ON4CRD

Jilid 70

NE555 dan penerapannya dalam radio amatir



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Jilid 70 · 64 halaman

Pemberitahuan hukum

Jilid 70 · NE555 dan penerapannya dalam radio amatir

Penerbit situs web : Radio Club Durnal ON4CRD

Manajer publikasi : Komite Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Pemberitahuan hukum

Kekayaan intelektual

Teks, gambar, dokumen, logo, dan materi yang dipublikasikan di situs tetap menjadi milik penulisnya masing-masing atau milik klub. Setiap reproduksi atau penggunaan kembali harus menghormati sumber, hak yang berlaku, dan izin penulis.

Tanggung jawab

Klub berupaya untuk mempublikasikan informasi yang berguna dan terverifikasi, namun tidak menjamin tidak adanya kesalahan, kelalaian atau gangguan. Informasi teknis atau peraturan harus dibandingkan dengan sumber resmi jika informasi tersebut mendukung suatu keputusan.

Ilustrasi dibuat dengan bantuan kecerdasan buatan.

Sebuah kotak kecil, sebuah ide besar



Lucas kembali ke klub dengan buku catatannya: “Untuk hari terbuka, saya ingin pengunjung mendengar kode Morse!”



Henri meletakkan paket hitam kecil di atas meja: "Ini NE555. Delapan pin, banyak ide."



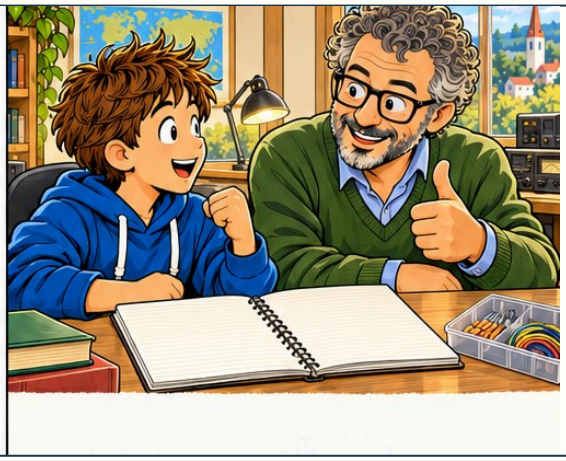
“Bisakah ia berkomunikasi dengan stasiun lain?” Henri tersenyum: “Mari kita mulai dengan suara, di sini, di ruang klub.”



Kunci Morse menunggu di dekat pengeras suara. Tantangan mereka: membuat perangkat yang membantu pengunjung belajar.



Lucas menggambar kotak dengan tiga kontrol: daya, nada, dan volume. Proyek ini mulai terbentuk.



“Bagaimana jika tidak berhasil?” — "Kita akan belajar bagaimana mencari tahu alasannya. Itu adalah bagian dari petualangan!"

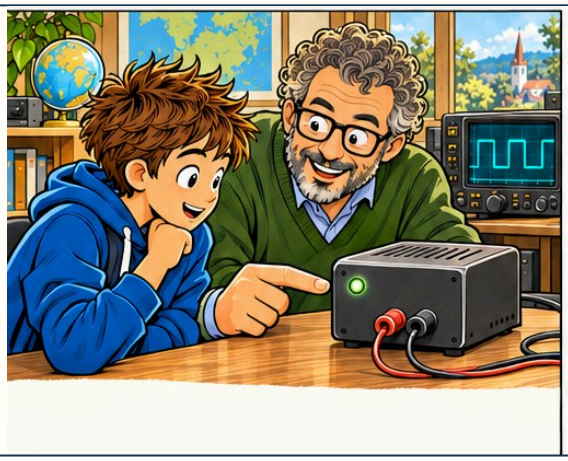
Daftar keinginan proyek



Lucas menginginkan suara yang menyenangkan, kunci yang mudah digunakan, dan volume yang cukup untuk meja bengkel kecil.



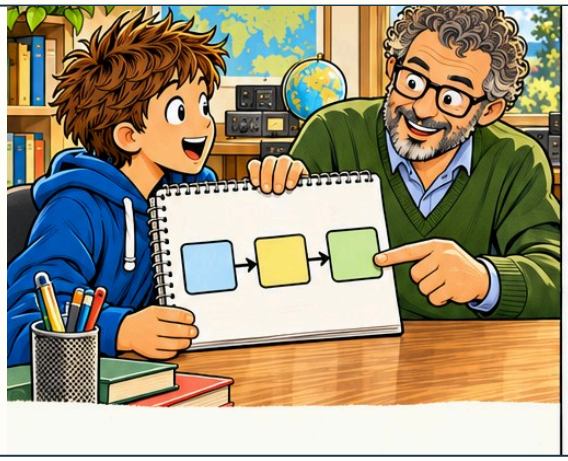
"Dan tidak memerlukan antena," tambah Henri. Perangkat mereka akan menjadi pelatih Morse yang bersuara, tanpa emisi radio.



Mereka memilih catu daya yang diatur 5 V dan membatasi arus selama pengujian pertama.



Henri membersihkan area kerja. Komponen dan alat elektronik masing-masing mempunyai tempatnya masing-masing.



Pada notebook, Lucas memisahkan tiga fungsi: menghasilkan nada, mengendalikannya, dan memperkuatnya.



"Kami akan menguji setiap fungsinya," dia memutuskan. Agar seluruh perangkat berfungsi, mereka akan melakukannya dalam langkah-langkah kecil.

Mengenal 555



Henri membuka lembar data pabrikan: “Nama yang familiar tidak menggantikan dokumentasi untuk komponen sebenarnya.”



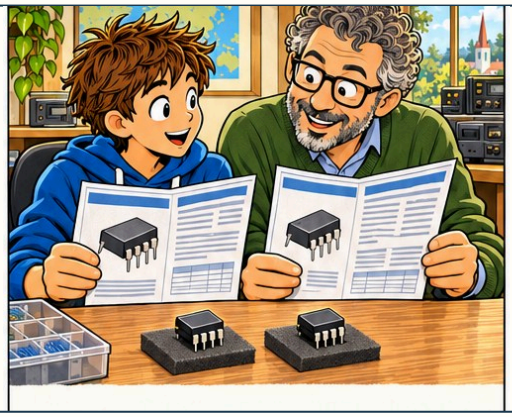
NE555 adalah pengatur waktu bipolar. Resistor dan kapasitor memberikan ritmenya.



Ia dapat menghasilkan pulsa, berosilasi atau menahan suatu keadaan, tergantung pada rangkaiannya. Lucas menjalankan ketiga fungsi ini.



“Jadi, ia melakukan segalanya?” — “Ini sangat berguna, tetapi juga memiliki batasan voltase dan arus.”



Mereka memverifikasi bahwa referensi mereka berfungsi di 5 V. Versi CMOS yang berdekatan belum tentu memiliki batasan yang sama.



Lucas menyimpan lembar data dengan komponen: “Ini termasuk dalam kotak peralatan kami.”

Delapan pin, satu arah membaca



Sebelum mencolokkan apa pun, mereka melihat paket DIP delapan pin, dilihat dari atas.



Dengan takik di bagian atas, pin 1 berada di kiri atas; titik kecil juga dapat mengidentifikasinya.



Di sebelah kiri, hitung mundur dari 1 ke 4. Di sebelah kanan, hitung dari 5 hingga 8: penomorannya ada di sekitar paket.



"Jika saya membaliknya, gambar saya tidak cocok lagi!" Lucas membandingkan kembali komponen dengan tampilan atas.



Henri memintanya menggambar empat pin di setiap sisi, lalu takik. Mereka belum menghubungkan apa pun.

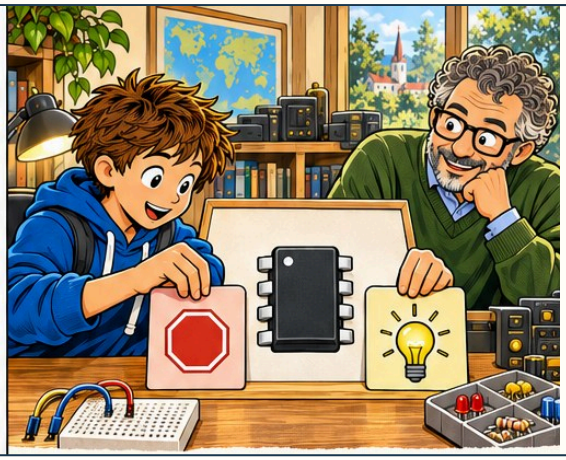


Mereka menjaga tanda ini tetap terlihat di buku catatan dan memeriksa tanda tersebut sebelum menempatkan komponen.

Peran untuk setiap pin



Lucas mengidentifikasi fungsi: 1, ground; 8, pasokan positif. Kedua pin ini memberi daya pada sirkuit.



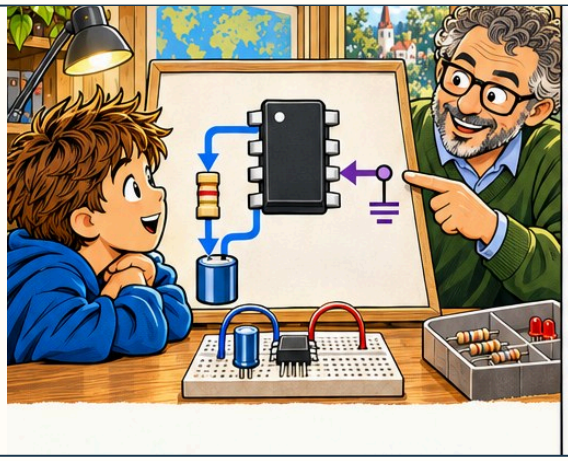
Pin 3 adalah keluarannya. Pin 4, RESET, memaksa rangkaian diatur ulang saat ditekan rendah.



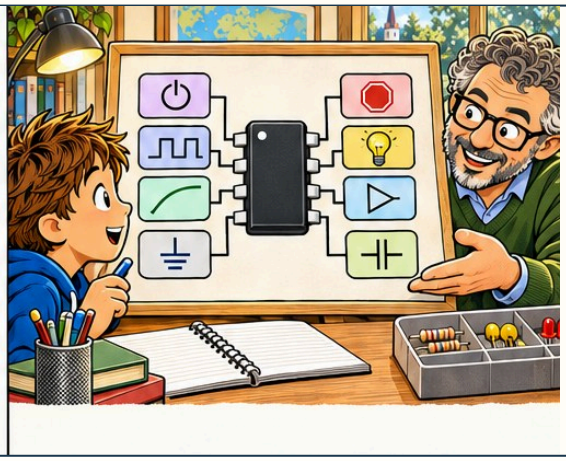
Pin 2, TRIG, mendeteksi tegangan yang turun di bawah sekitar sepertiga tegangan suplai.



Pin 6, THRES, memonitor ambang batas atas, sekitar dua pertiga dari tegangan suplai di sirkuit biasa.



Pin 7, DISCH, digunakan untuk melepaskan kapasitor. Pin 5, CONT, menyediakan akses ke referensi internal.

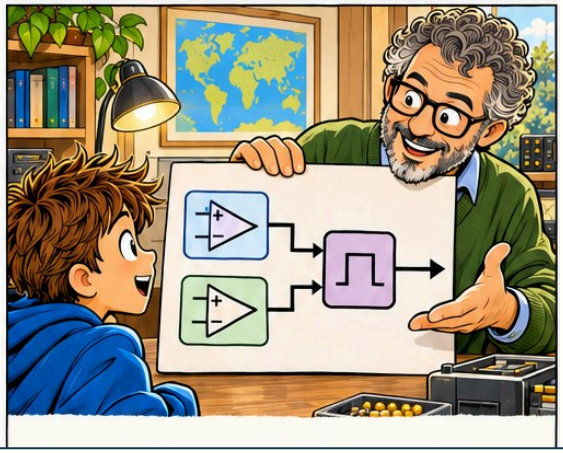


"Delapan peran berbeda, bukan delapan terminal yang dapat dipertukarkan!" Lucas mencocokkan setiap fungsi dengan gambar.

Sebuah tim kecil di dalam



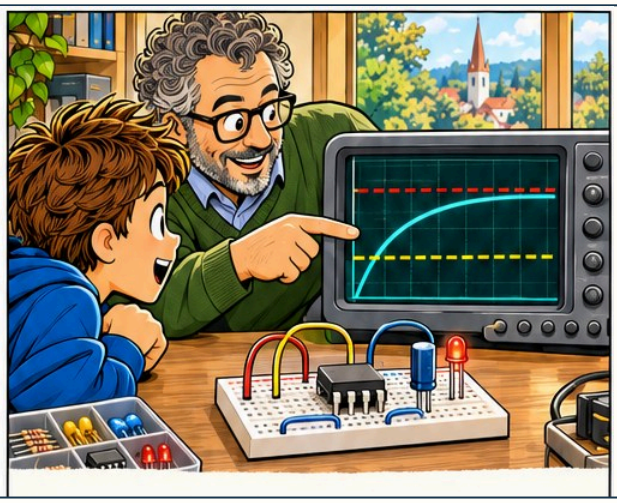
Henri menggambar dua pembanding: masing-masing membandingkan tegangan dengan referensi.



Kait internal mengingat perintah terakhir. Output dan transistor pelepasan mengikuti keadaan ini.



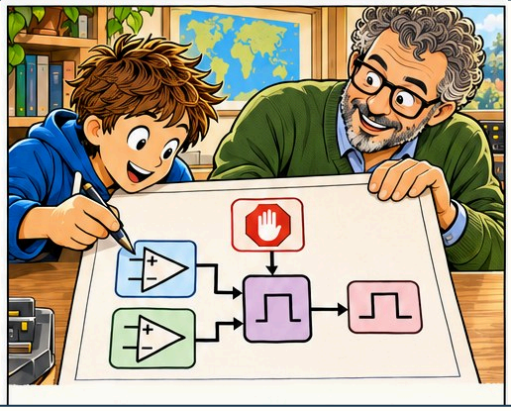
“Yang satu memulainya, yang lain menghentikannya?” — “Itu adalah gambaran yang berguna, asalkan kita menghormati kondisi pengoperasiannya.”



Di sirkuit biasa, referensi internal mendekati VCC/3 dan 2VCC/3.



RESET dapat memaksa reset. Lucas memahami mengapa masukan ini tidak boleh dibiarkan mengambang.



Dia mengikuti panah dengan pensilnya: mengukur, memutuskan, mengingat, bertindak. Paket tersebut menjadi kurang misterius.

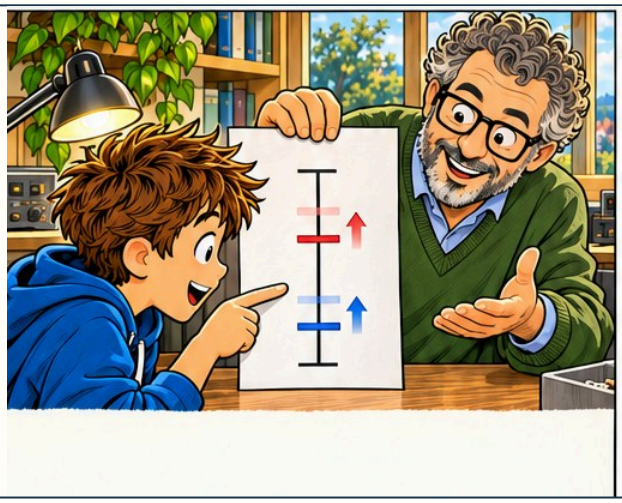
Sepertiga dan dua pertiga



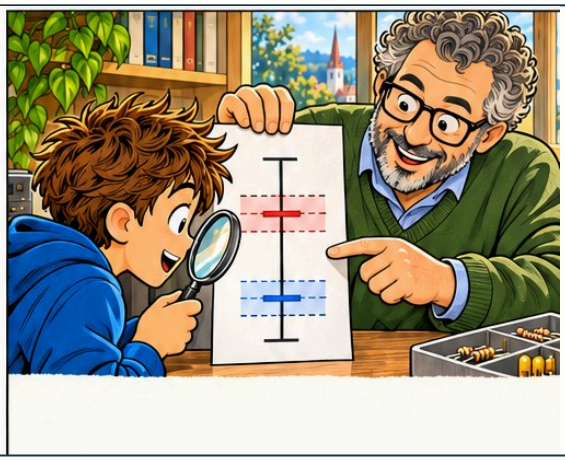
Dengan VCC = 5 V, tolok ukur teoritisnya menjadi sekitar 1,67 V dan 3,33 V.



“Jadi ini bukan dua tegangan tetap untuk semua catu daya,” catat Lucas.



Henri memvariasikan ukuran kertas: kedua tanda mengikuti tegangan suplai.



Nilai sebenarnya memiliki toleransi. Lembar teknis menentukan kondisi dan kemungkinan penyimpangan.



Tegangan kapasitor akan naik dan turun di antara level ini. Perjalanan ini menentukan interval waktu.



Lucas menggambarkan sedikit ayunan listrik: “Mungkin ritme adalah cerita tentang ambang batas.”

Sebuah rencana sebelum kabel



"Bagaimana kalau kita menghubungkannya?" Henri pertama-tama meletakkan selembar kertas: "Mari kita putuskan apa yang harus dihubungkan oleh setiap kabel."



Mereka memilih sirkuit astabil: sirkuit berosilasi dengan sendirinya selama RESET mengizinkannya.



Dua resistor, RA dan RB, dan kapasitor C kira-kira akan mengatur frekuensi osilasi.



Lampu indikator pertama-tama akan menunjukkan aktivitas. Suara akan muncul setelah kontrol.



Lucas menggambar sirkuit pengaturan waktu dan rantai audio masa depan secara terpisah. Dia menyisakan ruang untuk pengukuran.



"Kami akan mempunyai rencana untuk membangunnya, lalu memeriksanya dengan pandangan yang segar," katanya sambil menyiapkan buku catatannya.

Lima volt disiapkan dengan baik



Mereka menggunakan suplai 5 V yang diatur dan diisolasi, disesuaikan dan diperiksa sebelum menghubungkan sirkuit.



Pembatas arus disetel rendah untuk pengujian pertama, kemudian disesuaikan dengan rangkaian sesuai petunjuk.



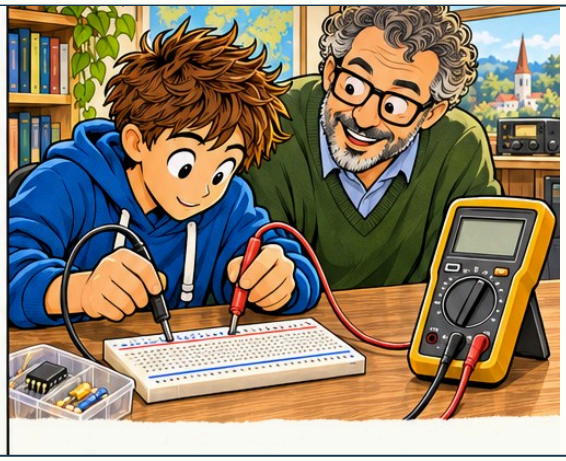
Kabel positif terhubung ke rel suplai +5 V; kabel balik terhubung ke ground sirkuit. Lucas memeriksa polaritas.



“Baterai tidak secara otomatis merupakan persediaan yang cocok untuk 5 V,” Henri mengingatkannya sambil menunjuk pada labelnya.



Mereka memutuskan pasokan sebelum pekerjaan pemasangan kabel apa pun. Tidak ada apa pun di bengkel ini yang terhubung langsung ke listrik.



Lucas mengukur rel suplai yang dibongkar dengan multimeter, lalu mematikan daya sebelum melanjutkan.

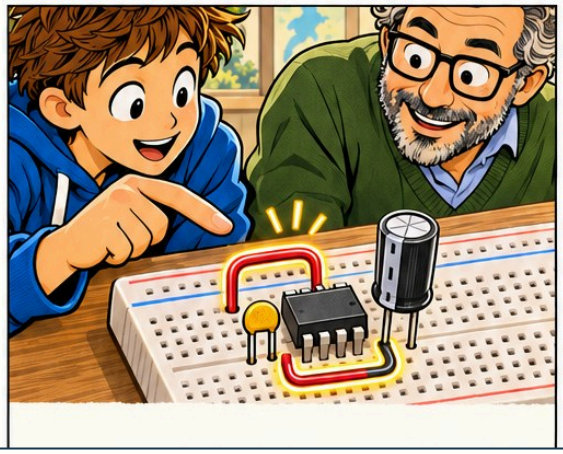
Cadangan energi lokal



Henri menempatkan 100 nF di antara pin 8 dan 1, dengan koneksi pendek, sedekat mungkin dengan NE555.



Kapasitor 10 µF melengkapi pemisahan antara +5 V dan ground; polaritasnya dihormati.



Output 555 dapat menyebabkan lonjakan arus singkat. Cadangan energi lokal ini membantu menstabilkan pasokan listrik.



Pin 5 menerima 10 nF ke ground di sirkuit ini. Kapasitor ini tidak mengatur nada utama.



“Dua kapasitor kecil, dua tugas berbeda,” catat Lucas, yang membedakannya dalam gambarnya.



Mereka memeriksa nilainya lagi. Niat baik saja tidak dapat mengimbangi kabel listrik yang sangat panjang.

Memilih komponen yang tepat



Lucas memilih komponen RA = 10 kΩ, RB = 100 kΩ dan C = 10 nF. Nilai-nilai ini akan memberikan nada awal.



Untuk kapasitor pengatur waktu, mereka memilih komponen yang sesuai dan stabil menggunakan lembar datanya.



LED akan memiliki resistor seri 2,2 kΩ. Henri tidak akan menghubungkannya secara langsung antara output dan ground.



Speaker tetap berada di dalam tasnya: diperlukan rangkaian penguat audio yang sesuai untuk menggerakkannya.



Mereka menyiapkan potensiometer, kabel pendek dan kunci Morse. Setiap nilai masuk dalam daftar komponen.



"Sekotak komponen belum menjadi sirkuit," Lucas tertawa. Rencananya akan menunjukkan cara menghubungkannya.

Warna memberi nilai



Lucas membaca pita warna, lalu mengukur resistor yang keluar dari rangkaian dengan multimeter.



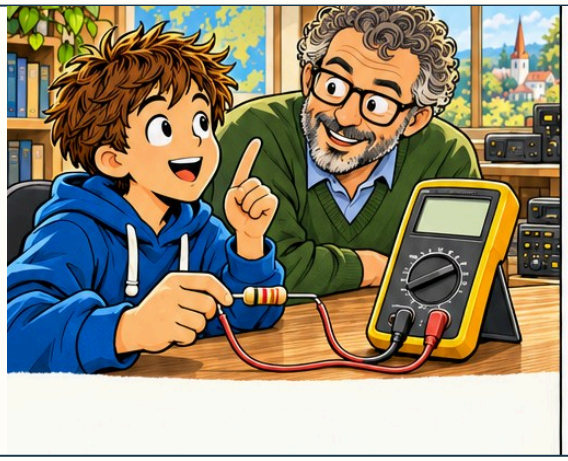
10 kΩ adalah 10 000 Ω; 100 kΩ adalah 100 000 Ω. Angka nol yang terlupakan akan banyak mengubah nada.



Pita terakhir dapat menentukan toleransi. Nilai nominal tidak menjanjikan pengukuran yang sama persis.



“Yang ini bukan resistor 100 Ω!” Dia mengembalikan komponen yang tampak serupa ke kompartemennya.



Henri memungkinkan dia menyatakan nilainya sebelum melihat multimeter. Instrumen tersebut menegaskan alasannya.



Lucas menempelkan kartu bernilai kecil ke papan tempat memotong roti tanpa soldernya. Dia baru saja mencegah kesalahan pertamanya.

Sepuluh nanofarad, bukan sepuluh mikrofarad



Pada kapasitor timing, Lucas menemukan kode 103: 10 000 pF, atau 10 nF.



10 nF sama dengan 0,01 µF. Kapasitor 10 µF akan berukuran seribu kali lebih besar.



“Maka peluit kita akan menjadi ritme yang sangat lambat!” Henri mengapresiasi prediksi ini.



Kapasitor 10 nF yang dipilih di sini tidak terpolarisasi. Kapasitor reservoir 10 µF harus dilengkapi dengan polaritas yang benar.



Mereka membandingkan penandaan dengan lembar data komponen. Penampilan saja tidak cukup.



Lucas menulis satuan di samping setiap angka: “Huruf kecil dapat membuat perbedaan besar.”

Koneksi tersembunyi dari papan tempat memotong roti



Sebelum memasukkan 555, mereka menandai koneksi internal papan tempat memotong roti tanpa solder dengan multimeter.



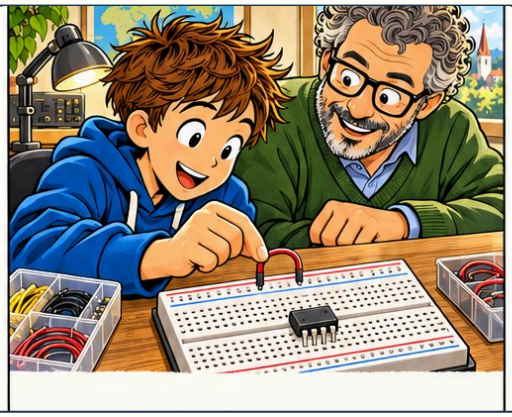
Paket tersebut berada di celah tengah: dua baris pinnya tetap terpisah secara elektrik.



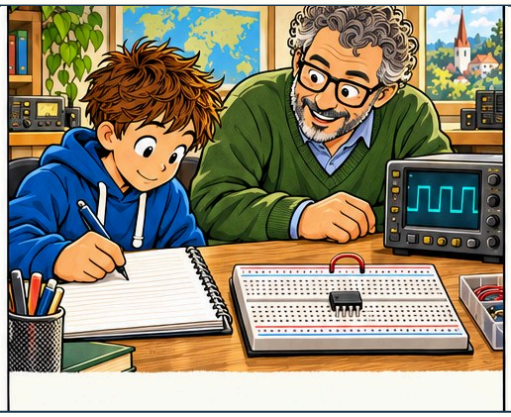
Sekelompok kecil lubang terhubung ke arah tertentu. Lucas menguji alih-alih menebak.



Beberapa rel suplai memiliki celah di tengahnya; mereka memeriksa papan tempat memotong roti tanpa solder mereka sendiri.



Kabel jumper pendek akan menghubungkan segmen yang diperlukan. Tidak ada kabel yang dapat menggantikan komponen secara tidak sengaja.



Henri mengubah gambar agar sesuai dengan orientasi papan tempat memotong roti tanpa solder. Lucas memeriksa satu koneksi dalam satu waktu.

Kabel pertama



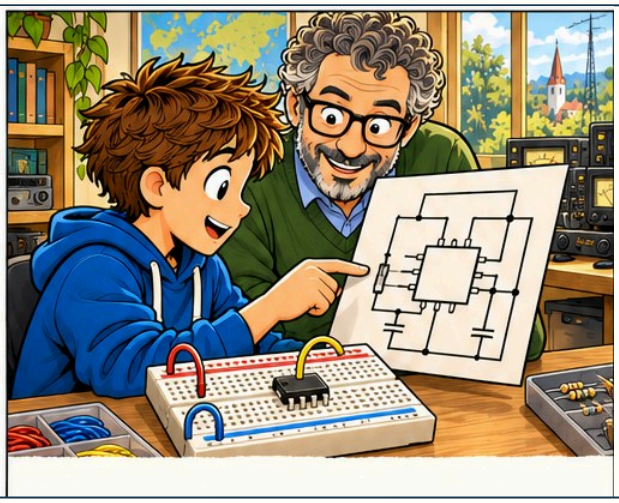
Dengan listrik mati, mereka menghubungkan pin 1 ke ground dan pin 8 ke +5 V.



Untuk pengujian berkelanjutan pertama ini, pin 4, RESET, terhubung ke +5 V. Masukan sekarang memiliki status yang ditentukan.



100 nF menghubungkan 8 ke 1; 10 µF memisahkan rel; kapasitor 10 nF pada pin 5 terhubung ke ground.



Lucas memeriksa setiap koneksi pada paket, tanpa menghubungkan resistor timing.



Mereka memeriksa takik, rel dan tidak adanya hubungan pendek antara suplai dan ground.



“Inti dari sirkuit pengaturan waktu masih belum ada,” Henri mengumumkan. Lucas menyiapkan kapasitor C.

Sebuah indikator sederhana



Output 3 akan terhubung ke resistor 2,2 kΩ, kemudian anoda LED; katodanya akan jatuh ke tanah.



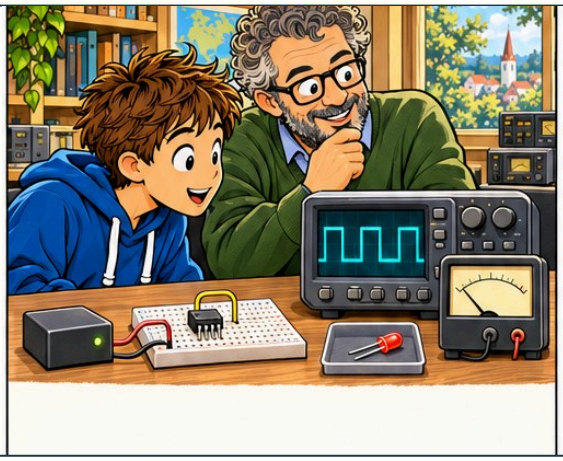
Henri membantu mengidentifikasi anoda dan katoda menggunakan lembar data LED, kemudian mode dioda multimeter.



"Dengan sekitar 2 V di LED, bahkan 5 V pada output akan membatasi arus menjadi sekitar 1,4 mA."



Output sebenarnya dari bipolar NE555 tidak harus sepenuhnya menuju jalur positif. Arusnya mungkin lebih rendah.



LED ini merupakan indikator, bukan beban yang berat. Mereka menyerahkan pengukuran yang tepat pada multimeter dan osiloskop.



Lucas membuat LED terlihat di tepi papan tempat memotong roti tanpa solder. Ini akan membantunya memahami apa yang dihasilkan outputnya.

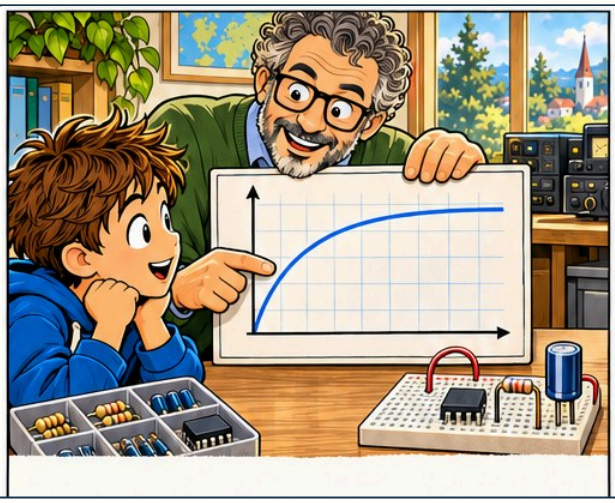
Spons untuk waktu



Henri membandingkan kapasitor dengan reservoir kecil yang diisi melalui resistor.



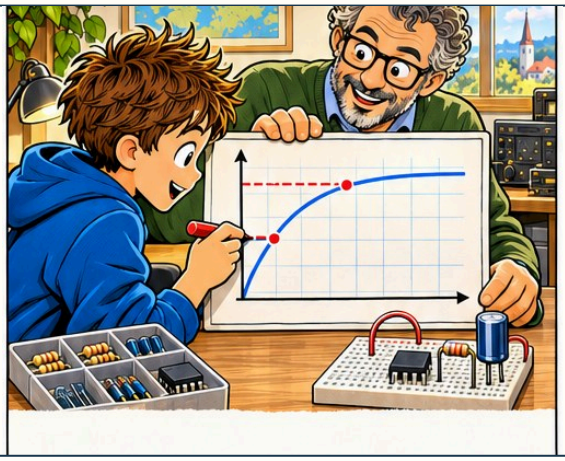
Semakin besar resistansinya, semakin lambat pengisiannya. Semakin besar C maka semakin besar biaya yang diperlukan.



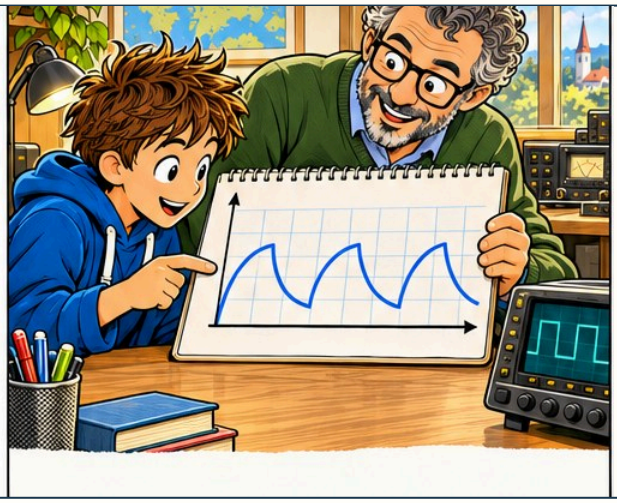
Tegangan tidak naik dalam garis lurus: kurva pengisian membelok ke arah tegangan suplai.



“Dan bagaimana cara mengosongkannya?” Henri menunjukkan jalur pelepasan yang dikendalikan oleh pin 7.



Lucas menghubungkan kurva ini ke dua ambang batas. 555 tidak akan menunggu sampai kapasitor penuh.



Dia memperkirakan kenaikan, penurunan, lalu kenaikan lagi. Ritme mereka mulai terbentuk.

Sirkuit yang berulang



Mereka menghubungkan pin 2 dan 6 secara bersamaan. Node umum ini terhubung ke satu terminal C = 10 nF.



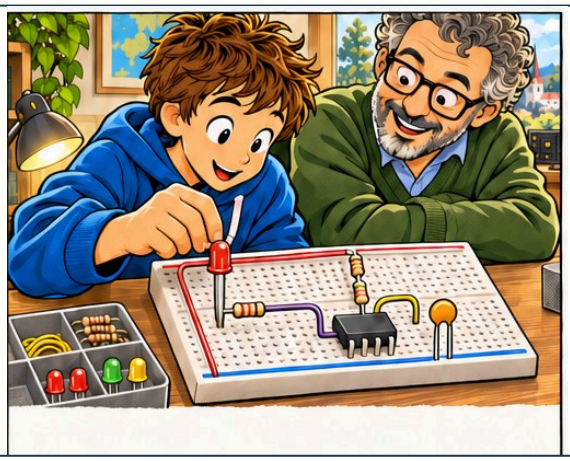
Terminal C lainnya terhubung ke ground. Kedua pembanding memonitor tegangan kapasitor.



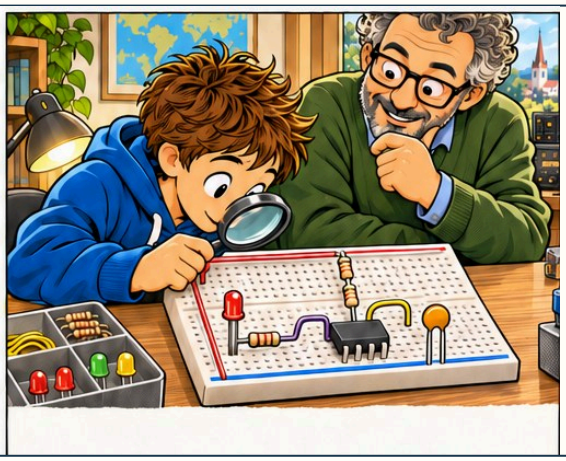
RA = 10 kΩ menghubungkan +5 V ke pin 7. RB = 100 kΩ menghubungkan pin 7 ke node 2–6.



“Melalui RA lalu RB untuk mengisi daya; melalui RB untuk mengosongkan daya,” Henri merangkum, menelusuri kabel pada rencana.



Output 3 tetap dicadangkan untuk indikator dan pengukuran. Itu tidak terhubung langsung ke kapasitor C.

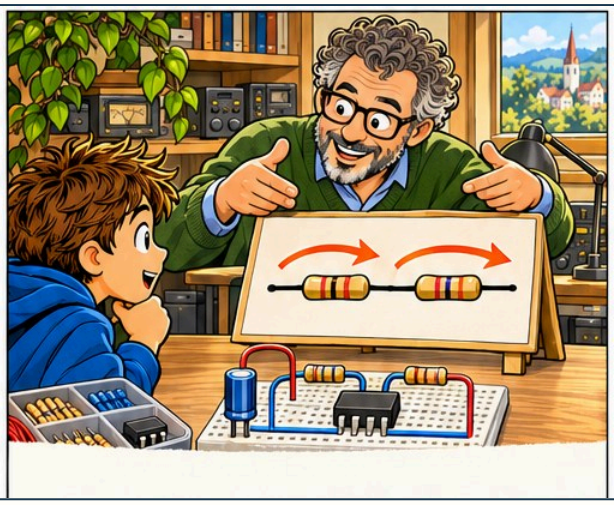


Lucas mengulas seluruh rantai. Setiap kabel menemukan tempatnya sebelum penyalaan pertama.

Pengisian memulai siklus



Saat start-up, C memiliki muatan yang kecil. Tegangan di bawah ambang batas bawah biasanya menghasilkan output yang tinggi.



Transistor pelepasan internal kemudian mati. C mengisi daya melalui RA dan RB.



Tegangannya melintasi sekitar sepertiga VCC dan terus meningkat. Memori internal mempertahankan statusnya.



"Ia tidak berubah pikiran setiap saat!" Lucas mengikuti kurva menuju ambang batas atas.



Ketika tegangan mencapai sekitar dua pertiga dari VCC, komparator ambang batas menyebabkan peralihan.

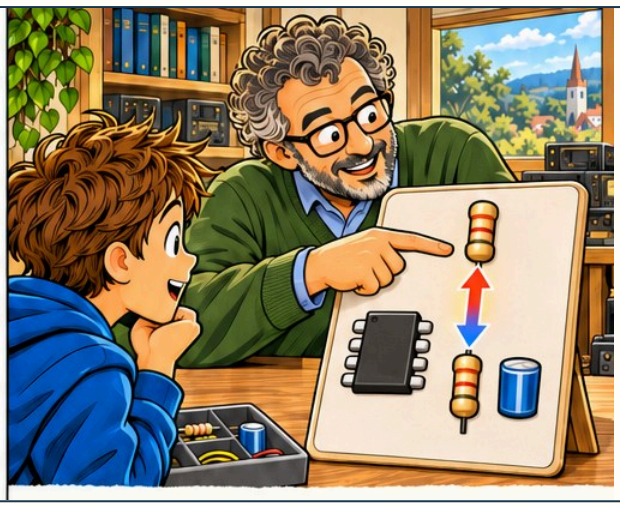


Output menjadi rendah dan jalur pelepasan mulai berjalan. Paruh kedua perjalanan dimulai.

Pengosongan menutup loop



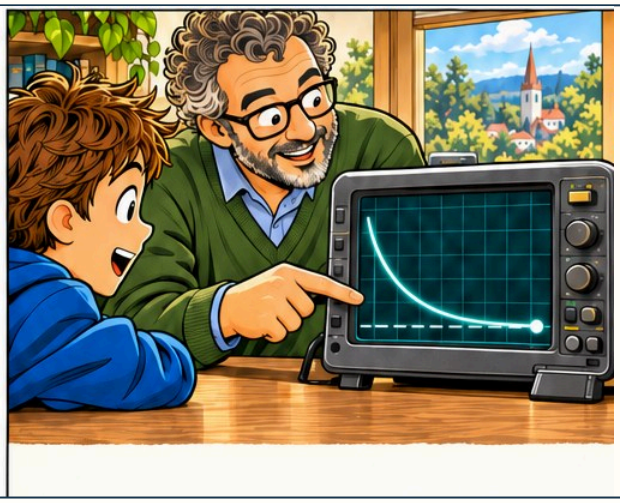
Kapasitor sekarang dilepaskan melalui RB dan transistor internal terhubung ke pin 7.



RA membatasi arus antara +5 V dan pin 7 ketika ditarik dekat ke ground.



"Jadi jelas bukan kabel sederhana yang menggantikan RA!" Lucas menggarisbawahi kendala ini.



Dengan kembali ke bawah sekitar sepertiga VCC, tegangan C memicu start baru.



Tegangan keluaran menjadi tinggi, pelepasan berhenti, dan muatan C kembali menuju ambang batas atas. Siklus itu berulang.

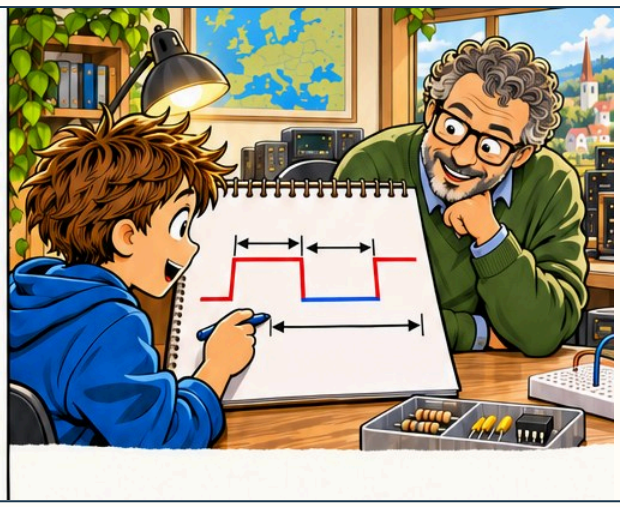


Pada keluarannya, bentuk gelombang persegi panjang; melintasi C, melengkung naik dan turun. Dua bentuk untuk ritme yang sama.

Tiga rumus waktu



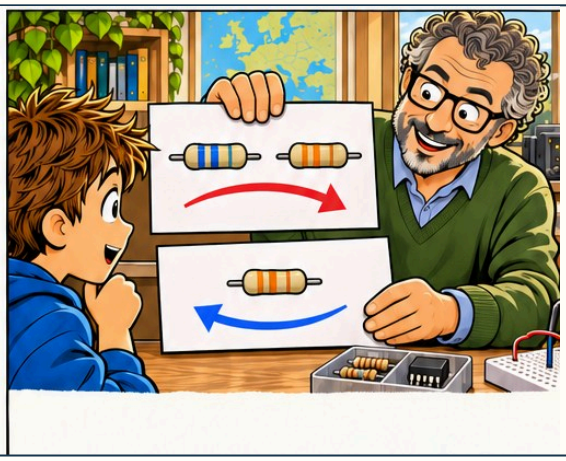
Henri menulis perkiraannya: tH = 0,693 × (RA + RB) × C; tL = 0,693 × RB × C.



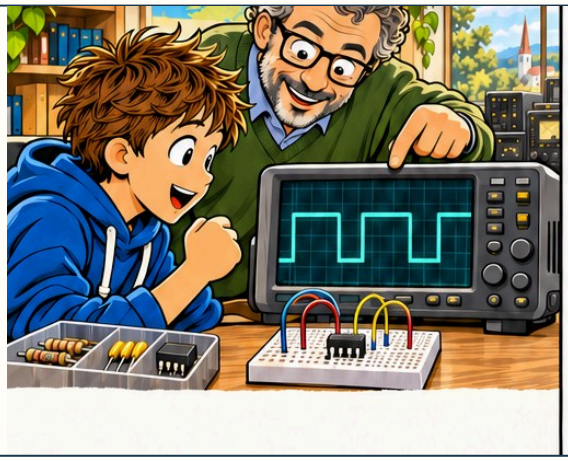
Durasi satu siklus adalah T = tH + tL. Frekuensi osilasi adalah f = 1/T.



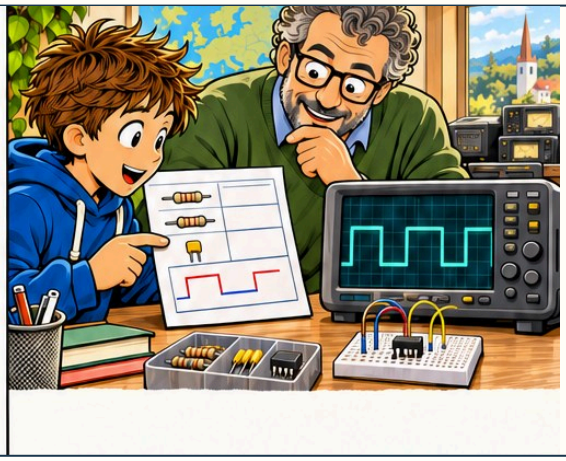
Kami juga menggunakan f ≈ 1,44 / [(RA + 2RB) × C]. Resistansinya dalam ohm, C dalam farad.



"Mengapa menggandakan RB?" Lucas menemukan RB dalam pengisian dan pengosongan.



Dalam rangkaian astabil klasik ini, interval tinggi melebihi interval rendah: tidak persis 50 %.



Perhitungannya memprediksi operasi nominal. Toleransi dan sirkuit aktual akan menentukan pengukuran.

Nada yang mendekati 700 hertz



Untuk RA = 10 kΩ, RB = 100 kΩ dan C = 10 nF, diperoleh tH ≈ 0,762 ms.



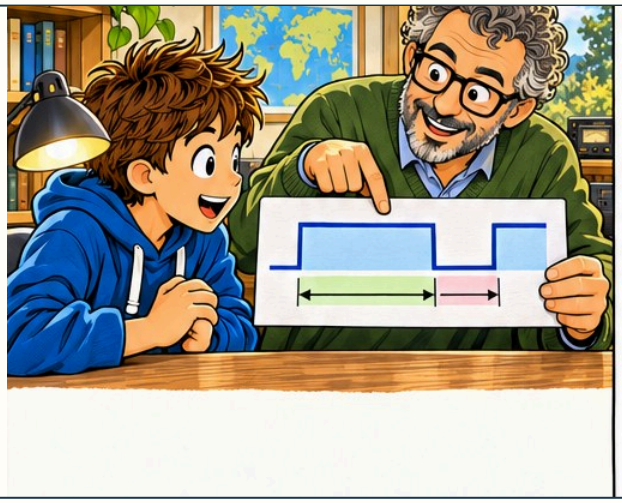
Interval rendahnya sekitar 0,693 ms. Oleh karena itu periodenya dekat dengan 1,46 ms.



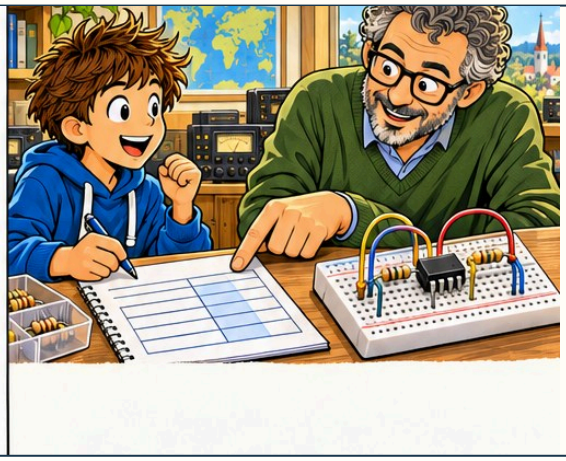
Rumus yang menggunakan 1,44 memberikan tentang 686 Hz; menggunakan koefisien waktu yang dibulatkan, tentang 687 Hz: hasil yang serupa.



“Kami menargetkan sekitar 700 Hz, bukan jaminan nada audio hingga hertz terdekat,” kenang Henri.



Siklus kerja nominalnya adalah (RA + RB)/(RA + 2RB), atau sekitar 52,4 %.



Lucas menjaga unit dan pembulatan tetap terlihat. Ia akan membandingkan prediksi ini dengan sirkuit sebenarnya.

Peningkatan kekuatan pertama



Mereka memasang alat, memeriksa kembali rencana dan menyalakan listrik dengan batasan arus yang direncanakan.



Lampu indikator tampak menyala terus menerus: dekat 700 Hz, mata tidak dapat membedakan setiap denyut nadi.



"Itu tidak berkedip!" - "Matamu lebih lambat dibandingkan sirkuit ini. Mari kita mencari bukti yang berbeda."



Henri menghubungkan ground probe ke ground perakitan, pada catu daya terisolasi yang terverifikasi ini.

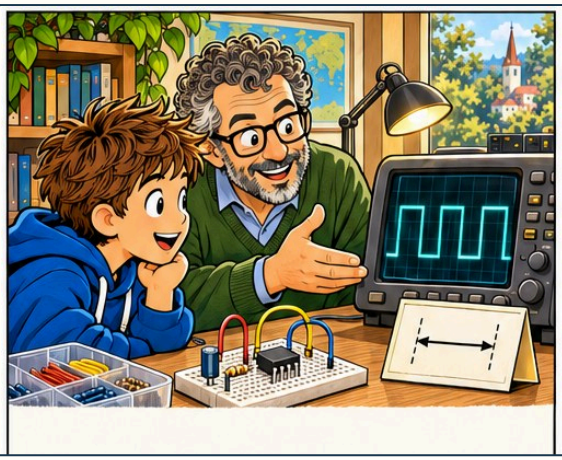


Ujung probe menuju ke output 3. Osiloskop menampilkan pulsa persegi panjang: osilator berfungsi.



Lucas tersenyum: "Cahaya memberi saya petunjuk, tapi bukan jawaban keseluruhan."

Mengamati dua tegangan yang berbeda



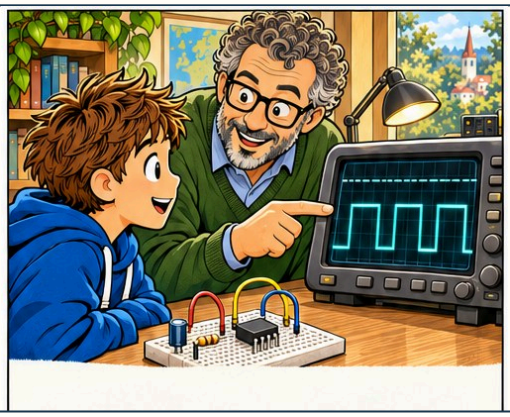
Pada keluaran 3, mereka mengamati interval tinggi dan rendah. Frekuensi osilasi yang diukur tetap mendekati perhitungan.



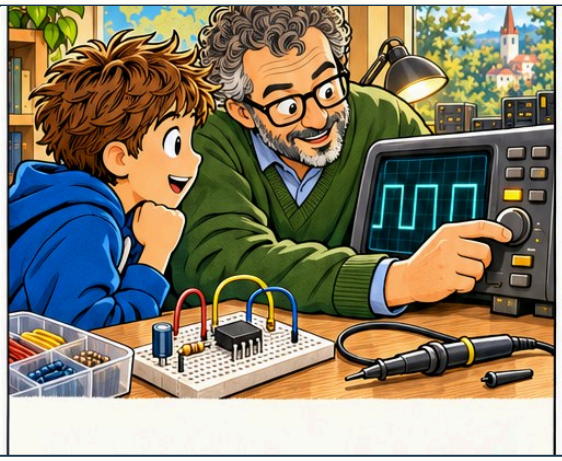
Pada kapasitor C, tegangan naik dan turun di antara dua ambang batas yang diharapkan.



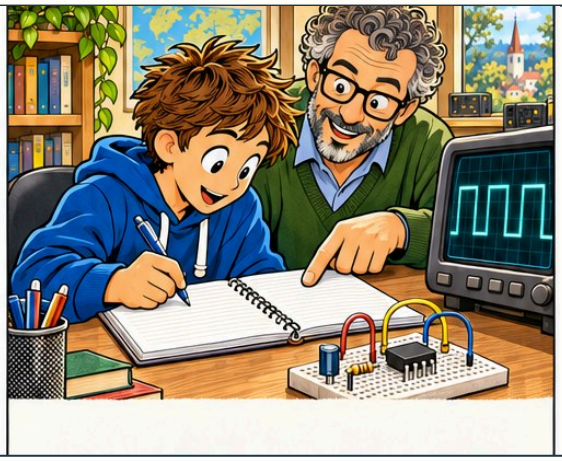
Kedua jejak tersebut berbeda. Lucas selalu memeriksa titik mana yang diukur oleh probe-nya.



Output bipolar belum tentu mencapai 5 V di bawah beban. Mereka menghindari tingkat logika yang membingungkan dan tegangan sempurna.



Probe dan instrumen dapat mempengaruhi tegangan yang diukur; Henri memilih pengaturan pengukuran yang sesuai.



Buku catatan berisi ramalan dan observasi terpisah. Tidak ada nilai observasi yang ditemukan sebelumnya.

Mengapa pengukuran berbeda dengan perhitungan



"Saya mengharapkan frekuensi osilasi yang dihitung dengan tepat!" Henri menunjukkan toleransi resistor dan kapasitor.



C yang sedikit lebih besar memperlambat osilasi. Kesalahan komponen dapat digabungkan.



Ambang batas, kebocoran, dan suhu menambah pengaruhnya. Rumusnya tetap merupakan perkiraan yang berguna.



Saat daya dimatikan, mereka mengubah parameter satu per satu, lalu menyalakannya kembali untuk mengukur.



Lucas membandingkan dua kapasitor yang teridentifikasi. Dia menggambarkan tren yang diamati tanpa mengklaim ketepatan fiktif.



"Memahami kesenjangan lebih baik daripada mengoreksi angka sembarangan," tutupnya sambil menutup buku catatannya.

Sebuah kenop untuk memilih nada



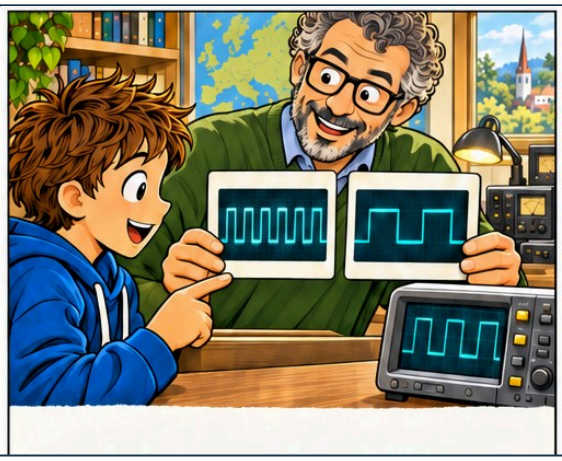
Untuk mengatur nada, mereka mengganti RB dengan 47 kΩ secara seri dengan potensiometer 100 kΩ.



Penggeser potensiometer terhubung ke terminal akhir yang digunakan: potensiometer dihubungkan sebagai resistor variabel.



Resistor tetap 47 kΩ mempertahankan resistansi minimum. RA tetap di 10 kΩ.



Dengan C = 10 nF, frekuensi osilasi nominal berkisar kira-kira dari 474 Hz hingga 1 385 Hz.



“Pengaturan yang berguna, bukan tombol ajaib.” Mereka memutus aliran listrik untuk mengganti kabel.



Setelah dinyalakan kembali, Lucas memilih nada yang nyaman. Dia menandai pengaturan awal di panel depan.

Lalu tiba-tiba, tidak ada ritme lagi



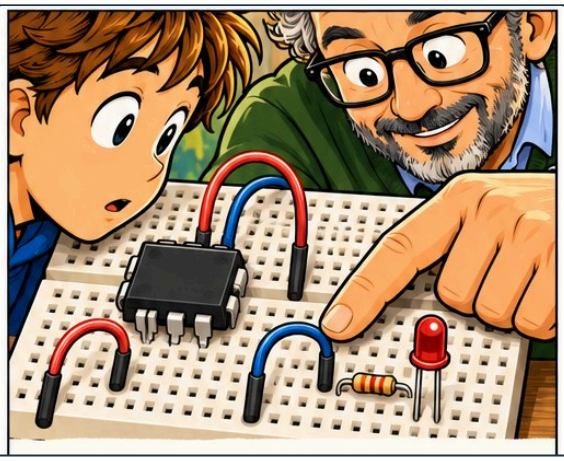
Ketika Lucas menggerakkan papan tempat memotong roti tanpa solder, bentuk gelombang menghilang dari osiloskop. Indikatornya tetap mati.



"Apakah 555 mati?" Henri menyarankan untuk memulai dengan apa yang dapat mereka amati.



Mereka mematikan listrik dan membandingkan kabel sebenarnya dengan rencana mereka, tanpa mengganti komponen secara acak.



Kabel jumper tergelincir satu baris terlalu jauh. Pin 4 tidak lagi terhubung ke level tinggi yang dimaksud.



Lucas melihat hubungan antara RESET dan keluaran: masukan yang tidak ditentukan dapat menghentikan kerja rangkaian.



Mereka memperbaiki sambungannya, lalu mempersiapkan tes lainnya. Rinciannya akhirnya memiliki penjelasan yang dapat diverifikasi.

Memecahkan masalah dalam urutan yang benar



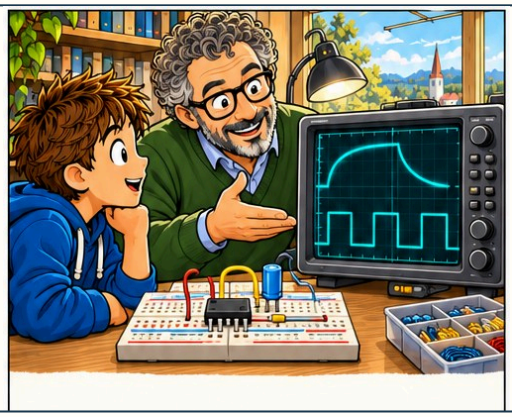
Henri menyarankan rutinitas: pasokan, ground, orientasi paket, RESET, komponen waktu dan output.



Lucas terlebih dahulu memeriksa voltase antara 8 dan 1. Pengukuran di tempat lain dapat menutupi koneksi yang buruk.



Mereka memeriksa rel yang terbelah, kabel yang kendor, dan posisi setiap pin.



Setelah mereka mengamati tegangan pada C, mereka dapat mengetahui dengan lebih baik apakah kesalahan ada pada osilator atau tahap selanjutnya.

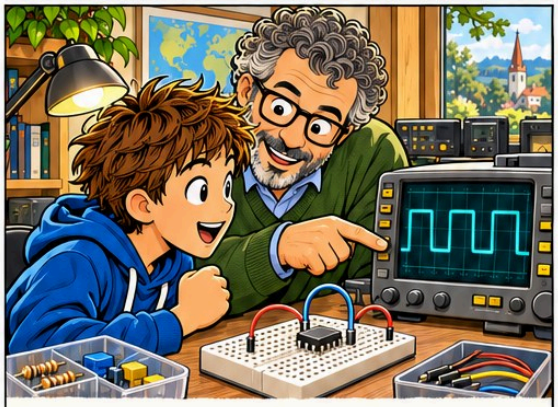


Koneksi diperbaiki saat dimatikan. Pengukuran disiapkan sebelum listrik dipulihkan.



Lucas menggambar jalur diagnostik: setiap pertanyaan harus mengurangi jumlah kemungkinan penyebabnya.

Sebuah kesalahan menjadi pelajaran



Setelah koreksi, pin 4 memiliki level yang ditentukan. Rangkaian menghasilkan pulsa persegi panjang lagi.



"Kami memiliki hipotesis, pemeriksaan, dan perbaikan," Lucas merangkum. Henri biarkan dia menjelaskan.



Mereka dengan lembut menarik kabel jumper, dengan daya mati, untuk mengidentifikasi sambungan yang longgar.



Lucas menyimpan kabel yang terlalu panjang dan membebaskan akses ke titik pengukuran.



Buku catatan mencatat kerusakan dan penyebabnya. Pengunjung akan dapat belajar dari kejadian ini tanpa mengulanginya.



Ritmenya kembali. Sekarang mereka harus membuatnya terdengar tanpa meminta NE555 menggerakkan speaker secara langsung.

Speaker bukanlah LED



Lucas menggerakkan speaker menuju output 3. Henri dengan lembut menghentikannya: "Mari kita periksa beban yang ditimbulkannya."



Speaker kecil dengan impedansi rendah memerlukan arus yang tidak boleh disuplai langsung oleh rangkaian ini.



NE555 menentukan ritme di sini; modul penguat audio yang kompatibel dengan 5 V memasok energi suara.



Mereka memilih modul yang masukannya menerima sinyal ini setelah pemasangan dan penyesuaian level, sesuai dengan instruksinya.



Speaker akan terhubung ke terminal yang disediakan oleh modul. Beberapa output tidak boleh di-ground.

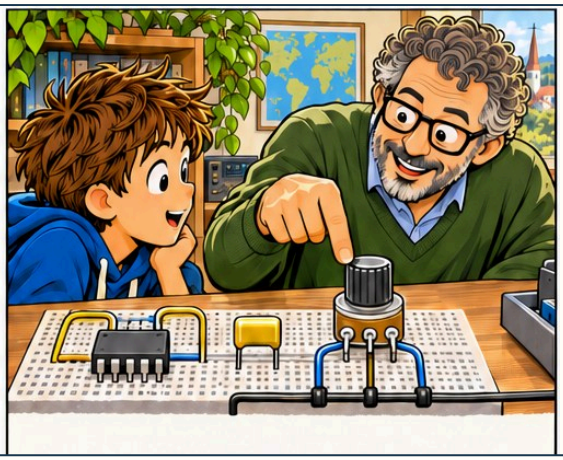


Lucas mendesain ulang tiga blok: osilator, penyesuaian level, amplifier. Setiap elemen mempunyai tugasnya masing-masing.

Jalur suara



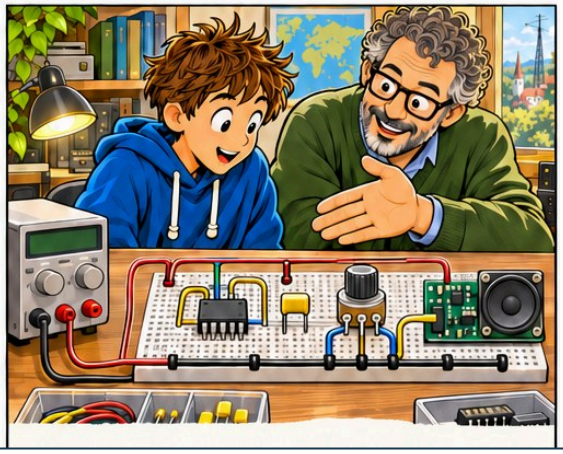
Dengan daya dimatikan, output 3 terhubung ke kapasitor kopling 100 nF non-terpolarisasi.



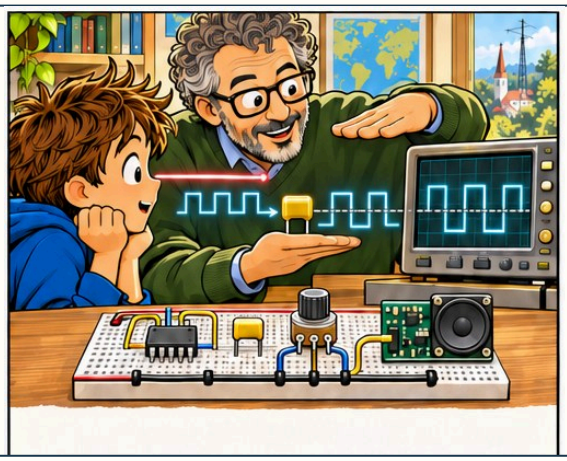
Terminal lainnya terhubung ke bagian atas potensiometer 47 kΩ; bagian bawahnya terhubung ke kesamaan.



Penggeser potensiometer terhubung ke input impedansi tinggi dari modul audio yang dipilih. Instruksinya mengkonfirmasi hubungan ini.



Modul dan NE555 berbagi landasan; modul menerima kekuatannya sesuai dengan dokumentasinya.



Kapasitor kopling memblokir komponen DC keluaran sambil membiarkan variasi audio lewat.

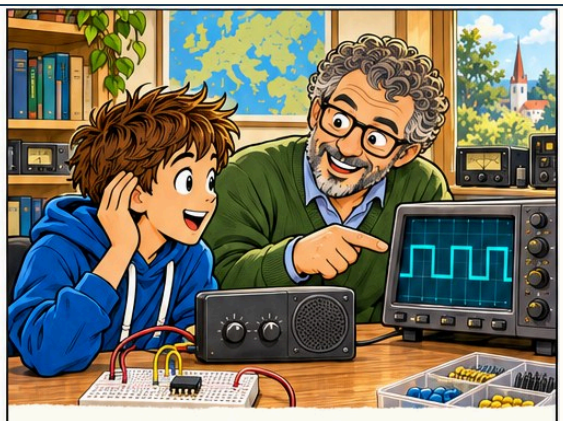


Mereka mengubah volume ke minimum sebelum percobaan pertama. Lucas belum menghubungkan headphone apa pun.

Akhirnya, suara pertama



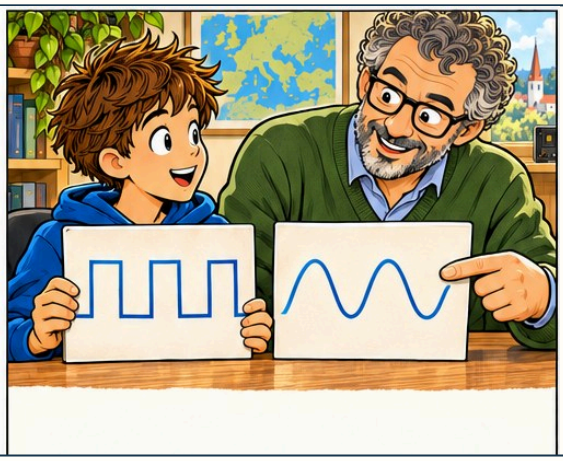
Saat daya dihidupkan kembali, Lucas memperbesar volume secara perlahan. Nada audio yang jernih memenuhi sudut kecil bengkel.



"Ia bernyanyi!" Henri memintanya untuk membandingkan suara yang didengarnya dengan bentuk gelombang pada osiloskop.



Pertama-tama mereka mengatur frekuensi osilasi, lalu level audio. Dua tombol, dua efek berbeda.



Bentuk gelombang persegi panjang mengandung harmonik: tidak memiliki timbre gelombang sinus murni.



Volumenya tetap nyaman untuk meja. Mereka tidak menyambungkan headphone langsung ke output 555.



Lucas memejamkan mata sejenak: lekuk kecil buku catatannya telah menjadi pengalaman yang didengarnya.

Kuncinya harus mengontrol suara



Suaranya terus menerus. “Kuncinya harus mengaktifkannya sambil ditekan,” saran Lucas sambil mematikan pasokan.



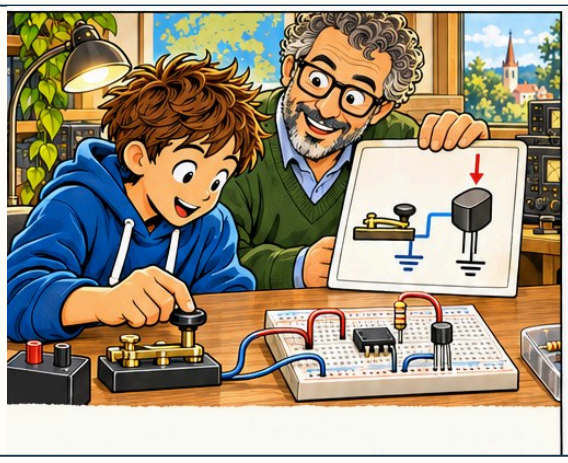
Mereka menghapus koneksi langsung dari RESET ke +5 V. Resistor 4,7 kΩ sekarang menghubungkan RESET, pin 4, ke +5 V.



NPN 2N3904 memiliki kolektor yang terhubung ke RESET dan emitornya ke ground; mereka memeriksa pinout sebenarnya.



Resistor 10 kΩ menghubungkan basis ke +5 V. Saat diam, arus mengalir melalui NPN, yang menahan RESET rendah: diam.



Kuncinya menghubungkan alas ke ground: menekannya akan mematikan NPN; RESET menjadi tinggi dan nada dimulai.

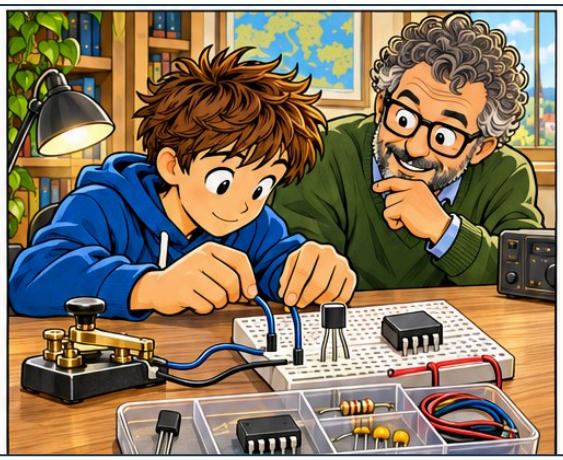


“Transistor membalikkan perintah kunci!” Mereka menelusuri kedua keadaan pada diagram sebelum pengujian.

Sekali tekan, satu nada audio



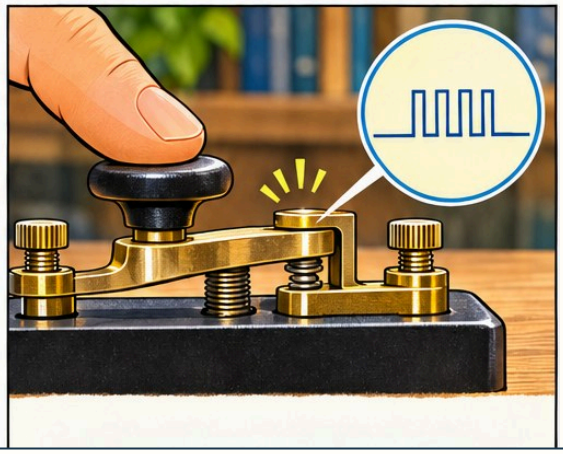
Kuncinya tetap terisolasi dari stasiun radio mana pun. Kedua terminalnya hanya digunakan untuk kontrol tegangan rendah.



Satu kabel menuju ke basis NPN, yang lainnya ke ground. Lucas memeriksa terminal dan resistor pull-up.



Mereka mengaktifkan: diam saat istirahat. Lucas menekan tombol Morse: nada dimulai. Dia melepaskan kuncinya: kunci itu berhenti.



"Ini mengikuti gerakanku!" Kontak mekanis tetap dapat memantul dan menghasilkan bunyi klik kecil.



Henri membuat kabel tetap pendek. Kabel kunci tidak boleh menjadi lingkaran besar yang dapat menimbulkan gangguan.

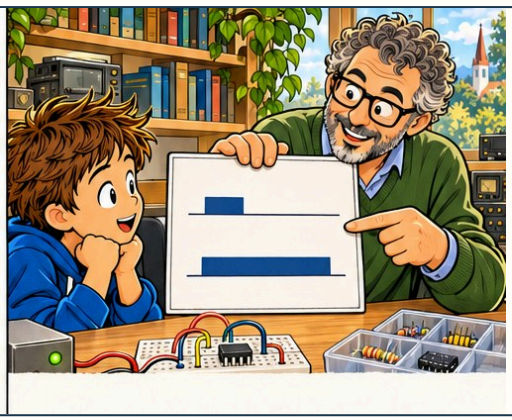


Lucas mengulangi tiga kali penekanan secara perlahan. Untuk pertama kalinya, sirkuit merespons jarinya.

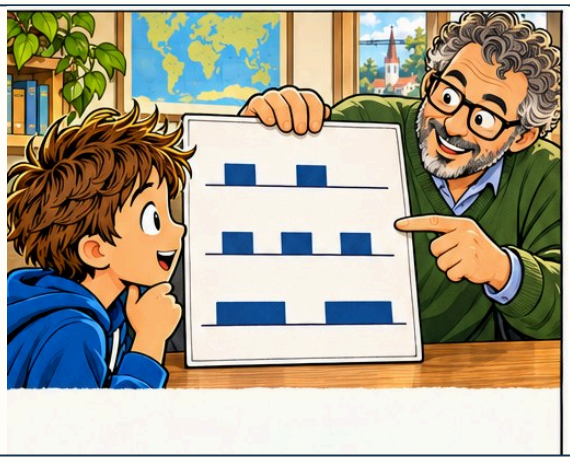
Kode morse juga diam



Lucas mengetuk terlalu cepat dan mencampuradukkan semuanya. Henri menyarankan untuk memperlambat dan mendengarkan spasi.



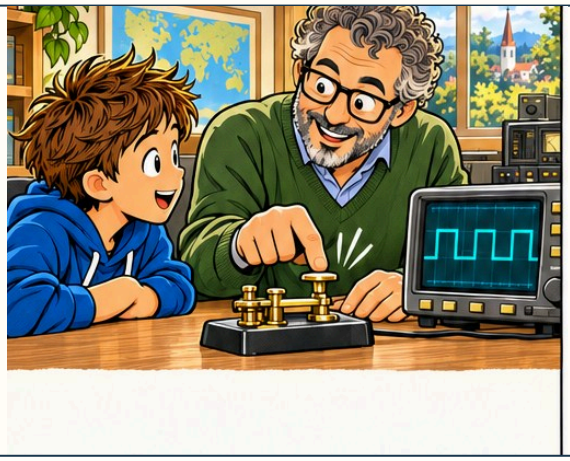
Sebuah titik bertahan satu unit; satu tanda hubung berlangsung tiga kali. Tinggalkan satu unit di antara elemen-elemen yang karakternya sama.



Di antara dua karakter, spasi bernilai tiga unit; antara dua kata, tujuh unit dalam ritme referensi.



"Jadi keheningan adalah bagian dari pesannya!" Lucas menggambar strip dengan suara dan jeda.



Henri memilih kecepatan tetap daripada kontes kecepatan. Pelatih tidak dapat mengoreksi gerakan operator sendirian.



Mereka menggunakan pola pendek. Kali ini, Lucas mendengar di mana satu karakter berakhir sebelum karakter berikutnya dimulai.

Belajar bersama



Henri memainkan pola kecil; Lucas mencoba mereproduksinya. Mereka kemudian bertukar peran.



Respons yang ragu-ragu menimbulkan senyuman, bukan penilaian. Mereka mencari bagian yang telah disalahpahami.



Lucas menemukan bahwa mengubah nada dapat membuat mendengarkan lebih menyenangkan tanpa mengubah pengaturan waktu Morse.



Volume tidak menggantikan perhatian atau ritme yang dapat dibaca. Mereka menjaganya tetap rendah agar dapat berbicara dengan tenang.



Buku catatan mencakup sesi singkat dan istirahat. Hari terbuka seharusnya mendorong pengunjung untuk mencoba.

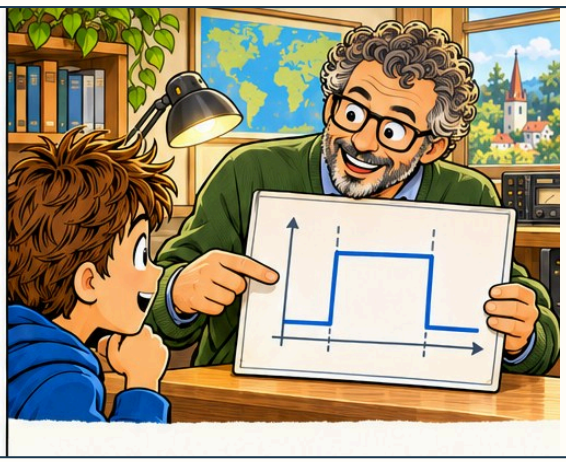


“Saya akan menunjukkan cara mendengarkannya terlebih dahulu,” Lucas memutuskan. Henri mengambil pelajaran dari petualangan pertama mereka.

Sedikit klik di antara catatan



Saat suara dimulai, mereka mendengar bunyi klik kecil. “Peralihan ini terjadi secara tiba-tiba,” jelas Henri.



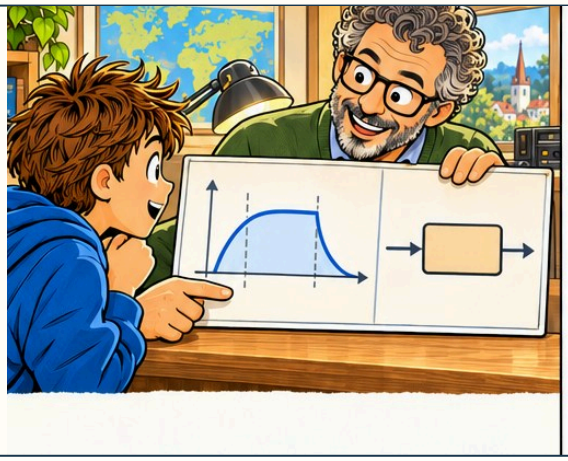
Sinyal mulai dan berhenti tanpa selubung yang melunak. Kopling audio tidak menghilangkan semua transien ini.



Lucas juga memeriksa apakah modul tidak jenuh: level yang terlalu tinggi dapat membuat suara tidak enak.



Mereka menurunkan level dan mengamati sinyalnya. Mengubah beberapa hal sekaligus akan membingungkan diagnosis.



Kontrol amplop progresif memerlukan tahap tambahan, dipelajari dan diuji secara terpisah.

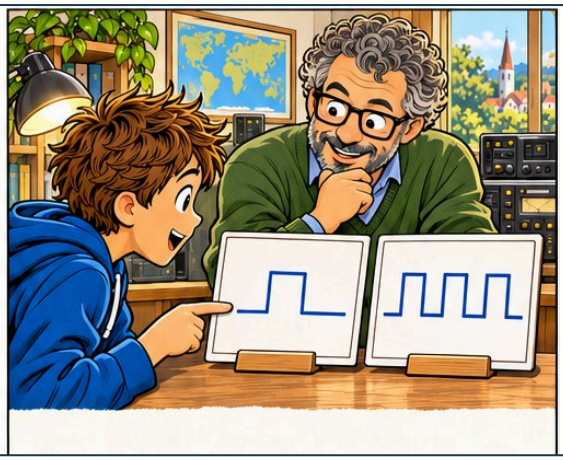


Untuk pelatih ini, mereka menggunakan lingkungan yang nyaman dan dengan jujur melaporkan batasan ini dalam instruksi.

Eksperimen kedua: satu pulsa



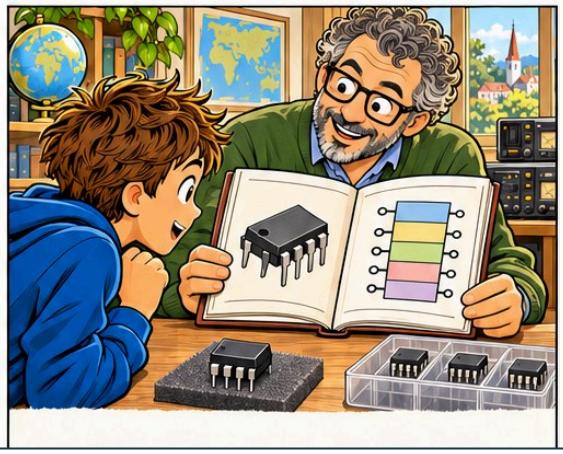
Lucas membayangkan lampu yang tetap menyala sebentar setelah ditekan. Henri menyarankan sirkuit monostabil.



Berbeda dengan astabil, ia menunggu pemicu, menghasilkan denyut, lalu kembali beristirahat.



Mereka menyiapkan papan tempat memotong roti tanpa solder lainnya untuk menjaga pelatih Morse tetap utuh. Kedua eksperimen tersebut akan tetap terpisah.



NE555 yang sama dapat menjalankan fungsi ini dengan kabel yang berbeda. Lucas mengeluarkan diagram pinoutnya.



Durasi nominal terutama bergantung pada resistor R dan kapasitor C: T ≈ 1,1 × R × C.



“Suara berkelanjutan atau satu interval: paket yang sama, cerita berbeda!” Dia mempersiapkan ujian baru.

Diagram rangkaian monostabil



Pada papan tempat memotong roti tanpa solder kedua ini: 1 ke ground, 8 dan 4 ke +5 V; tindakan pencegahan pemisahan yang sama juga berlaku.



Pin 6 dan 7 terhubung ke node yang sama. R = 100 kΩ menghubungkan node ini ke +5 V.



C = 10 µF menghubungkan node ini ke ground, dengan terminal positifnya di sisi 6–7 untuk komponen yang dipilih.



Pin 2 memiliki resistor pull-up 10 kΩ hingga +5 V dan tombol uji ke ground.



Pin 5 menerima 10 nF ke ground; output 3 menggerakkan LED melalui resistor 2,2 kΩ.



Lucas membedakan diagram ini dari rangkaian astabil. "Di sini, 2 tidak terhubung ke 6!" Pemeriksaan mereka mencegah kebingungan.

Tekan sebentar untuk memicu denyut nadi



Saat istirahat, pin 2 tinggi dan outputnya rendah. Kapasitor pengatur waktu habis.



Pers singkat akan menarik TRIG di bawah sepertiga VCC; output menjadi tinggi dan C mulai mengisi daya.



Lucas segera melepaskan tombolnya. Pemicunya harus berakhir sebelum interval waktu yang diinginkan.



Jika TRIG tetap rendah, akhir dari perilaku pulsa tidak lagi seperti pemicu pendek yang disiapkan dengan benar.



“Oleh karena itu, menahan tombol bukanlah cara yang baik untuk mengukur T!” Mereka memulai lagi dengan menekan sebentar.



Input otomatis memerlukan sinyal pemicu bersih yang kompatibel dengan batas lembar data.

Sekitar satu detik, bukan satu jam



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



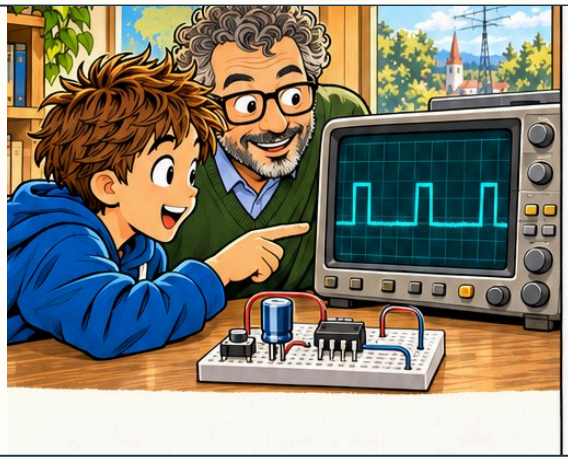
Lucas memicu pengatur waktu satu kali, lalu mengamati lampu indikator menyala dan padam.



Kapasitor 10 µF memiliki toleransi dan kebocoran. Interval sebenarnya dapat berbeda dengan perhitungan nominal.



Untuk durasi yang lama dan tepat, RC yang sederhana ini belum tentu merupakan pilihan terbaik.



Mereka mengukur beberapa denyut dengan instrumen yang sesuai, tanpa mengubah pengujiannya menjadi jaminan presisi.



Lucas menulis: "Mengatur waktu suatu tindakan, ya; mengganti jam referensi, tidak."

Mengontrol relay demonstrasi



Henri menyarankan relai kecil dengan koil 5 V yang mengkonsumsi sekitar 20 mA, untuk menunjukkan kontrol tidak langsung.



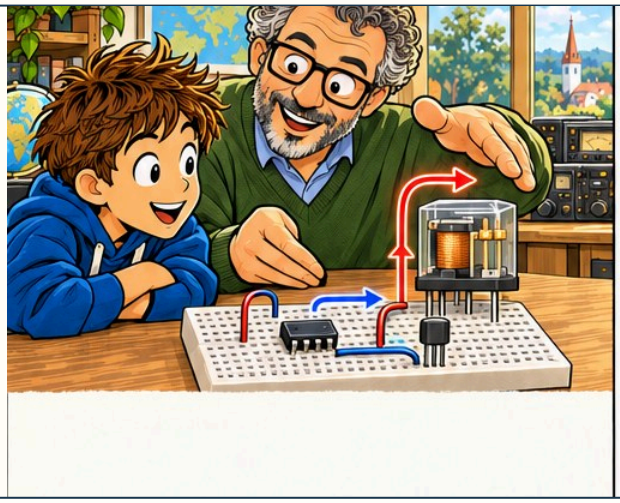
Output 3 terhubung ke basis transistor NPN yang sesuai melalui 1 kΩ; resistor 10 kΩ menghubungkan basis ke emitor.



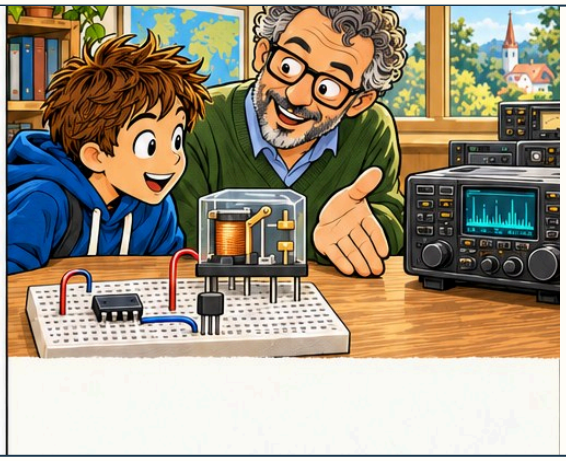
Emitor transistor menuju ke ground; kolektor ke satu terminal koil; terminal kumparan lainnya ke +5 V.



Mereka memeriksa pinout transistor yang sebenarnya dan arus yang diizinkan di lembar datanya: Perangkat NPN tidak semuanya identik.



Output dari 555 menggerakkan basis, sedangkan transistor mengalihkan arus koil.



Kontak relai tetap tidak terbebani selama pengujian ini. Tidak ada input radio PTT yang terhubung.

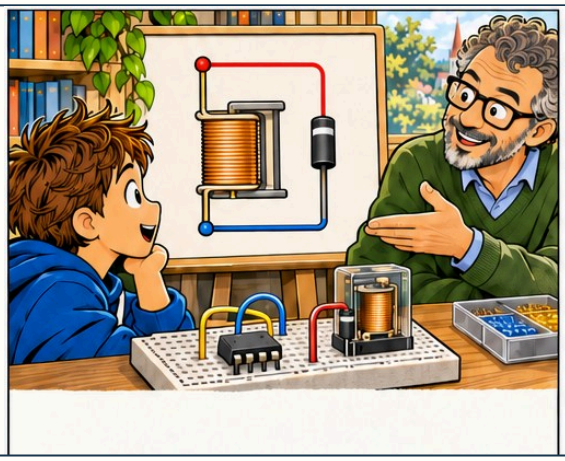
Dioda yang melindungi kumparan



"Ada komponen yang hilang di samping koil," kata Henri. Mengganggu arus induktif dapat menyebabkan lonjakan tegangan.



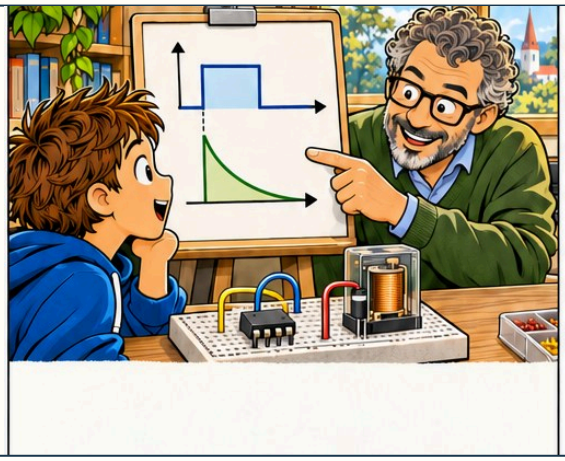
Dioda 1N4007 ditempatkan secara paralel pada kumparan: katoda ke +5 V, anoda ke kolektor.



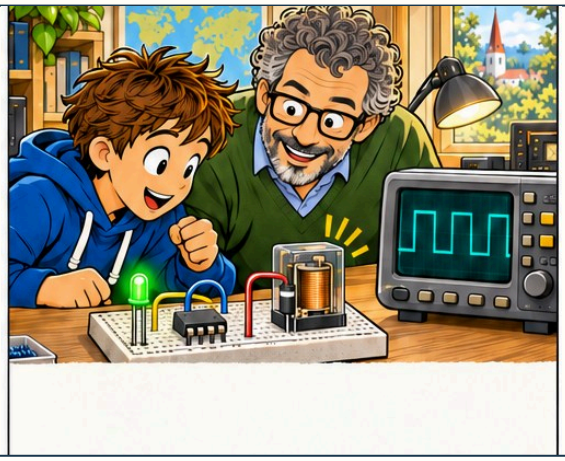
Selama operasi normal, dioda mendapat bias mundur. Saat dimatikan, ini menyediakan jalur untuk arus kumparan.



Lucas menandai cincin katoda sebelum dicolokkan. Dioda yang terbalik akan menjadi kesalahan, bukan perlindungan.



Jalur freewheeling ini juga memperlambat pelepasan relai. Pilihan perlindungan tergantung pada aplikasinya.

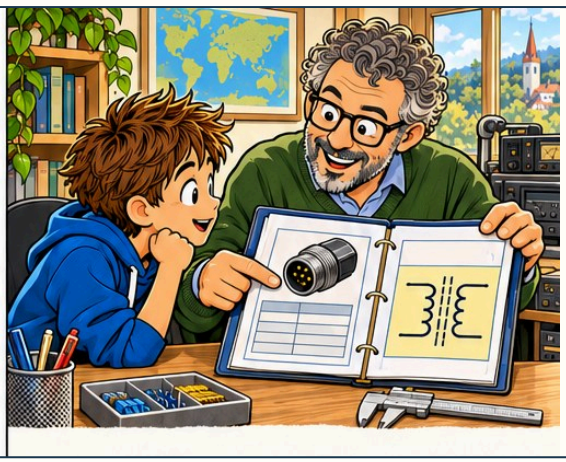


Mereka memeriksa kabel dengan listrik mati, lalu memicu monostable. Klik mekanis kecil mengikuti indikator.

Sebuah ide radio, dengan antarmukanya



Lucas memikirkan pengaturan waktu aksesori stasiun. Henri pertama-tama memintanya untuk membaca instruksinya.



Kontrol atau aksesori PTT mungkin memerlukan isolasi, polaritas, dan level yang sangat spesifik.



Relai demonstrasi tidak menjadi antarmuka universal. Kontak juga memiliki batasan.



Mereka hanya menggambar fungsi pengaturan waktu, dipisahkan dari stasiun oleh blok antarmuka untuk dipelajari.



"Kami tidak akan mencobanya di stasiun untuk melihat apa yang terjadi," Lucas memutuskan sambil melepaskan kabelnya.



Pengujian mereka menunjukkan prinsip kontrol. Aplikasi nyata memerlukan desain dan validasinya sendiri.

Kontak yang terpental



Lucas mengamati detail yang tidak beraturan saat tombol ditekan. Kontak mekanis dapat memantul beberapa kali.



"Satu gerakan tidak selalu menghasilkan satu sisi listrik," Henri menjelaskan dengan bentuk gelombang.



555 dapat membantu debouncing, tetapi monostable yang sewenang-wenang tidak menghilangkan setiap kasus yang merepotkan.



Interval yang dipilih, bentuk gelombang pemicu, dan status permulaan harus sesuai dengan aplikasi.

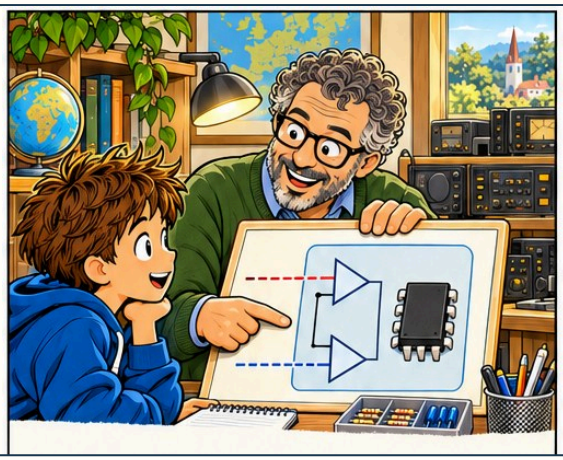


Mereka mengamati input dan output bersama-sama sebelum menilai hasilnya. Indikatornya sendiri dapat menyembunyikan detail.



Lucas menambahkan pertanyaan ke filenya: "Sinyal apa yang benar-benar masuk ke sirkuit saya?"

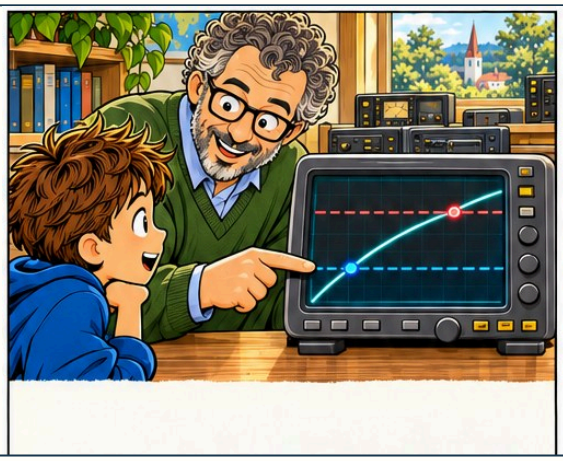
Dua ambang batas untuk mencegah keraguan



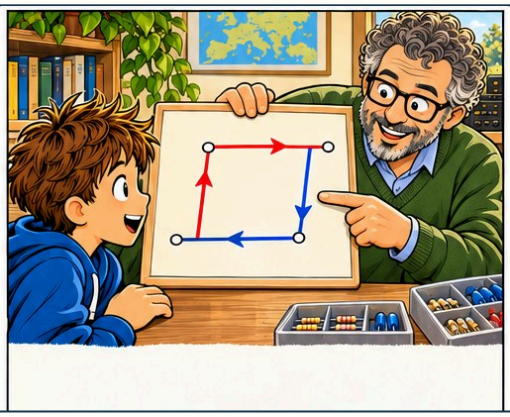
Henri menghubungkan pin 2 dan 6 untuk memperkenalkan pemicu Schmitt menggunakan 555.



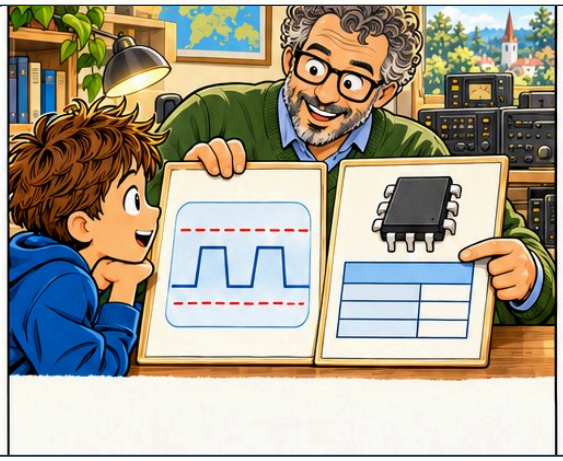
Kali ini, tegangan uji yang sesuai mengontrol node ini; pin 7 tidak digunakan dalam demonstrasi.



Berada di bawah sekitar VCC/3, input mengontrol output tinggi. Dengan naik di atas 2VCC/3, itu menjadikannya rendah.



Di antara kedua ambang batas tersebut, keadaan sebelumnya dipertahankan. Histeresis ini menghindari peralihan tertentu yang ragu-ragu.



Tegangan yang diberikan harus tetap dalam batas yang diizinkan. Sinyal sembarang tidak dapat dihubungkan secara langsung.



Lucas mengikuti kenaikan perlahan lalu penurunan pada gambar. Dia memahami mengapa kedua ambang batas itu penting.

Mengingat suatu keadaan: bistable



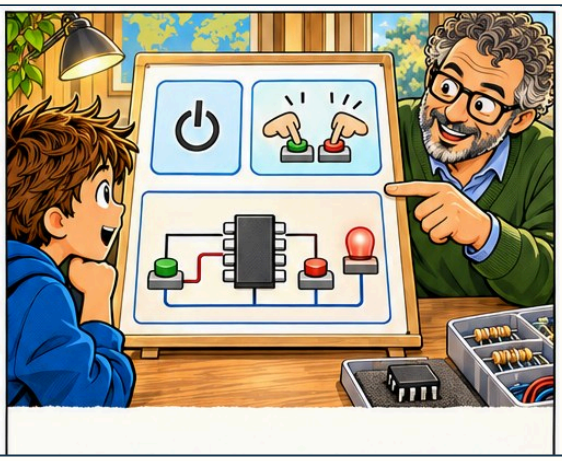
Lucas menyarankan lampu peringatan yang tetap menyala hingga perintah berhenti. Henri memperkenalkan operasi bistable.



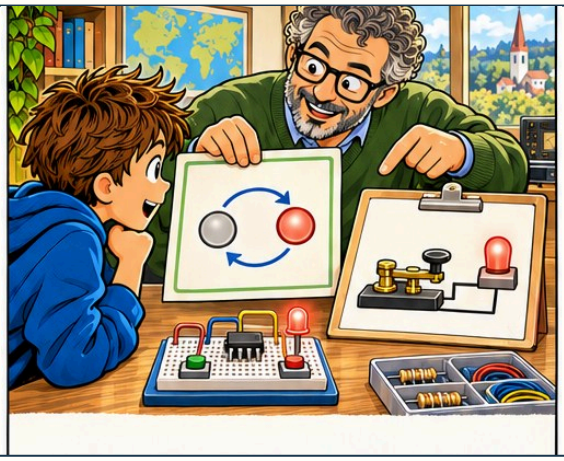
Di sirkuit yang sesuai, TRIG memerintahkan status tinggi; RESET dapat memaksa keadaan rendah.



Input harus mempertahankan tingkat yang ditentukan. THRES tidak boleh menyebabkan peralihan yang tidak disengaja.



Perilaku start-up dan perintah simultan harus dipertimbangkan: sirkuit memori tidak dapat menebak maksudnya.



Mereka menyimpan aplikasi ini pada tahap diagram blok, tanpa menambahkannya ke pelatih Morse mereka.

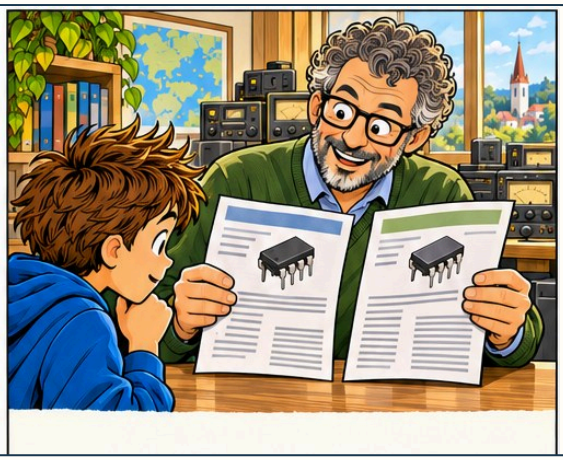


"Berosilasi, mengatur waktu, mengingat: Saya akhirnya melihat perbedaannya," kata Lucas di samping ketiga kartunya.

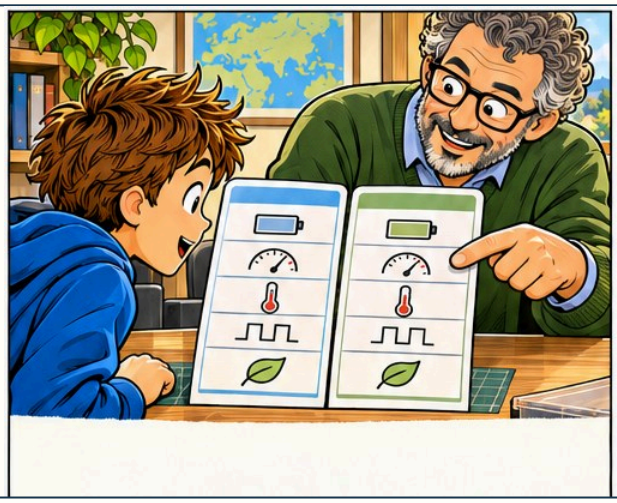
Sepupu CMOS



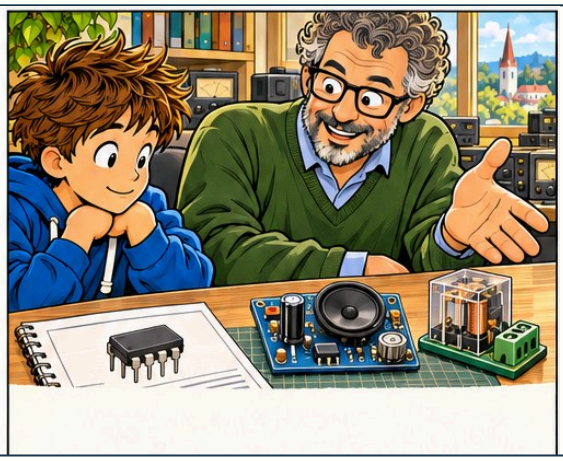
Pada paket lain, Lucas terbaca TLC555. “Nomor yang sama: komponen yang persis sama?”



Henri membandingkan lembar data: beberapa versi CMOS menarik lebih sedikit arus diam dan menerima rentang pasokan yang berbeda.



Arus keluaran, ambang batas yang dijamin, dan batas absolut mungkin berbeda.



Pin di lokasi yang sama tidak menjamin perilaku yang sama dengan modul audio atau relai kami.



Rekomendasi pemisahan dan karakteristik masukan masih harus diverifikasi untuk referensi yang dipilih.



Mereka menyimpan NE555 yang ditentukan di perangkat. Lucas sekarang tahu bagaimana menilai pengganti yang masuk akal.

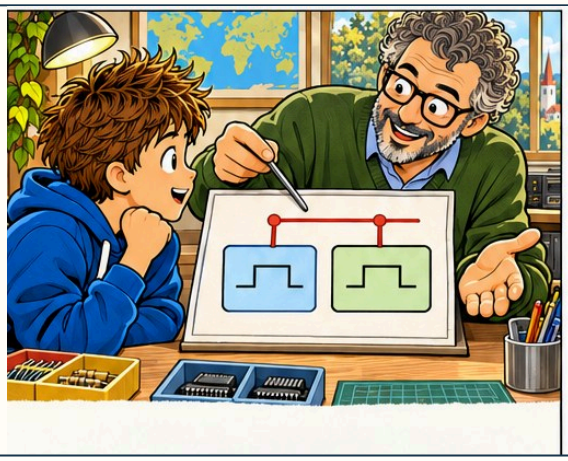
Dua pengatur waktu dalam satu NE556



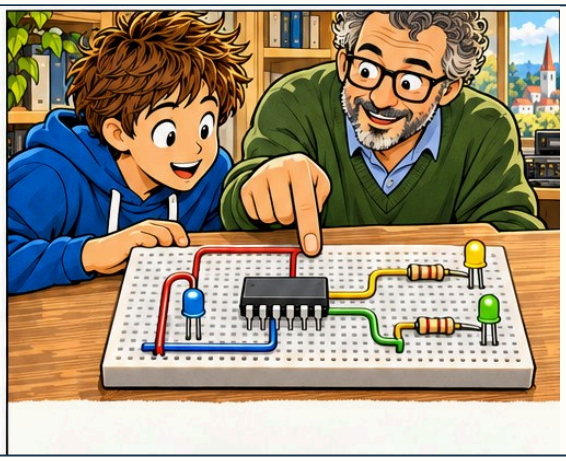
NE556 menggabungkan dua pengatur waktu dalam satu paket. Lucas membayangkan fungsi nada dan pengaturan waktu yang terpisah.



Henri menunjukkan pinout: paket empat belas pin ini tidak boleh dihubungkan sebagai dua NE555 dari memori.



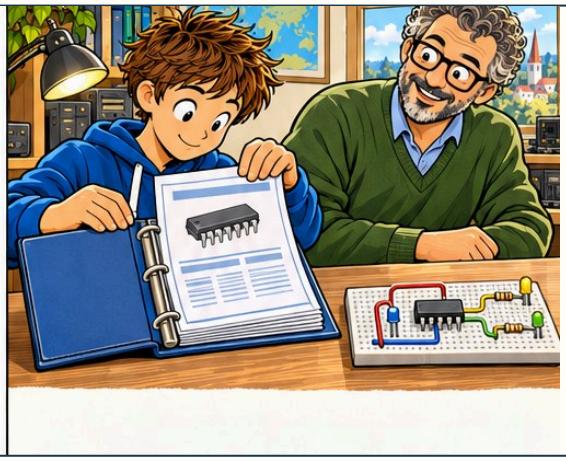
Setiap bagian mempunyai masukan dan keluarannya masing-masing. Kedua bagian tersebut berbagi pasokan listrik.



Pemisahan dan perutean yang hati-hati membantu mencegah satu bagian mengganggu bagian lainnya.



Mereka membuat sketsa sirene dua blok yang mendidik, sambil tetap menjaga fokus pembuatan album pada proyek mereka saat ini.



“Lebih banyak fungsi juga memerlukan lebih banyak pemeriksaan,” catat Lucas sambil menyimpan lembar NE556.

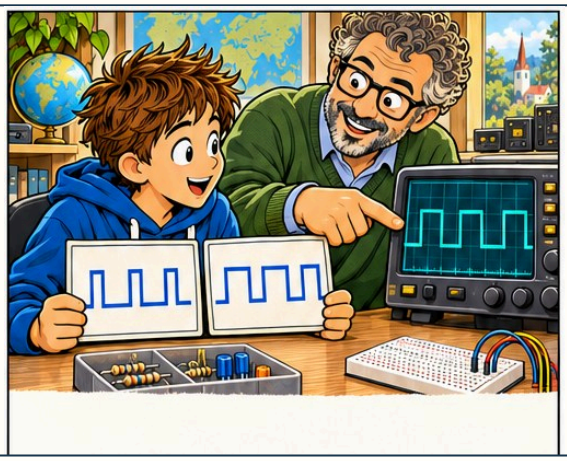
Pin 5 dan ide modulasi



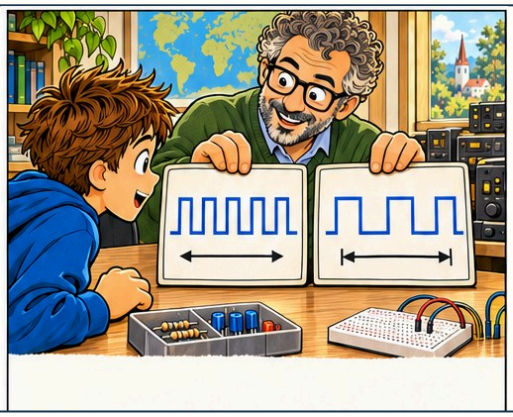
Lucas kembali ke CONT, pin 5. "Bisakah kita memvariasikan perilaku sirkuit?"



Henri menjelaskan bahwa tegangan kontrol yang sesuai menggerakkan referensi internal.



Tergantung pada rangkaiannya, ini dapat memodulasi lebar pulsa atau memvariasikan laju osilasi.



Dalam astabil sederhana ini, mengubah referensi juga dapat mengubah frekuensi osilasi: PWM tidak independen secara otomatis.



Pengontrol PWM yang tepat dipilih dan dirancang untuk bebannya, dengan tingkat daya yang sesuai.



Mereka menyimpan prinsip ini untuk dipelajari lebih lanjut. Tidak ada motor atau beban berat yang ditambahkan ke output 3.

Perangkap generator radio universal



"Bagaimana jika 555 kita menjadi pemancar?" Henri membedakan frekuensi osilasi audio dan pembawa radio yang stabil.



NE555 cocok di sini untuk penundaan nada dan waktu. RC-nya bukanlah referensi RF yang tepat.



Sinyal persegi panjang mengandung harmonik; kabel yang terlalu panjang dapat membawa gangguan.



Osilator laboratorium tidak menjadi pemancar yang cocok hanya dengan menambahkan antena.



Eksperimen radio memerlukan desain yang mencakup stabilitas, pencocokan impedansi, penyaringan, dan penggunaan yang diizinkan.



Oleh karena itu, Lucas mengesampingkan antena: perangkat mereka sudah menyediakan layanan nyata dengan tetap menjadi pelatih lokal.

Ketika osilator mengganggu penerimaan



Saat mendengarkan di klub, mereka memperhatikan suara yang berubah saat alat latih dinyalakan.



"Kebetulan?" Mereka membandingkan hidup dan mati beberapa kali, tanpa mengubah pengaturan receiver.



Perbandingan berulang-ulang memberikan petunjuk, namun belum mengidentifikasi setiap jalur interferensi.



Mereka memindahkan rakitan lebih jauh, memperpendek sambungan dan memeriksa pelepasan sambungan sebelum melakukan perbandingan lagi.



Henri membedakan suara berguna di speaker dari interferensi tidak diinginkan yang keluar dari sirkuit.



Lucas menemukan aturan dari volume 1: berbagi spektrum juga berarti menjaga apa yang kita bangun.

Bandingkan untuk memahami



Mereka hanya mengubah satu hal: posisi kabel audio. Kemudian mereka membandingkan lagi dan lagi.



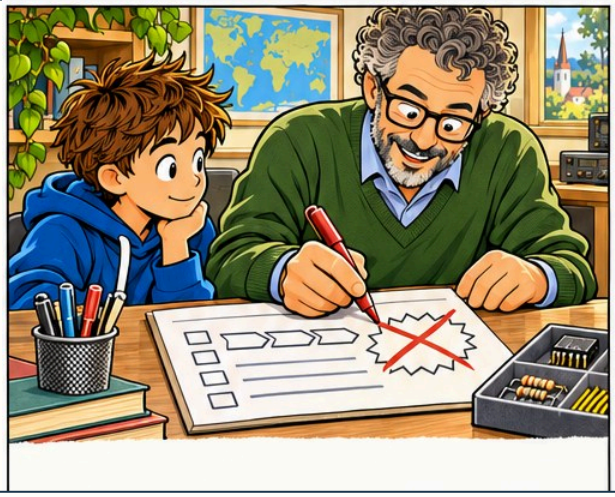
Lucas mencatat jarak, kabel, dan catu daya yang digunakan. Tanpa rincian ini, tes berikutnya akan sulit untuk dibandingkan.



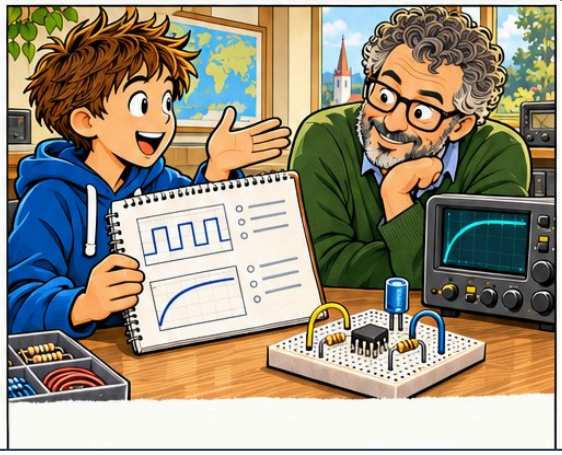
Perbaikan lokal tidak membuktikan bahwa keseluruhan spektrum bersih. Penerimanya bukanlah laboratorium yang lengkap.



Rakitan akhir yang ringkas dan dipisahkan dengan benar akan lebih disukai daripada prototipe yang tersebar melalui kabel panjang.



Mereka tidak mengklaim kepatuhan atau pengukuran yang belum mereka tetapkan.



“Saya dapat menjelaskan apa yang saya coba dan apa yang masih harus diverifikasi,” kata Lucas. Henri menyetujui metodenya.

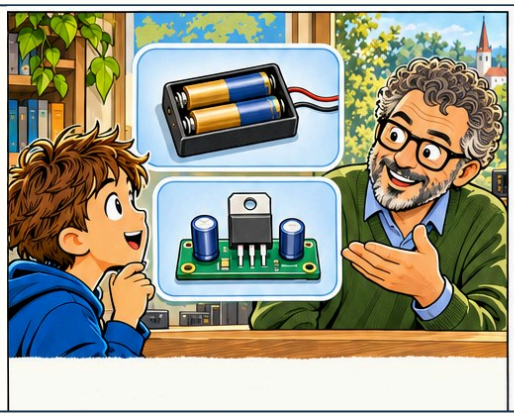
Bagaimana dengan pengoperasian baterai?



Lucas bermimpi membawa pelatih ke taman. Mereka mulai dengan memperkirakan konsumsi keseluruhan.



Modul audio, pengaturan volume, dan speaker sama pentingnya dengan pengatur waktu saat memperkirakan masa pakai baterai.



Baterai harus memberi daya pada regulator yang sesuai untuk mempertahankan 5 V yang ditentukan; mereka mengikuti dokumentasinya.



Sumber yang mampu menyuplai banyak arus memerlukan perlindungan yang sesuai terhadap hubung singkat.



Henri menyarankan untuk menyelesaikan versi catu daya terisolasi terlebih dahulu. Persyaratan portabel akan didokumentasikan secara terpisah.

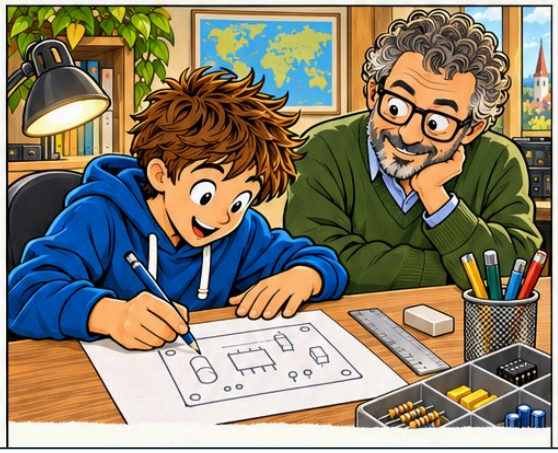


"Daya tahan baterai tidak bisa dijanjikan hanya dari kapasitas yang tertera pada baterai saja," tutup Lucas.

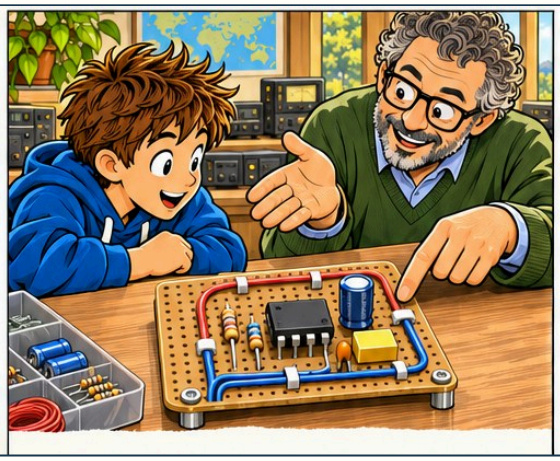
Mempersiapkan perakitan yang tahan lama



Papan tempat memotong roti tanpa solder berguna. Untuk hari terbuka, mereka harus menghindari kabel jumper lepas.



Mereka menyiapkan rencana tata letak yang ringkas, dengan akses ke kontrol dan titik pengujian.



Decoupling tetap dekat dengan 555; arus balik audio tidak boleh mengambil jalan memutar melalui sirkuit pengaturan waktu.



Kabel kunci dan speaker memiliki pelepas tegangan. Sambungan tidak boleh membawa tarikan kabel.



Henri mengawasi fabrikasi menggunakan alat dan perlindungan yang sesuai, di luar lokakarya membaca ini.

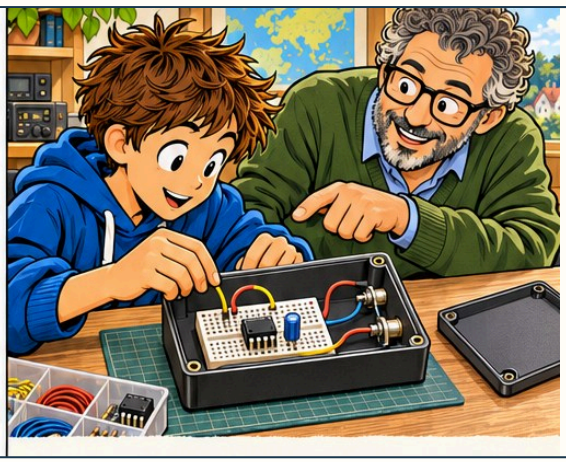


Lucas kemudian memeriksa kontinuitas, polaritas dan diagram sebelum memulihkan daya.

Penutup elektronik yang menjelaskan kegunaannya



Lucas memilih panel depan sederhana: daya, nada, volume, dan soket kunci teridentifikasi dengan jelas.



Sirkuit dipasang di kotak yang sesuai; tidak ada kawat telanjang yang menyentuh bagian konduktif.



Perutean kabel dilindungi. Mereka memeriksa bahwa memutar kenop tidak menarik sambungannya.



Catu daya yang dimaksud dan polaritasnya akan ditunjukkan pada instruksi dan di dekat konektor yang sesuai.



Kuncinya hanya mengendalikan pelatih ini; soket yang tampak serupa tidak mengizinkan sambungan ke stasiun radio.



Lucas mencoba perangkat tersebut tanpa penjelasan. Kontrolnya harus jelas bagi pengunjung berikutnya.

Petunjuk untuk pemula selanjutnya



Dalam instruksinya, mereka menjelaskan tujuannya: mempelajari ritme Morse dengan suara lokal, tanpa transmisi.



Skema menunjukkan pin, nilai komponen, koneksi catu daya, dan dua status kunci.



Daftar komponen membedakan kapasitor timing, kopling dan decoupling.



Mereka menambahkan perhitungan nominal, batasan, referensi komponen dan titik pengukuran.



Halaman singkat menjelaskan kabel jumper yang salah tempat dan metode pemecahan masalahnya. Kesalahan juga termasuk dalam cerita.



Lucas membaca ulang instruksi seolah-olah dia baru pertama kali mengunjungi klub. Dia menyederhanakan kalimat lain.

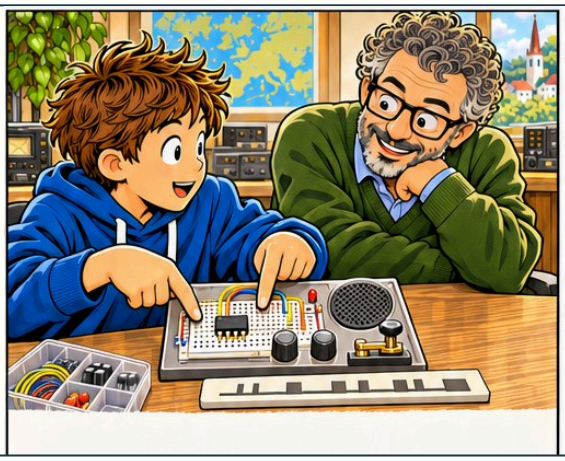
Latihan berpakaian



Sehari sebelum open house, Henri duduk di kursi pengunjung. Lucas menyajikan bengkelnya.



"Dengarkan dulu. Lalu coba. Dan terakhir jelaskan perubahan apa yang terjadi saat kamu memutar kenop ini."



Ia membedakan nada, volume dan ritme. Henri sengaja menanyakan pertanyaan sederhana.



Lucas menunjukkan tiga blok di buku catatan, lalu membiarkan pengunjung latihannya mengoperasikan kuncinya.



Nada audio hilang di tengah pola. Mereka bertukar pandangan: perangkat kecil itu masih menyimpan kejutan.



Lucas tetap tenang dan menurunkan volume. Dia baru saja kembali ke perannya sebagai penyidik.

Misteri terakhir



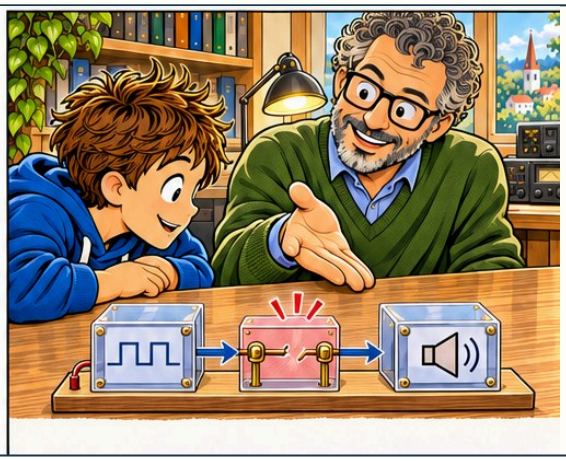
Kali ini rangkaian ritme masih berfungsi: output 3 menunjukkan pulsa ketika tombol ditekan.



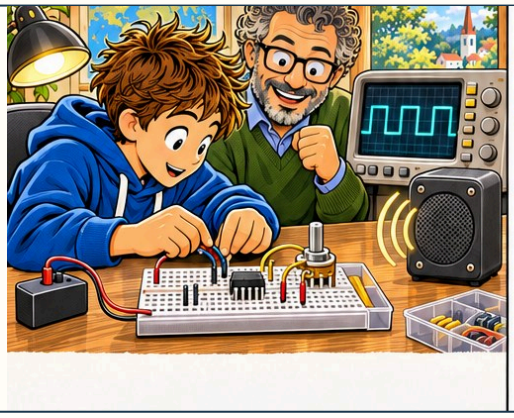
Lucas memeriksa catu daya, lalu rantai audio. Dia tidak menggantikan NE555 sebagai refleks.



Saat daya dimatikan, ia menemukan kabel longgar pada sambungan ke penggeser potensiometer volume.



"Iramanya ada di sana; suaranya tidak lagi mencapai amplifier!" Pemisahan menjadi beberapa blok membimbingnya.



Mereka memperbaiki sambungan dan memeriksa apakah sambungan tersebut berfungsi. Tes lainnya menghasilkan nada yang stabil.



Henri melanjutkan kursi tamunya. Lucas menambahkan pemeriksaan konektor pada persiapannya.

Hari Terbuka



Di pagi hari, kandang elektronik kecil menunggu di meja kosong. Lucas menetapkan volume lembut dan nada nyaman.



Dia mulai dengan memainkan sebuah pola. Henri menontonnya memberi waktu kepada semua orang untuk memahaminya.



Pengunjung mencoba kuncinya. Urutan ragu-ragu menjadi lebih stabil setelah jeda dan mendengarkan lagi.



Lucas membuka buku catatannya: "NE555 menghasilkan nada audio; isyarat Andalah yang memberinya ritme. "



Dia menunjukkan tegangan kapasitor naik dan turun, lalu kembali ke suara yang mereka dengar. Teori bertemu pengalaman.



Senyuman saja sudah cukup untuk mengatakan bahwa bengkelnya berhasil. Henri kini memungkinkan Lucas memandu penemuan.

Apa yang delapan pin ajarkan kepada kita



Setelah lokakarya, Lucas menemukan tiga kartu lagi: berosilasi, pengaturan waktu, dan mengingat.



Dia menambahkan transistor yang membantu menggerakkan beban dan dioda yang melindungi koil saat dimatikan.



Henri menanyakan apa yang paling dia ingat. Lucas melihat buku catatan perhitungan dan rinciannya.



"Periksa pinnya. Simpan satuannya. Ukur titiknya dengan benar. Dan pahami sebelum menggantinya."



Dia juga menunjukkan petunjuknya: sebuah ide menjadi berguna ketika orang lain dapat mengambilnya tanpa menebak-nebak.



Mereka menyingkirkan komponen-komponen yang tidak terpakai. Paket hitam kecil telah memberi ritme pada pertemuan seharian penuh.

Irama berikutnya akan menjadi milik Anda



Tempat itu kembali tenang. Lucas menekan tombol untuk terakhir kalinya: nada audio singkat, lalu hening.



Dia ingat kedatangannya di klub dan nasihat Henri: dengarkan, cari, dan bagikan.



“Sudahkah kita mempelajari segalanya tentang 555?” — “Cukup untuk mengetahui cara mengajukan pertanyaan yang lebih baik.”



Pelatih, diagram dan instruksinya tetap siap untuk pemula berikutnya. Petualangan mereka cocok dengan kotak nyata.



Lucas menutup buku catatan, lalu membukanya kembali untuk menggambar ide baru. Henri memberinya pensil.



Di luar, antena berdiri menghadap langit. Di dalamnya, delapan pin kecil telah menginspirasi keinginan untuk bereksperimen.