V:n kanssa teoreettiset vertailuarvot ovat suunnilleen 1,67 V ja 3,33 V.



"Joten nämä eivät ole kahta kiinteää jännitettä kaikille virtalähteille", huomauttaa Lucas.



Henri muuttaa paperimittaria: kaksi merkkiä seuraavat syöttöjännitettä.



Todellisilla arvoilla on toleranssit. Teknisessä tiedotteessa määritellään ehdot ja mahdolliset poikkeamat.



Kondensaattorin jännite nousee ja laskee näiden tasojen välillä. Tämä matka määrittää aikavälin.



Lucas vetää pienen sähköisen swingin: "Ehkä rytmi on tarina kynnyksistä."

# Suunnitelma ennen johtoja



"Yhdistetäänkö se?" Henri laittaa ensin arkin: "Anna meidän päättää, mitä kukin johto on liitettävä."



He valitsevat vakaan piirin: se värähtelee itsestään niin kauan kuin RESET sen sallii.



Kaksi vastusta, RA ja RB, sekä kondensaattori C asettavat suunnilleen värähtelytaajuuden.



Merkkivalo näyttää ensin toiminnan. Ääni tulee säätimien jälkeen.



Lucas piirtää ajoituspiirin ja tulevan ääniketjun erikseen. Hän jättää tilaa mitoille.



"Meillä on suunnitelma, jonka pohjalta rakennetaan, ja sitten tarkastetaan se uusin silmin", hän sanoo valmistellessaan muistikirjaa.

# Viisi volttia hyvin valmisteltu



Ne käyttävät säädeltyä, eristettyä 5 V-syöttöä, joka on säädetty ja tarkastettu ennen piirin kytkemistä.



Virranrajoitin asetetaan alhaiseksi ensimmäisellä testillä ja sovitetaan sitten piiriin ohjeiden mukaisesti.



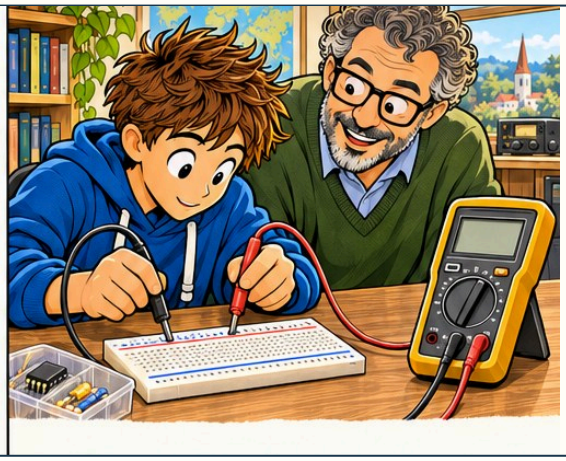
Positiivinen johto liitetään +5 V-syöttökiskoon; paluujohto kytkeytyy piirin maahan. Lucas tarkistaa napaisuuden.



"Akku ei automaattisesti ole sopiva lähde 5 V:lle", Henri muistuttaa häntä osoittaen niiden tarroja.



Ne katkaisevat virran ennen johdotustyötä. Mikään tässä työpajassa ei liity suoraan verkkovirtaan.



Lucas mittaa kuormittamattomat syöttökiskot yleismittarilla ja katkaisee sitten virran ennen kuin jatkaa.

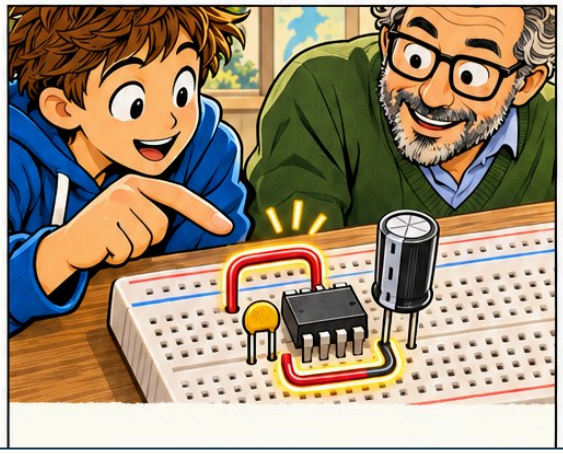
# Paikallinen energiavarasto



Henri sijoittaa 100 nF:n nastojen 8 ja 1 väliin lyhyillä liitoksilla mahdollisimman lähelle NE555:tä.



10 µF-kondensaattori täydentää +5 V:n ja maan välisen erotuksen; sen napaisuutta kunnioitetaan.



555-lähtö voi aiheuttaa lyhyitä virtapiikkejä. Nämä paikalliset energiavarastot auttavat vakauttamaan virtalähdettä.



Pin 5 vastaanottaa 10 nF:n maahan tässä piirissä. Tämä kondensaattori ei aseta päädääntä.



"Kaksi pientä kondensaattoria, kaksi eri tehtävää", toteaa Lucas, joka erottaa ne piirustuksessaan.



He tarkistavat arvot uudelleen. Pelkät hyvät aikomukset eivät voi kompensoida pitkää virtajohtoa.

# Oikeiden komponenttien valinta



Lucas valitsee komponentit RA = 10 kΩ, RB = 100 kΩ ja C = 10 nF. Nämä arvot antavat alkusävyn.



Ajoituskondensaattorille he valitsevat sopivan, vakaan komponentin sen tietolomakkeen avulla.



LED:ssä on 2,2 kΩ:n sarjavastus. Henri ei liitä sitä suoraan lähdön ja maan väliin.



Kaiutin jää pussiinsa: sen ohjaamiseen tarvitaan sopiva äänenvahvistinpiiri.



He valmistelevat potentiometrin, lyhyet johdot ja Morse-avaimen. Jokainen arvo menee komponenttiluetteloon.



”Komponenttilaatikko ei ole vielä piiri”, Lucas nauraa. Suunnitelmassa näytetään, kuinka ne yhdistetään.

# Värit kertovat arvon



Lucas lukee värinauhat ja mittaa sitten vastukset irti piiristä yleismittarilla.



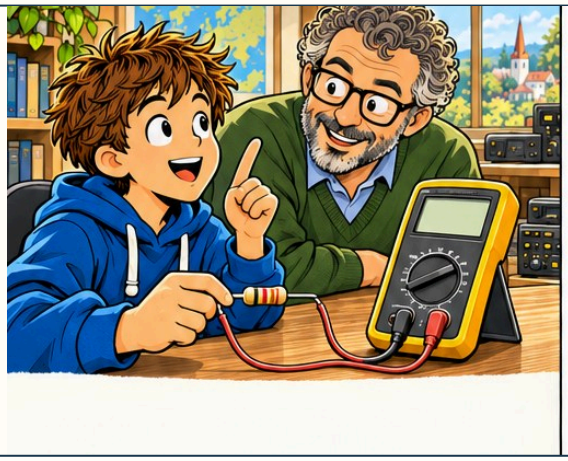
10 kΩ on 10 000 Ω; 100 kΩ on 100 000 Ω. Unohtunut nolla muuttaisi sävyä paljon.



Viimeinen kaista voi määrittää toleranssin. Nimellisarvo ei lupaa täsmälleen vastaavaa mittausta.



"Tämä ei ole 100 Ω-vastus!" Hän palauttaa samannäköisen komponentin lokeroonsa.



Henri antaa hänen ilmoittaa arvon ennen yleismittarin katsomista. Instrumentti vahvistaa hänen perustelunsa.



Lucas kiinnittää pienen arvokortin juottomattomaan leipälevyonsa. Hän on juuri estänyt ensimmäisen virheensä.

# Kymmenen nanofaradia, ei kymmentä mikrofaradia



Ajoituskondensaattorista Lucas löytää koodin 103: 10 000 pF tai 10 nF.



10 nF ovat yhtä kuin 0,01 µF. 10 µF-kondensaattori olisi tuhat kertaa suurempi.



"Silloin vihelystämme tulisi hyvin hidas rytmi!" Henri arvostaa tätä ennustetta.



Tässä valittu 10 nF-kondensaattori on polaroimaton. Säiliökondensaattori 10 µF on asennettava oikealla napaisuudella.



He vertaavat merkintöjä komponenttien tietolomakkeisiin. Pelkkä ulkonäkö ei riitä.



Lucas kirjoittaa yksikön jokaisen numeron viereen: "Pienillä kirjaimilla voi olla suuri ero."

# Leipälaudan piilotetut liitännät



Ennen kuin 555 asetetaan paikalleen, ne merkitsevät juotettoman leipälevyn sisäiset liitännät yleismittarilla.



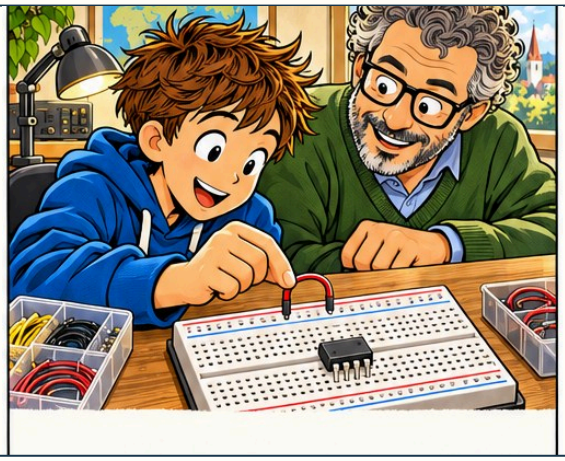
Paketti ulottuu keskiraon päälle: sen kaksi tapiriviä pysyvät sähköisesti erillään.



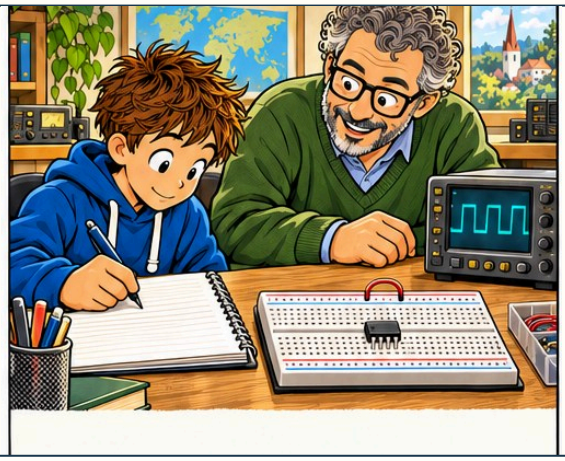
Pienet reikäryhmät yhdistyvät tiettyyn suuntaan. Lucas testaa arvailun sijaan.



Joissakin syöttökiskoissa on katkos keskellä; he tarkistavat oman juotettoman leipälevynsä.



Lyhyt hyppyjohdin yhdistää tarvittavat segmentit. Mikään johto ei saa korvata komponenttia vahingossa.



Henri kääntää piirustuksen juotettoman leipälevyn suuntaa vastaavaksi. Lucas tarkistaa yhden yhteyden kerrallaan.

# Ensimmäinen johdotus



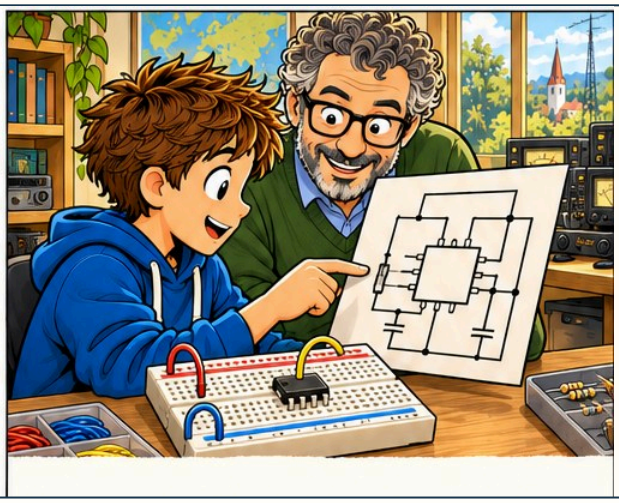
Kun virta on katkaistu, ne yhdistävät nastan 1 maahan ja nastan 8 liittimeen +5 V.



Tätä ensimmäistä jatkuvaa testiä varten nasta 4, RESET, liitetään liitäntään +5 V. Tulolla on nyt määritetty tila.



100 nF yhdistää 8:n 1:hen; 10 µF irrottaa kiskot; 10 nF-kondensaattori 5-nastassa liitetään maahan.



Lucas tarkistaa kaikki suunnitelman liitännät kytkemättä vielä ajoitusvastuksia.



He tarkistavat loven, kiskot ja oikosulun puuttumisen virran ja maan välillä.



"Ajoituspiirin sydän puuttuu edelleen", ilmoittaa Henri. Lucas valmistelee kondensaattorin C.

# Vaatimaton indikaattori



Lähtö 3 yhdistetään 2,2 kΩ:n vastukseen ja sitten LED-anodiin; sen katodi menee maahan.



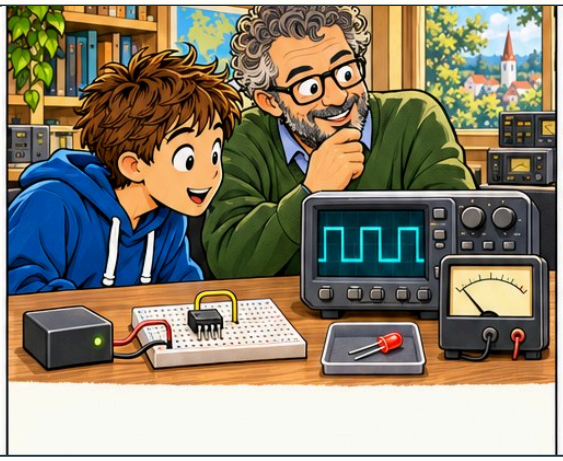
Henri auttaa tunnistamaan anodin ja katodin käyttämällä LED-tietolehteä ja sitten yleismittarin dioditilaa.



"Kun LED:ssa on noin 2 V, jopa 5 V ulostulossa rajoittaisi virran noin 1,4 mA:ään."



Bipolaarisen NE555:n todellinen lähtö ei välttämättä mene positiiviseen kiskoon asti. Virta voi olla pienempi.



Tämä LED on indikaattori, ei raskas kuorma. Ne jättävät tarkat mittaukset yleismittarille ja oskilloskoopille.



Lucas jättää LED:n näkyväksi juotettoman leipälevyn reunaan. Se auttaa häntä ymmärtämään, mitä tulos tekee.

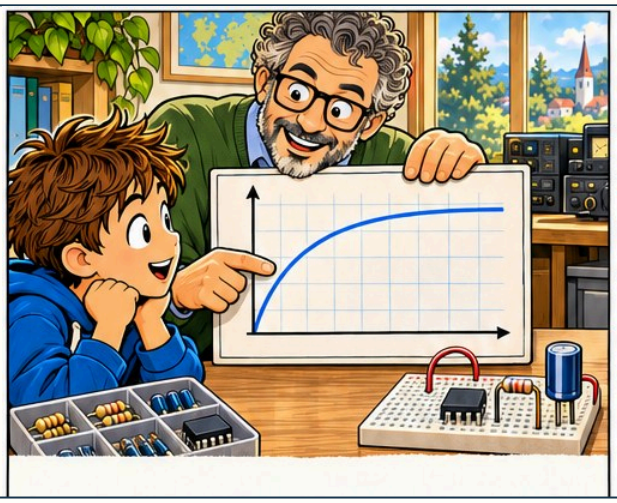
# Sieni aikaa varten



Henri vertaa kondensaattoria pieneen säiliöön, joka täyttyy vastuksen kautta.



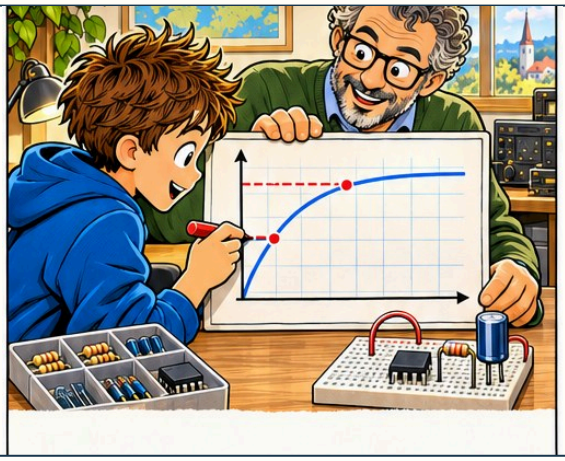
Mitä suurempi vastus, sitä hitaampi lataus. Mitä suurempi C on, sitä enemmän latausta tarvitaan.



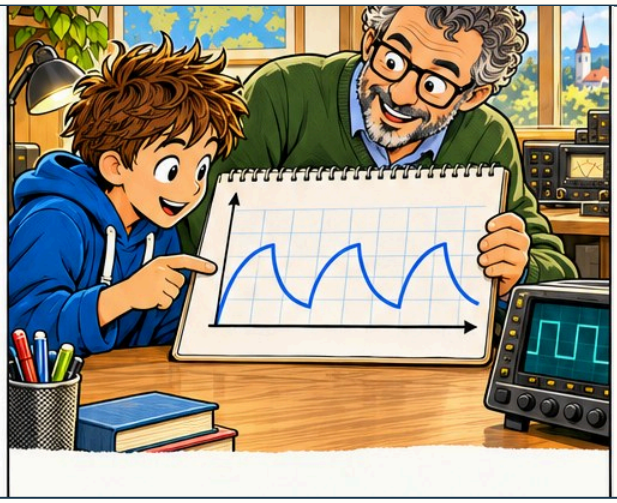
Jännite ei nouse suorassa linjassa: latauskäyrä taipuu syöttöjännitettä kohti.



"Ja miten se tyhjenee?" Henri näyttää purkauspolun, jota ohjataan tapilla 7.



Lucas yhdistää tämän käyrän kahteen kynnykseen. 555 ei odota, kunnes kondensaattori on täysin täynnä.



Hän ennustaa nousua, laskua ja sitten uutta nousua. Heidän rytminsä alkaa hahmottua.

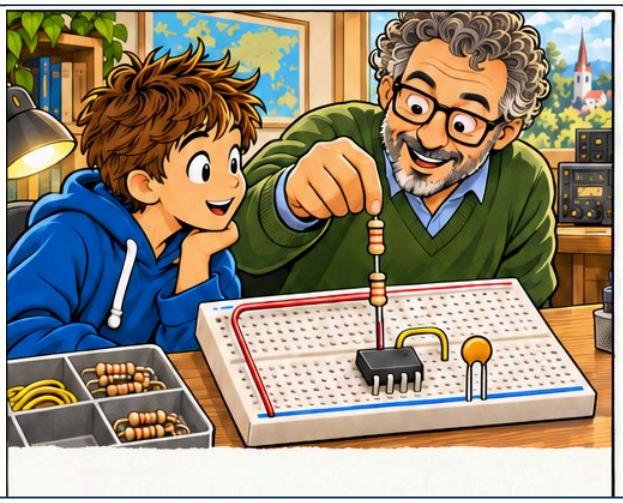
# Toistuva piiri



Ne yhdistävät nastat 2 ja 6 yhteen. Tämä yhteinen solmu muodostaa yhteyden C = 10 nF:n yhteen liittimeen.



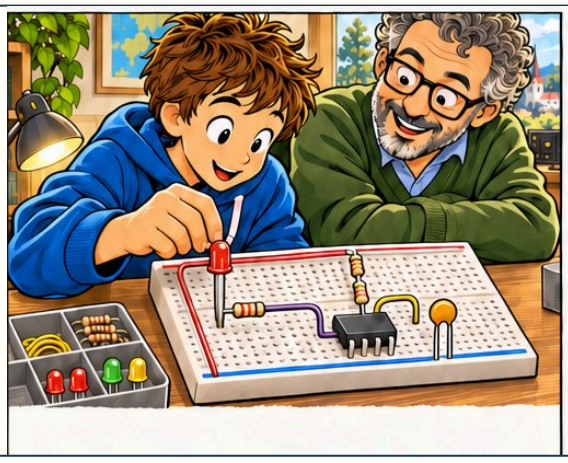
C:n toinen napa kytkeytyy maahan. Kaksi vertailijaa valvovat kondensaattorin jännitettä.



RA = 10 kΩ yhdistää +5 V:n nastan 7. RB = 100 kΩ yhdistää nastan 7 solmuun 2–6.



"RA:n kautta ja sitten RB:n kautta lataamiseen; RB:n kautta purkamiseen", Henri tiivistää ja jäljittää suunnitelman johdot.



Lähtö 3 on varattu indikaattorille ja mittauksille. Se ei liity suoraan kondensaattoriin C.

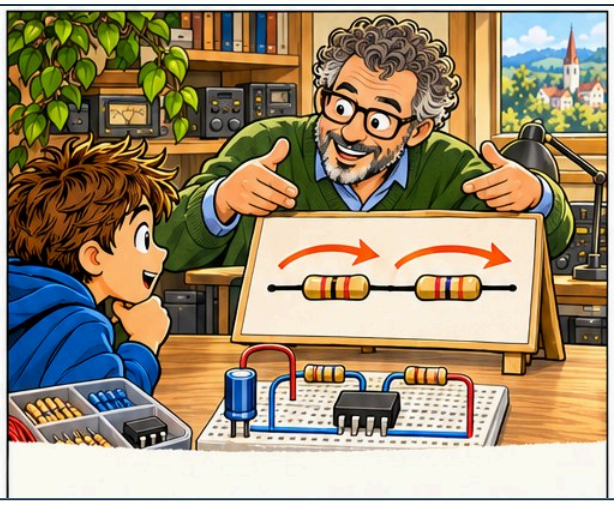


Lucas arvioi koko ketjun. Jokainen lanka löytää paikkansa ennen ensimmäistä käynnistystä.

# Lataus aloittaa syklin



Käynnistettäessä C:llä on vähän latausta. Alemman kynnyksen alapuolella oleva jännite antaa normaalisti suuren tehon.



Sisäinen purkaustransistori on sitten pois päältä. C lataa RA:n ja RB:n kautta.



Sen jännite ylittää noin kolmanneksen VCC:stä ja jatkaa nousuaan. Sisäinen muisti säilyttää tilansa.



"Se ei muuta mieltään joka hetki!" Lucas seuraa käyrää kohti yläkynnystä.



Kun jännite saavuttaa noin kaksi kolmasosaa VCC:stä, kynnysvertailija aiheuttaa vaihdon.

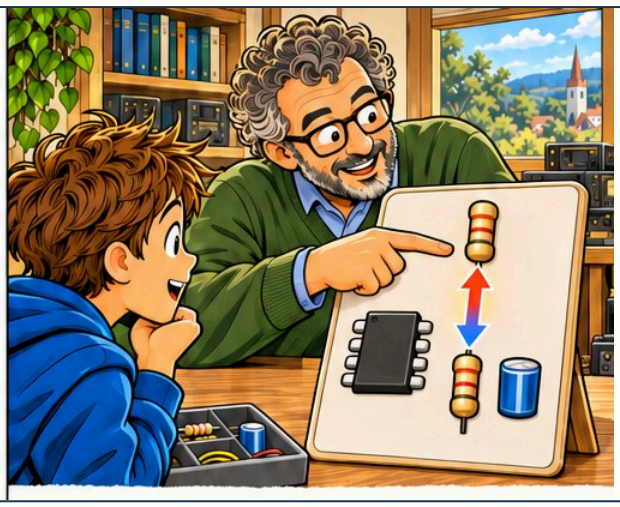


Lähtö laskee ja purkauspolku alkaa johtaa. Matkan toinen puolisko alkaa.

# Purkaminen sulkee silmukan



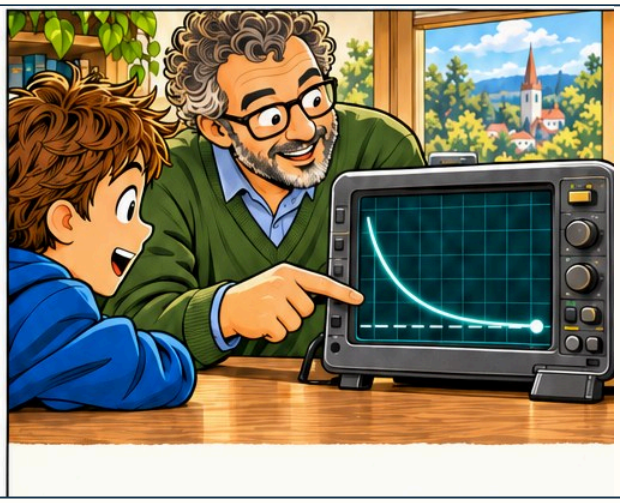
Kondensaattori purkautuu nyt RB:n ja sisäisen transistorin kautta, joka on kytketty nastan 7.



RA rajoittaa +5 V:n ja nastan 7 välistä virtaa, kun vedetään lähelle maata.



"Ei siis todellakaan yksinkertainen lanka RA:n tilalle!" Lucas korostaa tätä rajoitusta.



Palauttamalla alle noin kolmanneksen VCC:stä, C:n jännite laukaisee uuden käynnistyksen.



Lähtöjännite nousee korkeaksi, purkaus pysähtyy ja C latautuu jälleen kohti yläkynnystä. Kierto toistuu.

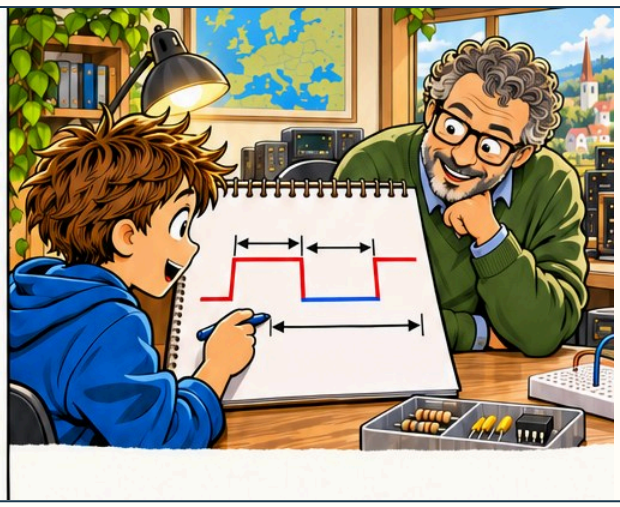


Ulostulossa suorakaiteen muotoinen aaltomuoto; C:n poikki, kaarevat nousut ja laskut. Kaksi muotoa samalle rytmille.

# Kolme ajoituskaavaa



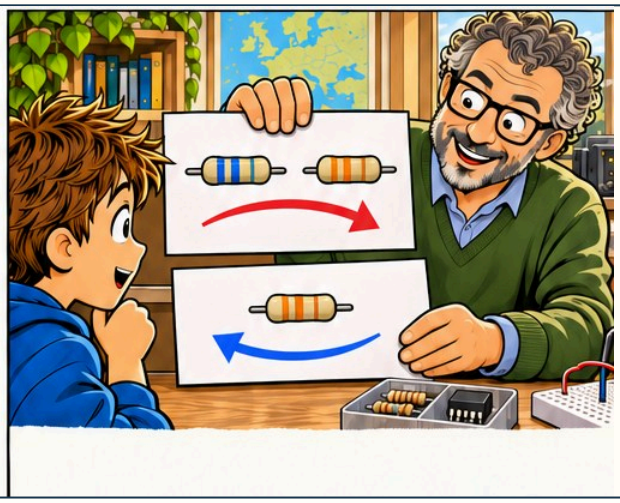
Henri kirjoittaa likiarvot: tH = 0,693 × (RA + RB) × C; tL = 0,693 × RB × C.



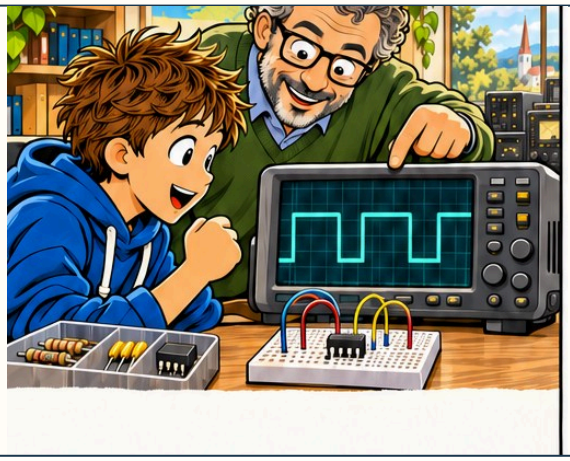
Jakson kesto on T = tH + tL. Värähtelytaajuus on f = 1/T.



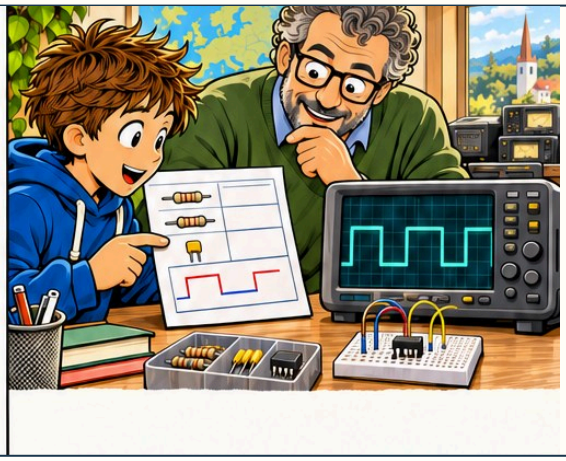
Käytämme myös f ≈ 1,44 / [(RA + 2RB) × C]. Resistanssit ovat ohmeina, C faradeina.



"Miksi kaksinkertainen RB?" Lucas löytää RB:n latauksessa ja purkamisessa.



Tässä klassisessa vakaassa piirissä korkea intervalli ylittää matalan intervallin: se ei ole aivan 50 %.



Laskelma ennustaa nimellisen toiminnan. Toleranssit ja todellinen virtapiiri määräävät mittauksen.

# Ääni, joka on lähellä 700 hertsiä



Malleille RA = 10 kΩ, RB = 100 kΩ ja C = 10 nF löytyvät tH ≈ 0,762 ms.



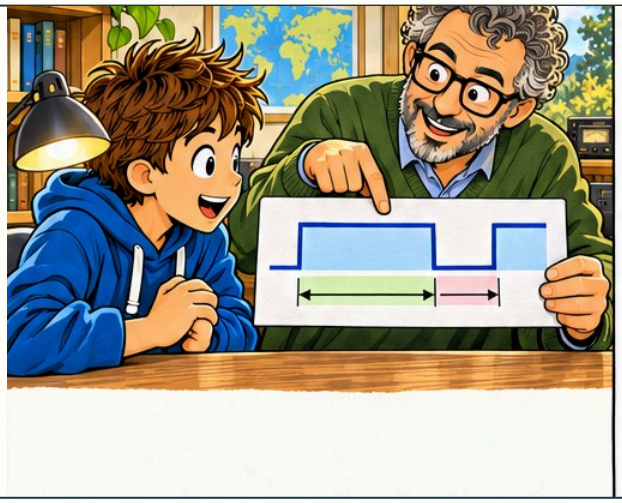
Matala väli on noin 0,693 ms. Jakso on siis lähellä 1,46 ms.



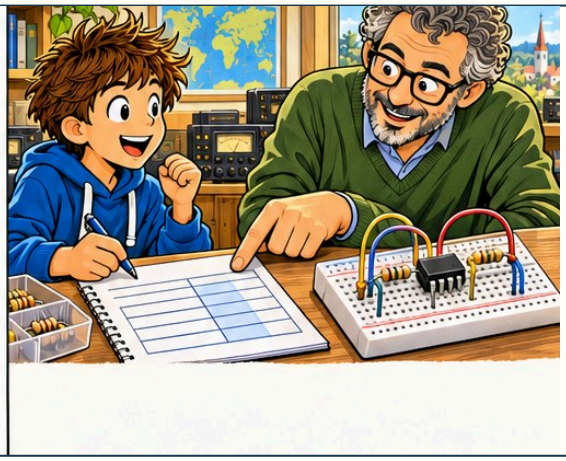
1,44:tä käyttävä kaava antaa noin 686 Hz; pyöristettyjä ajoituskertoimia käyttäen noin 687 Hz: samanlaiset tulokset.



"Olimme pyrkineet noin 700 Hz:ään, emme taattua äänisäveltä lähimpään hertsiin", muistelee Henri.



Nimellinen käyttösuhde on (RA + RB)/(RA + 2RB) tai suunnilleen 52,4 %.



Lucas pitää yksiköt ja pyöristyksen näkyvissä. Hän vertaa tätä ennustetta todelliseen piiriin.

# Ensimmäinen käynnistys



He asentavat työkalut, tarkistavat suunnitelman uudelleen ja kytkevät virran suunnitellulla virtarajoituksella.



Merkkivalo näyttää palavan jatkuvasti: lähellä 700 Hz:tä silmä ei pysty erottamaan jokaista pulssia.



"Se ei vilku!" "Silmäsi on hitaampi kuin tämä piiri. Etsikäämme erilaisia todisteita."



Henri yhdistää anturin maadoituksen kokoonpanomaahan tällä vahvistetulla eristetyllä virtalähteellä.

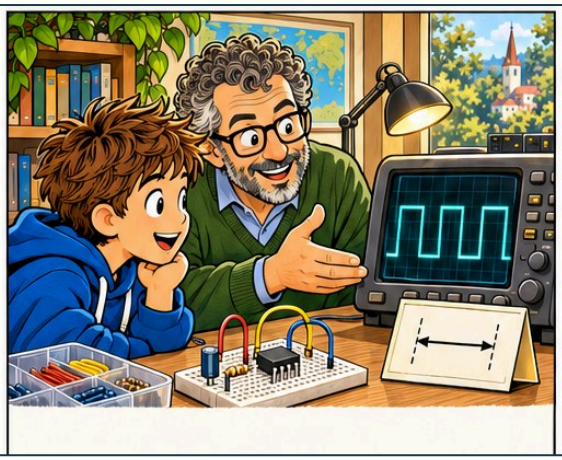


Anturin kärki menee ulostuloon 3. Oskilloskooppi näyttää suorakaiteen muotoisia pulsseja: oskillaattori toimii.



Lucas hymyilee: "Valo antoi minulle vihjeen, mutta ei koko vastausta."

# Tarkkaile kahta eri jännitettä



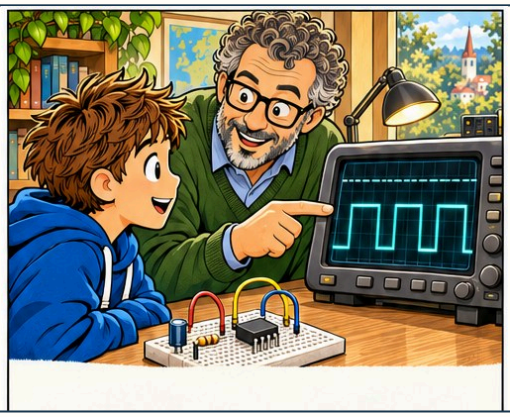
Lähdössä 3 ne tarkkailevat korkeita ja matalia aikavälejä. Mitattu värähtelytaajuus pysyy lähellä laskelmaa.



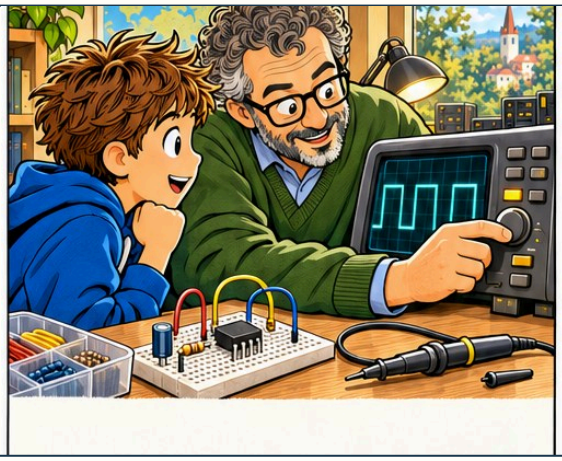
Kondensaattorissa C jännite nousee ja laskee kahden odotetun kynnyksen välillä.



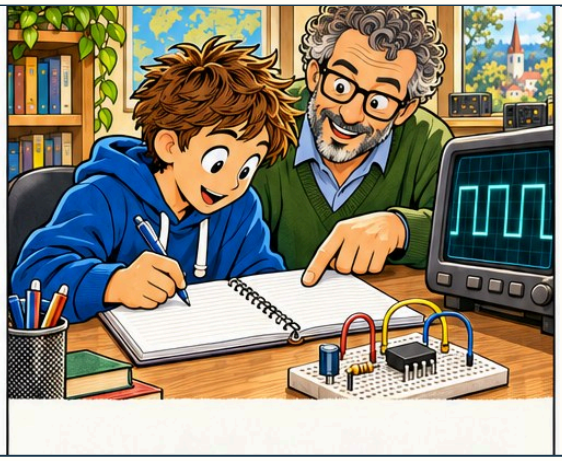
Kaksi jälkiä ovat erilaisia. Lucas tarkistaa aina, minkä pisteen anturi mittaa.



Bipolaarinen lähtö ei välttämättä saavuta 5 V:tä kuormitettuna. Ne välttävät sekoittamasta logiikkatasoa ja täydellistä jännitettä.



Anturi ja instrumentti voivat vaikuttaa mitattavaan jännitteeseen; Henri valitsee sopivat mittausasetukset.



Muistikirjassa on erillinen ennuste ja havainto. Mitään havaittua arvoa ei keksitä etukäteen.

# Miksi mittaus eroaa laskemisesta



"Odotin täsmälleen lasketun värähtelytaajuuden!" Henri osoittaa vastusten ja kondensaattorien toleranssit.



Hieman suurempi C hidastaa värähtelyä. Komponenttivirheet voidaan yhdistää.



Kynnykset, vuoto ja lämpötila lisäävät vaikutuksensa. Kaavat ovat edelleen hyödyllisiä likiarvoja.



Kun virta on katkaistu, ne muuttavat yhtä parametria kerrallaan ja kytkeytyvät sitten uudelleen päälle mittaamaan.



Lucas vertaa kahta tunnistettua kondensaattoria. Hän kuvailee havaittua trendiä väittämättä kuvitteellista tarkkuutta.



"Aukon ymmärtäminen on parempi kuin satunnaisluvun korjaaminen", hän päättää ja sulkee muistikirjan.

# Nuppi sävyn valitsemiseksi



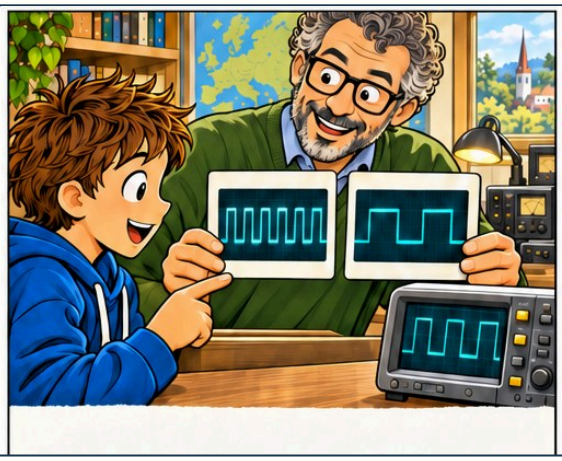
Sävyn säätämiseksi ne korvaavat RB 47 kΩ:llä sarjassa 100 kΩ:n potentiometrillä.



Potentiometrin liukusäädin liitetään käytössä olevaan pääteliittimeen: potentiometri on johdotettu säädettäväksi vastukseksi.



47 kΩ:n kiinteä vastus ylläpitää minimiresistanssia. RA pysyy nimellä 10 kΩ.



Kun C = 10 nF, nimellinen värähtelytaajuus vaihtelee suunnilleen välillä 474 Hz - 1 385 Hz.



"Hyödyllinen asetus, ei taikapainike." He katkaisivat virran johdotuksen vaihtamiseksi.



Uudelleen kytkemisen jälkeen Lucas valitsee miellyttävän sävyn. Hän merkitsee aloitusasetuksen etupaneelissa.

# Sitten yhtäkkiä ei enää rytmiä



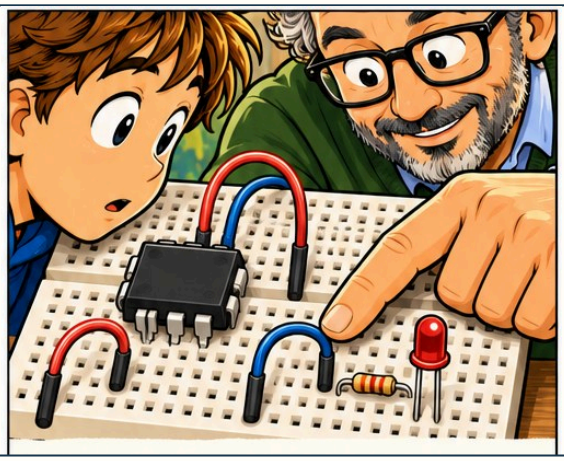
Kun Lucas siirtää juotteetonta leipälevyä, aaltomuoto katoaa oskilloskoopista. Merkkivalo jää pois päältä.



"Onko 555 kuollut?" Henri ehdottaa aloittamista siitä, mitä he voivat havaita.



He sammuttavat virran ja vertaavat todellista johdotusta suunnitelmaansa vaihtamatta satunnaisia osia.



Hyppylanka on liukunut yhden rivin liian pitkälle. Pin 4 ei ole enää yhdistetty aiottuun korkeaan tasoon.



Lucas näkee yhteyden RESET:n ja lähdön välillä: määrittelemätön tulo voi pysäyttää piirin toiminnan.



He korjaavat yhteyden ja valmistautuvat sitten toiseen testiin. Rikotukselle on vihdoinkin todistettavissa oleva selitys.

# Vianetsintä oikeassa järjestyksessä



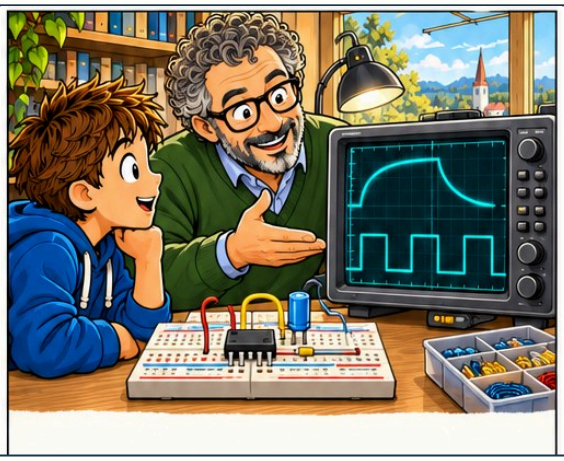
Henri ehdottaa rutiinia: syöttö, maa, pakkauksen suunta, RESET, ajoituskomponentit ja lähtö.



Lucas tarkistaa ensin jännitteen välillä 8 ja 1. Muualla tehty mittaus voi peittää huonon yhteyden.



He tarkastavat jaetut kiskot, löystyneet johdot ja jokaisen tapin sijainnin.



Kun he havaitsevat C:n jännitteen, he voivat paremmin kertoa, onko vika oskillaattorissa vai myöhemmässä vaiheessa.

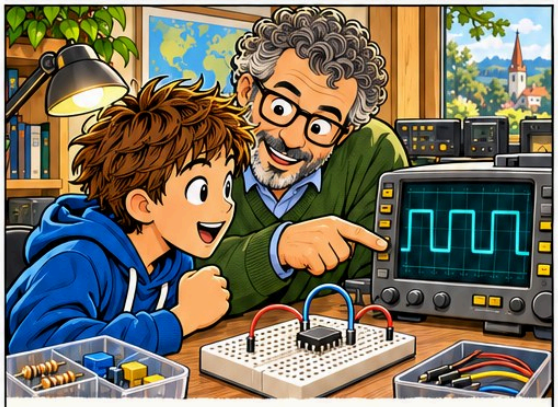


Liitännät korjataan, kun virta katkaistaan. Mittaukset tehdään ennen virran palauttamista.



Lucas piirtää diagnoosipolun: jokaisen kysymyksen on vähennettävä mahdollisten syiden määrää.

# Virheestä tulee opetus



Korjauksen jälkeen nastalla 4 on määritetty taso. Piiri tuottaa jälleen suorakaiteen muotoisia pulsseja.



"Meillä oli hypoteesi, tarkastus ja korjaus", Lucas tiivistää. Henri antaa hänen selittää.



Ne vetävät varovasti hyppyjohtimista, kun virta on katkaistu, tunnistaakseen löysät liitännät.



Lucas tallentaa liian pitkät johdot ja vapauttaa pääsyn mittauspisteisiin.



Muistikirja tallentaa vian ja sen syyn. Vierailija voi oppia tästä tapauksesta toistamatta sitä.



Rytmi on palannut. Nyt heidän on saatava se kuuluviin pyytämättä NE555:tä ohjaamaan kaiutinta suoraan.

# Kaiutin ei ole LED



Lucas siirtää kaiuttimen 3-lähtöä kohti. Henri pysäyttää hänet varovasti: "Tarkistakaamme sen tarjoama kuorma."



Pieni matalaimpedanssinen kaiutin tarvitsee virtaa, jota tämä piiri ei saa syöttää suoraan.



NE555 asettaa rytmin tähän; 5 V:n kanssa yhteensopiva äänenvahvistinmoduuli tuottaa äänienergiaa.



He valitsevat moduulin, jonka tulo hyväksyy tämän signaalin kytkennän ja tason säätämisen jälkeen ohjeidensa mukaan.



Kaiutin liitetään moduulin liittimiin. Joitakin lähtöjä ei saa maadoittaa.

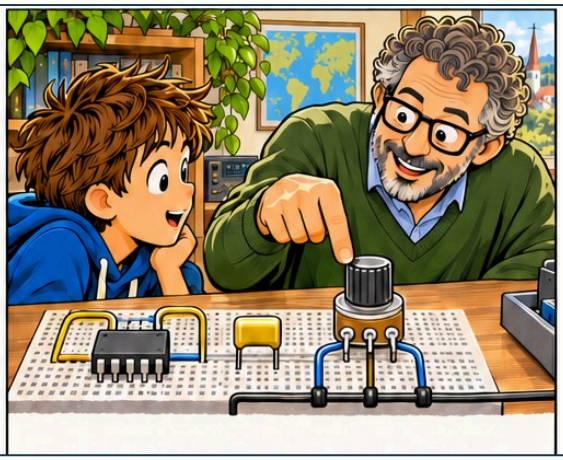


Lucas suunnittelee uudelleen kolme lohkoa: oskillaattori, tasonsäätö, vahvistin. Jokaisella elementillä on tehtävänsä.

# Äänen polku



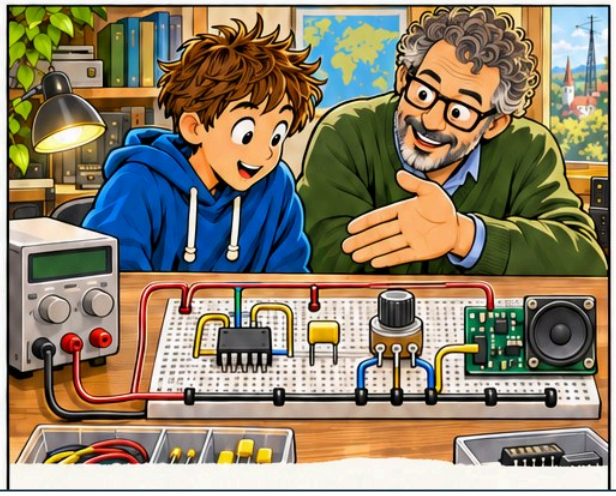
Kun virta on katkaistu, lähtö 3 liitetään polarisoimattomaan 100 nF-kytkentäkondensaattoriin.



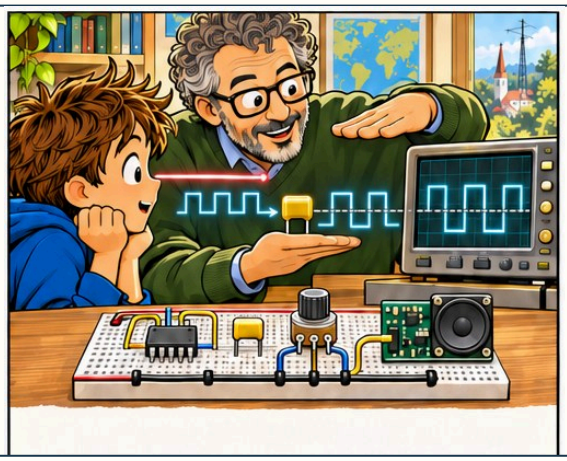
Toinen liitin liitetään 47 kΩ-potentiometrin yläosaan; sen pohja yhdistyy yhteiseen maahan.



Potentiometrin liukusäädin liitetään valitun audiomoduulin korkeaimpedanssiseen tuloon. Sen ohjeet vahvistavat tämän yhteyden.



Moduuli ja NE555 jakavat maan; moduuli saa tehonsa ohjeidensa mukaan.



Kytkentäkondensaattori estää lähdön DC-komponentin ja sallii äänen vaihteluiden kulkemisen.



He laskevat äänenvoimakkuuden minimiin ennen ensimmäistä yritystä. Lucas ei ole vielä liittänyt kuulokkeita.

# Lopuksi ensimmäinen ääni



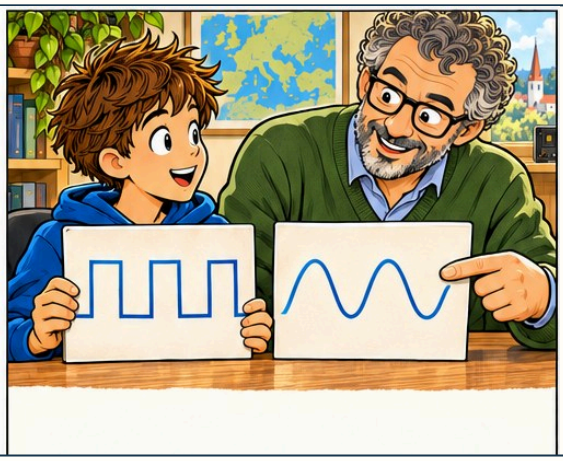
Kun virta kytketään uudelleen, Lucas lisää äänenvoimakkuutta hitaasti. Selkeä ääniääni täyttää työpajan pienen kulman.



"Se laulaa!" Henri pyytää häntä vertaamaan kuulemaansa ääntä oskilloskoopin aaltomuotoon.



Ne säätävät ensin värähtelytaajuutta ja sitten äänenvoimakkuutta. Kaksi painiketta, kaksi eri tehostetta.



Suorakaiteen muotoinen aaltomuoto sisältää yliaaltoja: sillä ei ole puhtaan siniaallon sointia.



Äänenvoimakkuus pysyy mukavana pöydälle. Ne eivät kytke kuulokkeita suoraan 555:n lähtöön.



Lucas sulkee silmänsä hetkeksi: muistikirjan pienestä kaaresta on tullut kokemus, jonka hän kuulee.

# Näppäimen on ohjattava ääntä



Ääni on jatkuvaa. "Näppäimen on aktivoitava se, kun sitä painetaan", ehdottaa Lucas, kun hän katkaisee virran.



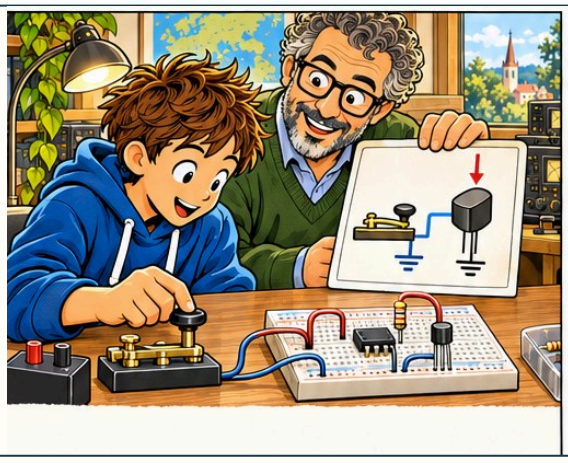
Ne poistavat suoran yhteyden RESET:stä +5 V:ään. 4,7 kΩ:n vastus yhdistää nyt RESET:n, nasta 4, +5 V:ään.



NPN 2N3904:n kollektori on kytketty liitäntään RESET ja emitteri maahan; he tarkistavat sen todellisen liittimen.



10 kΩ-vastus yhdistää kannan +5 V:ään. Lepotilassa virta kulkee NPN:n läpi, joka pitää RESET:n matalana: hiljaisuus.



Avain yhdistää alustan maahan: sen painaminen sammuttaa NPN:n; RESET nousee korkealle ja ääni alkaa.

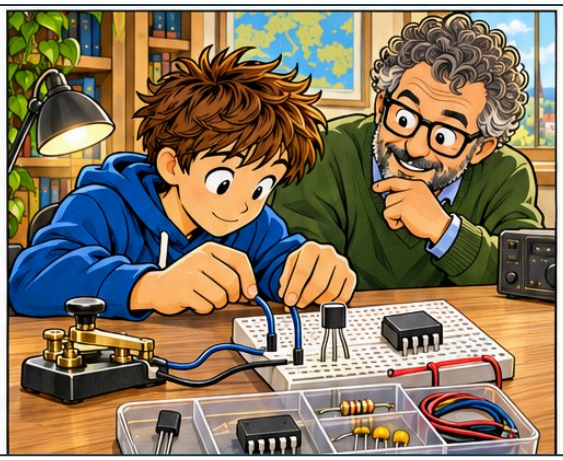


"Transistori kääntää näppäinkomennon!" Ne jäljittävät molemmat tilat kaaviosta ennen testausta.

# Yksi painallus, yksi äänimerkki



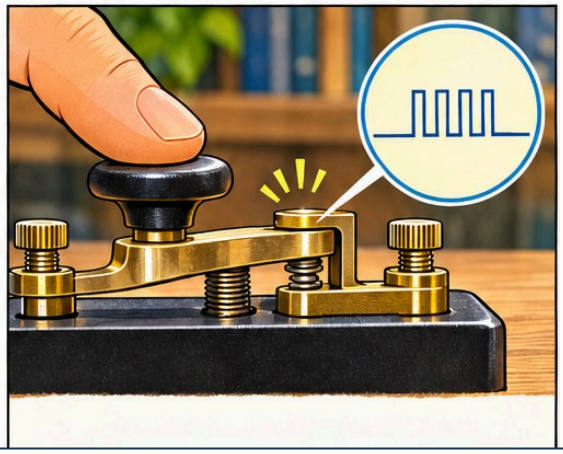
Avain pysyy eristettynä kaikista radioasemista. Sen kahta liitintä käytetään vain pienjänniteohjaukseen.



Yksi johto menee NPN-alustaan, toinen maahan. Lucas tarkistaa liittimet ja vetovastuksen.



Ne kytkeytyvät päälle: hiljaisuus levossa. Lucas painaa Morse-näppäintä: ääni alkaa. Hän vapauttaa avaimen: se pysähtyy.



"Se seuraa liikettäni!" Mekaaniset koskettimet voivat kuitenkin pomppia ja tuottaa pieniä napsautuksia.



Henri pitää johdot lyhyinä. Avainkaapelista ei saa muodostua suurta silmukkaa, joka poimii häiriöitä.

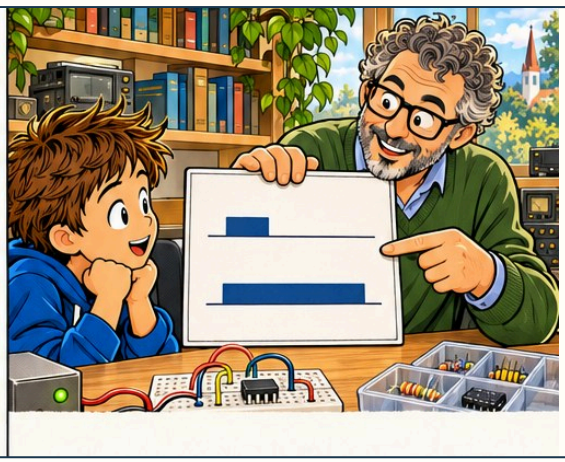


Lucas toistaa hitaasti kolme painallusta. Ensimmäistä kertaa piiri vastaa hänen sormeen.

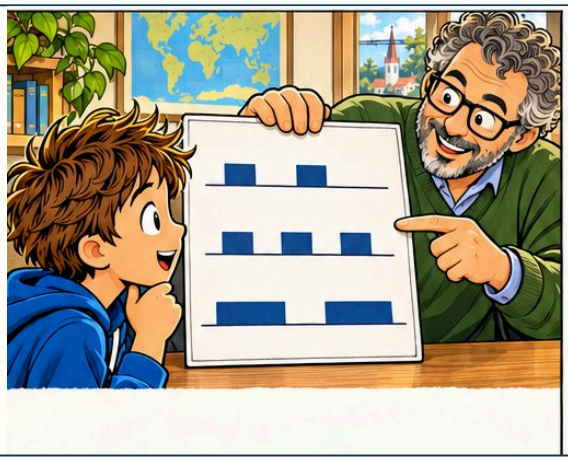
# Morsekoodi on myös hiljaisuus



Lucas napauttaa liian nopeasti ja sekoittaa kaiken. Henri ehdottaa hidastamista ja tilojen kuuntelemista.



Piste kestää yhden yksikön; viiva kestää kolme. Jätä yksi yksikkö saman merkin elementtien väliin.



Kahden merkin välissä oleva tila on kolmen yksikön arvoinen; kahden sanan välissä seitsemän yksikköä referenssirytmissä.



"Joten hiljaisuus on osa viestiä!" Lucas piirtää nauhan äänillä ja tauoilla.



Henri valitsee tasaisen tahdin nopeuskilpailun sijaan. Valmentaja ei voi korjata käyttäjän liikkeitä itse.



He käyttävät lyhyttä kuviota. Tällä kertaa Lucas kuulee, mihin yksi merkki päättyy ennen kuin seuraava alkaa.

# Yhdessä oppimista



Henri soittaa pientä kuviota; Lucas yrittää toistaa sen. Sitten he vaihtavat rooleja.



Epäröivä vastaus herättää hymyn, ei tuomiota. He etsivät kohtaa, joka on ymmärretty väärin.



Lucas huomaa, että sävyn muuttaminen voi tehdä kuuntelusta miellyttävämpää muuttamatta Morse-ajoitusta.



Äänenvoimakkuus ei korvaa huomiota tai luettavaa rytmiä. He pitävät sen tarpeeksi matalalla puhuakseen rauhallisesti.



Muistikirja sisältää lyhyen istunnon ja taukoja. Avointen ovien päivän pitäisi kannustaa kävijöitä kokeilemaan.

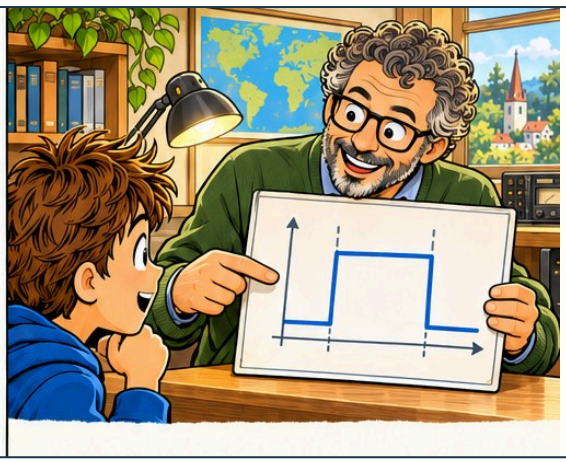


"Näytän sinulle, kuinka kuunnella ensin", Lucas päättää. Henri tunnistaa oppitunnin ensimmäisestä seikkailustaan.

# Pieni klikkaus nuottien välissä



Kun ääni alkaa, he kuulevat pienen napsahduksen. "Vaihto on äkillinen", selittää Henri.



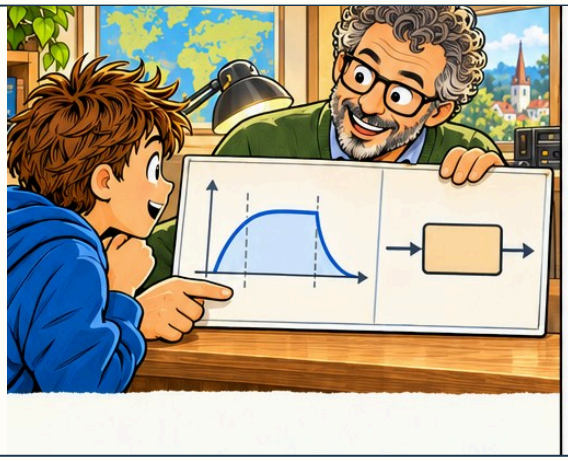
Signaali alkaa ja loppuu ilman pehmennettyä kirjekuorta. Äänikytkentä ei poista kaikkia näitä transientteja.



Lucas tarkistaa myös, että moduuli ei kyllästy: liian korkea taso voi tehdä äänestä epämiellyttäväksi.



Ne laskevat tasoa ja tarkkailevat signaalia. Useiden asioiden muuttaminen kerralla sekoittaisi diagnoosin.



Progressiivinen verhokäyräohjaus vaatisi lisävaiheen, joka tutkitaan ja testataan erikseen.

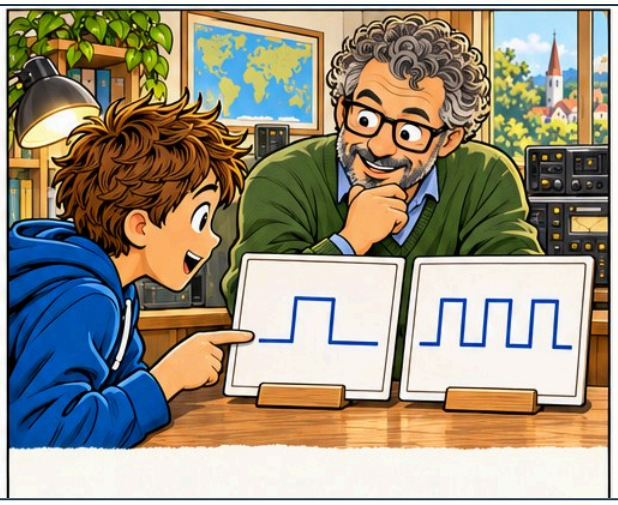


Tässä valmentajassa he käyttävät mukavaa asetusta ja ilmoittavat tämän rajan rehellisesti ohjeissa.

# Toinen koe: yksi pulssi



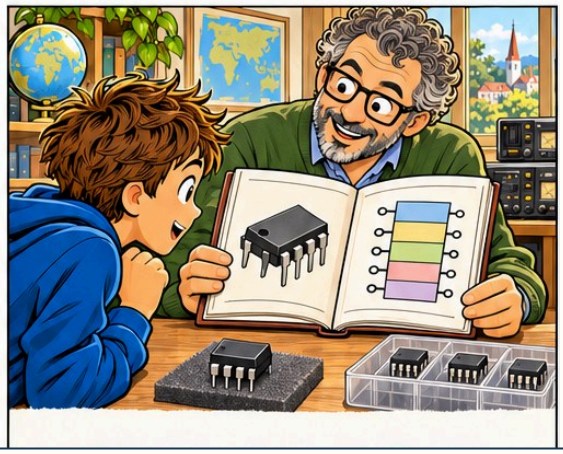
Lucas kuvittelee valon, joka palaa hetken painalluksen jälkeen. Henri ehdottaa monostabiilia piiriä.



Toisin kuin astable, se odottaa laukaisua, tuottaa pulssin ja palaa sitten lepoon.



He valmistavat toisen juotottoman leipälaudan pitämään Morse-harjoituslaitteen ehjänä. Nämä kaksi koetta pysyvät erillisinä.



Sama NE555 voi suorittaa tämän toiminnon eri johdotuksilla. Lucas ottaa esiin liitäntäkaavionsa.



Nimelliskesto riippuu pääasiassa vastuksesta R ja kondensaattorista C: $T \approx 1{,}1 \times R \times C$.



"Jatkuva ääni tai yksittäinen intervalli: sama paketti, eri tarina!" Hän valmistelee uutta koetta.

# Monostabiili piirikaavio



Tässä toisessa juottomattomassa leipälevyssä: 1 maahan, 8 ja 4 - +5 V; sovelletaan samoja irrottamista koskevia varotoimia.



Nastat 6 ja 7 on kytketty samaan solmuun. R = 100 kΩ yhdistää tämän solmun +5 V:hen.



C = 10 µF yhdistää tämän solmun maahan, ja sen positiivinen liitin on 6–7-puolella valitulle komponentille.



Pin 2:ssa on vetovastus 10 kΩ - +5 V ja testauspainike maahan.



Pin 5 vastaanottaa 10 nF maahan; lähtö 3 ohjaa LED:tä 2,2 kΩ-vastuksensa kautta.



Lucas erottaa tämän kaavion vakaasta piiristä. "Tässä 2:tä ei ole yhdistetty 6:ään!" Heidän tarkastuksensa estää hämmennystä.

# Lyhyt painallus laukaisee pulssin



Lepotilassa tappi 2 on korkealla ja teho on alhainen. Ajoituskondensaattori on tyhjä.



Lyhyt painallus vetää TRIG:n alle kolmanneksen VCC:stä; lähtö nousee korkeaksi ja C alkaa latautua.



Lucas vapauttaa painikkeen välittömästi. Liipaisimen tulee päättyä ennen suunniteltua aikaväliä.



Jos TRIG pysyy alhaisena, pulssin loppu ei ole enää oikein valmistetun lyhyen liipaisimen vastaava.



"Näppäimen pitäminen painettuna ei siis ole hyvä tapa mitata T:tä!" He aloittavat uudelleen lyhyellä painalluksella.



Automaattinen tulo tarvitsee puhtaan liipaisusignaalin, joka on yhteensopiva datalehden rajojen kanssa.

# Noin sekunti, ei kello



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



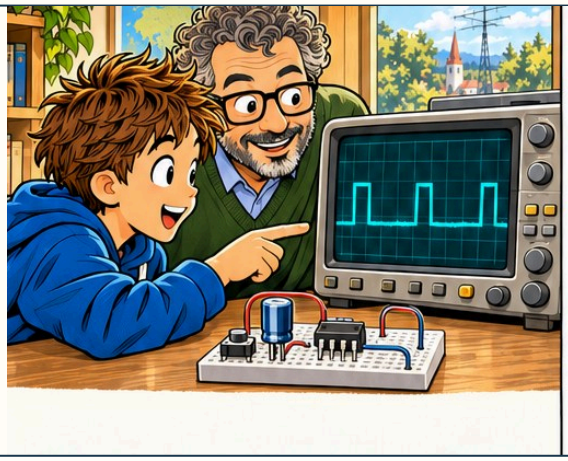
Lucas laukaisee ajastimen kerran ja havaitsee sitten merkkivalon syttyvän ja sammuvan.



10 µF-kondensaattorilla on toleranssi ja vuoto. Todellinen aikaväli voi poiketa nimellislaskelmasta.



Tämä yksinkertainen RC ei välttämättä ole paras valinta pitkille ja tarkalle kestoajalle.



He mittaavat useita pulsseja sopivalla instrumentilla muuttamatta testejä tarkkuuden takuuksi.



Lucas kirjoittaa: "Toimenpiteen ajoitus kyllä; referenssikellon vaihtaminen, ei."

# Esittelyreleen ohjaaminen



Henri ehdottaa pientä relettä, jossa on 5 V-kääми, joka kuluttaa noin 20 mA, epäsuoran ohjauksen osoittamiseksi.



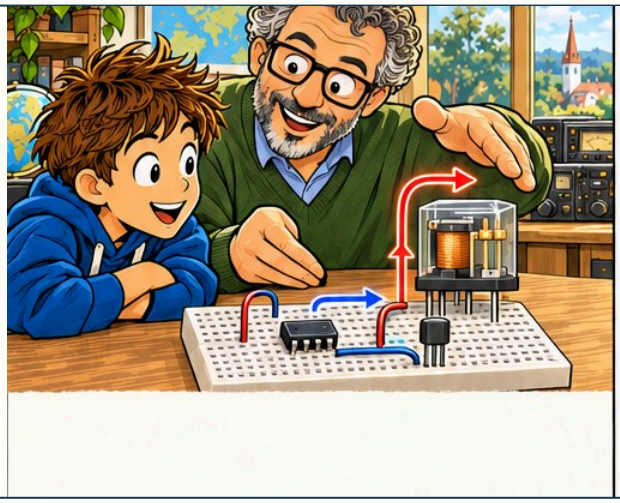
Lähtö 3 liitetään sopivan NPN-transistorin kantaan 1 kΩ:n kautta; 10 kΩ:n vastus yhdistää alustan emitteriin.



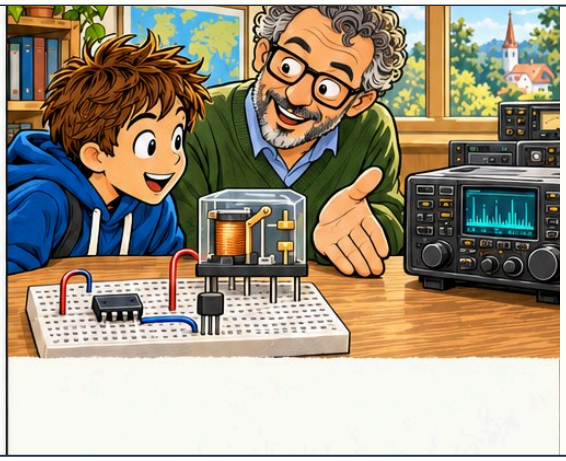
Transistorin emitteri menee maahan; kollektorin yhteen kelaliittimeen; toinen kelan liitin +5 V:ään.



He tarkistavat transistorin todellisen pinoutin ja sallitun virran sen teknisistä tiedoista: NPN-laitteet eivät ole kaikki identtisiä.



555:n lähtö ohjaa kantaa, kun taas transistori kytkee kelan virran.



Releen koskettimet pysyvät kuormittamattomina tämän testin aikana. Radio PTT -tuloa ei ole kytketty.

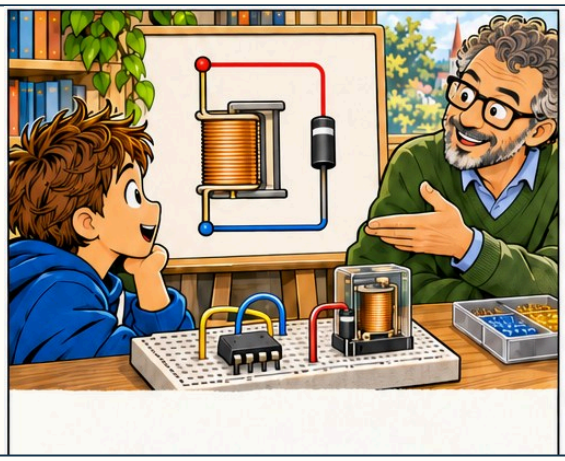
# Diodi, joka suojaa käämiä



"Käämin vierestä puuttuu komponentti", Henri sanoo. Induktiivisen virran katkaisu voi aiheuttaa jännitepiikin.



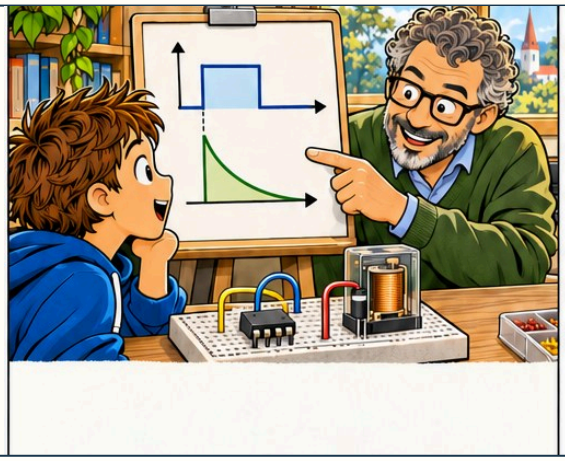
1N4007-diodi asetetaan rinnakkain käämiin: katodi +5 V:hen, anodi kollektoriin.



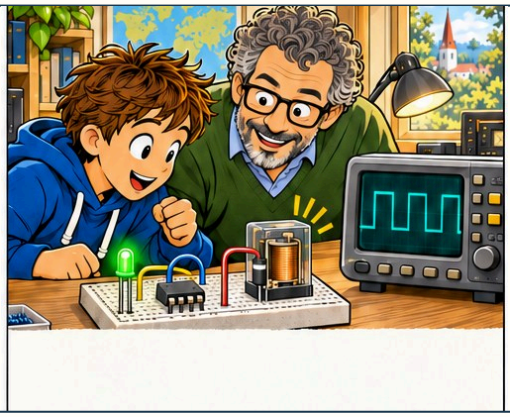
Normaalin toiminnan aikana diodi on käänteinen esijännite. Katkaisettaessa se tarjoaa polun kelan virralle.



Lucas merkitsee katodirenkaan ennen liittämistä. Käänteinen diodi olisi vika, ei suoja.



Tämä vapaakäynti hidastaa myös releen vapautumista. Suojauksen valinta riippuu sovelluksesta.



He tarkistavat johdotuksen virran ollessa pois päältä ja laukaisevat sitten monostabiilin. Pieni mekaaninen napsautus seuraa ilmaisinta.

# Radioidea käyttöliittymällään



Lucas ajattelee asemalisälaitteen ajoitusta. Henri pyytää häntä ensin lukemaan sen ohjeet.



PTT-ohjain tai lisävaruste voi vaatia erittäin tarkan eristyksen, napaisuuden ja tasot.



Esittelyreleestä ei tule yleiskäyttöliittymää. Myös kontakteilla on rajansa.



He piirtävät vain ajoitusfunktion, joka on erotettu asemasta liitäntälohkolla tutkittavaksi.



"Emme yritä sitä asemalla nähdäksemme mitä tapahtuu", Lucas päättää ja laittaa kaapelin pois.



Heidän testinsä osoittaa valvontaperiaatteen. Todellinen sovellus tarvitsee oman suunnittelunsa ja validoinnin.

# Pomppivat kontaktit



Lucas havaitsee epäsäännölliset yksityiskohdat, kun näppäintä painetaan. Mekaaninen kosketus voi pomppia useita kertoja.



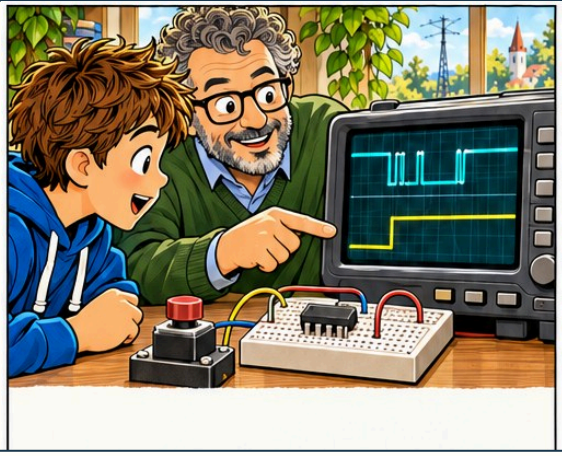
"Yksi liike ei aina tuota yhtä sähköistä reunaa", Henri selittää aaltomuodolla.



555 voi auttaa palautumisessa, mutta mielivaltainen monostabiili ei poista kaikkia hankalia tapauksia.



Valitun intervallin, liipaisuaaltomuodon ja käynnistystilan tulee sopia sovellukseen.

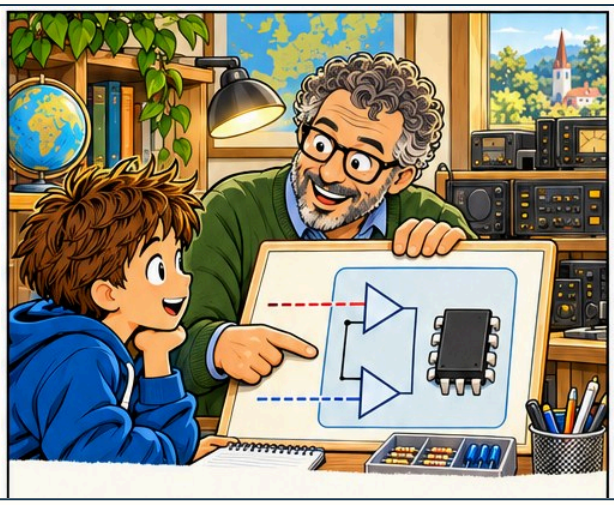


He tarkkailevat tuloa ja lähtöä yhdessä ennen tuloksen arvioimista. Yksistään ilmaisin voi piilottaa yksityiskohtia.



Lucas lisää kysymyksen tiedostoonsa: "Mikä signaali todella tulee piiriini?"

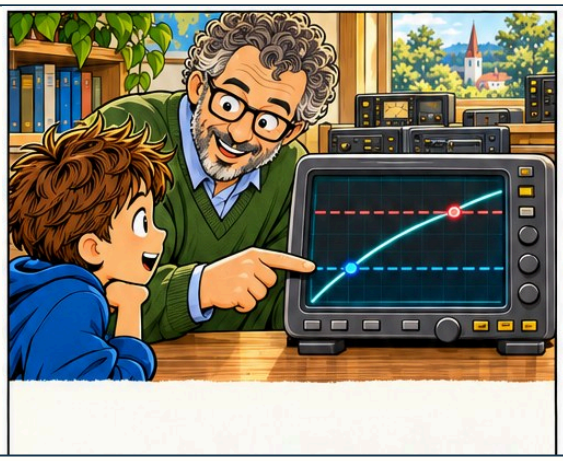
# Kaksi kynnystä epäröinnin estämiseksi



Henri yhdistää nastat 2 ja 6 ottaakseen käyttöön Schmitt-liipaisimen 555:n avulla.



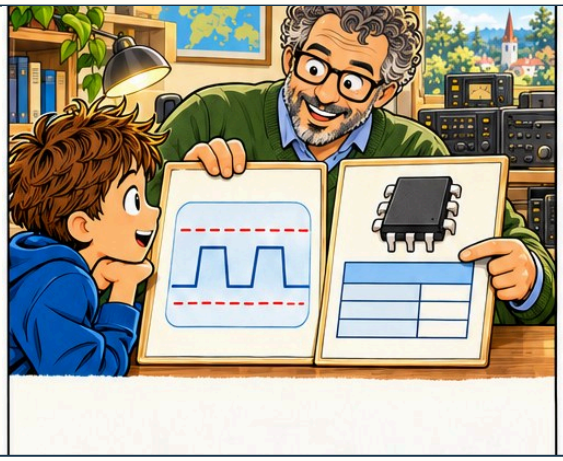
Tällä kertaa sopiva testijännite ohjaa tätä solmua; nastaa 7 ei käytetä esittelyssä.



Noin VCC/3:n alapuolella tulo ohjaa korkeaa lähtöä. Nousemalla 2VCC/3:n yläpuolelle se tekee siitä matalan.



Kahden kynnyksen välissä edellinen tila säilyy. Tämä hystereesi välttää tietyn epäröivän vaihdon.



Käytetyn jännitteen tulee pysyä sallituissa rajoissa. Mielivaltaista signaalia ei voi kytkeä suoraan.



Lucas seuraa hidasta nousua ja laskua piirustuksessa. Hän ymmärtää, miksi molemmilla kynnyksillä on merkitystä.

# Tilan muistaminen: bstabiili



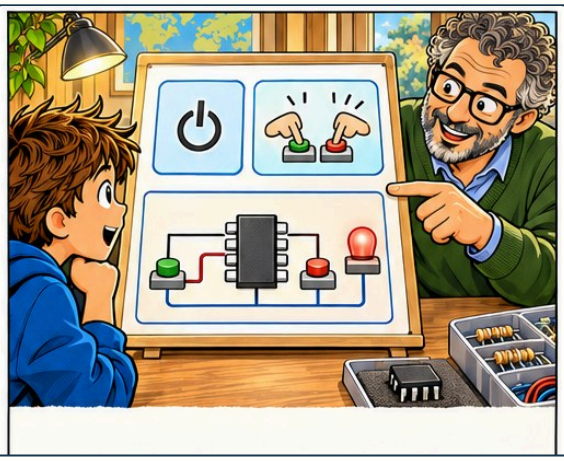
Lucas ehdottaa varoitusvaloa, joka palaa pysäytyskomentoon asti. Henri esittelee bistabiilin toiminnan.



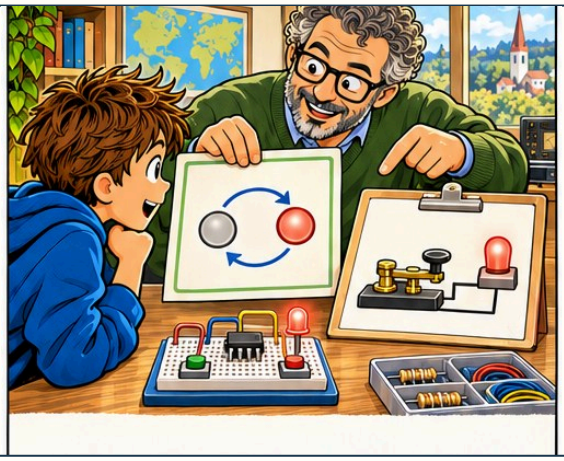
Sopivassa piirissä TRIG ohjaa korkeaa tilaa; RESET voi pakottaa matalan tilan.



Tulojen on säilytettävä määritellyt tasot. THRES ei saa aiheuttaa tahatonta kytkentää.



Käynnistyskäyttäytyminen ja samanaikaiset komennot on otettava huomioon: muistipiiri ei voi arvata tarkoitusta.



He pitävät tätä sovellusta lohkokaaviovaiheessa lisäämättä sitä Morse-kouluttajaansa.

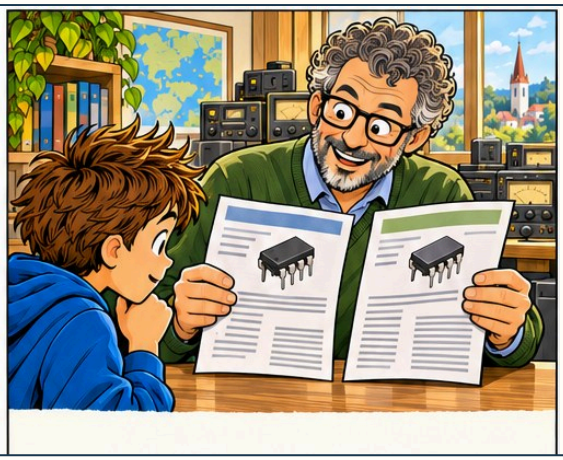


"Väihteleminen, ajoitus, muistaminen: vihdoinkin näen eron", sanoo Lucas kolmen korttinsa vieressä.

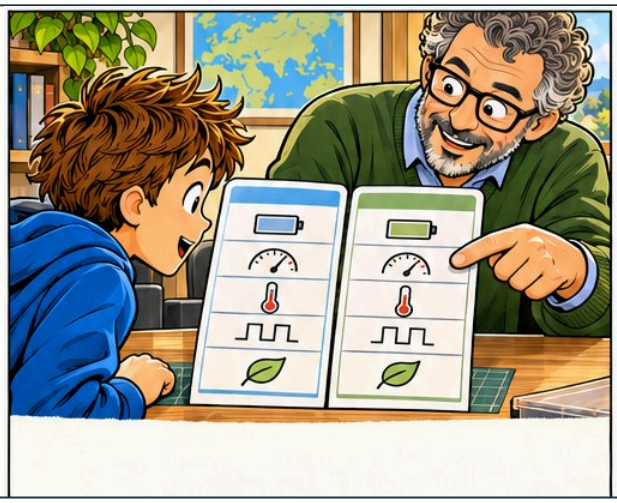
# CMOS-serkut



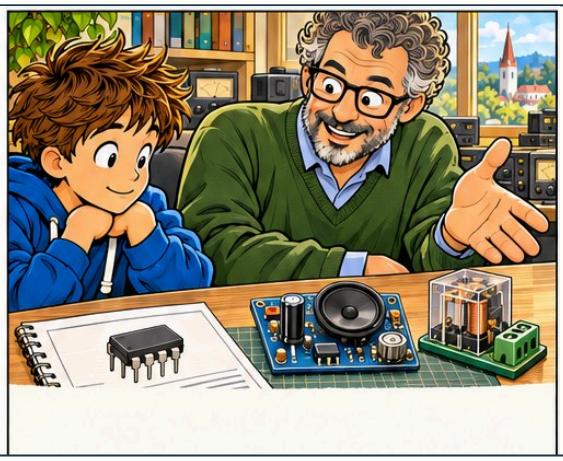
Toisessa pakkauksessa Lucas lukee TLC555. "Sama numero: täsmälleen sama komponentti?"



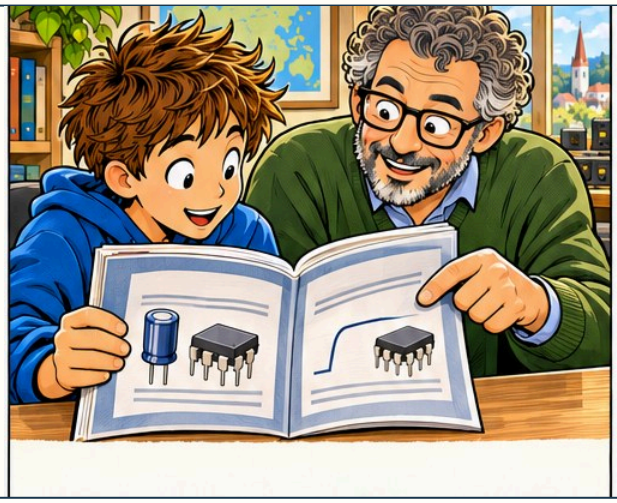
Henri vertaa datalehtiä: jotkin CMOS-versiot kuluttavat vähemmän lepovirtaa ja hyväksyvät erilaiset syöttöalueet.



Lähtövirrat, taatut kynnykset ja absoluuttiset rajat voivat olla erilaisia.



Samassa paikassa oleva nasta ei takaa samaa toimintaa audiomoduulimme tai releemme kanssa.



Irrotussuositukset ja syöttöominaisuudet on vielä tarkistettava valitulle referenssille.



He pitävät määritetyn NE555:n laitteessa. Lucas osaa nyt arvioida järkevän vaihdon.

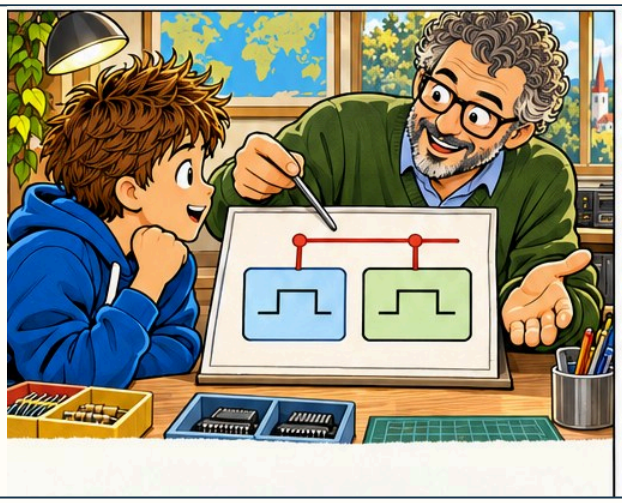
# Kaksi ajastinta yhdessä NE556:ssä



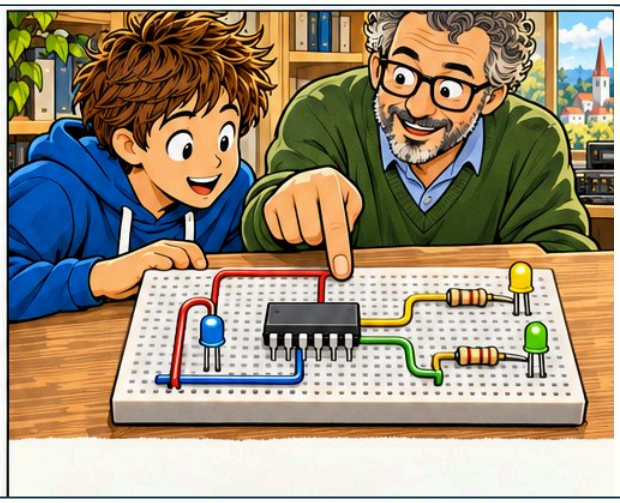
NE556 yhdistää kaksi ajastinta samassa paketissa. Lucas kuvittelee erilliset ääni- ja ajastustoiminnot.



Henri näyttää pinoutin: tätä 14-nastaista pakettia ei saa kytkeä muistista kahtena NE555:nä.



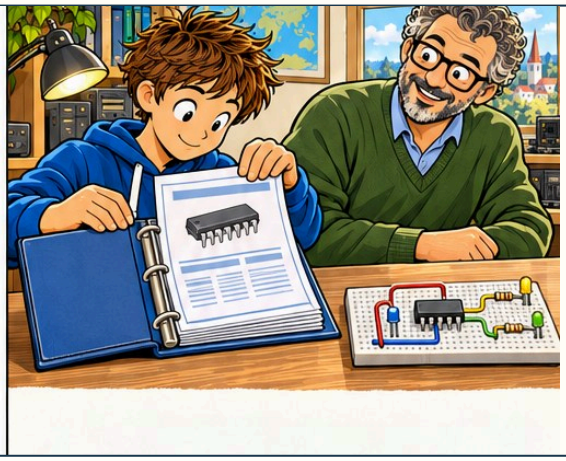
Jokaisella osalla on omat tulonsa ja lähtönsä. Molemmat osat jakavat virtalähteen.



Huolellinen irrotus ja reititys auttavat estämään yhden osion häiritsemisen toisesta.



He luonnostelevat opettavaisen kahden lohkon sireenin pitäen samalla tämän albumin rakenteen keskittyneenä nykyiseen projektiinsa.



"Lisää toimintoja vaatii myös enemmän tarkistuksia", toteaa Lucas jättäessään NE556-arkin pois.

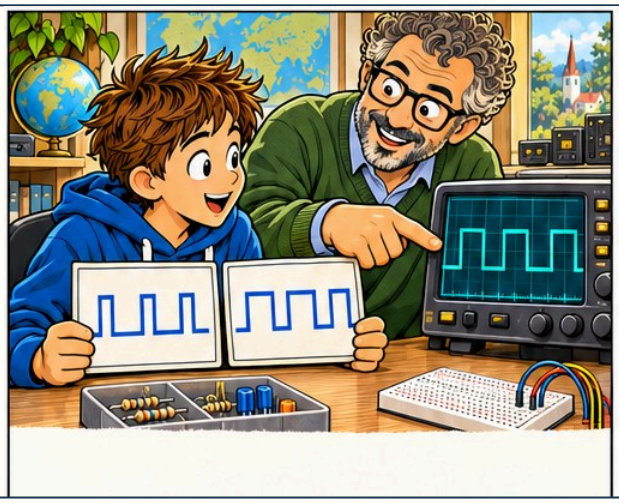
# Pin 5 ja idea modulaatiosta



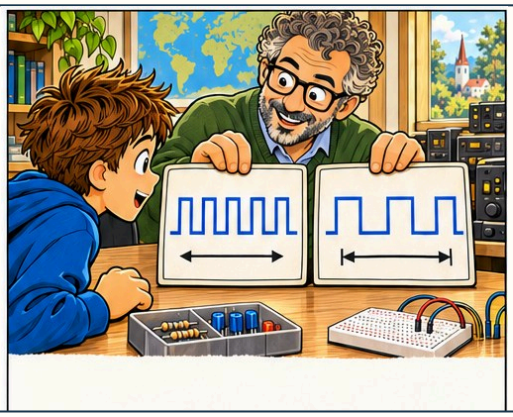
Lucas palaa kohtaan CONT, pin 5. "Voimmeko muuttaa piirin käyttäytymistä?"



Henri selittää, että sopiva ohjausjännite siirtää sisäisiä referenssejä.



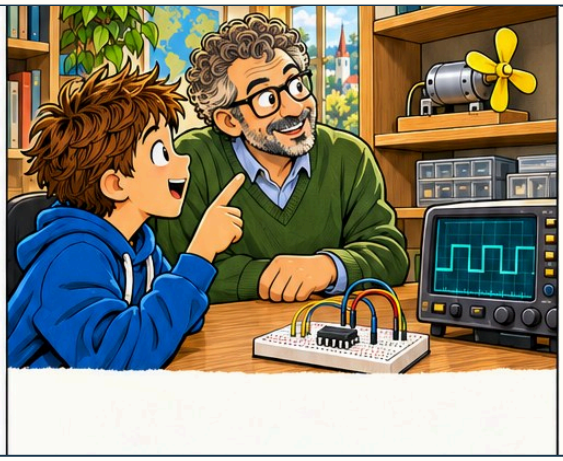
Piiristä riippuen tämä voi moduloida pulssin leveyttä tai vaihdella värähtelynopeutta.



Tässä yksinkertaisessa stabiilissa viitteiden muuttaminen voi muuttaa myös värähtelytaajuutta: PWM ei ole automaattisesti riippumaton.



Kuormitukseensa valitaan ja suunnitellaan oikea PWM-ohjain sopivalla tehoasteella.



He säilyttävät tämän periaatteen jatkotutkimuksia varten. Lähtöön 3 ei lisätä moottoria tai raskasta kuormaa.

# Yleisradiogeneraattorin ansa



"Mitä jos 555:stä tulisi lähetin?" Henri erottaa äänen värähtelytaajuuden ja vakaan radiokantoaallon.



NE555 sopii tähän ääni- ja aikaviiveisiin. Sen RC ei ole tarkka RF-viite.



Suorakaiteen muotoinen signaali sisältää harmonisia; liian pitkä johto voi aiheuttaa häiriöitä.



Laboratoriooskillaattorista ei tule sopivaa lähetintä pelkästään antennin lisäämisellä.



Radiokoe vaatisi suunnittelun, joka kattaisi vakauden, impedanssin sovituksen, suodatuksen ja sallitun käytön.



Lucas jättää siksi antennin sivuun: heidän laitteensa tarjoaa jo todellista palvelua pysymällä paikallisena kouluttajana.

# Kun oskillaattori häiritsee vastaanottoa



Klubilla kuunnellessaan he huomaavat melun, joka muuttuu, kun valmentaja kytketään päälle.



"Sattuma?" He vertaavat päälle ja pois useita kertoja muuttamatta vastaanottimen asetuksia.



Toistuvat vertailut antavat vihjeen, mutta eivät vielä tunnista kaikkia häiriöpolkuja.



He siirtävät kokoonpanoa kauemmaksi, lyhentävät liitoksia ja tarkistavat irrotuksen ennen vertailun suorittamista uudelleen.



Henri erottaa kaiuttimen hyödyllisen äänen piiristä karkaavasta ei-toivotusta häiriöstä.



Lucas löytää säännön levyltä 1: spektrin jakaminen tarkoittaa myös sitä, että huolehdimme rakentamastamme.

# Vertaa ymmärtääksesi



Ne muuttavat vain yhden asian: äänikaapelin asennon. Sitten he vertaavat päälle ja pois.



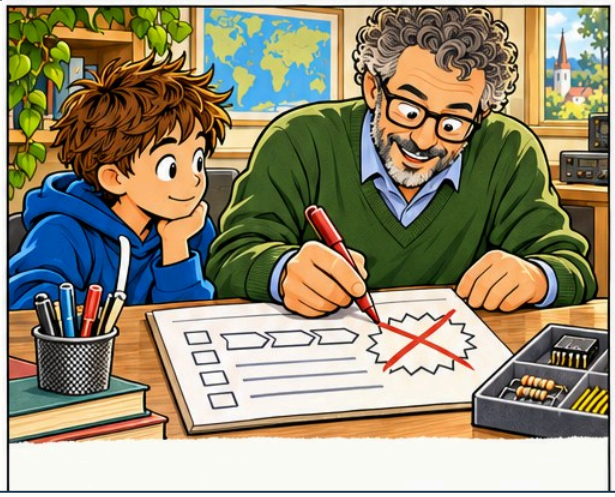
Lucas tallentaa etäisyyden, johdotuksen ja käytetyn virtalähteen. Ilman näitä yksityiskohtia seuraavaa testiä olisi vaikea verrata.



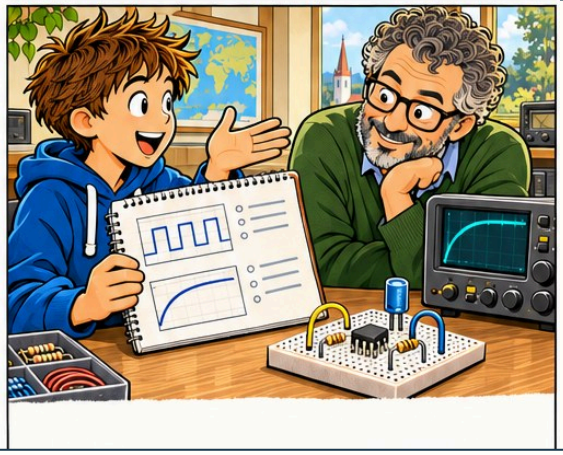
Paikallinen parannus ei todista, että koko spektri on puhdas. Niiden vastaanotin ei ole täydellinen laboratorio.



Kompakti ja oikein irrotettu loppukokoonpano on parempi kuin pitkille johtoille levitetty prototyyppi.



He eivät väitä vaatimustenmukaisuutta tai mittauksia, joita he eivät ole vahvistaneet.



"Voin selittää, mitä olen yrittänyt ja mikä on vielä tarkistettava", sanoo Lucas. Henri hyväksyy hänen menetelmänsä.

# Entä akun toiminta?



Lucas haaveilee lenkkarin viemisestä puutarhaan. He aloittavat arvioimalla kokonaiskulutuksen.



Äänimoduulilla, äänenvoimakkuuden asetuksella ja kaiuttimella on yhtä paljon merkitystä kuin ajastimella akun kestoa arvioitaessa.



Akun on syötettävä sopivaa säädintä määritellyn 5 V:n ylläpitämiseksi; he noudattavat sen dokumentaatiota.



Lähde, joka pystyy syöttämään paljon virtaa, vaatii sopivan suojan oikosulkuja vastaan.



Henri ehdottaa eristetyn virtalähteen version viimeistelemistä ensin. Kannettavat vaatimukset dokumentoidaan erikseen.

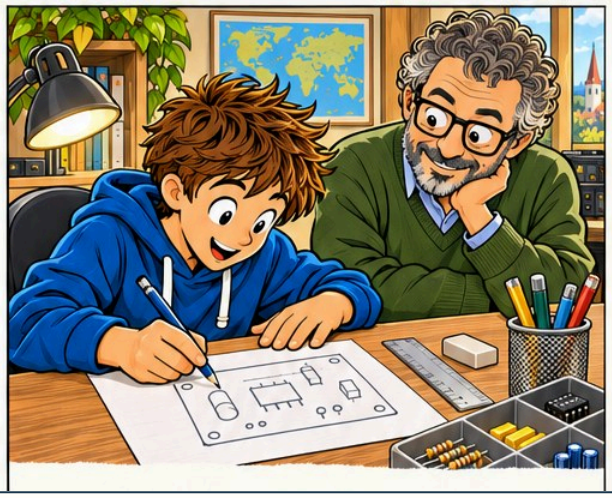


"Akun käyttöikää ei voida luvata pelkästään akkuun tulostetun kapasiteetin perusteella", Lucas päättää.

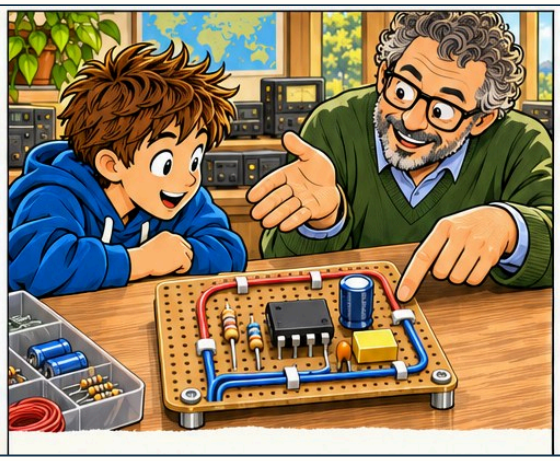
# Kestävän kokoonpanon valmistelu



The solderless breadboard was useful. Avointen ovien päivänä heidän tulee välttää hyppyjohtimien irtoamista.



He laativat kompaktin asettelusuunnitelman, jossa on pääsy ohjaimiin ja testipisteisiin.



Irrotus pysyy lähellä mallia 555; äänen paluuvirrat eivät saa kiertää ajoituspiirin läpi.



Näppäin- ja kaiutinkaapeleissa on vedonpoisto. Liitännät eivät saa kestää kaapelin vetoa.



Henri valvoo valmistusta sopivilla työkaluilla ja suojauksilla tämän lukupajan ulkopuolella.

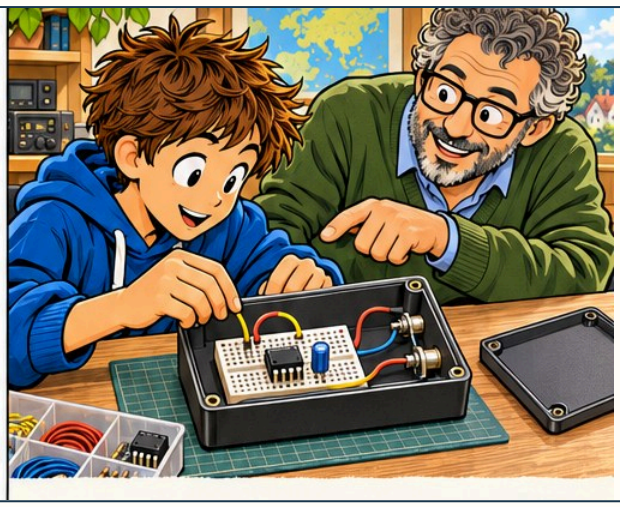


Lucas tarkistaa sitten jatkuvuuden, napaisuuden ja kaavion ennen virran palauttamista.

# An electronics enclosure that explains its use



Lucas valitsee yksinkertaisen etupaneelin: virta, ääni, äänenvoimakkuus ja näppäinliitäntä on selkeästi tunnistettu.



Piiri on kiinnitetty sopivaan laatikkoon; mikään paljas lanka ei kosketa johtavaa osaa.



Kaapelin reititys on suojattu. He tarkistavat, että nupin kääntäminen ei vedä liitäntöjä.



Tarkoitettu virtalähde ja sen napaisuus ilmoitetaan ohjeissa ja sopivan liittimen lähellä.



Näppäin ohjaa vain tätä koulutinta; samannäköinen pistoke ei salli yhteyttä radioasemaan.



Lucas yrittää laitetta ilman selitystä. Ohjainten tulee olla seuraavan vierailijan ilmeisiä.

# Ohjeet seuraavalle aloittelijalle



Ohjeissa he selittävät tavoitteen: oppia Morse-rytmi paikallisella äänellä, välittämättä.



Kaavakuva näyttää nastat, komponenttien arvot, virtalähteen liitännät ja avaimen kaksi tilaa.



Komponenttiluettelossa erotetaan ajoitus-, kytkentä- ja erotuskondensaattorit.



Ne lisäävät nimellislaskelmia, rajoituksia, komponenttien referenssejä ja mittauspisteitä.



Lyhyellä sivulla kuvataan väärin sijoitettu hyppyjohdin ja niiden vianetsintämenetelmä. Myös virheet kuuluvat tarinaan.



Lucas lukee ohjeet uudelleen ikään kuin hän olisi vierailemassa klubilla ensimmäistä kertaa. Hän yksinkertaistaa toista lausetta.

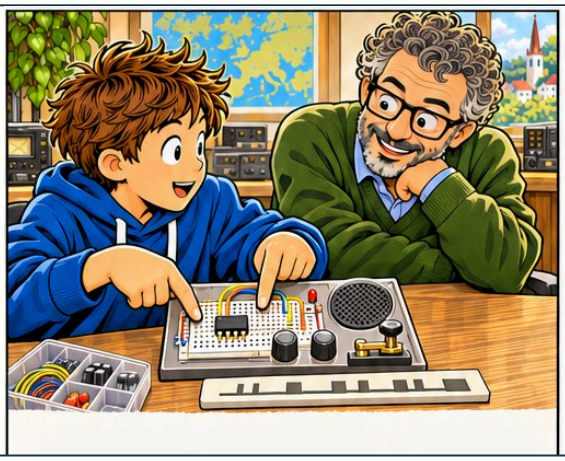
# Pukuharjoitus



Päivä ennen avoimien ovien päiviä Henri istuu vierailijapaikalla. Lucas esittelee työpajansa.



"Kuuntele ensin. Yritä sitten. Ja lopuksi selitä, mikä muuttuu, kun käännät tätä nuppia."



Hän erottaa äänen, äänenvoimakkuuden ja rytmin. Henri kysyy tarkoituksella yksinkertaisen kysymyksen.



Lucas näyttää muistikirjan kolme lohkoa ja antaa sitten harjoitusvieraan käyttää näppäintä.



Äänimerkki puuttuu kuvion keskeltä. He vaihtavat katsetta: pienessä laitteessa on vielä yllätys tallella.



Lucas pitää rauhallisena ja alentaa äänenvoimakkuutta. Hän on juuri palannut rooliinsa tutkijana.

# Viimeinen mysteeri



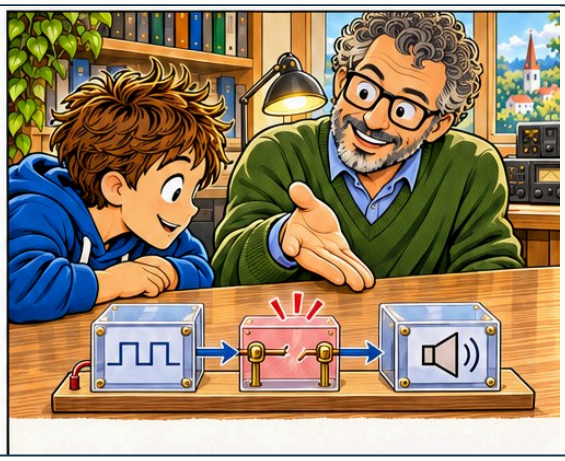
Tällä kertaa rytmipiiri toimii edelleen: lähtö 3 näyttää pulsseja, kun näppäintä painetaan.



Lucas tarkistaa virtalähteen ja sitten ääniketjun. Hän ei korvaa NE555:tä refleksinä.



Kun virta on katkaistu, hän löytää irrallisen johdon liitännästä äänenvoimakkuuspotentiometrin liukusäätimeen.



"Rytmi oli siellä; ääni ei enää päässyt vahvistimeen!" Lohkoiksi erottelu ohjasi häntä.



He korjaavat yhteyden ja tarkistavat, että se pysyy. Toinen testi tuottaa tasaisen sävyn.



Henri palaa vierailijapaikalleen. Lucas lisää liittimen tarkistuksen valmisteluihinsa.

# Avointen ovien päivä



Aamulla pieni elektroniikkakotelo odottaa puhtaalla pöydällä. Lucas säätää lempeän äänenvoimakkuuden ja miellyttävän sävyn.



Hän aloittaa soittamalla kuviota. Henri katselee, että hän antaa kaikille aikaa ymmärtää.



Vierailija kokeilee avainta. Epäröivä jakso muuttuu tasaisemmaksi tauon ja toisen kuuntelun jälkeen.



Lucas avaa muistikirjansa: "NE555 tekee äänen äänen; se on ele, joka antaa sille rytmin."



Hän näyttää kondensaattorin jännitteen nousevan ja laskevan ja palaa sitten kuulemaansa ääneen. Teoria kohtaa kokemuksen.



Hymy riittää kertomaan, että työpaja toimii. Henri antaa nyt Lucas:n ohjata löytöä.

# Mitä kahdeksan nastaa ovat meille opettaneet



Työpajan jälkeen Lucas löytää taas kolme korttia: värähtelevän, ajoituksen ja muistamisen.



Hän lisää transistorin, joka auttaa ajamaan kuormaa, ja diodin, joka suojaa käämiä sammutettaessa.



Henri kysyy häneltä, mitä hän muistaa eniten. Lucas katsoo muistikirjaansa, jossa on laskelmia ja erittelyjä.



"Tarkista tapit. Säilytä yksiköt. Mittaa oikea kohta. Ja ymmärrä ennen vaihtamista."



Hän näyttää myös ohjeet: ideasta tulee hyödyllinen, kun toinen voi poimia sen arvaamatta.



He laittoivat pois käyttämättömät komponentit. Pieni musta paketti on antanut rytmiä koko päivälle kohtaamisia.

# Seuraava rytmi on sinun



Paikka saa rauhallisuutensa takaisin. Lucas painaa näppäintä viimeisen kerran: lyhyt äänimerkki, sitten hiljaisuus.



Hän muistaa saapumisensa klubille ja Henri:n neuvon: kuuntele, etsi ja jaa.



"Olemmeko oppineet kaiken 555:stä?" - "Riittää, että osaa kysyä parempia kysymyksiä."



Valmentaja, sen kaavio ja ohjeet pysyvät valmiina seuraavaa aloittelijaa varten. Heidän seikkailunsa mahtuu oikeaan laatikkoon.



Lucas sulkee muistikirjan ja avaa sen sitten uudelleen piirtääkseen uuden idean. Henri ojentaa hänelle kynän.



Ulkona antennit seisovat taivasta vasten. Sisällä kahdeksan pientä pinssiä ovat inspiroineet halua kokeilla.