ON4CRD

Volume 70

O NE555 e as suas aplicações no radioamadorismo



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Informações legais

Volume 70 · O NE555 e as suas aplicações no radioamadorismo

Editor do site : Radio Club Durnal ON4CRD

Gerente de publicação : Comité do Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Informações legais

Propriedade intelectual

Textos, imagens, documentos, logotipos e materiais publicados no site permanecem propriedade de seus respectivos autores ou do clube. Qualquer reprodução ou reutilização deverá respeitar a fonte, os direitos aplicáveis e qualquer permissão do autor.

Responsabilidade

O clube trabalha para publicar informações úteis e verificadas, mas não garante a ausência de erros, omissões ou interrupções. As informações técnicas ou regulatórias devem ser verificadas em relação às fontes oficiais quando apoiam uma decisão.

Ilustrações criadas com assistência de inteligência artificial.

Uma pequena caixa, uma grande ideia



Lucas retorna ao clube com seu caderno: “Para o dia aberto, gostaria que os visitantes ouvissem o código Morse!”



Henri coloca um pequeno pacote preto sobre a mesa: "Este é o NE555. Oito pinos, muitas ideias."



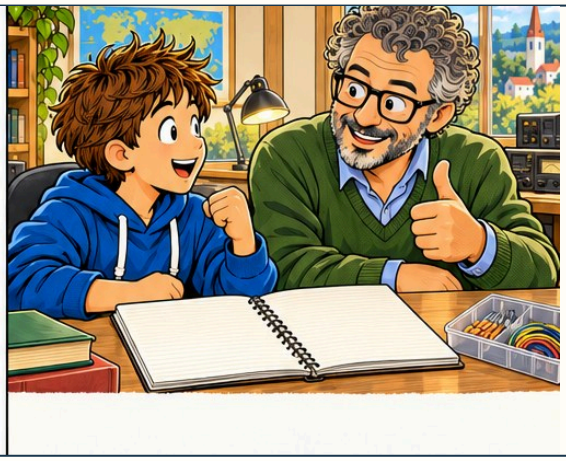
“Ele pode falar com outra estação?” Henri sorri: “Vamos começar com um som, aqui na sala do clube.”



Uma chave Morse espera perto do alto-falante. O desafio deles: construir um dispositivo que ajude os visitantes a aprender.



Lucas desenha uma caixa com três controles: potência, tom e volume. O projeto está tomando forma.



“E se não funcionar?” — "Vamos aprender a descobrir o porquê. Isso faz parte da aventura!"

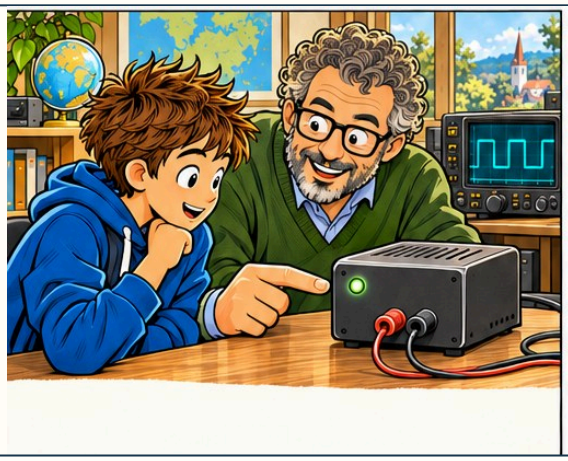
A lista de desejos do projeto



Lucas gostaria de um som agradável, uma tecla fácil de usar e volume suficiente para uma pequena mesa de oficina.



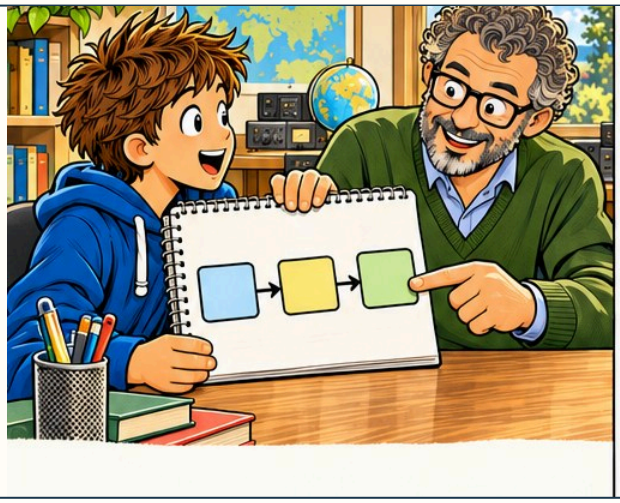
"E não há necessidade de antena", acrescenta Henri. O dispositivo deles será um treinador Morse de som, sem emissões de rádio.



Eles escolhem uma fonte de alimentação regulada 5 V e limitam a corrente durante os primeiros testes.



Henri limpa uma área de trabalho. Cada componente eletrônico e ferramentas têm seu lugar.



No notebook, o Lucas separa três funções: produzir o tom, controlá-lo e amplificá-lo.



"Vamos testar cada função", decide. Para fazer todo o dispositivo funcionar, eles procederão em pequenos passos.

Conhecendo o 555



Henri abre a ficha técnica do fabricante: "Um nome familiar não substitui a documentação do componente real."



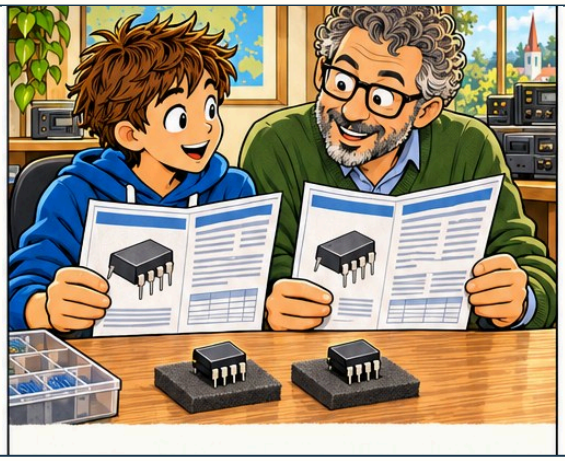
O NE555 é um temporizador bipolar. Resistores e um capacitor dão ritmo.



Pode produzir um pulso, oscilar ou manter um estado, dependendo do seu circuito. Lucas executa essas três funções.



"Então ele faz tudo?" — "É muito útil, mas também tem limites de tensão e corrente."



Eles verificam se sua referência funciona em 5 V. Uma versão vizinha do CMOS não tem necessariamente os mesmos limites.



Lucas armazena a folha de dados com os componentes: "Isso pertence à nossa caixa de ferramentas".

Oito pinos, uma direção de leitura



Antes de conectar qualquer coisa, eles olham para o pacote DIP de oito pinos, visto de cima.



Com o notch na parte superior, o pino 1 fica no canto superior esquerdo; um pequeno ponto também pode identificá-lo.



À esquerda, faça uma contagem regressiva de 1 a 4. À direita, conte de 5 a 8: a numeração gira em torno da embalagem.



"Se eu virar, meu desenho não combina mais!" Lucas compara o componente com a vista superior novamente.



Henri pede que ele desenhe quatro pinos de cada lado e depois o entalhe. Eles ainda não conectaram nada.

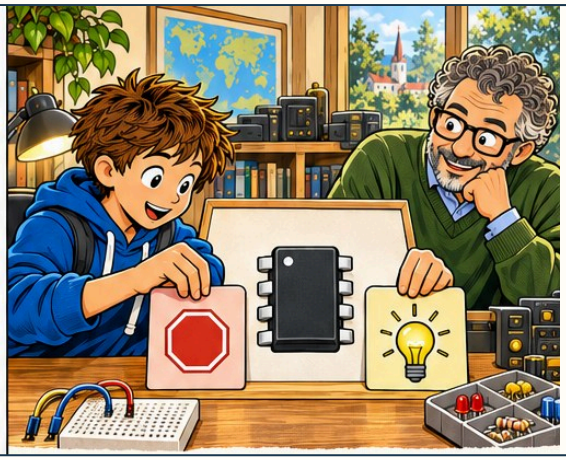


Eles mantêm esta marca visível no notebook e verificam a marcação antes de colocar o componente.

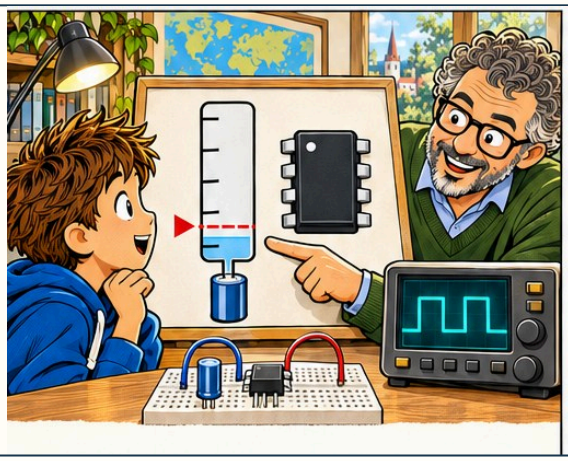
Uma função para cada pin



Lucas identifica as funções: 1, terra; 8, alimentação positiva. Esses dois pinos alimentam o circuito.



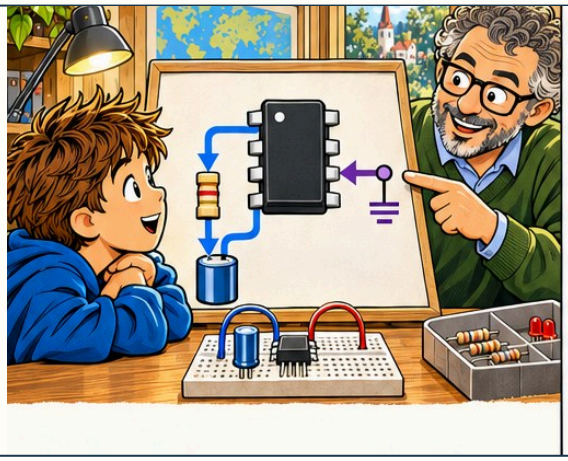
O pino 3 é a saída. O pino 4, RESET, força o circuito a reiniciar quando mantido em nível baixo.



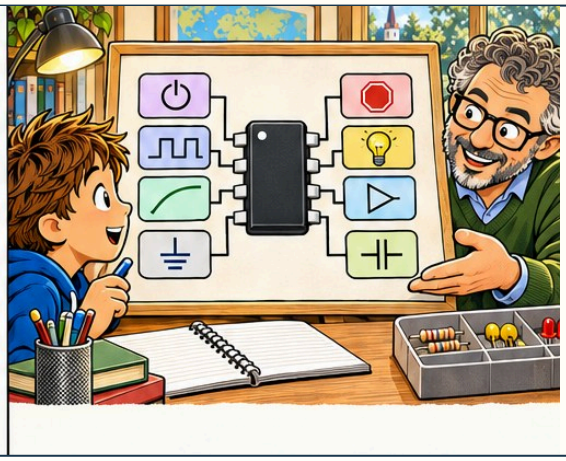
O pino 2, TRIG, detecta uma tensão caindo abaixo de cerca de um terço da tensão de alimentação.



O pino 6, THRES, monitora o limite superior, cerca de dois terços da tensão de alimentação no circuito normal.



O pino 7, DISCH, é usado para descarregar o capacitor. O pino 5, CONT, fornece acesso à referência interna.

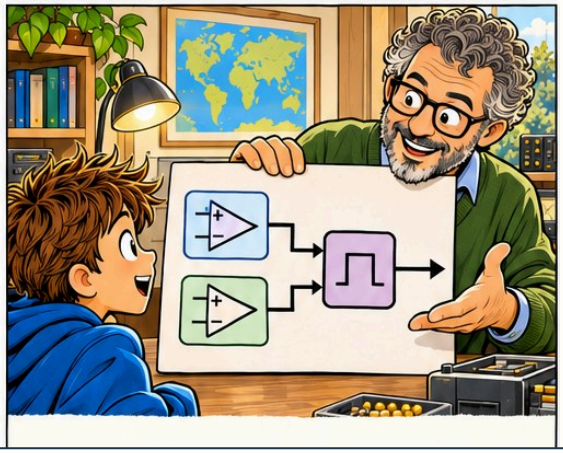


"Oito funções diferentes, não oito terminais intercambiáveis!" Lucas combina cada função com o desenho.

Uma pequena equipe dentro



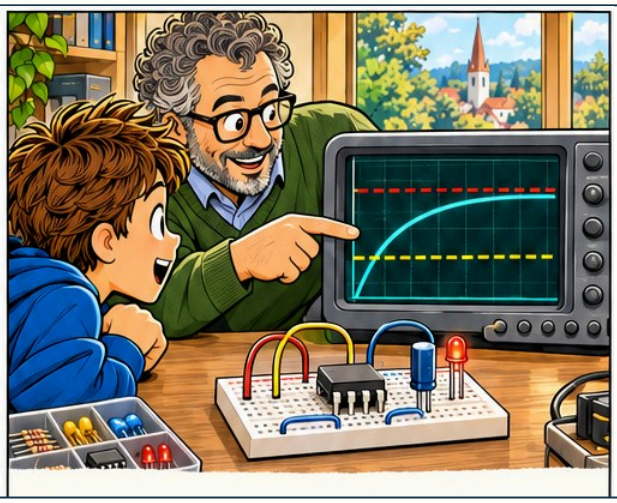
Henri desenha dois comparadores: cada um compara uma tensão com uma referência.



Uma trava interna lembra o último comando. A saída e o transistor de descarga seguem este estado.



"Um começa, o outro para?" — "Essa é uma imagem útil, desde que respeitemos suas condições de operação."



No circuito normal, as referências internas estão próximas de VCC/3 e 2VCC/3.



RESET pode forçar uma reinicialização. Lucas entende porque esta entrada não deve ser deixada flutuante.

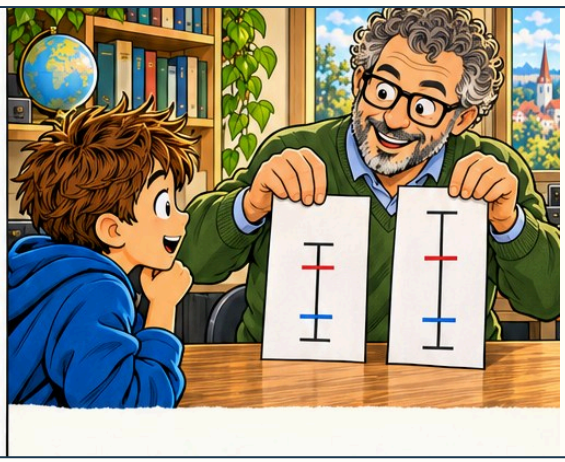


Ele segue as setas com o lápis: medir, decidir, lembrar, agir. O pacote se torna menos misterioso.

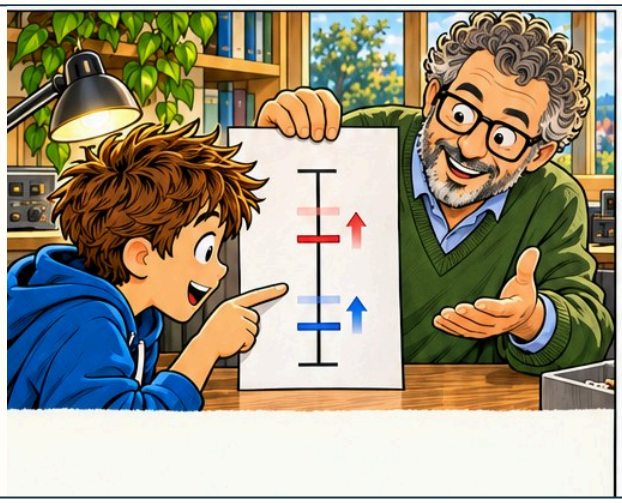
Um terço e dois terços



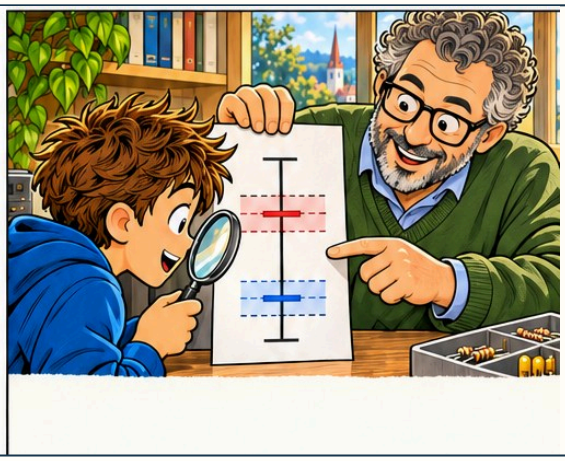
Com VCC = 5 V, os benchmarks teóricos tornam-se aproximadamente 1,67 V e 3,33 V.



"Portanto, estas não são duas tensões fixas para todas as fontes de alimentação", observa Lucas.



Henri varia um medidor de papel: as duas marcas seguem a tensão de alimentação.



Os valores reais têm tolerâncias. A ficha técnica especifica as condições e possíveis desvios.



A tensão do capacitor aumentará e diminuirá entre esses níveis. Esta jornada determina um intervalo de tempo.



Lucas desenha um pequeno balanço elétrico: "Talvez um ritmo seja uma história sobre limites."

Um plano antes dos fios



"Vamos conectá-lo?" Henri primeiro coloca uma folha: "Vamos decidir o que cada fio deve conectar."



Eles escolhem um circuito astável: ele oscila sozinho enquanto RESET permitir.



Dois resistores, RA e RB, e um capacitor C definirão aproximadamente a frequência de oscilação.



Uma luz indicadora mostrará primeiro a atividade. O som virá depois dos controles.



Lucas desenha o circuito de temporização e a futura cadeia de áudio separadamente. Ele deixa espaço para medições.



"Teremos um plano a partir do qual construir e depois verificaremos com novos olhos", diz ele enquanto prepara o caderno.

Cinco volts bem preparados



Eles usam uma fonte 5 V regulada e isolada, ajustada e verificada antes de conectar o circuito.



O limitador de corrente é ajustado para baixo para o primeiro teste e depois adaptado ao circuito de acordo com as instruções.



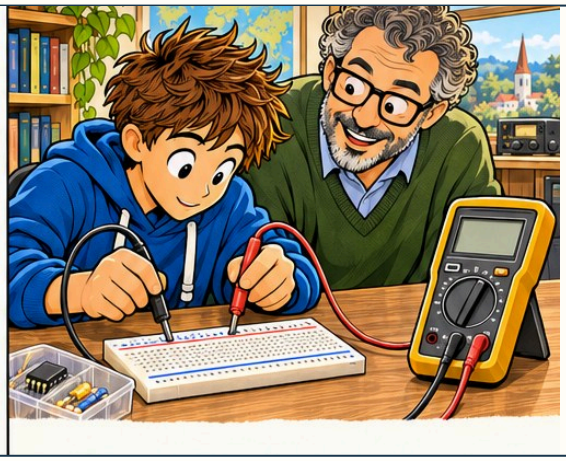
O fio positivo se conecta ao trilho de alimentação +5 V; o fio de retorno se conecta ao terra do circuito. Lucas verifica a polaridade.



"Uma bateria não é automaticamente um suprimento adequado para 5 V", lembra Henri, apontando para seus rótulos.



Eles desconectam a alimentação antes de qualquer trabalho de fiação. Nada nesta oficina se conecta diretamente à rede elétrica.



Lucas mede os trilhos de alimentação descarregados com o multímetro e, em seguida, desliga a energia antes de continuar.

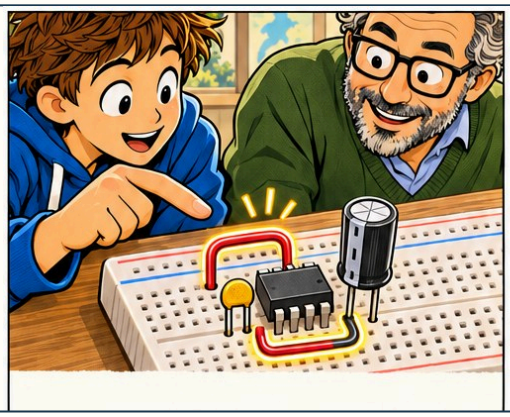
Uma reserva energética local



Henri coloca 100 nF entre os pinos 8 e 1, com conexões curtas, o mais próximo possível de NE555.



Um capacitor 10 µF completa o desacoplamento entre +5 V e o terra; sua polaridade é respeitada.



A saída 555 pode causar breves picos de corrente. Estas reservas de energia locais ajudam a estabilizar o fornecimento de energia.



O pino 5 recebe 10 nF para aterrar neste circuito. Este capacitor não define o tom principal.



"Dois pequenos capacitores, duas tarefas diferentes", observa Lucas, que os distingue em seu desenho.



Eles verificam os valores novamente. As boas intenções por si só não podem compensar um cabo de alimentação muito longo.

Escolhendo os componentes certos



Lucas seleciona os componentes RA = 10 kΩ, RB = 100 kΩ e C = 10 nF. Esses valores fornecerão um tom inicial.



Para o capacitor de temporização, eles escolhem um componente adequado e estável usando sua folha de dados.



Um LED terá um resistor em série de 2,2 kΩ. Henri não o conectará diretamente entre a saída e o terra.



O alto-falante permanece em sua bolsa: será necessário um circuito amplificador de áudio adequado para acioná-lo.



Eles preparam um potenciômetro, fios curtos e uma chave Morse. Cada valor vai para a lista de componentes.



"Uma caixa de componentes ainda não é um circuito", ri Lucas. O plano mostrará como conectá-los.

As cores informam um valor



Lucas lê as faixas de cores e mede os resistores fora do circuito com um multímetro.



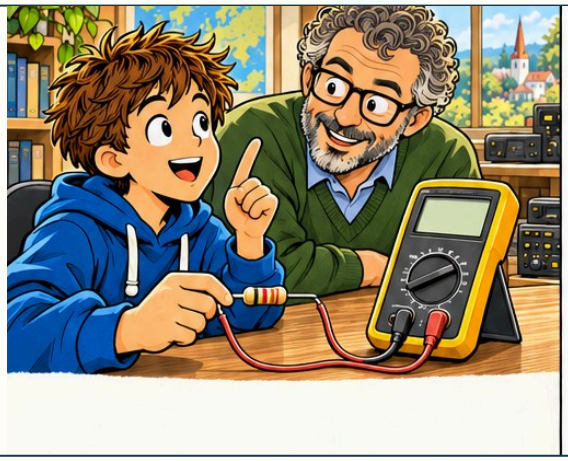
10 kΩ é 10 000 Ω; 100 kΩ é 100 000 Ω. Um zero esquecido mudaria muito o tom.



A faixa final pode especificar tolerância. Um valor nominal não promete uma medição exatamente correspondente.



"Este não é um resistor 100 Ω!" Ele devolve o componente de aparência semelhante ao seu compartimento.



Henri permite que ele indique o valor antes de olhar para o multímetro. O instrumento confirma seu raciocínio.



Lucas anexa um cartão de pequeno valor à sua placa de ensaio sem solda. Ele acabou de evitar sua primeira falta.

Dez nanofarads, não dez microfarads



No capacitor de temporização, Lucas encontra o código 103: 10 000 pF ou 10 nF.



10 nF são iguais a 0,01 µF. Um capacitor 10 µF seria mil vezes maior.



"Então nosso apito se tornaria um ritmo muito lento!" Henri aprecia esta previsão.



O capacitor 10 nF escolhido aqui não é polarizado. O capacitor reservatório 10 µF deve ser instalado com a polaridade correta.



Eles comparam as marcações com as fichas técnicas dos componentes. A aparência por si só não é suficiente.



Lucas escreve a unidade ao lado de cada número: "Letras minúsculas podem fazer uma grande diferença."

As conexões ocultas da protoboard



Antes de inserir o 555, marque as conexões internas da placa de ensaio sem solda com o multímetro.



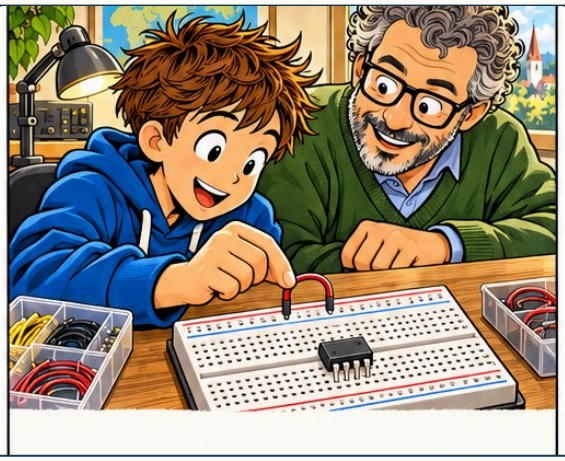
A embalagem atravessa a lacuna central: suas duas fileiras de pinos permanecem eletricamente separadas.



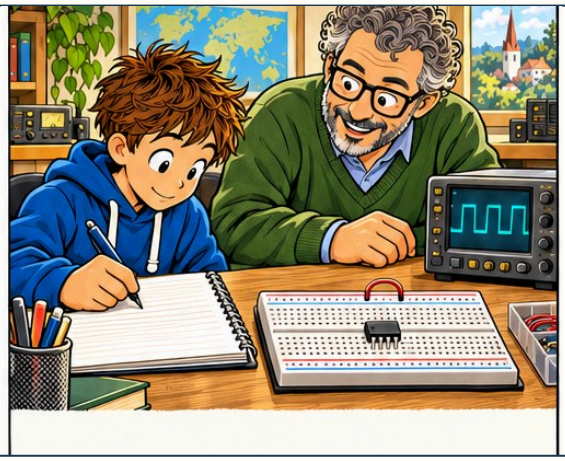
Os pequenos grupos de furos se conectam em uma direção específica. Lucas testa em vez de adivinhar.



Alguns trilhos de abastecimento têm uma ruptura no meio; eles verificam sua própria placa de ensaio sem solda.



Um fio curto conectará os segmentos necessários. Nenhum fio deve substituir um componente por acidente.



Henri vira o desenho para corresponder à orientação da placa de ensaio sem solda. Lucas verifica uma conexão por vez.

A primeira fiação



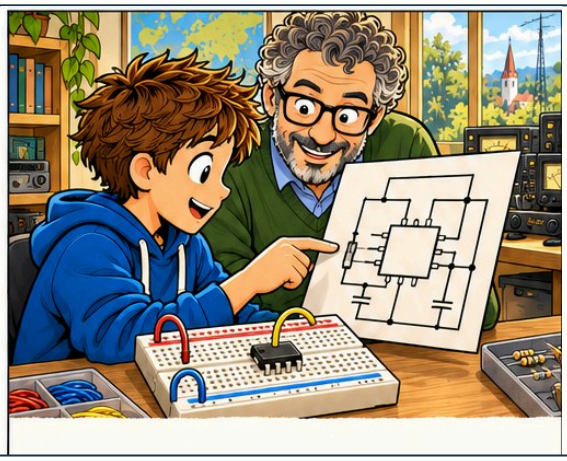
Com a energia desligada, eles conectam o pino 1 ao terra e o pino 8 a +5 V.



Para este primeiro teste contínuo, o pino 4, RESET, se conecta ao +5 V. A entrada agora tem um estado definido.



100 nF conecta 8 a 1; 10 µF desacopla os trilhos; o capacitor 10 nF no pino 5 se conecta ao terra.



Lucas verifica todas as conexões do plano, sem conectar ainda os resistores de temporização.



Eles verificam o entalhe, os trilhos e a ausência de curto-circuito entre a alimentação e o terra.



“Ainda falta o coração do circuito de cronometragem”, anuncia Henri. Lucas prepara o capacitor C.

Um indicador modesto



A saída 3 será conectada a um resistor de 2,2 kΩ e, em seguida, ao ânodo LED; seu cátodo irá para o chão.



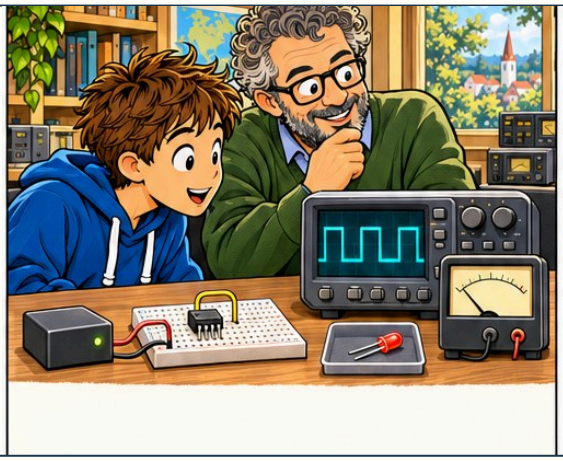
Henri ajuda a identificar o ânodo e o cátodo usando a folha de dados LED e, em seguida, o modo de diodo do multímetro.



"Com cerca de 2 V no LED, mesmo 5 V na saída limitaria a corrente para cerca de 1,4 mA."



A saída real do NE555 bipolar não vai necessariamente até o trilho positivo. A corrente pode ser menor.



Este LED é um indicador, não uma carga pesada. Eles deixam medições precisas para o multímetro e o osciloscópio.



Lucas deixa o LED visível na borda da placa de ensaio sem solda. Isso o ajudará a entender o que a saída faz.

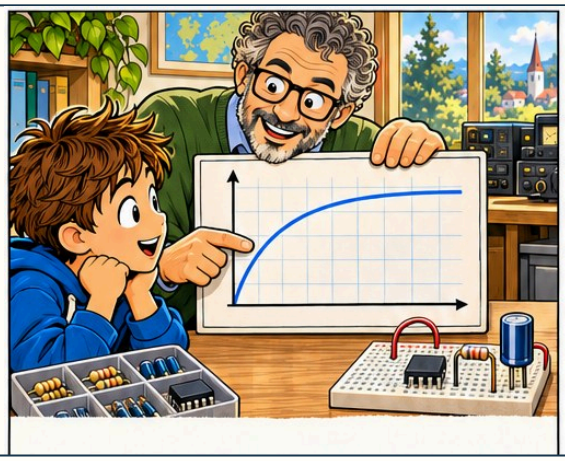
Uma esponja para o tempo



Henri compara o capacitor a um pequeno reservatório que é preenchido por meio de um resistor.



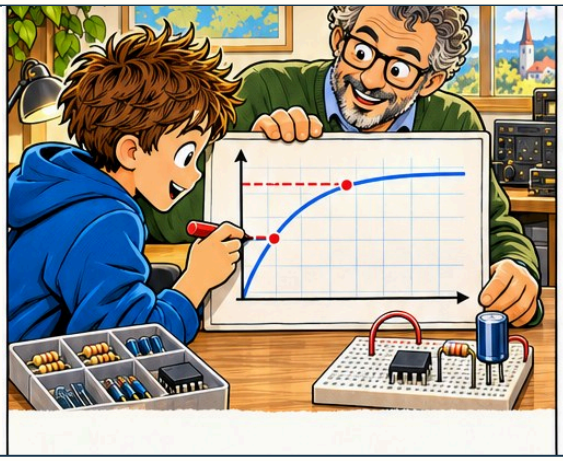
Quanto maior a resistência, mais lento será o carregamento. Quanto maior for C, mais carga será necessária.



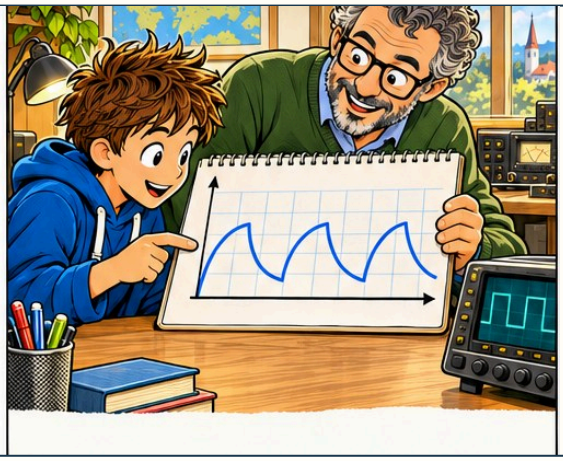
A tensão não aumenta em linha reta: a curva de carga se curva em direção à tensão de alimentação.



"E como fica vazio?" Henri mostra o caminho de descarga controlado pelo pino 7.



Lucas conecta esta curva aos dois limites. O 555 não esperará até que o capacitor esteja completamente cheio.



Ele prevê uma ascensão, uma queda e depois outra ascensão. O ritmo deles está começando a tomar forma.

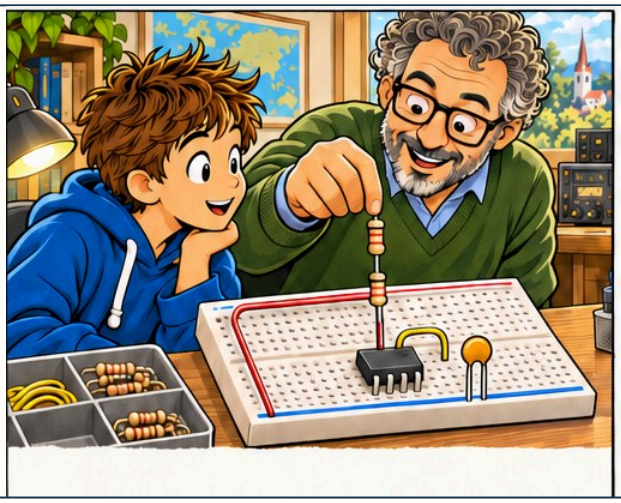
O circuito repetitivo



Eles conectam os pinos 2 e 6 juntos. Este nó comum se conecta a um terminal de C = 10 nF.



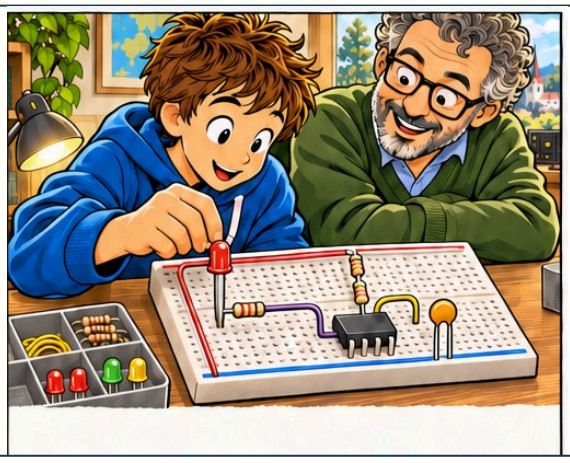
O outro terminal de C se conecta ao terra. Os dois comparadores monitoram a tensão do capacitor.



RA = 10 kΩ conecta +5 V ao pino 7. RB = 100 kΩ conecta o pino 7 ao nó 2 – 6.



"Através de RA e depois RB para carregar; através de RB para descarregar", resume Henri, traçando os fios no plano.



A saída 3 permanece reservada para o indicador e medições. Ele não se conecta diretamente ao capacitor C.

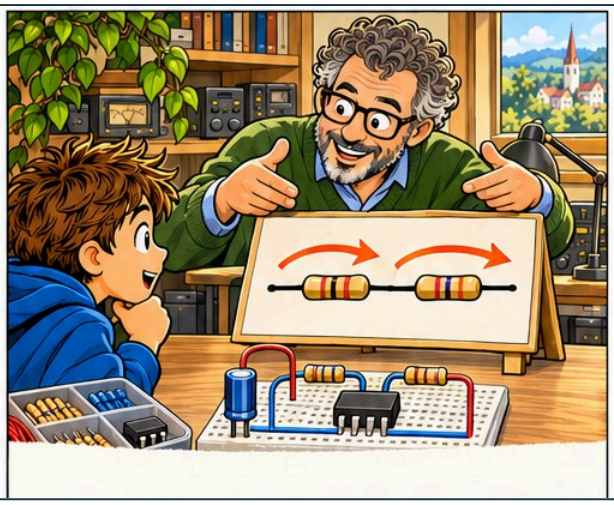


Lucas analisa toda a cadeia. Cada fio encontra seu lugar antes da primeira inicialização.

O carregamento inicia o ciclo



Na inicialização, C tem pouca carga. Uma tensão abaixo do limite inferior normalmente comanda uma saída alta.



O transistor de descarga interno é então desligado. C cobra através de RA e RB.



Sua tensão ultrapassa cerca de um terço de VCC e continua a aumentar. A memória interna mantém seu estado.



"Ele não muda de ideia a todo momento!" Lucas segue a curva em direção ao limite superior.



Quando a tensão atinge aproximadamente dois terços de VCC, o comparador de limite causa a comutação.

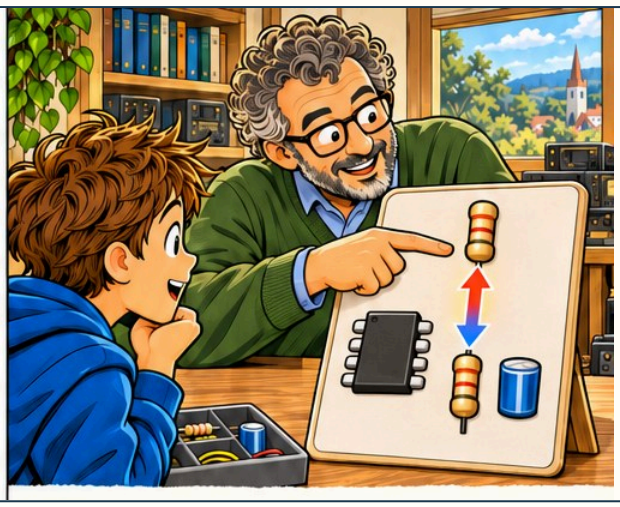


A saída diminui e o caminho de descarga começa a conduzir. A segunda metade da jornada começa.

A descarga fecha o ciclo



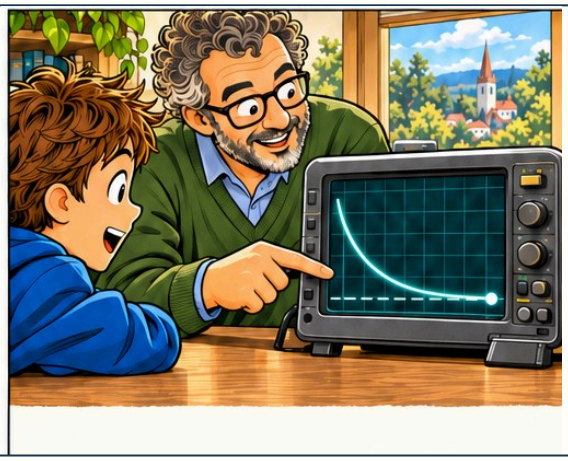
O capacitor agora descarrega através de RB e do transistor interno conectado ao pino 7.



RA limita a corrente entre +5 V e o pino 7 quando puxado próximo ao terra.



"Portanto, definitivamente não é um simples fio no lugar do RA!" Lucas sublinha esta restrição.



Ao retornar abaixo de cerca de um terço de VCC, a tensão de C desencadeia um novo começo.



A tensão de saída aumenta, a descarga para e C carrega novamente em direção ao limite superior. O ciclo se repete.

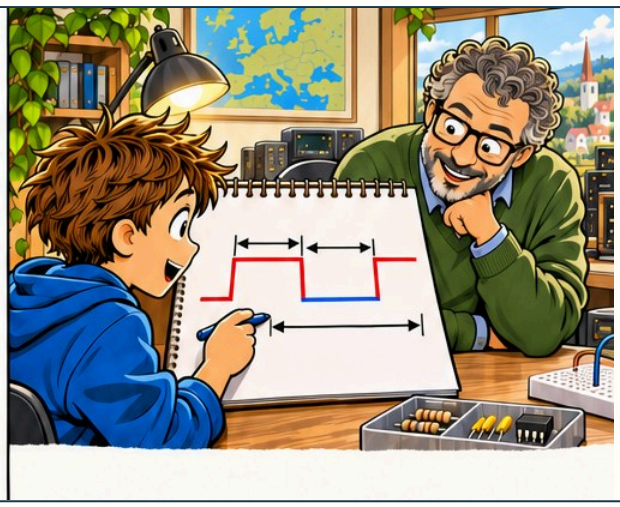


Na saída, uma forma de onda retangular; através de C, subidas e descidas curvas. Duas formas para o mesmo ritmo.

Três fórmulas de tempo



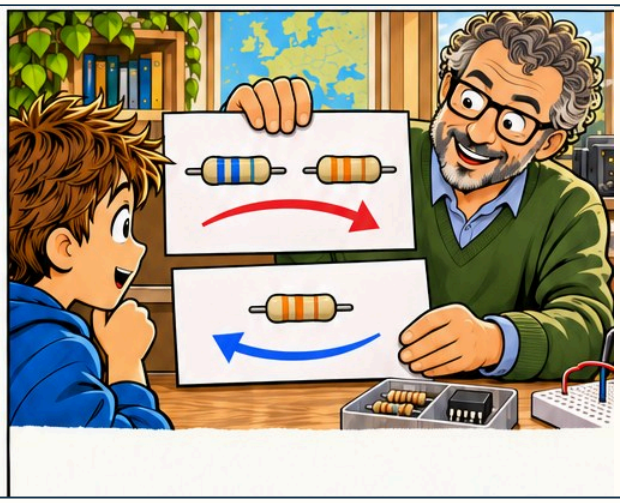
Henri escreve as aproximações: tH = 0,693 × (RA + RB) × C; tL = 0,693 × RB × C.



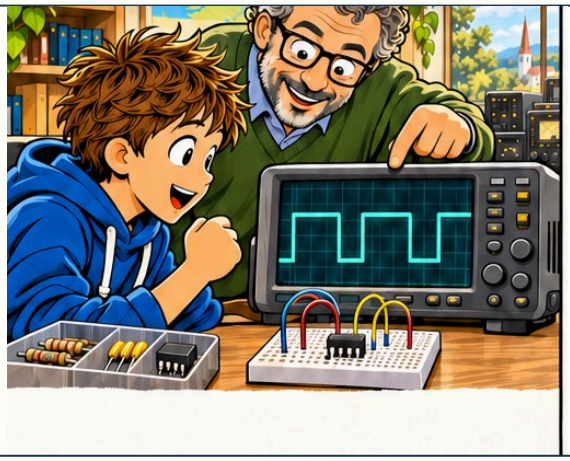
A duração de um ciclo é T = tH + tL. A frequência de oscilação é f = 1/T.



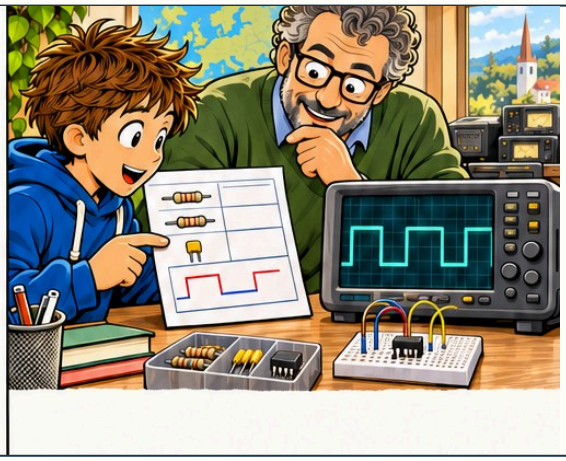
Também usamos f ≈ 1,44 / [(RA + 2RB) × C]. As resistências estão em ohms, C em farads.



"Por que dobrar RB?" Lucas encontra RB em carga e descarga.



Neste circuito astável clássico, o intervalo alto excede o intervalo baixo: não é exatamente 50 %.



O cálculo prevê a operação nominal. As tolerâncias e os circuitos reais decidirão a medição.

Um tom próximo de 700 hertz



Para RA = 10 kΩ, RB = 100 kΩ e C = 10 nF, eles encontram tH ≈ 0,762 ms.



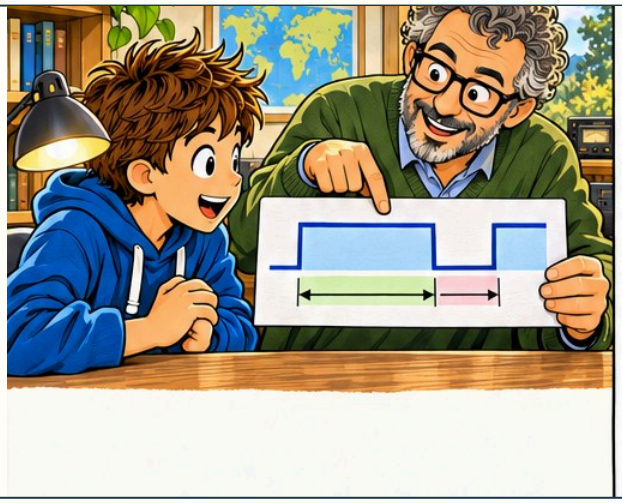
O intervalo baixo é de cerca de 0,693 ms. O período está, portanto, próximo de 1,46 ms.



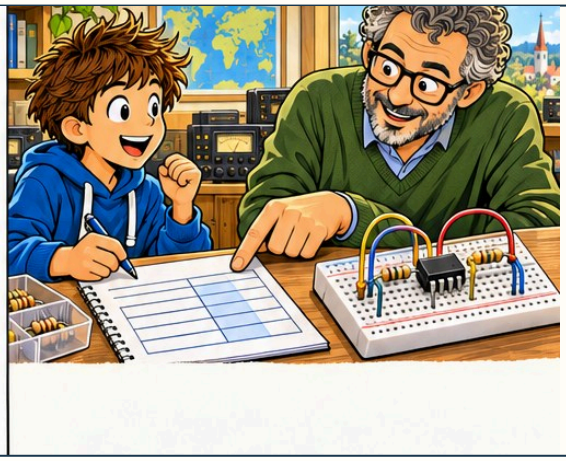
A fórmula usando 1,44 dá cerca de 686 Hz; usando os coeficientes de tempo arredondados, cerca de 687 Hz: resultados semelhantes.



"Tínhamos como objetivo cerca de 700 Hz, e não um tom de áudio garantido para o hertz mais próximo", lembra Henri.



O ciclo de trabalho nominal é (RA + RB)/(RA + 2RB) ou aproximadamente 52,4 %.



Lucas mantém as unidades e os arredondamentos visíveis. Ele comparará essa previsão com o circuito real.

A primeira inicialização



Eles instalam as ferramentas, verificam novamente o plano e ligam a energia com a limitação de corrente planejada.



A luz indicadora parece estar acesa continuamente: perto de 700 Hz, o olho não consegue distinguir cada pulso.



"Não pisca!" — "Seu olho é mais lento que este circuito. Vamos procurar evidências diferentes."



Henri conecta o aterramento da sonda ao aterramento do conjunto, nesta fonte de alimentação isolada verificada.

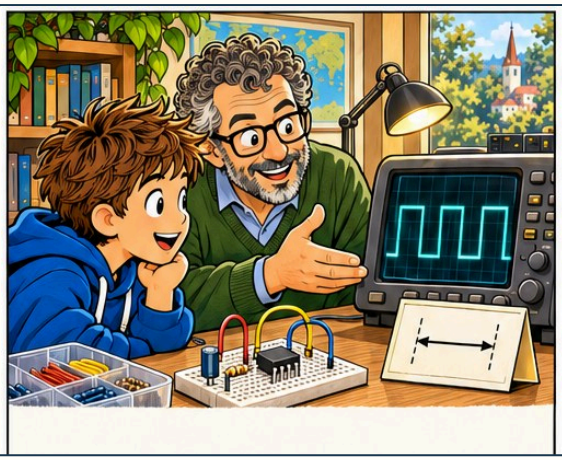


A ponta da sonda vai para a saída 3. O osciloscópio exibe pulsos retangulares: o oscilador está funcionando.



Lucas sorri: "A luz me deu uma pista, mas não a resposta completa."

Observando duas tensões diferentes



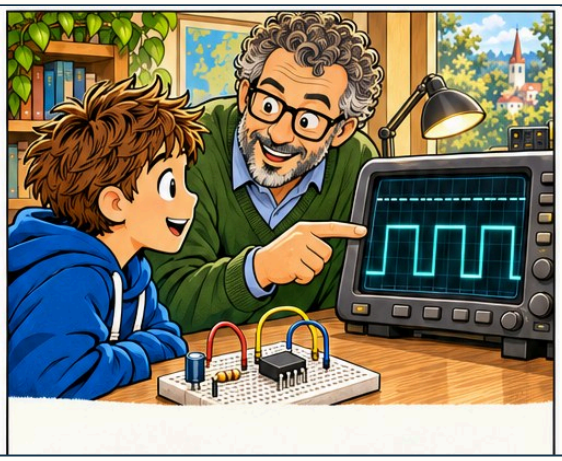
Na saída 3, observam-se os intervalos alto e baixo. A frequência de oscilação medida permanece próxima do cálculo.



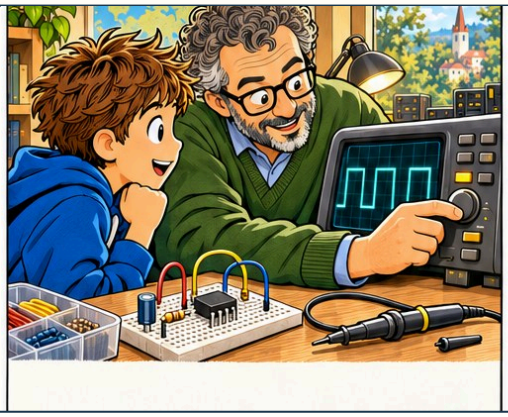
No capacitor C, a tensão sobe e desce entre os dois limites esperados.



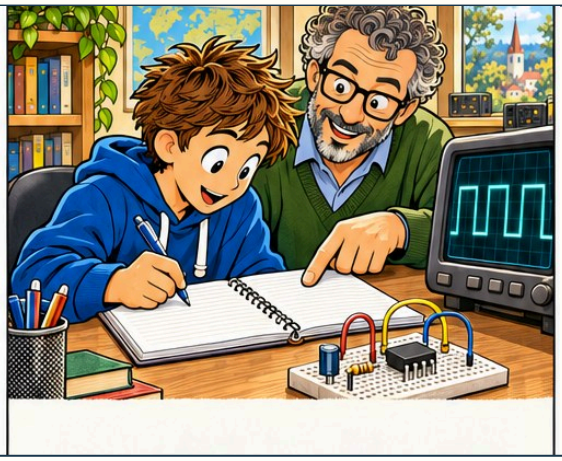
Os dois traços são diferentes. Lucas sempre verifica qual ponto sua sonda está medindo.



A saída bipolar não atinge necessariamente 5 V sob carga. Eles evitam confundir o nível lógico e a tensão perfeita.

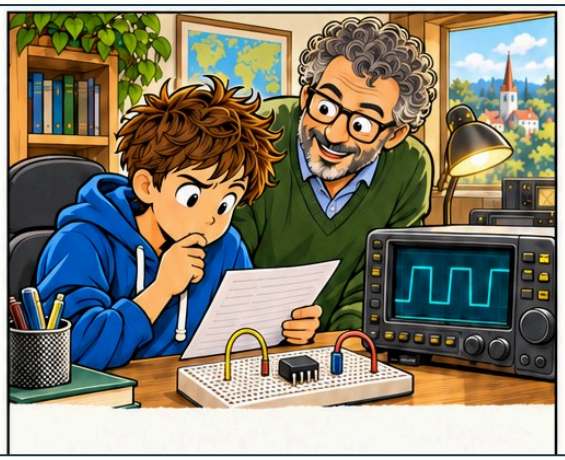


A sonda e o instrumento podem afetar a tensão que está sendo medida; Henri seleciona configurações de medição adequadas.



O caderno acomoda uma previsão e observação separadas. Nenhum valor observado é inventado antecipadamente.

Por que a medição difere do cálculo



"Eu esperava exatamente a frequência de oscilação calculada!" Henri aponta as tolerâncias do resistor e do capacitor.



Um C ligeiramente maior retarda a oscilação. Erros de componentes podem ser combinados.



Limiares, vazamento e temperatura acrescentam seus efeitos. As fórmulas continuam sendo aproximações úteis.



Com a energia desligada, eles alteram um parâmetro por vez e depois ligam novamente para medir.



Lucas compara dois capacitores identificados. Ele descreve a tendência observada sem reivindicar precisão fictícia.



"Entender a lacuna é melhor do que corrigir um número aleatório", finaliza, fechando o caderno.

Um botão para escolher o tom



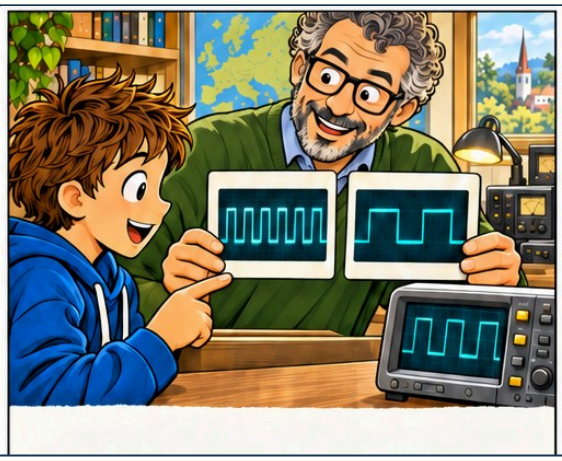
Para ajustar o tom, eles substituem RB por 47 kΩ em série com um potenciômetro de 100 kΩ.



O controle deslizante do potenciômetro se conecta ao terminal final em uso: o potenciômetro é conectado como um resistor variável.



O resistor fixo do 47 kΩ mantém uma resistência mínima. RA permanece em 10 kΩ.



Com C = 10 nF, a frequência de oscilação nominal varia aproximadamente de 474 Hz a 1 385 Hz.



"Uma configuração útil, não um botão mágico." Cortaram a energia para trocar a fiação.



Depois de ligar novamente, o Lucas escolhe um tom confortável. Ele marca uma configuração inicial no painel frontal.

Então, de repente, não há mais ritmo



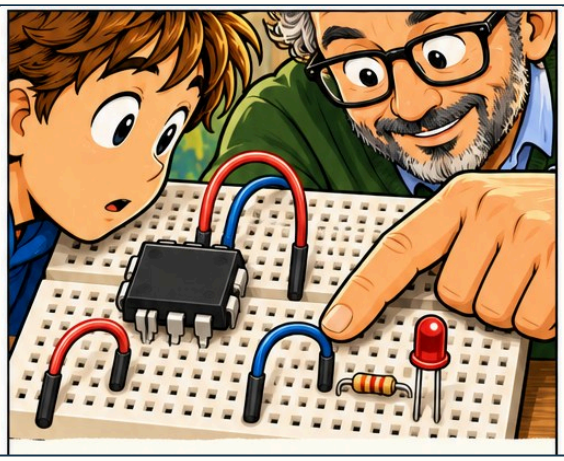
Quando o Lucas move a placa de ensaio sem solda, a forma de onda desaparece do osciloscópio. O indicador permanece apagado.



"O 555 está morto?" Henri sugere começar com o que eles podem observar.



Eles desligam a energia e comparam a fiação real com seu plano, sem substituir peças aleatoriamente.



Um fio de ligação deslizou uma fileira demais. O pino 4 não está mais conectado ao alto nível pretendido.



Lucas vê a ligação entre RESET e a saída: uma entrada indefinida pode interromper o funcionamento do circuito.



Eles consertam a conexão e depois se preparam para outro teste. O colapso finalmente tem uma explicação verificável.

Solução de problemas na ordem certa



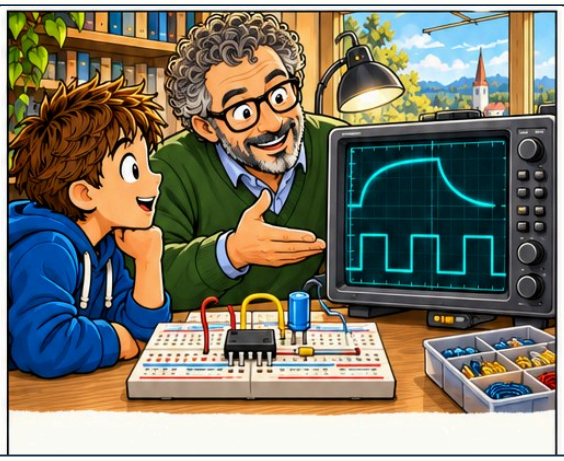
Henri sugere uma rotina: alimentação, aterramento, orientação do pacote, RESET, componentes de temporização e saída.



Lucas primeiro verifica a tensão entre 8 e 1. Uma medição em outro lugar poderia mascarar uma conexão ruim.



Eles inspecionam trilhos divididos, fios soltos e a posição de cada pino.



Depois de observarem a tensão em C, eles poderão dizer melhor se a falha está no oscilador ou em um estágio posterior.

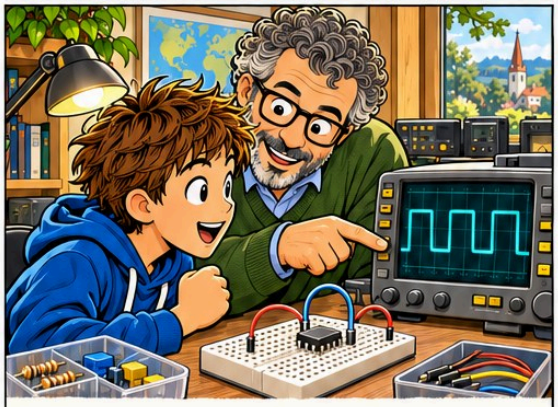


As conexões são corrigidas quando desligado. As medições são preparadas antes de restaurar a energia.



Lucas traça um caminho de diagnóstico: cada pergunta deve reduzir o número de causas possíveis.

Uma falha se torna uma lição



Após a correção, o pino 4 tem seu nível definido. O circuito produz pulsos retangulares novamente.



"Tivemos uma hipótese, uma verificação e um reparo", resume Lucas. Henri permite que ele explique.



Eles puxam suavemente os fios do jumper, com a energia desligada, para identificar conexões soltas.



Lucas armazena fios excessivamente longos e libera acesso aos pontos de medição.



O caderno registra a avaria e sua causa. Um visitante poderá aprender com este incidente sem repeti-lo.



O ritmo está de volta. Agora eles devem torná-lo audível sem pedir ao NE555 para acionar o alto-falante diretamente.

Um alto-falante não é um LED



Lucas move o alto-falante em direção à saída 3. Henri o interrompe gentilmente: "Vamos verificar a carga que apresenta."



Um pequeno alto-falante de baixa impedância precisa de corrente que este circuito não deveria fornecer diretamente.



O NE555 define o ritmo aqui; um módulo amplificador de áudio compatível com 5 V fornece a energia sonora.



Eles escolhem um módulo cuja entrada aceite este sinal após acoplamento e ajuste do nível, conforme suas instruções.



O alto-falante será conectado aos terminais fornecidos pelo módulo. Algumas saídas não devem ser aterradas.

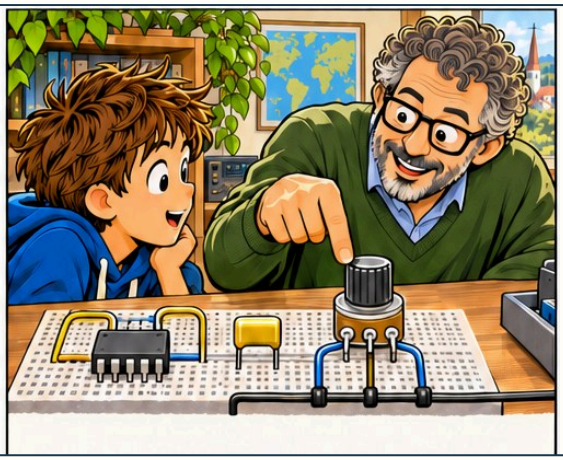


Lucas redesenha três blocos: oscilador, ajuste de nível, amplificador. Cada elemento tem sua função.

O caminho do som



Com a energia desligada, a saída 3 se conecta a um capacitor de acoplamento 100 nF não polarizado.



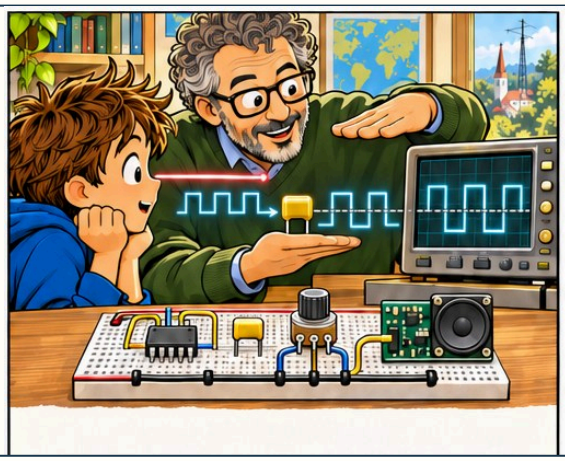
O outro terminal se conecta ao topo de um potenciômetro 47 kΩ; sua parte inferior se conecta ao terreno comum.



O controle deslizante do potenciômetro se conecta à entrada de alta impedância do módulo de áudio escolhido. Suas instruções confirmam esta conexão.



O módulo e o NE555 compartilham terreno; o módulo recebe sua alimentação conforme sua documentação.



O capacitor de acoplamento bloqueia o componente DC da saída enquanto permite a passagem de variações de áudio.

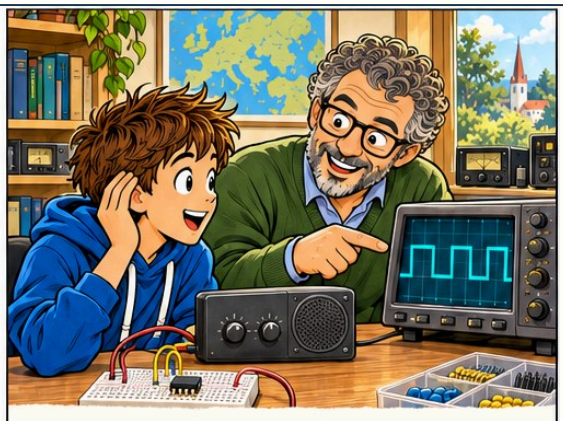


Eles colocam o volume no mínimo antes da primeira tentativa. Lucas ainda não conectou nenhum fone de ouvido.

Finalmente, o primeiro som



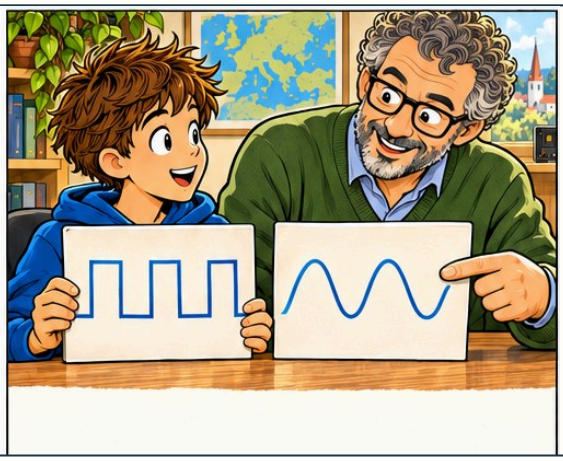
Quando a energia é ligada novamente, o Lucas aumenta lentamente o volume. Um tom de áudio claro preenche o pequeno canto da oficina.



"Ele canta!" Henri pede que ele compare o som que ouve com a forma de onda no osciloscópio.



Eles primeiro ajustam a frequência de oscilação e depois o nível de áudio. Dois botões, dois efeitos diferentes.



A forma de onda retangular contém harmônicos: não possui o timbre de uma onda senoidal pura.



O volume permanece confortável para a mesa. Eles não conectam fones de ouvido diretamente na saída do 555.



Lucas fecha os olhos por um momento: a pequena curva do seu notebook tornou-se uma experiência que ele ouve.

A chave deve controlar o som



O som é contínuo. "A tecla deve habilitá-lo enquanto pressionada", sugere Lucas ao desligar a alimentação.



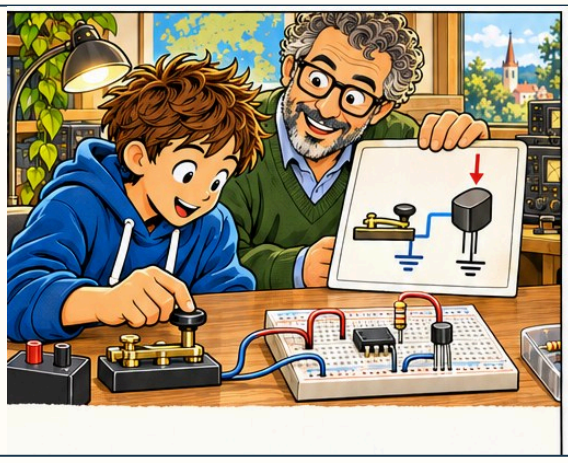
Eles removem a conexão direta de RESET para +5 V. Um resistor de 4,7 kΩ agora conecta RESET, pino 4, a +5 V.



Um NPN 2N3904 tem seu coletor conectado ao RESET e seu emissor ao terra; eles verificam sua pinagem real.



Um resistor 10 kΩ conecta a base ao +5 V. Em repouso, a corrente flui através do NPN, que mantém o RESET baixo: silêncio.



A tecla conecta a base ao terra: pressioná-la desliga o NPN; RESET aumenta e o tom começa.

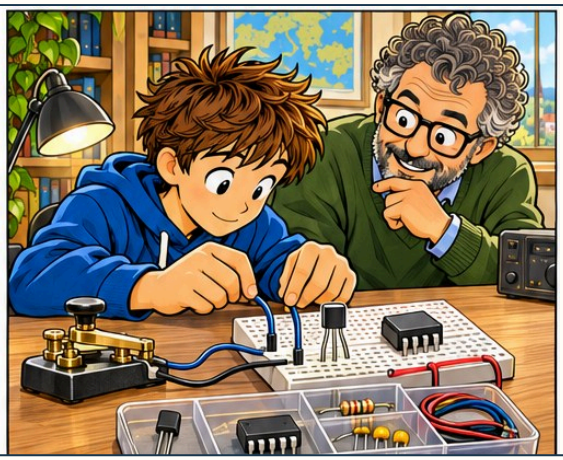


"O transistor inverte o comando chave!" Eles rastreiam ambos os estados no diagrama antes do teste.

Um toque, um tom de áudio



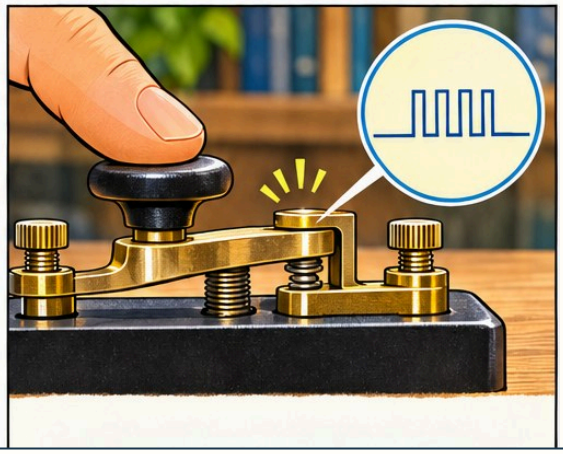
A chave permanece isolada de qualquer estação de rádio. Seus dois terminais são usados apenas para nosso controle de baixa tensão.



Um fio vai para a base do NPN e o outro para o terra. Lucas verifica os terminais e o resistor pull-up.



Eles ligam: silêncio em repouso. Lucas pressiona a tecla Morse: o tom começa. Ele solta a chave: ela para.



"Ele segue meu movimento!" No entanto, os contatos mecânicos podem saltar e produzir pequenos cliques.



Henri mantém os fios curtos. O cabo principal não deve se tornar um grande laço que capte perturbações.

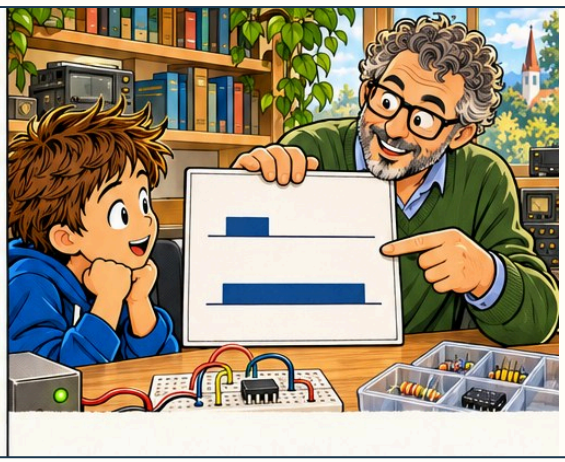


Lucas repete lentamente três pressionamentos. Pela primeira vez, o circuito responde ao seu dedo.

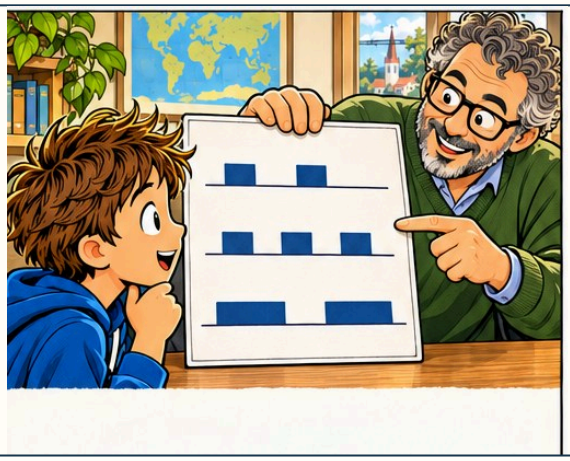
Código Morse também é silêncio



Lucas bate muito rápido e mistura tudo. Henri sugere desacelerar e ouvir os espaços.



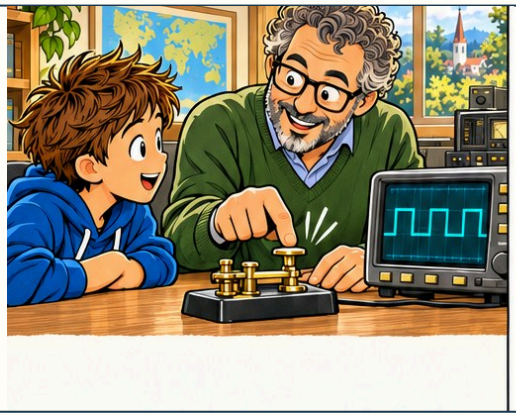
Um ponto dura uma unidade; um traço dura três. Deixe uma unidade entre elementos do mesmo personagem.



Entre dois personagens, o espaço vale três unidades; entre duas palavras, sete unidades no ritmo de referência.



"Então o silêncio faz parte da mensagem!" Lucas desenha uma faixa com sons e pausas.



Henri escolhe um ritmo constante em vez de uma competição de velocidade. O treinador não consegue corrigir sozinho os movimentos do operador.



Eles usam um padrão curto. Desta vez, Lucas ouve onde um caractere termina antes do próximo começar.

Aprendendo juntos



Henri reproduz um padrão pequeno; Lucas tenta reproduzi-lo. Eles então trocam de papéis.



Uma resposta hesitante provoca um sorriso, não um julgamento. Eles estão procurando a passagem que foi mal compreendida.



Lucas descobre que alterar o tom pode tornar a audição mais agradável sem alterar os tempos do Morse.



O volume não substitui a atenção nem o ritmo legível. Eles o mantêm baixo o suficiente para falar com calma.



O caderno inclui uma breve sessão e intervalos. O dia aberto deve encorajar os visitantes a experimentar.

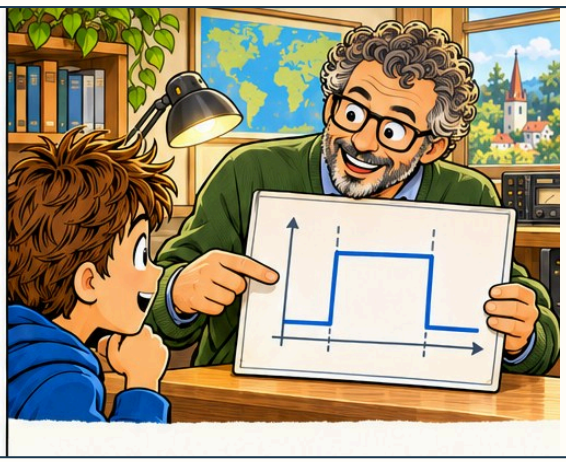


"Vou mostrar como ouvir primeiro", decide Lucas. Henri reconhece uma lição de sua primeira aventura.

Um pequeno clique entre as notas



Quando o som começa, eles ouvem um pequeno clique. "A mudança é abrupta", explica Henri.



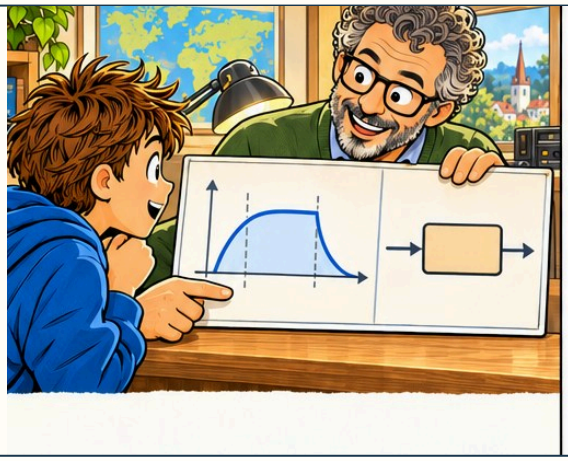
O sinal inicia e para sem envelope suavizado. O acoplamento de áudio não remove todos esses transientes.



Lucas também verifica se o módulo não satura: um nível muito alto pode tornar o som desagradável.



Eles baixam o nível e observam o sinal. Mudar várias coisas ao mesmo tempo confundiria o diagnóstico.



Um controle progressivo da envoltória exigiria uma etapa adicional, estudada e testada separadamente.

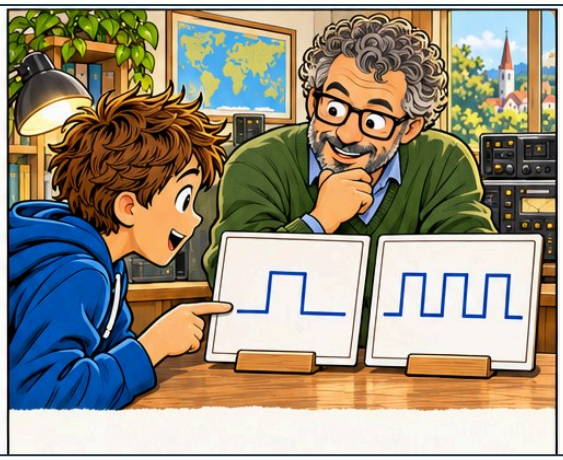


Para este treinador, eles usam um ambiente confortável e relatam honestamente esse limite nas instruções.

Um segundo experimento: um único pulso



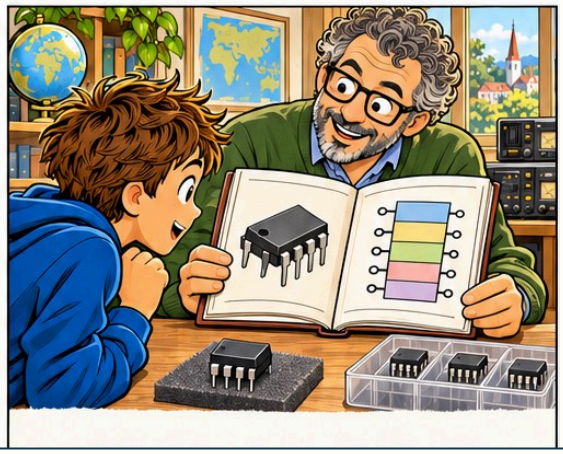
Lucas imagina uma luz que permanece acesa por um breve período após um pressionamento. Henri sugere um circuito monoestável.



Ao contrário do astável, ele espera por um disparo, produz um pulso e depois retorna ao repouso.



Eles preparam outra placa de ensaio sem solda para manter o treinador Morse intacto. Os dois experimentos permanecerão separados.



O mesmo NE555 pode executar esta função com fiação diferente. Lucas retira seu diagrama de pinagem.



A duração nominal depende principalmente de um resistor R e de um capacitor C: T ≈ 1,1 × R × C.



“Som contínuo ou intervalo único: o mesmo pacote, uma história diferente!” Ele prepara um novo teste.

O diagrama do circuito monoestável



Nesta segunda placa de ensaio sem solda: 1 para aterrar, 8 e 4 para +5 V; aplicam-se as mesmas precauções de desacoplamento.



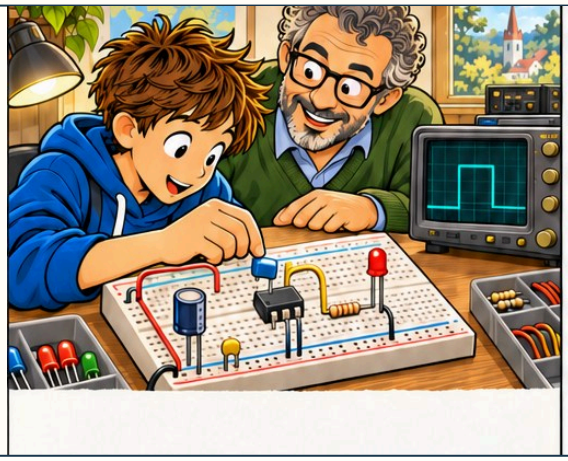
Os pinos 6 e 7 estão conectados ao mesmo nó. R = 100 kΩ conecta este nó a +5 V.



C = 10 µF conecta este nó ao terra, com seu terminal positivo no lado 6 – 7 do componente escolhido.



O pino 2 possui um resistor pull-up de 10 kΩ a +5 V e um botão de teste para aterramento.



O pino 5 recebe 10 nF para aterrar; a saída 3 aciona um LED através de seu resistor de 2,2 kΩ.



Lucas distingue este diagrama do circuito astável. "Aqui, 2 não está conectado a 6!" Sua verificação evita confusão.

Um toque curto para acionar o pulso



Em repouso, o pino 2 está alto e a saída está baixa. O capacitor de temporização está descarregado.



Uma breve pressão coloca TRIG abaixo de um terço de VCC; a saída aumenta e C começa a carregar.



Lucas libera o botão imediatamente. O disparo deve terminar antes do intervalo de tempo pretendido.



Se TRIG permanecer baixo, o comportamento do final do pulso não será mais o de um disparo curto preparado corretamente.



"Segure o botão, portanto, não é uma boa maneira de medir T!" Eles começam novamente com um toque curto.



Uma entrada automática precisaria de um sinal de disparo limpo e compatível com os limites da folha de dados.

Cerca de um segundo, não um relógio



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



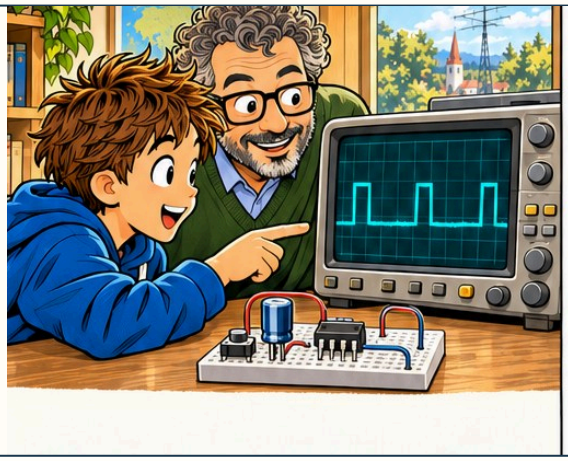
Lucas aciona o cronômetro uma vez e, em seguida, observa a luz indicadora acendendo e apagando.



O capacitor 10 µF possui tolerância e vazamento. O intervalo real pode diferir do cálculo nominal.



Para durações longas e precisas, este simples RC não é necessariamente a melhor escolha.



Eles medem vários pulsos com um instrumento adequado, sem transformar seus testes em garantia de precisão.



Lucas escreve: "Cronometrar uma ação, sim; substituir um relógio de referência, não."

Controlando um relé de demonstração



Henri sugere um pequeno relé com uma bobina 5 V que consome cerca de 20 mA, para demonstrar controle indireto.



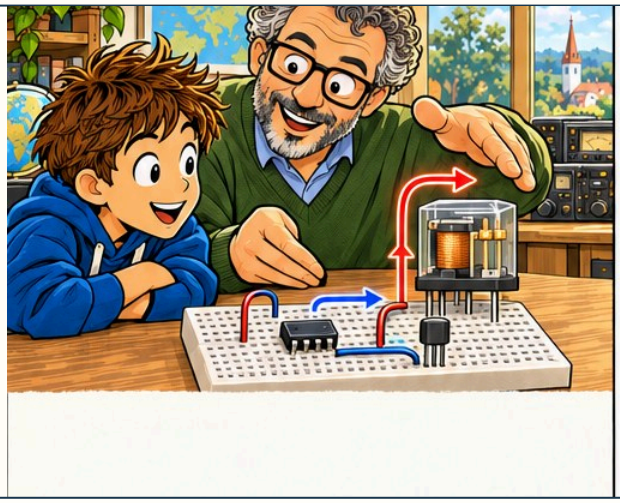
A saída 3 se conecta à base de um transistor NPN adequado através de 1 kΩ; um resistor de 10 kΩ conecta a base ao emissor.



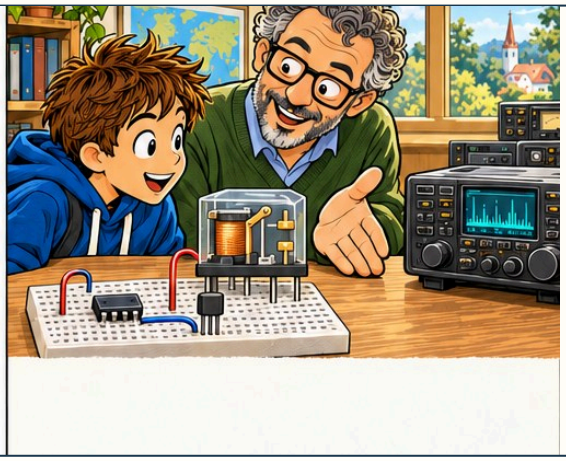
O emissor do transistor vai para o terra; o coletor a um terminal da bobina; o outro terminal da bobina para +5 V.



Eles verificam a pinagem real do transistor e a corrente permitida em sua folha de dados: os dispositivos NPN não são todos idênticos.



A saída do 555 aciona a base, enquanto o transistor alterna a corrente da bobina.



Os contatos do relé permanecem descarregados durante este teste. Nenhuma entrada de rádio PTT está conectada.

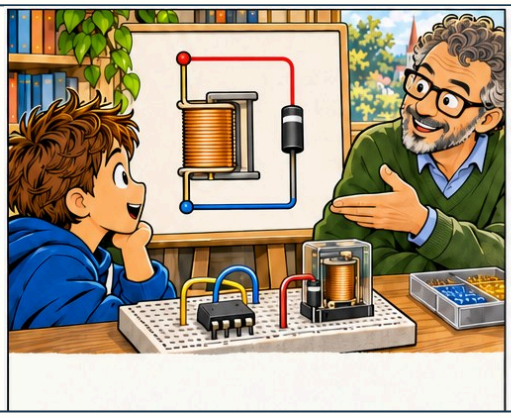
O diodo que protege a bobina



"Falta um componente ao lado da bobina", diz Henri. A interrupção de uma corrente indutiva pode causar um pico de tensão.



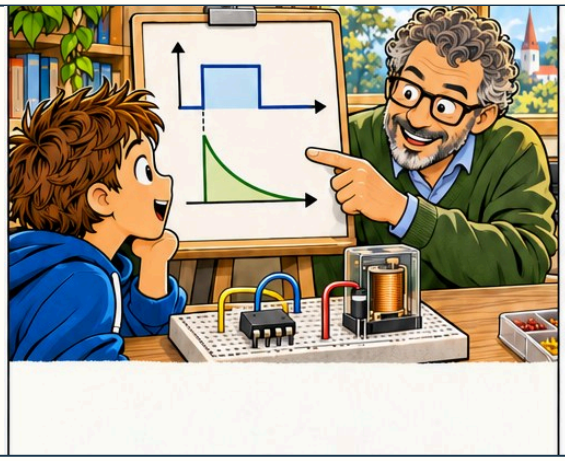
Um diodo 1N4007 é colocado em paralelo na bobina: cátodo para +5 V, ânodo para o coletor.



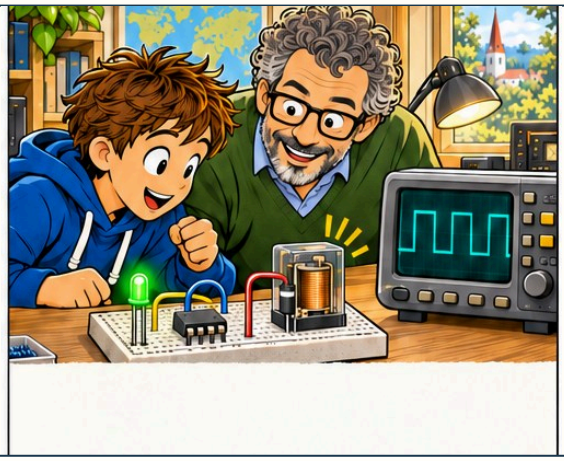
Durante a operação normal, o diodo é polarizado reversamente. No desligamento, fornece um caminho para a corrente da bobina.



Lucas marca o anel catódico antes de conectar. Um diodo invertido seria uma falha, não uma proteção.



Este caminho livre também retarda a liberação do relé. A escolha da proteção depende da aplicação.

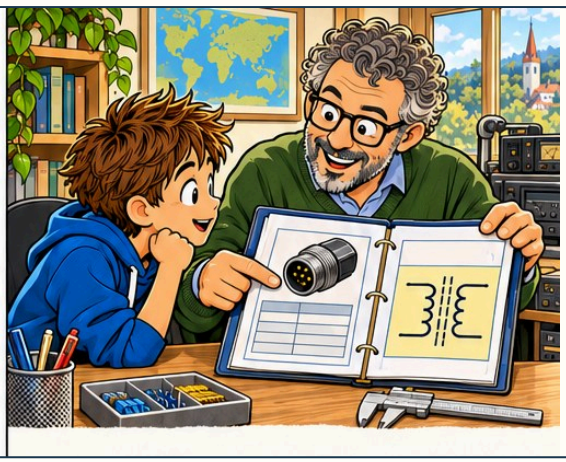


Eles verificam a fiação com a energia desligada e acionam o monoestável. O pequeno clique mecânico segue o indicador.

Uma ideia de rádio, com sua interface



Lucas pensa em cronometrar um acessório de estação. Henri primeiro pede que ele leia as instruções.



Um controle ou acessório PTT pode exigir isolamento, polaridade e níveis muito específicos.



O relé de demonstração não se torna uma interface universal. Os contatos também têm limites.



Eles apenas desenham uma função de temporização, separada da estação por um bloco de interface para estudo.



"Não vamos testar isso em uma estação para ver o que acontece", decide Lucas, guardando o cabo.



O teste deles demonstra um princípio de controle. Uma aplicação real precisará de seu próprio design e validação.

Contatos que saltam



Lucas observa detalhes irregulares quando a tecla é pressionada. Um contato mecânico pode saltar várias vezes.



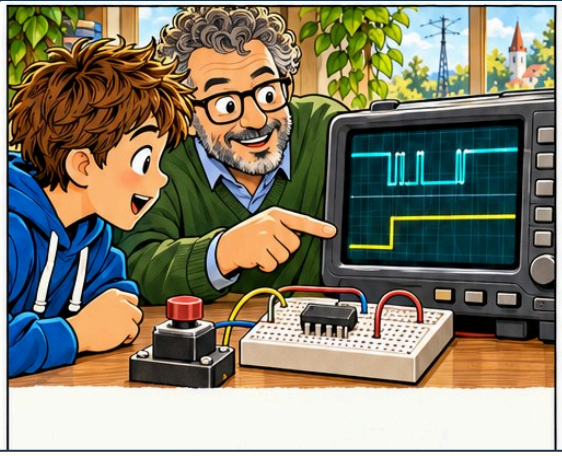
"Um movimento nem sempre produz uma borda elétrica", explica Henri com uma forma de onda.



Um 555 pode ajudar no debouncing, mas um monoestável arbitrário não elimina todos os casos problemáticos.



O intervalo selecionado, a forma de onda de disparo e o estado de inicialização devem ser adequados à aplicação.

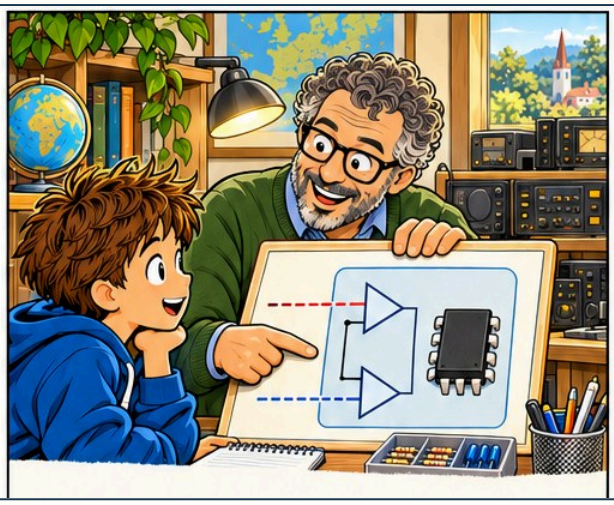


Eles observam a entrada e a saída juntos antes de julgar o resultado. O indicador por si só pode ocultar detalhes.



Lucas adiciona uma pergunta ao seu arquivo: "Que sinal realmente entra no meu circuito?"

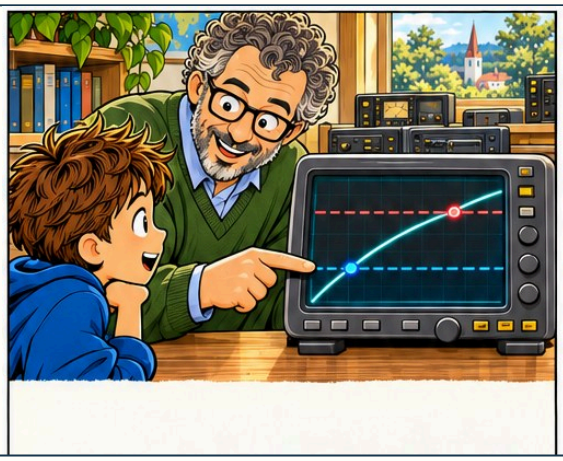
Dois limites para evitar hesitações



Henri conecta os pinos 2 e 6 para introduzir um gatilho Schmitt usando o 555.



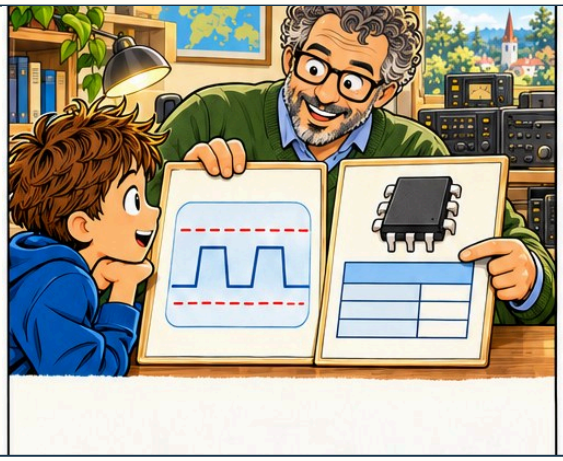
Desta vez, uma tensão de teste adequada controla este nó; o pino 7 não é usado na demonstração.



Indo abaixo de aproximadamente VCC/3, a entrada controla uma saída alta. Ao subir acima de 2VCC/3, torna-o baixo.



Entre os dois limites, o estado anterior é preservado. Esta histerese evita certas manobras hesitantes.



A tensão aplicada deve permanecer dentro dos limites permitidos. Um sinal arbitrário não pode ser conectado diretamente.



Lucas segue uma subida lenta e depois uma descida no desenho. Ele entende por que ambos os limites são importantes.

Lembrando um estado: o biestável



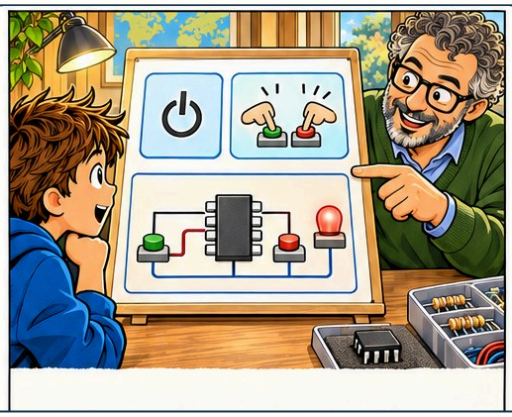
Lucas sugere uma luz avisadora que permanece acesa até um comando de parada. Henri introduz operação biestável.



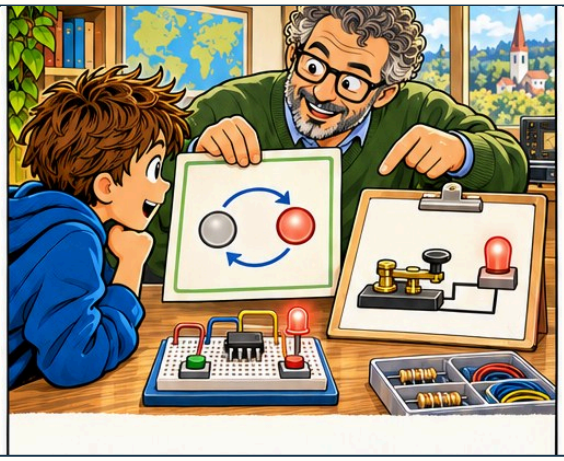
Em um circuito adequado, TRIG comanda o estado alto; RESET pode forçar o estado baixo.



Os insumos devem manter níveis definidos. THRES não deve causar comutação não intencional.



O comportamento de inicialização e os comandos simultâneos devem ser considerados: um circuito de memória não consegue adivinhar a intenção.



Eles mantêm esse aplicativo no estágio de diagrama de blocos, sem adicioná-lo ao seu treinador Morse.

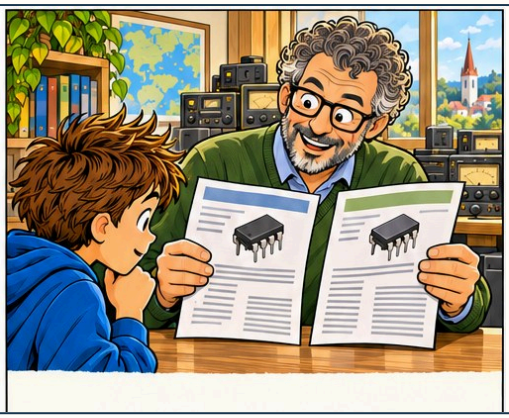


"Oscilar, cronometrar, lembrar: finalmente vejo a diferença", diz Lucas ao lado de suas três cartas.

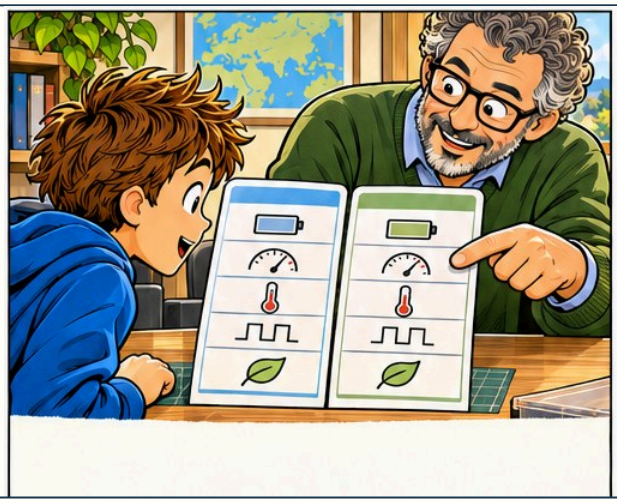
Os primos CMOS



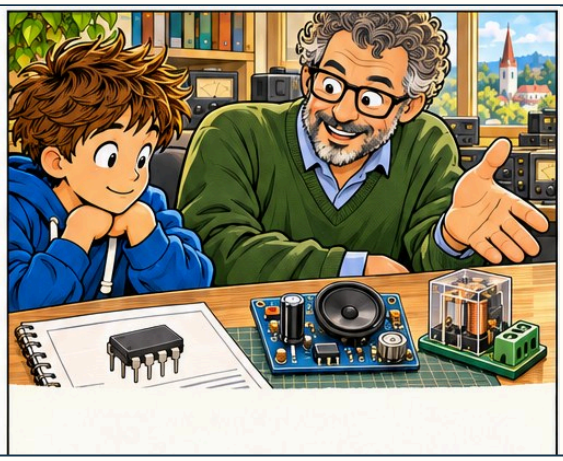
Em outro pacote, Lucas indica TLC555. "O mesmo número: exatamente o mesmo componente?"



Henri compara as folhas de dados: algumas versões do CMOS consomem menos corrente quiescente e aceitam diferentes faixas de alimentação.



As correntes de saída, os limites garantidos e os limites absolutos podem ser diferentes.



Um pino no mesmo local não garante o mesmo comportamento com nosso módulo de áudio ou relé.



As recomendações de desacoplamento e as características de entrada ainda precisam ser verificadas para a referência escolhida.



Eles mantêm o NE555 especificado no dispositivo. Lucas agora sabe como avaliar uma substituição sensata.

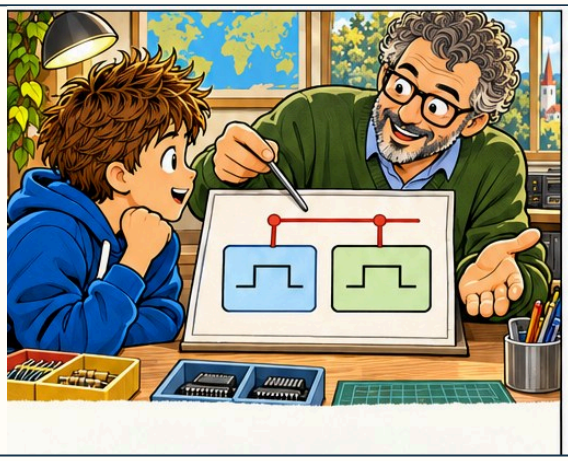
Dois temporizadores em um NE556



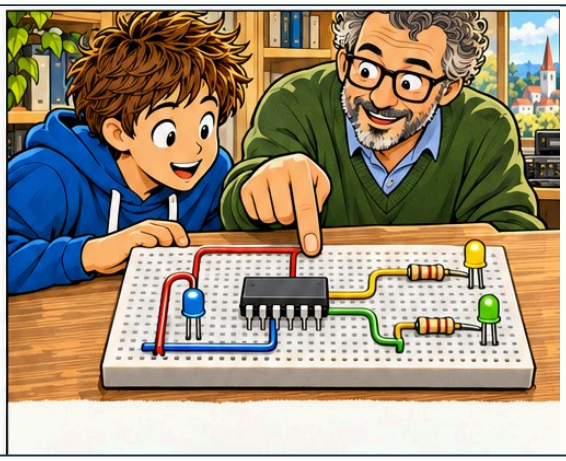
O NE556 combina dois temporizadores em um pacote. Lucas imagina funções separadas de tom e tempo.



Henri mostra a pinagem: este pacote de quatorze pinos não deve ser conectado como dois NE555s da memória.



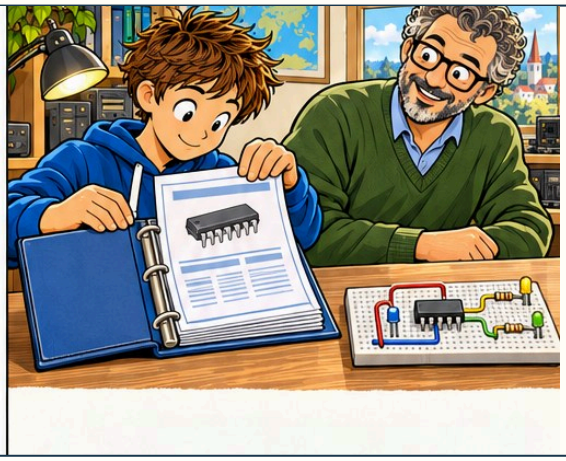
Cada seção tem suas próprias entradas e saídas. As duas seções compartilham a fonte de alimentação.



O desacoplamento e roteamento cuidadosos ajudam a evitar que uma seção interrompa a outra.



Eles esboçam uma sirene educacional de dois blocos, enquanto mantêm a construção deste álbum focada em seu projeto atual.



"Mais funções também exigem mais verificações", observa Lucas ao guardar a folha NE556.

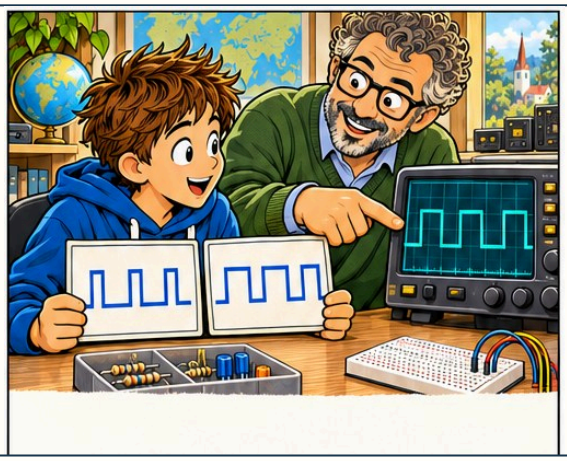
Pin 5 e a ideia de modulação



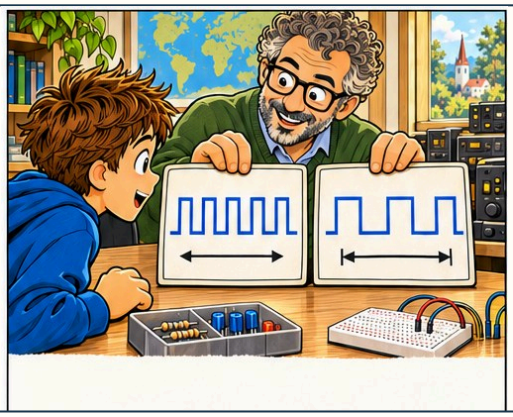
Lucas retorna para CONT, pino 5. “Podemos variar o comportamento do circuito?”



Henri explica que uma tensão de controle adequada move as referências internas.



Dependendo do circuito, isso pode modular a largura do pulso ou variar a taxa de oscilação.



Neste astável simples, alterar as referências também pode alterar a frequência de oscilação: PWM não é automaticamente independente.



Um controlador PWM adequado é selecionado e projetado para sua carga, com um estágio de potência apropriado.

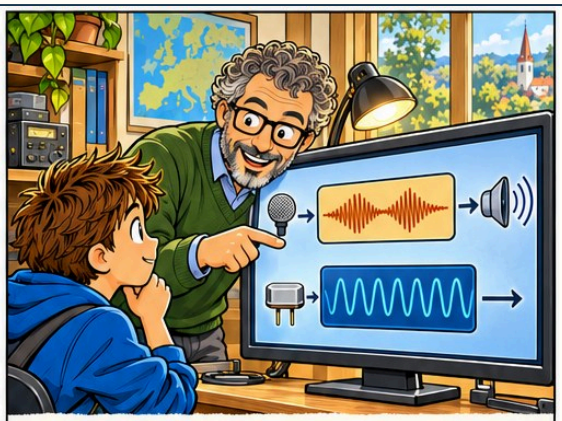


Eles mantêm este princípio para estudo posterior. Nenhum motor ou carga pesada é adicionado à saída 3.

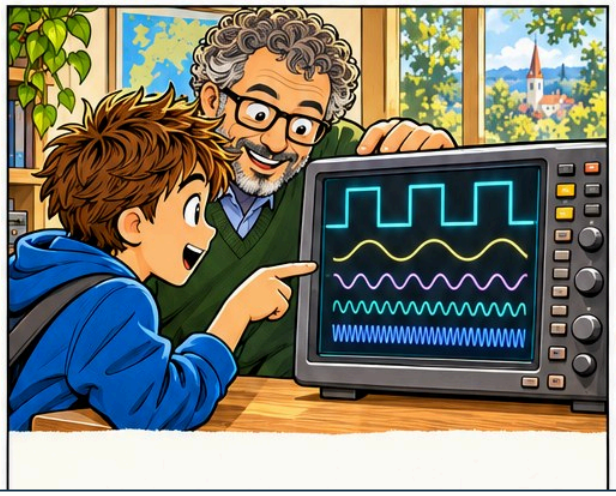
A armadilha do gerador de rádio universal



"E se nosso 555 se tornasse um transmissor?" Henri distingue frequência de oscilação de áudio e portadora de rádio estável.



O NE555 é adequado aqui para tom e atrasos de tempo. Seu RC não é uma referência RF precisa.



O sinal retangular contém harmônicos; um fio muito longo pode causar distúrbios.



Um oscilador de laboratório não se torna um transmissor adequado apenas pela adição de uma antena.



Um experimento de rádio precisaria de um projeto que abrangesse estabilidade, correspondência de impedância, filtragem e uso permitido.



Lucas deixa, portanto, a antena de lado: seu aparelho já presta um serviço real ao permanecer um treinador local.

Quando o oscilador interfere na recepção



Enquanto ouvem na boate, eles percebem um ruído que muda quando o treinador é ligado.



"Uma coincidência?" Eles comparam várias vezes, sem alterar as configurações do receptor.



Comparações repetidas dão uma pista, mas ainda não identificam todos os caminhos de interferência.



Eles afastam ainda mais o conjunto, encurtam as conexões e verificam o desacoplamento antes de fazer novamente a comparação.



Henri distingue o som útil do alto-falante da interferência indesejada que escapa do circuito.



Lucas encontra uma regra no volume 1: compartilhar o espectro também significa cuidar do que construímos.

Compare para entender



Eles mudam apenas uma coisa: a posição do cabo de áudio. Então eles comparam novamente.



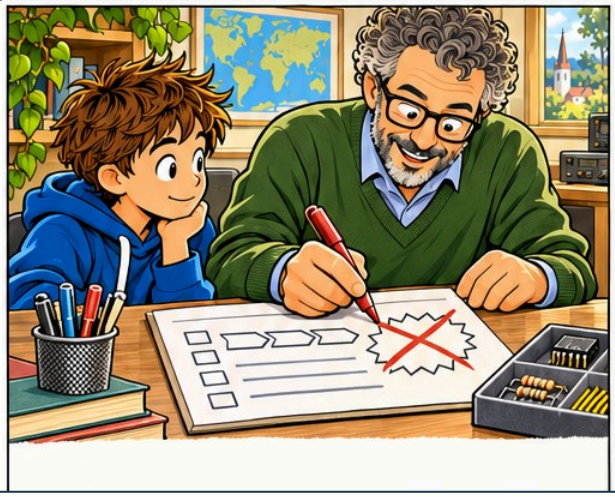
Lucas registra a distância, fiação e fonte de alimentação utilizada. Sem esses detalhes, o próximo teste seria difícil de comparar.



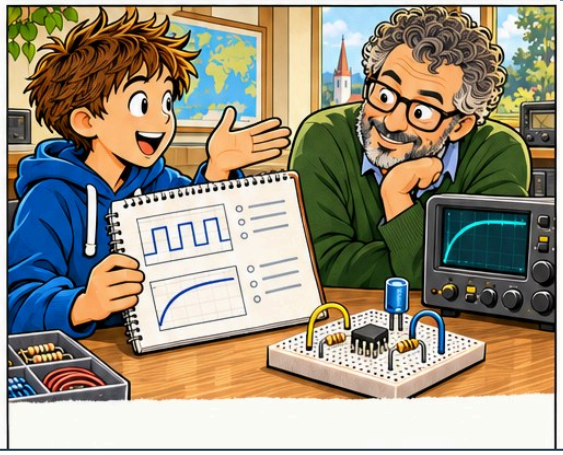
Uma melhoria local não prova que todo o espectro esteja limpo. O receptor deles não é um laboratório completo.



Uma montagem final compacta e corretamente desacoplada será preferível ao protótipo espalhado por fios longos.



Eles não reivindicam conformidade ou medições que não tenham estabelecido.



"Posso explicar o que tentei e o que ainda precisa ser verificado", diz Lucas. Henri aprova seu método.

E quanto ao funcionamento com bateria?



Lucas sonha em levar o treinador ao jardim. Eles começam estimando o consumo geral.



O módulo de áudio, a configuração do volume e o alto-falante são tão importantes quanto o temporizador ao estimar a vida útil da bateria.



A bateria deve alimentar um regulador adequado para manter o 5 V especificado; eles seguem sua documentação.



Uma fonte capaz de fornecer muita corrente requer proteção adequada contra curto-circuitos.



Henri sugere terminar primeiro a versão da fonte de alimentação isolada. O requisito de portabilidade será documentado separadamente.

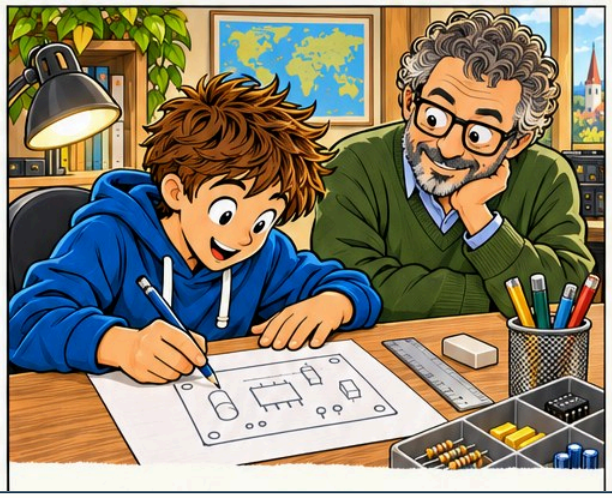


"A duração da bateria não pode ser garantida apenas pela capacidade impressa na bateria", conclui Lucas.

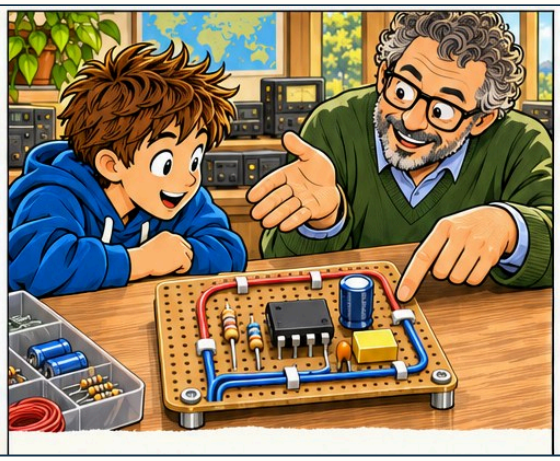
Preparando uma montagem durável



A placa de ensaio sem solda foi útil. Para o dia aberto, eles devem evitar que os fios dos jumpers se soltem.



Eles elaboram um plano de layout compacto, com acesso a controles e pontos de teste.



O desacoplamento fica próximo ao 555; as correntes de retorno de áudio não devem desviar-se do circuito de temporização.



Os cabos da chave e do alto-falante possuem alívio de tensão. As conexões não devem suportar a tração de um cabo.



Henri supervisiona a fabricação usando ferramentas e proteção adequadas, fora desta oficina de leitura.

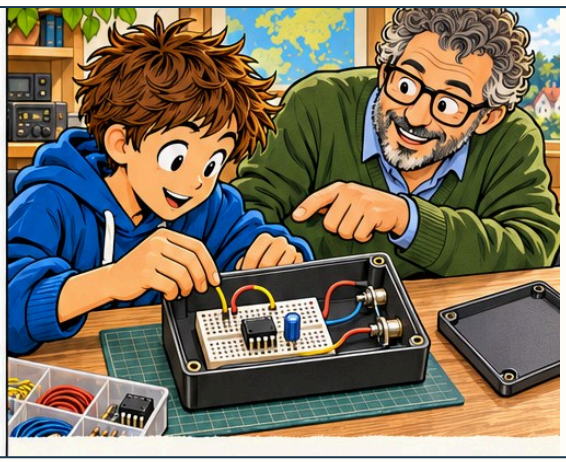


Lucas então verifica a continuidade, as polaridades e o diagrama antes de restaurar a energia.

Um gabinete eletrônico que explica seu uso



Lucas escolhe um painel frontal simples: potência, tom, volume e soquete de teclas claramente identificados.



O circuito é fixado em caixa adequada; nenhum fio desencapado toca uma parte condutora.



O roteamento de cabos é protegido. Eles verificam se girar um botão não puxa as conexões.



A fonte de alimentação pretendida e sua polaridade estarão indicadas nas instruções e próximo ao conector apropriado.



A chave controla apenas este treinador; uma tomada de aparência semelhante não autoriza a conexão a uma estação de rádio.



Lucas testa o dispositivo sem explicação. Os controles devem ser óbvios para o próximo visitante.

Instruções para o próximo iniciante



Nas instruções explicam o objetivo: aprender o ritmo Morse com som local, sem transmitir.



O esquema mostra os pinos, valores dos componentes, conexões da fonte de alimentação e os dois estados da chave.



A lista de componentes distingue capacitores de temporização, acoplamento e desacoplamento.



Eles adicionam cálculos nominais, limitações, referências de componentes e pontos de medição.



Uma pequena página descreve o fio jumper mal colocado e seu método de solução de problemas. Os erros também pertencem à história.



Lucas relê as instruções como se estivesse visitando o clube pela primeira vez. Ele simplifica outra frase.

O ensaio geral



Um dia antes da visitação pública, Henri senta-se no assento do visitante. Lucas apresenta sua oficina.



"Primeiro ouça. Depois tente. E finalmente explique o que muda quando você gira esse botão."



Ele distingue tom, volume e ritmo. Henri faz uma pergunta deliberadamente simples.



Lucas mostra os três blocos no caderno e depois permite que o visitante do ensaio opere a tecla.



Falta um tom de áudio no meio do padrão. Eles trocam um olhar: o aparelhinho ainda guarda uma surpresa.



Lucas mantém a calma e diminui o volume. Ele acaba de retornar ao seu papel de investigador.

O último mistério



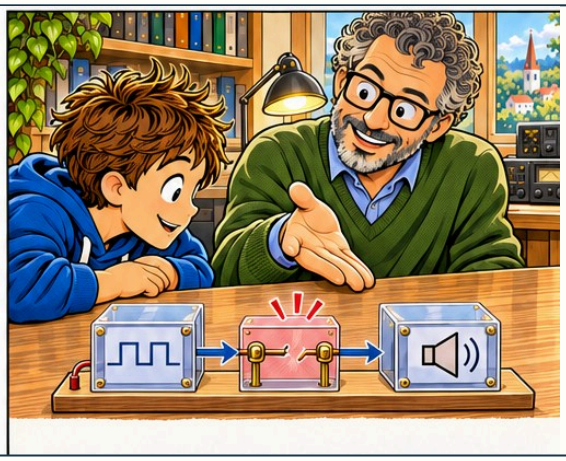
Desta vez o circuito rítmico ainda funciona: a saída 3 mostra pulsos quando a tecla é pressionada.



Lucas verifica a fonte de alimentação e depois a cadeia de áudio. Ele não substitui o NE555 como reflexo.



Com a energia desligada, ele encontra um fio solto na conexão com o controle deslizante do potenciômetro de volume.



"O ritmo estava lá; o som não chegava mais ao amplificador!" A separação em blocos o guiava.



Eles reparam a conexão e verificam se ela se mantém. Outro teste produz um tom constante.



Henri retoma seu lugar de visitante. Lucas adiciona uma verificação de conector aos seus preparativos.

Dia Aberto



De manhã, o pequeno gabinete eletrônico aguarda em uma mesa transparente. Lucas define um volume suave e um tom confortável.



Ele começa tocando um padrão. Henri observa ele dar tempo a todos para entender.



O visitante experimenta a chave. Uma sequência hesitante torna-se mais estável após uma pausa e outra escuta.



Lucas abre seu caderno: "NE555 dá o tom do áudio; é o seu gesto que dá ritmo."



Ele mostra a tensão do capacitor subindo e descendo e depois retorna ao som que ouvem. A teoria encontra a experiência.



Basta um sorriso para dizer que a oficina está funcionando. Henri agora permite que Lucas guie a descoberta.

O que oito alfinetes nos ensinaram



Após o workshop, Lucas encontra novamente as três cartas: oscilação, temporização e lembrança.



Ele adiciona o transistor que ajuda a acionar uma carga e o diodo que protege a bobina no desligamento.



Henri pergunta do que ele mais se lembrará. Lucas olha seu caderno de cálculos e detalhamentos.



"Verifique os pinos. Mantenha as unidades. Meça o ponto correto. E entenda antes de alterar."



Ele também mostra as instruções: uma ideia se torna útil quando outra pessoa consegue captá-la sem adivinhar.



Eles guardaram os componentes não utilizados. O pacotinho preto deu ritmo a um dia inteiro de encontros.

O próximo ritmo será seu



O local recupera a calma. Lucas pressiona a tecla uma última vez: um breve tom de áudio e depois silêncio.



Ele lembra de sua chegada ao clube e do conselho de Henri: ouvir, buscar e compartilhar.



"Aprendemos tudo sobre o 555?" — "O suficiente para saber fazer perguntas melhores."



O treinador, seu diagrama e suas instruções permanecem prontos para o próximo iniciante. A aventura deles cabe em uma caixa de verdade.



Lucas fecha o notebook e depois o reabre para desenhar uma nova ideia. Henri entrega-lhe um lápis.



Lá fora, antenas ficam voltadas para o céu. No interior, oito pequenos alfinetes inspiraram o desejo de experimentar.