ON4CRD

Том 70

NE555 и его радиолюбительские применения



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Том 70 · 64 страниц

Юридическая информация

Том 70 · NE555 и его радиолюбительские применения

Издатель веб-сайта : Radio Club Durnal ON4CRD

Менеджер публикаций : Комитет Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Юридическая информация

Интеллектуальная собственность

Тексты, изображения, документы, логотипы и материалы, опубликованные на сайте, остаются собственностью их авторов или клуба. Любое воспроизведение или повторное использование должно осуществляться с соблюдением источника, применимых прав и любого разрешения автора.

Ответственность

Клуб старается публиковать полезную и проверенную информацию, но не гарантирует отсутствие ошибок, упущений или перебоев. Техническую или нормативную информацию необходимо сверять с официальными источниками, если она поддерживает решение.

Иллюстрации созданы с помощью искусственного интеллекта.

Маленькая коробочка, большая идея



Lucas возвращается в клуб со своим блокнотом: «На день открытых дверей я бы хотел, чтобы посетители услышали азбуку Морзе!»



Henri кладет на стол крохотную черную упаковку: "Это NE555. Восемь контактов, много идей".



«Может ли он поговорить с другой станцией?» Henri улыбается: «Давайте начнем со звука здесь, в клубной комнате».



Ключ Морзе ждет возле динамика. Их задача: создать устройство, которое поможет посетителям учиться.



Lucas рисует коробку с тремя элементами управления: питанием, тембром и громкостью. Проект обретает форму.



«А что, если это не сработает?» — "Мы научимся выяснять почему. Это часть приключения!"

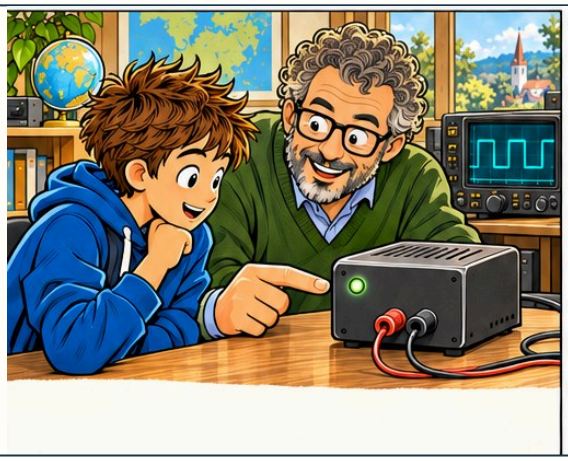
Список пожеланий проекта



Lucas хотелось бы приятный звук, удобную клавишу и достаточную громкость для небольшого рабочего стола.



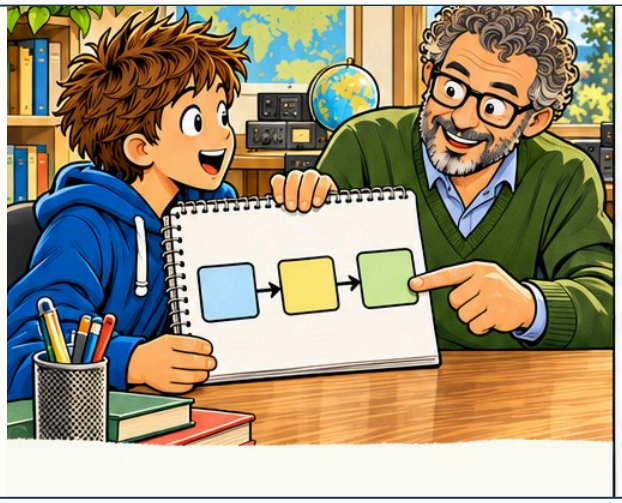
«И антенна не нужна», — добавляет Henri. Их устройство будет представлять собой звуковой тренажер Морзе, без радиоизлучения.



Они выбирают регулируемый источник питания 5 V и ограничивают ток при первых тестах.



Henri очищает рабочую область. Электронные компоненты и инструменты имеют свое место.



В ноутбуке Lucas разделены три функции: создание тона, его управление и усиление.



«Мы протестируем каждую функцию», — решает он. Чтобы все устройство заработало, они будут действовать небольшими шагами.

Знакомство с 555



Henri открывает паспорт производителя: «Знакомое название не заменяет документацию на реальный компонент».



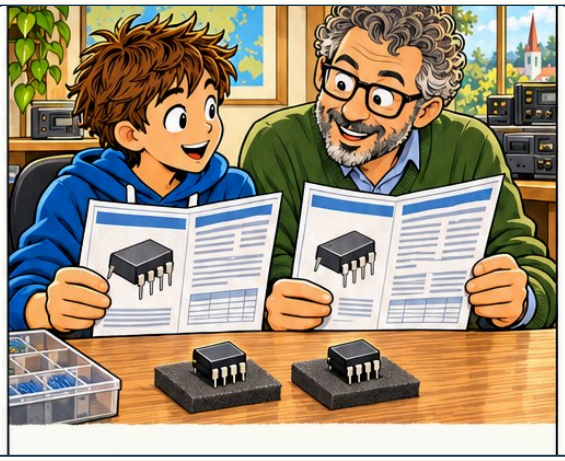
NE555 — биполярный таймер. Резисторы и конденсатор придают ему ритм.



Он может генерировать импульс, колебаться или удерживать состояние, в зависимости от его схемы. Lucas выполняет эти три функции.



«Значит, он делает все?» — «Оно очень полезно, но у него также есть ограничения по напряжению и току».



Они проверяют, что их ссылка работает на 5 V. Соседняя версия CMOS не обязательно имеет такие же ограничения.



Lucas хранит таблицу данных с компонентами: «Это место в нашем наборе инструментов».

Восемь контактов, одно направление чтения



Прежде чем что-либо подключить, они смотрят на восьмиконтактный DIP-корпус, вид сверху.



Если выемка находится вверху, штифт 1 находится вверху слева; маленькая точка также может его идентифицировать.



Слева начните обратный отсчет от 1 до 4. Справа посчитайте от 5 до 8: нумерация идет вокруг упаковки.



«Если я переверну его, мой рисунок больше не будет соответствовать!» Lucas снова сравнивает компонент с видом сверху.



Henri просит его нарисовать по четыре штифта с каждой стороны, а затем выемку. Они еще ничего не подключили.

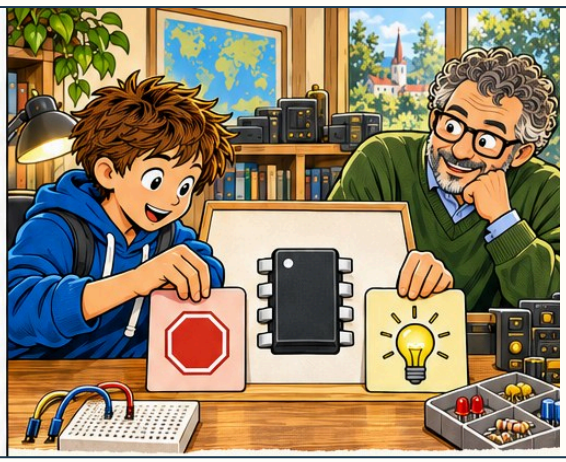


Они держат эту отметку на видном месте на ноутбуке и проверяют ее перед установкой компонента.

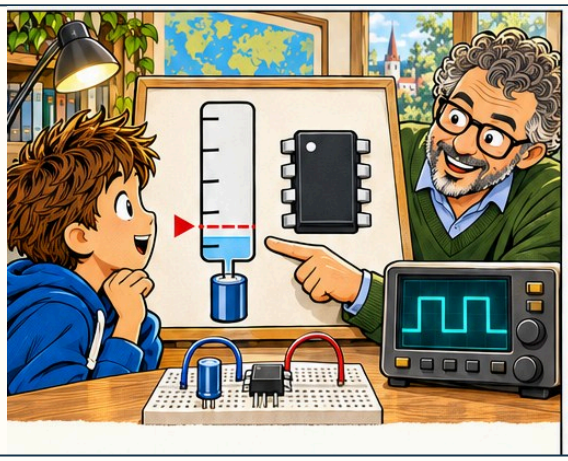
Роль для каждого контакта



Lucas определяет функции: 1, заземление; 8, положительный источник питания. Эти два контакта питают схему.



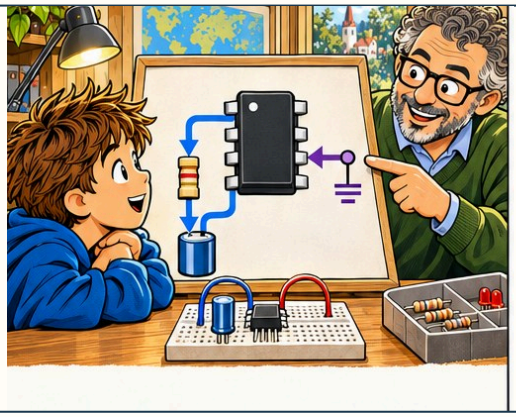
Вывод 3 является выходом. Выводы 4, RESET переводят схему в сброс при удержании низкого уровня.



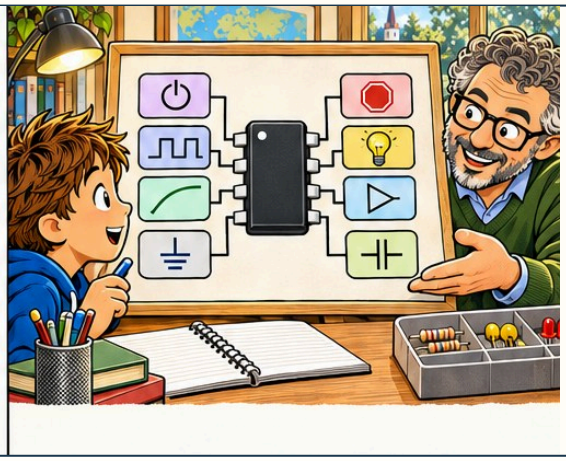
Вывод 2, TRIG обнаруживает падение напряжения ниже примерно одной трети напряжения питания.



Вывод 6, THRES, контролирует верхний порог, примерно две трети напряжения питания в обычной схеме.



Вывод 7, DISCH используется для разряда конденсатора. Выводы 5, CONT обеспечивают доступ к внутреннему опорному значению.

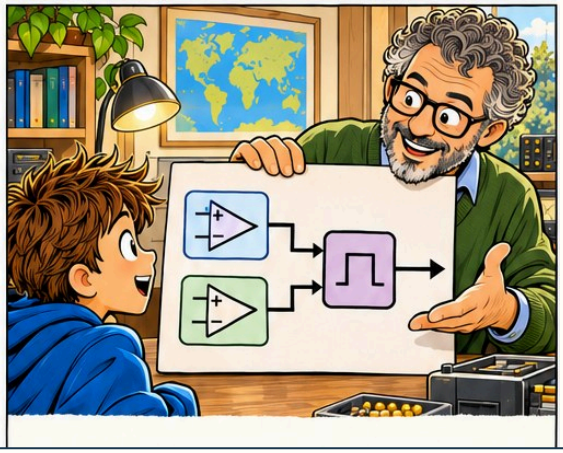


«Восемь разных ролей, а не восемь сменных терминалов!» Lucas сопоставляет каждую функцию с чертежом.

Небольшая команда внутри



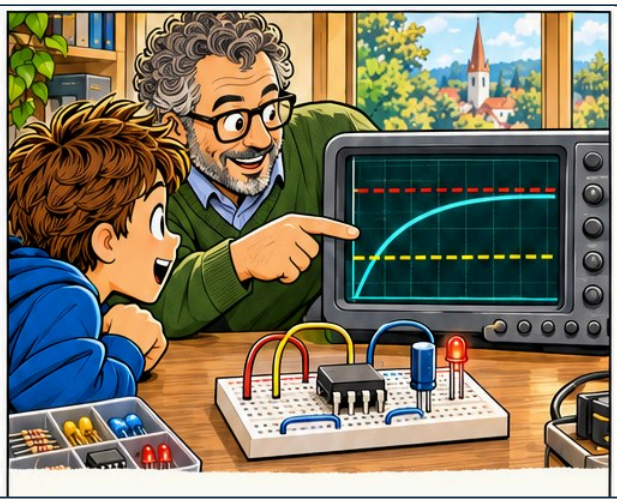
Henri рисует два компаратора: каждый сравнивает напряжение с опорным.



Внутренняя защелка запоминает последнюю команду. Выход и разрядный транзистор следуют этому состоянию.



«Один начинает, другой останавливает?» — «Это полезная картина, при условии, что мы будем уважать условия их эксплуатации».



В обычной схеме внутренние ссылки близки к VCC/3 и 2VCC/3.



RESET может принудительно выполнить сброс. Lucas понимает, почему этот вход нельзя оставлять плавающим.

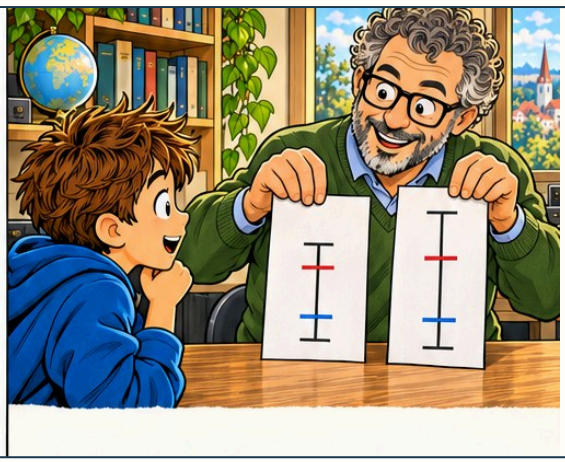


Он следует карандашом по стрелкам: измеряй, решай, запоминай, действуй. Пакет становится менее загадочным.

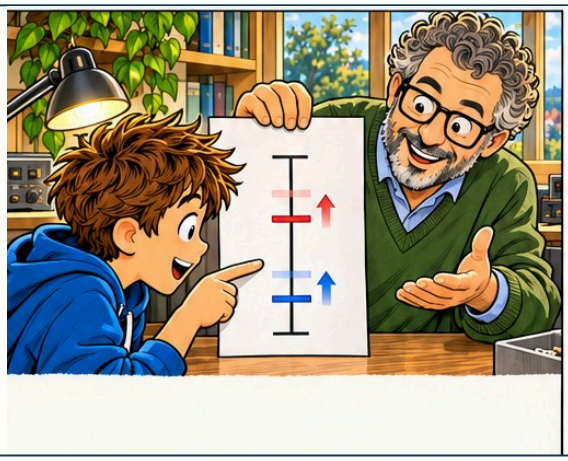
Одна треть и две трети



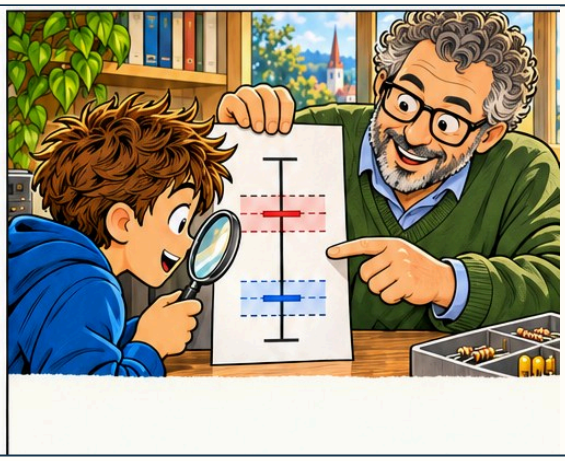
Для VCC = 5 V теоретические тесты становятся примерно 1,67 V и 3,33 V.



«Так что это не два фиксированных напряжения для всех блоков питания», — отмечает Lucas.



Henri варьирует калибр бумаги: две отметки соответствуют напряжению питания.



Фактические значения имеют допуски. В техническом паспорте указаны условия и возможные отклонения.



Напряжение конденсатора будет повышаться и падать между этими уровнями. Это путешествие определяет временной интервал.



Lucas слегка электрически покачивается: «Возможно, ритм — это история о порогах».

План до проводов



«Подключим?» Henri сначала кладет лист: «Давайте решим, что должен соединять каждый провод».



Они выбирают нестабильную схему: она колеблется сама по себе, пока RESET это позволяет.



Два резистора RA и RB и конденсатор C приблизительно зададут частоту колебаний.



Световой индикатор сначала покажет активность. Звук будет идти после элементов управления.



Lucas рисует схему синхронизации и будущую аудиоцепочку отдельно. Он оставляет место для измерений.



«У нас будет план, на основе которого мы будем строить, а затем проверим его свежим взглядом», — говорит он, готовя блокнот.

Пять вольт хорошо подготовлены



Они используют регулируемый, изолированный источник питания 5 V, настроенный и проверенный перед подключением схемы.



Ограничитель тока устанавливается на низкий уровень для первого теста, затем адаптируется к схеме согласно инструкции.



Положительный провод подключается к шине питания +5 V; обратный провод соединяется с землей цепи. Lucas проверяет полярность.



«Аккумулятор не является автоматически подходящим источником питания для 5 V», — напоминает ему Henri, указывая на этикетки.



Они отключают питание перед выполнением любых электромонтажных работ. Ничто в этой мастерской не подключается напрямую к электросети.



Lucas измеряет ненагруженные шины питания с помощью мультиметра, затем выключает питание, прежде чем продолжить.

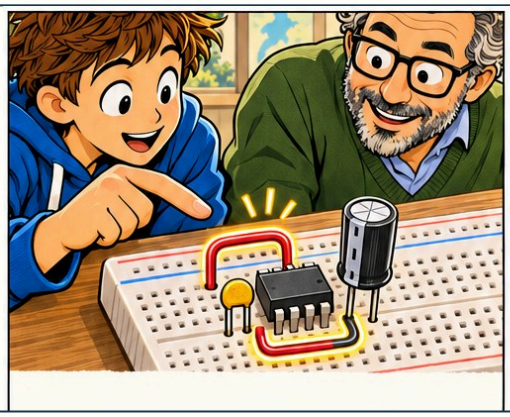
Местный энергетический резерв



Henri размещает 100 nF между контактами 8 и 1 с короткими соединениями, как можно ближе к NE555.



Конденсатор 10 µF завершает развязку между +5 V и землей; его полярность соблюдается.



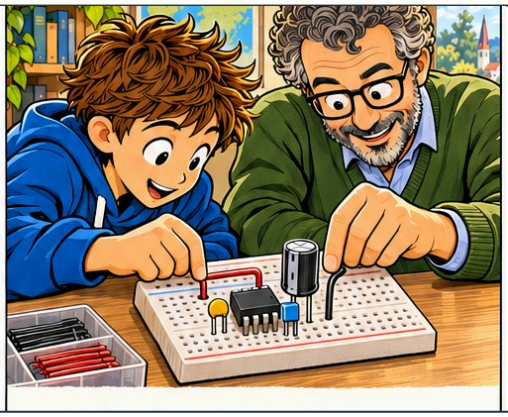
Выход 555 может вызывать кратковременные всплески тока. Эти местные запасы энергии помогают стабилизировать электроснабжение.



Контакт 5 получает 10 nF на землю в этой цепи. Этот конденсатор не задает основной тон.



«Два маленьких конденсатора, две разные задачи», — отмечает Lucas, который различает их на своем рисунке.



Они снова проверяют значения. Одни лишь благие намерения не могут компенсировать очень длинный сетевой кабель.

Выбор правильных компонентов



Lucas выбирает компоненты RA = 10 kΩ, RB = 100 kΩ и C = 10 nF. Эти значения обеспечат начальный тон.



В качестве синхронизирующего конденсатора выбирают подходящий стабильный компонент, используя его паспорт.



LED будет иметь последовательный резистор 2,2 kΩ. Henri не будет подключать его напрямую между выходом и землей.



Динамик остается в сумке: для его управления потребуется подходящая схема усилителя звука.



Готовят потенциометр, короткие провода и ключ Морзе. Каждое значение заносится в список компонентов.



«Коробка с компонентами — это еще не схема», — смеется Lucas. На плане будет показано, как их соединить.

Цвета говорят о ценности



Lucas считывает цветные полосы, затем измеряет резисторы вне цепи с помощью мультиметра.



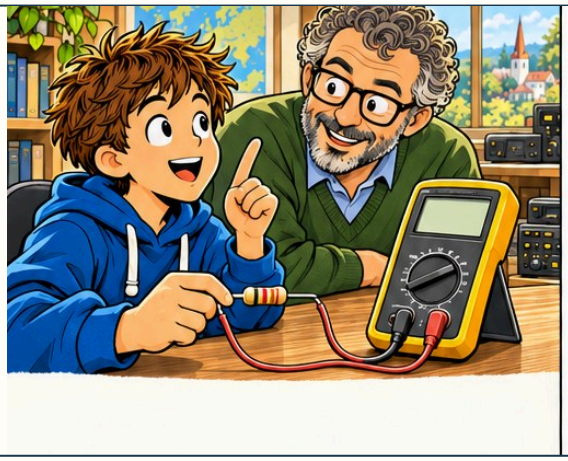
10 kΩ — это 10 000 Ω; 100 kΩ — это 100 000 Ω. Забытый ноль сильно изменил бы тон.



Последняя полоса может указывать допуск. Номинальное значение не гарантирует точного соответствия измерений.



«Это не резистор 100 Ω!» Он возвращает похожий компонент в отсек.



Henri позволяет ему указать значение, прежде чем смотреть на мультиметр. Прибор подтверждает его доводы.



Lucas прикрепляет небольшую карту к своему беспаечному макету. Он только что предотвратил свою первую ошибку.

Десять нанофарад, а не десять микрофарад



На синхронизирующем конденсаторе Lucas находит код 103: 10 000 pF или 10 nF.



10 nF равны 0,01 µF. Конденсатор 10 µF будет в тысячу раз больше.



«Тогда наш свисток стал бы очень медленным ритмом!» Henri ценит это предсказание.



Выбранный здесь конденсатор 10 nF неполяризован. Резервуарный конденсатор 10 µF должен быть установлен с соблюдением правильной полярности.



Маркировку сравнивают с паспортами компонентов. Одной внешности недостаточно.



Lucas пишет единицу измерения рядом с каждой цифрой: «Маленькие буквы могут иметь большое значение».

Скрытые соединения макетной платы



Прежде чем вставлять 555, помечают мультиметром внутренние соединения беспаечного макета.



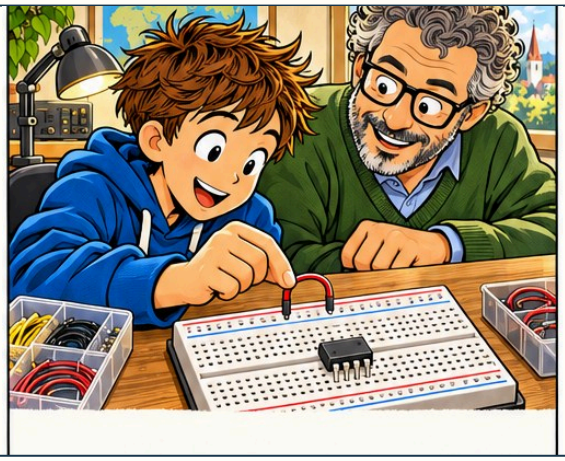
Пакет охватывает центральный зазор: два ряда его контактов остаются электрически разделенными.



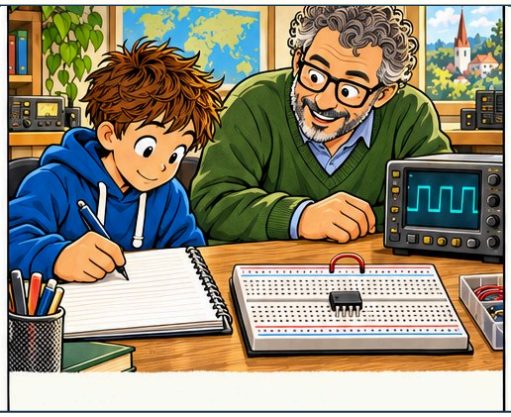
Небольшие группы отверстий соединяются в определенном направлении. Lucas тестирует вместо догадок.



Некоторые рельсы снабжения имеют разрыв посередине; они проверяют свой собственный беспаечный макет.



Короткая перемычка соединит необходимые сегменты. Ни один провод не должен случайно заменить компонент.



Henri поворачивает рисунок в соответствии с ориентацией беспаечного макета. Lucas проверяет одно соединение за раз.

Первая проводка



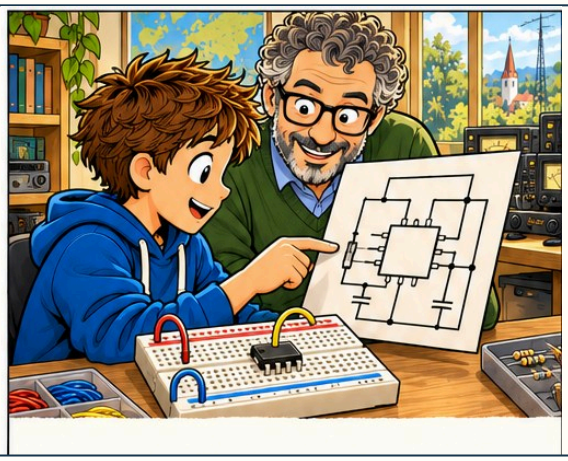
При выключенном питании они соединяют контакт 1 с землей, а контакт 8 с +5 V.



Для этого первого непрерывного теста контакты 4, RESET подключаются к +5 V. Теперь вход имеет определенное состояние.



100 nF соединяет 8 с 1; 10 µF отсоединяет рельсы; Конденсатор 10 nF на выводе 5 подключается к земле.



Lucas проверяет каждое соединение на плане, еще не подключая временные резисторы.



Проверяют насечку, рельсы и отсутствие короткого замыкания между питанием и массой.



«Сердце схемы синхронизации все еще отсутствует», — сообщает Henri. Lucas подготавливает конденсатор C.

Скромный показатель



Выход 3 подключится к резистору 2,2 kΩ, затем к аноду LED; его катод уйдет на землю.



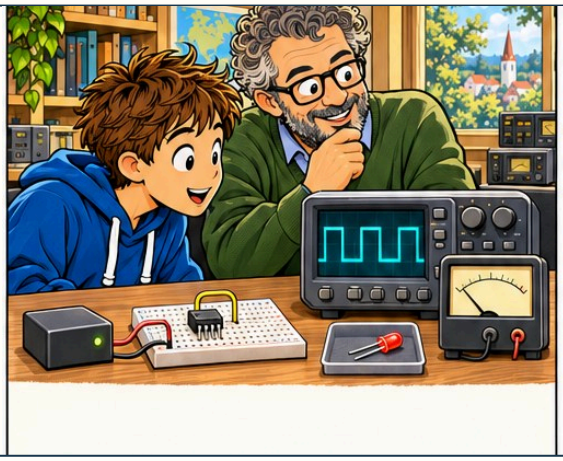
Henri помогает идентифицировать анод и катод с помощью таблицы данных LED, а затем диодного режима мультиметра.



«При примерно 2 V в LED даже 5 V на выходе ограничит ток примерно до 1,4 mA».



Фактический выходной сигнал биполярного NE555 не обязательно доходит до положительной шины. Ток может быть ниже.



Этот LED — индикатор, а не тяжелая нагрузка. Они оставляют точные измерения мультиметру и осциллографу.



Lucas оставляет LED видимым на краю макетной платы без пайки. Это поможет ему понять, что делает вывод.

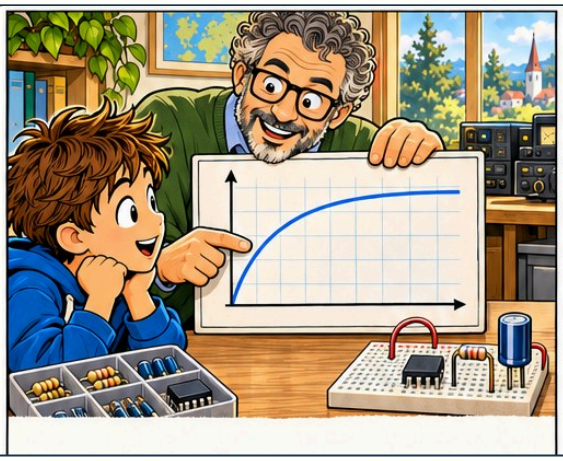
Губка для времени



Henri сравнивает конденсатор с небольшим резервуаром, который заполняется через резистор.



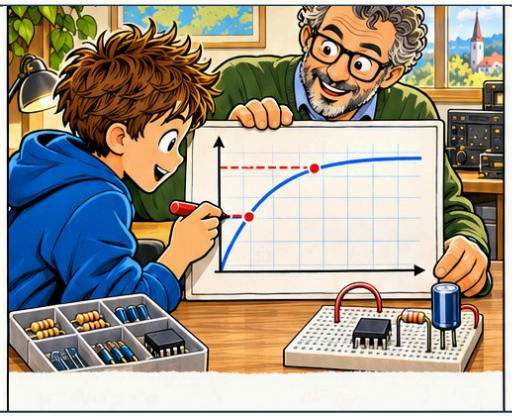
Чем больше сопротивление, тем медленнее зарядка. Чем больше C, тем больше заряда требуется.



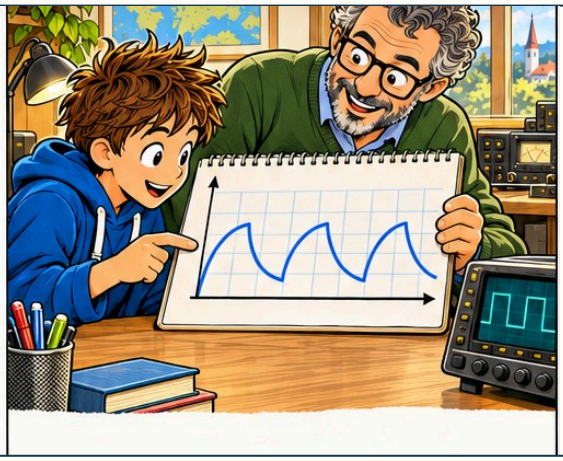
Напряжение растет не по прямой линии: кривая зарядки изгибается в сторону напряжения питания.



«А как оно пустеет?» Henri показывает путь разряда, управляемый выводом 7.



Lucas соединяет эту кривую с двумя пороговыми значениями. 555 не будет ждать, пока конденсатор полностью заполнится.



Он предсказывает взлет, падение, затем новый подъем. Их ритм начинает обретать форму.

Повторяющаяся схема



Они соединяют контакты 2 и 6 вместе. Этот общий узел подключается к одной клемме C = 10 nF.



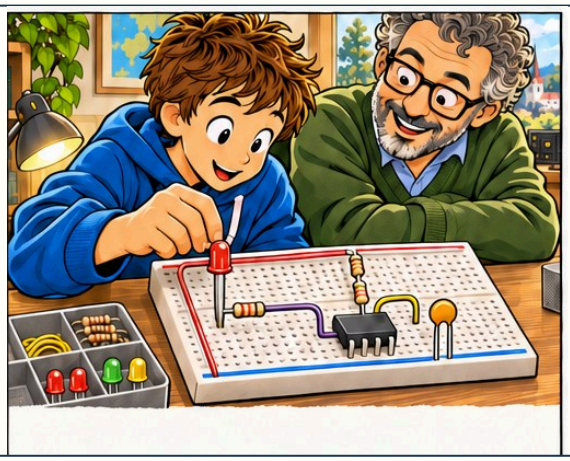
Другая клемма C подключается к земле. Два компаратора контролируют напряжение конденсатора.



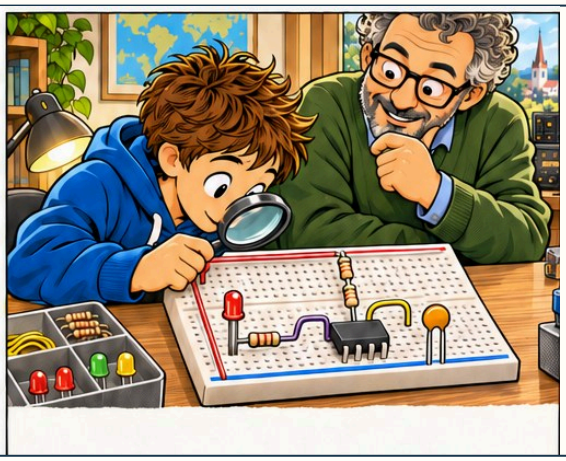
RA = 10 kΩ подключает +5 V к выводу 7. RB = 100 kΩ соединяет вывод 7 с узлом 2–6.



«Через RA, затем RB для зарядки; через RB для разрядки», — резюмирует Henri, прослеживая провода на плане.



Выход 3 остается зарезервированным для индикатора и измерений. Он не подключается напрямую к конденсатору C.

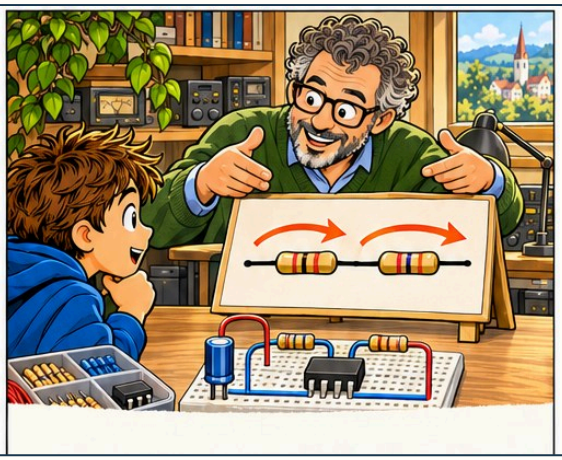


Lucas проверяет всю цепочку. Каждый провод находит свое место еще до первого запуска.

Зарядка запускает цикл



При запуске C имеет небольшой заряд. Напряжение ниже нижнего порога обычно обеспечивает высокий выходной сигнал.



Внутренний разрядный транзистор при этом отключается. C заряжается через RA и RB.



Его напряжение превышает примерно треть VCC и продолжает расти. Внутренняя память сохраняет свое состояние.



«Оно не меняет своего решения в любой момент!» Lucas следует кривой к верхнему порогу.



Когда напряжение достигает примерно двух третей VCC, пороговый компаратор вызывает переключение.

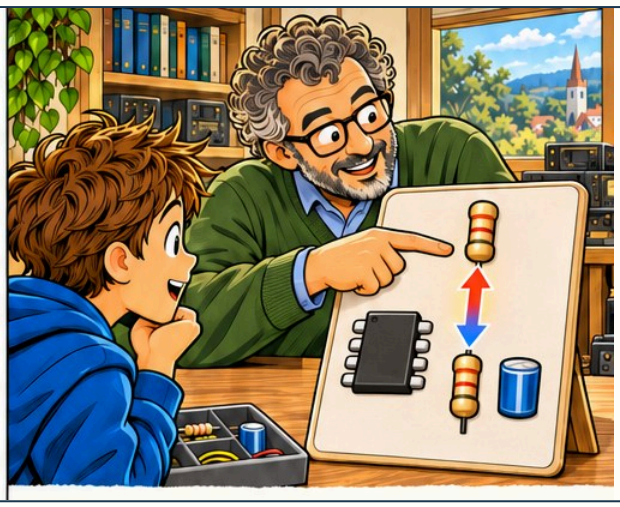


Выходной сигнал становится низким, и путь разряда начинает проводить ток. Начинается вторая половина пути.

Разрядка замыкает петлю



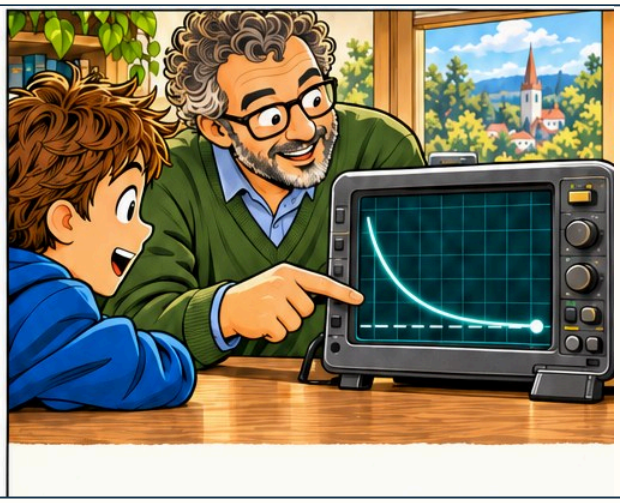
Конденсатор теперь разряжается через RB и внутренний транзистор, подключенный к выводу 7.



RA ограничивает ток между +5 V и выводом 7 при приближении к земле.



«Так что это определенно не простой провод вместо RA!» Lucas подчеркивает это ограничение.



Возвращаясь ниже примерно трети VCC, напряжение C запускает новый запуск.



Выходное напряжение становится высоким, разряд прекращается, и C снова заряжается до верхнего порога. Цикл повторяется.

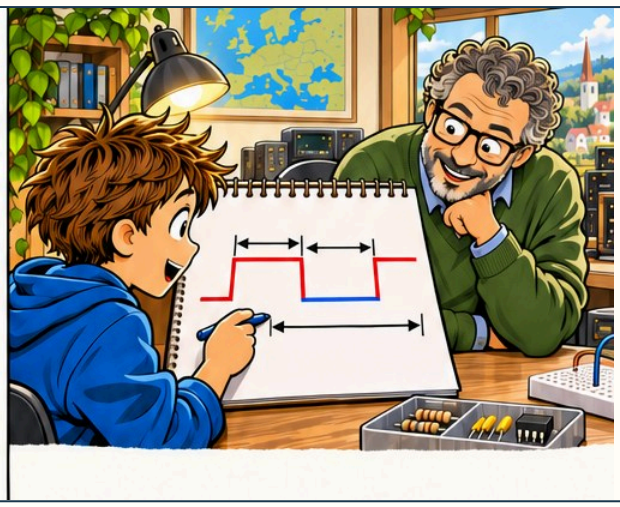


На выходе сигнал прямоугольной формы; через C, изогнутый, поднимается и опускается. Две формы для одного ритма.

Три формулы времени



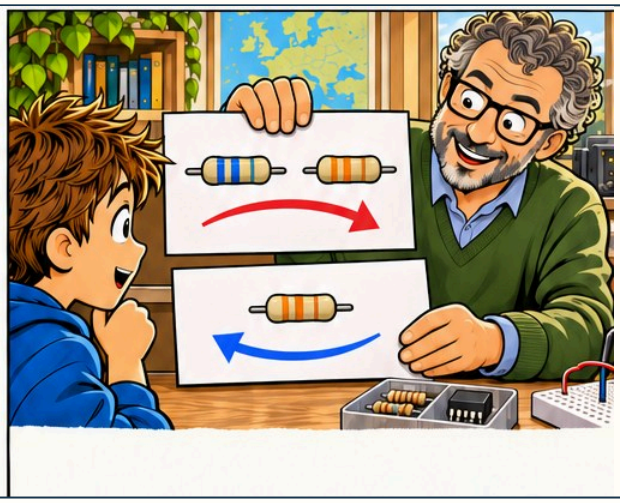
Henri записывает приближения: tH = 0,693 × (RA + RB) × C; tL = 0,693 × RB × C.



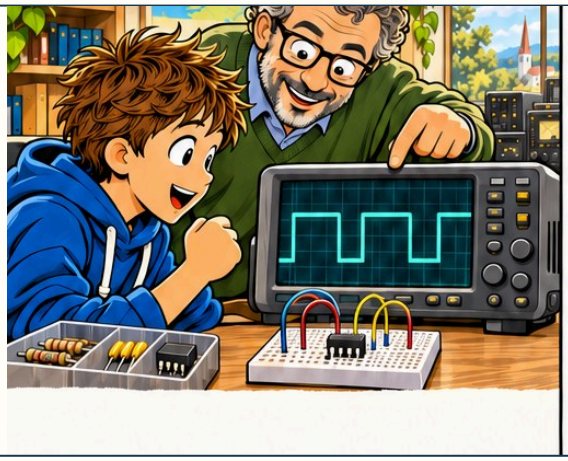
Продолжительность цикла T = tH + tL. Частота колебаний f = 1/T.



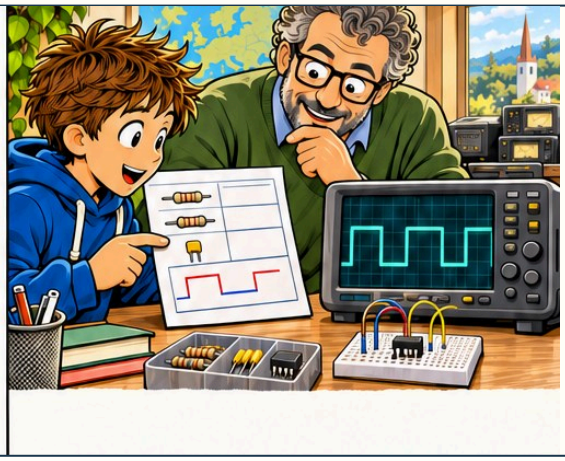
Мы также используем f ≈ 1,44 / [(RA + 2RB) × C]. Сопротивления указаны в омах, C в фарадах.



«Зачем удваивать RB?» Lucas находит RB при зарядке и разрядке.



В этой классической нестабильной схеме верхний интервал превышает нижний: это не совсем 50 %.



Расчет прогнозирует номинальную работу. Допуски и фактическая схема будут определять измерение.

Тон, близкий к 700 герц.



Для RA = 10 kΩ, RB = 100 kΩ и C = 10 nF находят tH ≈ 0,762 ms.



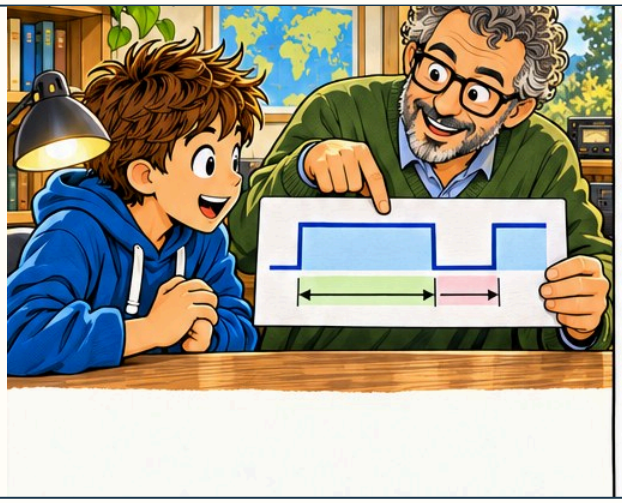
Нижний интервал составляет около 0,693 ms. Таким образом, период близок к 1,46 ms.



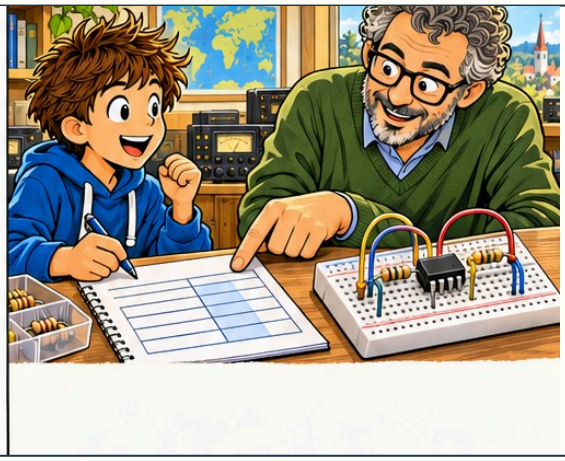
Формула с использованием 1,44 дает примерно 686 Hz; используя округленные временные коэффициенты, около 687 Hz: аналогичные результаты.



«Мы стремились получить примерно 700 Hz, а не гарантированный тон звука с точностью до герца», — вспоминает Henri.



Номинальный рабочий цикл составляет (RA + RB)/(RA + 2RB) или примерно 52,4 %.



Lucas сохраняет видимыми единицы измерения и округления. Он сравнит это предсказание с реальной схемой.

Первое включение



Устанавливают инструменты, еще раз проверяют план и включают питание с запланированным ограничением тока.



Световой индикатор горит постоянно: вблизи 700 Hz глаз не может различить каждый импульс.



«Оно не мигает!» — "Ваш глаз медленнее этой схемы. Давайте искать другие доказательства".



Henri соединяет землю датчика с землей сборки на этом проверенном изолированном источнике питания.

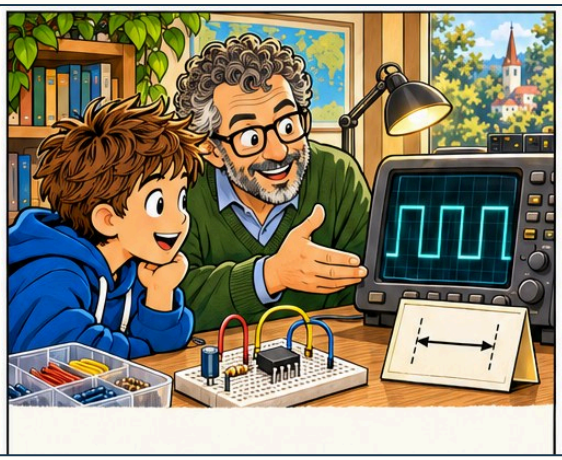


Наконечник щупа выходит на выход 3. На осциллографе отображаются прямоугольные импульсы: генератор работает.



Lucas улыбается: «Свет дал мне подсказку, но не полный ответ».

Наблюдение двух разных напряжений



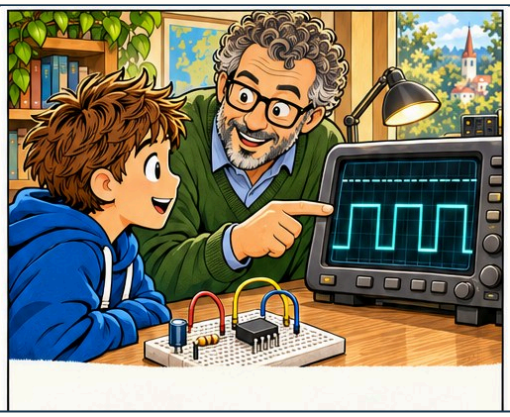
На выходе 3 наблюдают верхний и нижний интервалы. Измеренная частота колебаний остается близкой к расчетной.



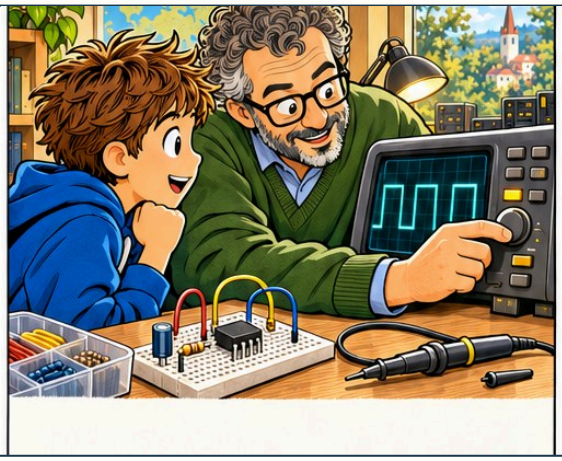
На конденсаторе C напряжение повышается и падает между двумя ожидаемыми пороговыми значениями.



Эти два следа различны. Lucas всегда проверяет, какую точку измеряет его датчик.



Биполярный выход не обязательно достигает 5 V под нагрузкой. Они избегают путаницы в логическом уровне и идеальном напряжении.



Зонд и прибор могут влиять на измеряемое напряжение; Henri выбирает подходящие настройки измерения.



В блокноте предусмотрен отдельный прогноз и наблюдения. Никакое наблюдаемое значение не придумывается заранее.

Чем измерение отличается от расчета



«Я ожидал именно расчётной частоты колебаний!» Henri указывает допуски резисторов и конденсаторов.



Чуть большее значение C замедляет колебания. Ошибки компонентов могут комбинироваться.



Пороги, утечки и температура добавляют свои эффекты. Формулы остаются полезными приближениями.



При выключенном питании они изменяют один параметр за раз, а затем снова включаются для измерения.



Lucas сравнивает два идентифицированных конденсатора. Он описывает наблюдаемую тенденцию, не претендуя на фиктивную точность.



«Понимать пробел лучше, чем исправлять случайное число», — заключает он, закрывая блокнот.

Ручка для выбора тембра



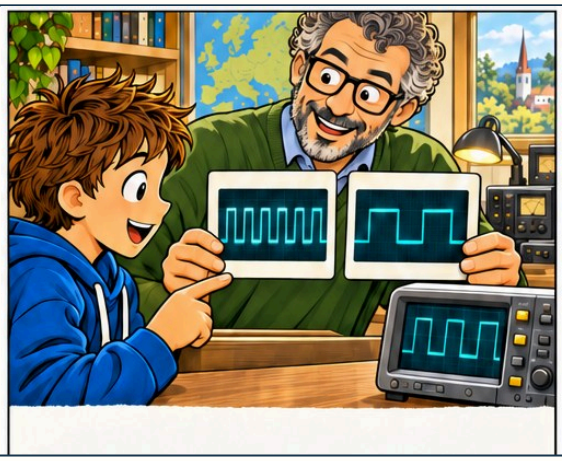
Для регулировки тембра заменяют RB на 47 kΩ последовательно с потенциометром 100 kΩ.



Ползунок потенциометра подключается к используемой конечной клемме: потенциометр подключается как переменный резистор.



Постоянный резистор 47 kΩ поддерживает минимальное сопротивление. RA остается на уровне 10 kΩ.



При C = 10 nF номинальная частота колебаний находится в диапазоне примерно от 474 Hz до 1 385 Hz.



«Полезная настройка, а не волшебная кнопка». Они отключили электричество, чтобы поменять проводку.



После повторного включения Lucas выбирает комфортный тон. Он отмечает начальную настройку на передней панели.

И вдруг больше нет ритма



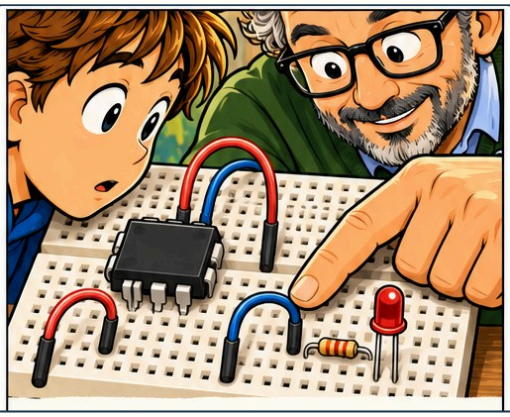
Когда Lucas перемещает беспаечный макет, сигнал исчезает с осциллографа. Индикатор остается выключенным.



«555 мертв?» Henri предлагает начать с того, что они могут наблюдать.



Они отключают питание и сравнивают фактическую проводку со своим планом, не заменяя случайным образом детали.



Перемычка сдвинулась на один ряд слишком далеко. Вывод 4 больше не подключен к запланированному высокому уровню.



Lucas видит связь между RESET и выходом: неопределенный вход может остановить работу схемы.



Они исправляют соединение, а затем готовятся к следующему тесту. Эта поломка наконец-то получила поддающееся проверке объяснение.

Устранение неполадок в правильном порядке



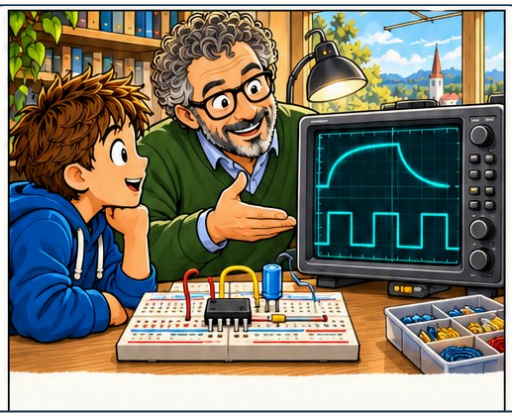
Henri предлагает процедуру: питание, заземление, ориентация корпуса, RESET, компоненты синхронизации и выход.



Lucas сначала проверяет напряжение между 8 и 1. Измерение в другом месте может маскировать плохое соединение.



Они проверяют расколотые рельсы, ослабленные провода и положение каждого штифта.



Как только они наблюдают за напряжением на C, они смогут лучше определить, где неисправность — в генераторе или на более поздней стадии.

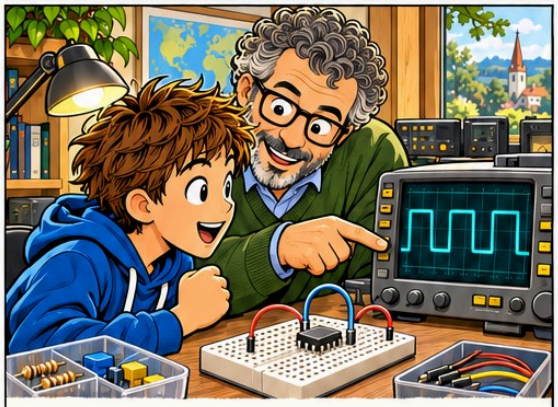


Соединения исправляются при выключении питания. Измерения готовятся до восстановления электропитания.



Lucas рисует путь диагностики: каждый вопрос должен уменьшать количество возможных причин.

Ошибка становится уроком



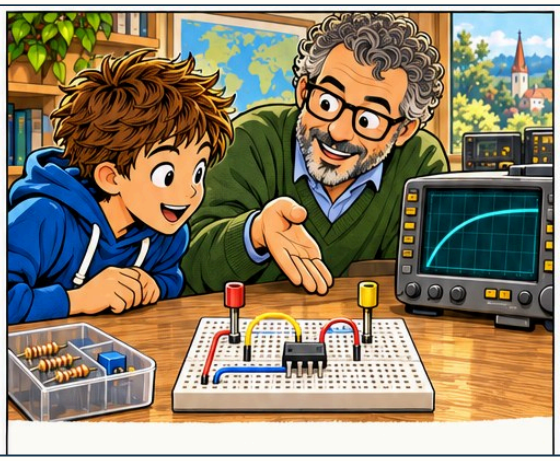
После коррекции вывод 4 имеет определенный уровень. Схема снова выдает прямоугольные импульсы.



«У нас была гипотеза, проверка и ремонт», — резюмирует Lucas. Henri позволяет ему объяснить.



Они осторожно тянут за перемычки при выключенном питании, чтобы выявить ослабленные соединения.



Lucas позволяет хранить слишком длинные провода и освобождает доступ к точкам измерения.



В блокноте фиксируется поломка и ее причина. Посетитель сможет извлечь уроки из этого инцидента, не повторяя его.



Ритм вернулся. Теперь они должны сделать его слышимым, не прося NE555 напрямую управлять динамиком.

Динамик не LED



Lucas перемещает динамик в сторону выхода 3. Henri мягко останавливает его: «Давайте проверим, какую нагрузку он представляет».



Небольшому динамику с низким сопротивлением необходим ток, который эта схема не должна подавать напрямую.



NE555 задает здесь ритм; модуль аудиоусилителя, совместимый с 5 V, обеспечивает звуковую энергию.



Выбирают модуль, на вход которого этот сигнал поступает после привязки и регулировки уровня, согласно его инструкции.



Динамик подключится к разъемам модуля. Некоторые выходы не должны быть заземлены.

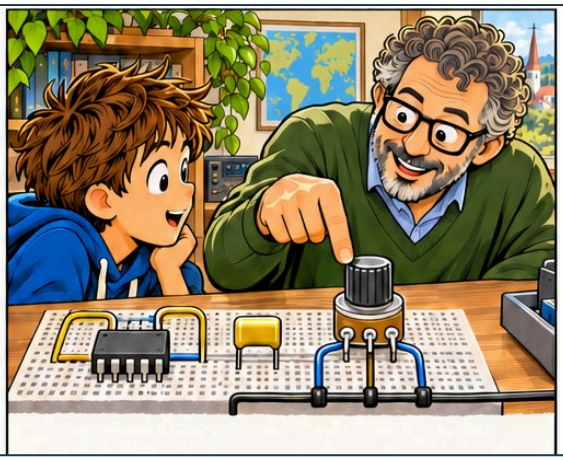


Lucas переработан три блока: генератор, регулировка уровня, усилитель. У каждого элемента своя работа.

Путь звука



При выключенном питании выход 3 подключается к неполяризованному разделительному конденсатору 100 nF.



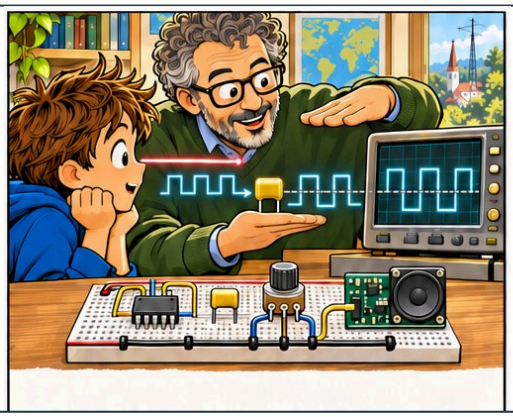
Другая клемма подключается к верхней части потенциометра 47 kΩ; его нижняя часть соединяется с общей землей.



Ползунок потенциометра подключается к высокоомному входу выбранного аудиомодуля. Его инструкция подтверждает эту связь.



Модуль и NE555 имеют общую землю; модуль получает питание согласно своей документации.



Соединительный конденсатор блокирует постоянную составляющую выходного сигнала, пропуская при этом изменения звука.

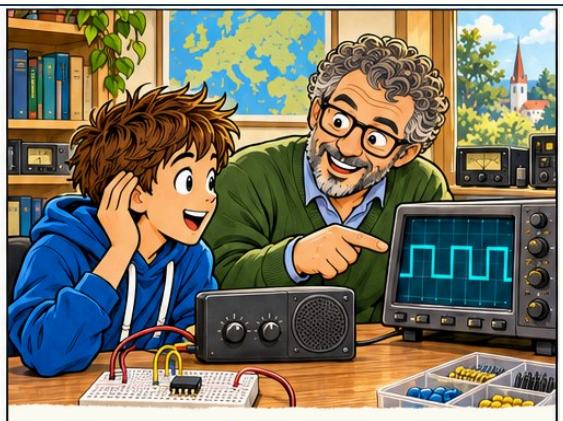


Перед первой попыткой выключают громкость на минимум. Lucas еще не подключал наушники.

Наконец первый звук



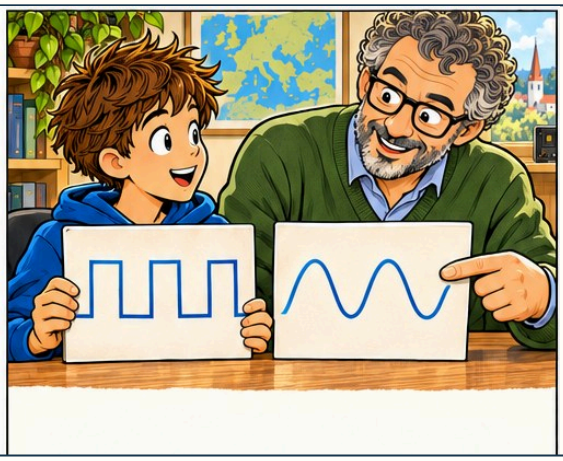
При повторном включении питания Lucas медленно увеличивает громкость. Чистый звуковой сигнал наполняет небольшой уголок мастерской.



«Оно поет!» Henri просит его сравнить звук, который он слышит, с формой сигнала на осциллографе.



Сначала они регулируют частоту колебаний, затем уровень звука. Две кнопки, два разных эффекта.



Прямоугольный сигнал содержит гармоники: он не имеет тембра чистой синусоидальной волны.



Громкость остается комфортной для стола. Они не подключают наушники напрямую к выходу 555.



Lucas на мгновение закрывает глаза: маленький изгиб его ноутбука стал ощущением, которое он слышит.

Ключ должен управлять звуком



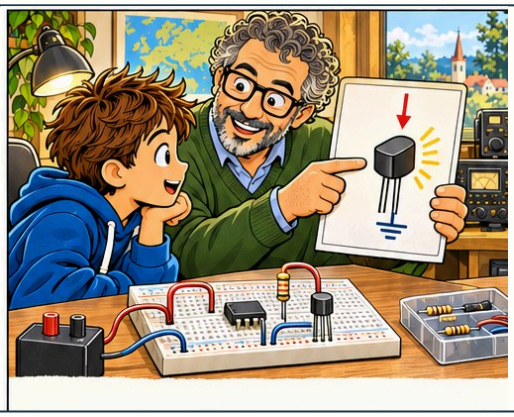
Звук непрерывный. «Клавиша должна активировать ее, пока она нажата», — предлагает Lucas, отключая питание.



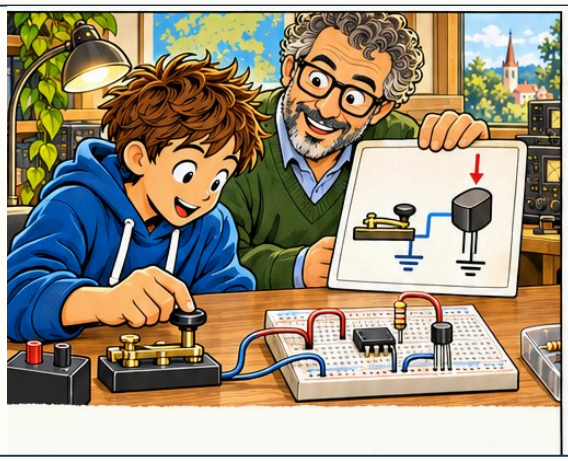
Они удаляют прямое соединение от RESET к +5 V. Резистор 4,7 kΩ теперь соединяет RESET, вывод 4, с +5 V.



У NPN 2N3904 коллектор подключен к RESET, а эмиттер - к земле; они проверяют фактическую распиновку.



Резистор 10 kΩ соединяет базу с +5 V. В состоянии покоя ток протекает через NPN, который удерживает RESET на низком уровне: тишина.



Ключ соединяет базу с землей: нажатие на него выключает NPN; RESET становится высоким, и раздается звуковой сигнал.

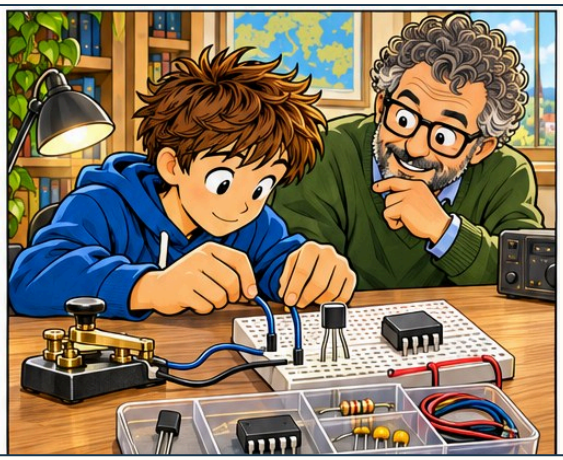


«Транзистор инвертирует ключевую команду!» Перед тестированием они отслеживают оба состояния на диаграмме.

Одно нажатие, один звуковой сигнал



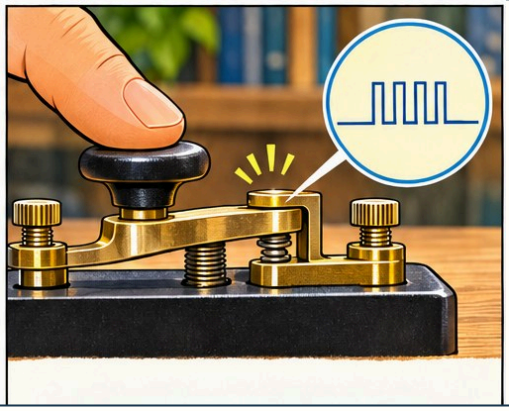
Ключ остается изолированным от любой радиостанции. Две его клеммы используются только для управления низким напряжением.



Один провод идет на базу NPN, другой на массу. Lucas проверяет клеммы и подтягивающий резистор.



Включаются: тишина в покое. Lucas нажимает клавишу Морзе: звучит сигнал. Он отпускает ключ: он останавливается.



«Оно следует за моими движениями!» Тем не менее, механические контакты могут подпрыгивать и издавать небольшие щелчки.



Henri обеспечивает короткое замыкание проводов. Ключевой кабель не должен превращаться в большую петлю, воспринимающую помехи.

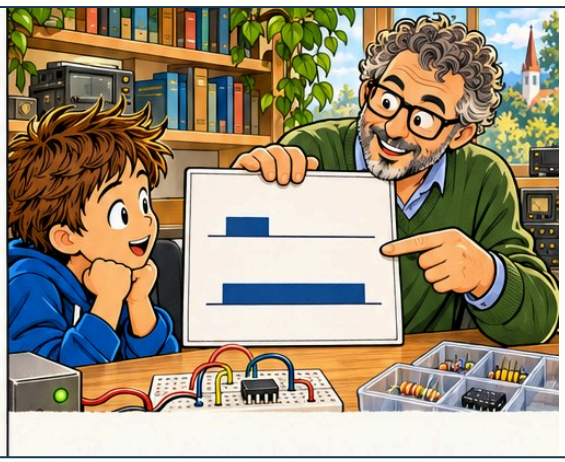


Lucas медленно повторяет три нажатия. Впервые схема реагирует на его палец.

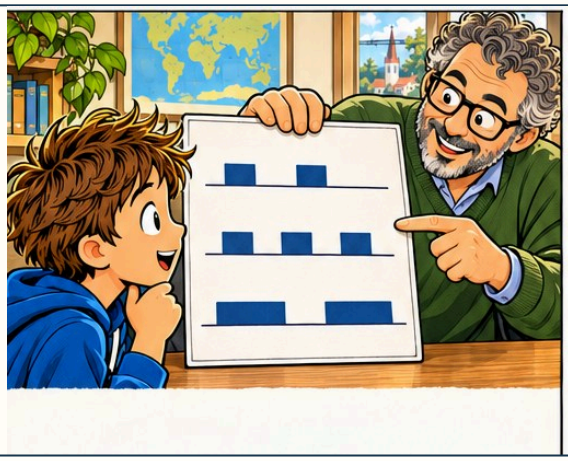
Азбука Морзе — это тоже тишина



Lucas стучит слишком быстро и все перемешивает. Henri предлагает замедлиться и прислушаться к пробелам.



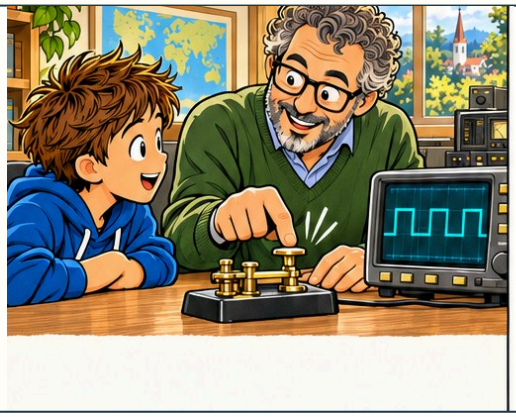
Точка длится одну единицу; рывок длится три. Оставляйте одну единицу между элементами одного и того же символа.



Между двумя персонажами пространство стоит три единицы; между двумя словами семь единиц в опорном ритме.



«Значит, молчание — это часть послания!» Lucas рисует полосу со звуками и паузами.



Henri выбирает устойчивый темп вместо соревнований на скорость. Тренажер не может самостоятельно корректировать движения оператора.



Они используют короткий шаблон. На этот раз Lucas слышит, где заканчивается один символ, прежде чем начинается следующий.

Учимся вместе



Henri воспроизводит небольшой паттерн; Lucas пытается воспроизвести его. Затем они меняются ролями.



Нерешительный ответ вызывает улыбку, а не осуждение. Они ищут отрывок, который был понят неправильно.



Lucas обнаруживает, что изменение тона может сделать прослушивание более приятным без изменения таймингов Морзе.



Громкость не заменяет внимания или читаемого ритма. Они держат язык достаточно низким, чтобы говорить спокойно.



В тетради предусмотрены короткие занятия и перерывы. День открытых дверей должен побудить посетителей попробовать.

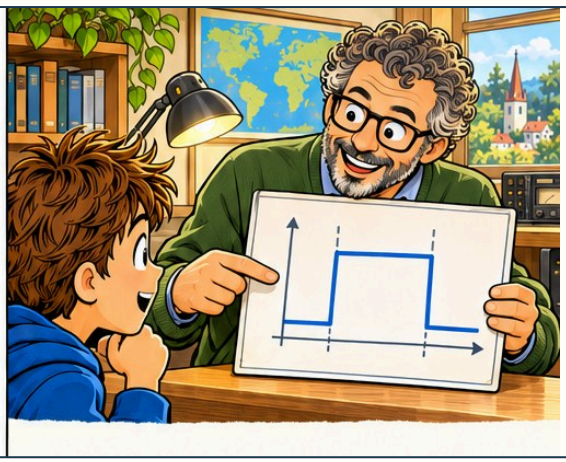


«Сначала я покажу тебе, как слушать», — решает Lucas. Henri извлекает урок из своего первого приключения.

Небольшой щелчок между нотами



Когда звук начинается, они слышат небольшой щелчок. «Переключение происходит резко», — объясняет Henri.



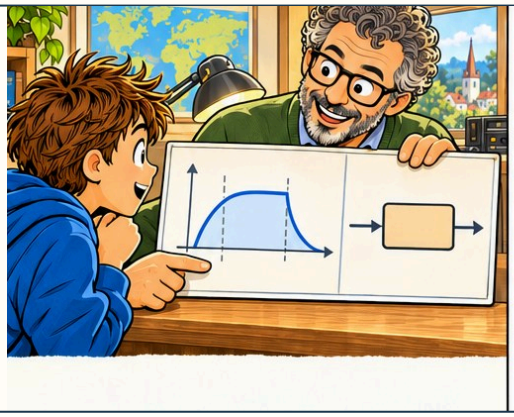
Сигнал начинается и заканчивается без смягченной огибающей. Звуковая связь не устраняет все эти переходные процессы.



Lucas также проверяет, чтобы модуль не насыщался: слишком высокий уровень может сделать звук неприятным.



Они понижают уровень и наблюдают за сигналом. Изменение нескольких вещей одновременно может сбить с толку диагноз.



Прогрессивный контроль конверта потребует дополнительного этапа, который будет изучен и протестирован отдельно.

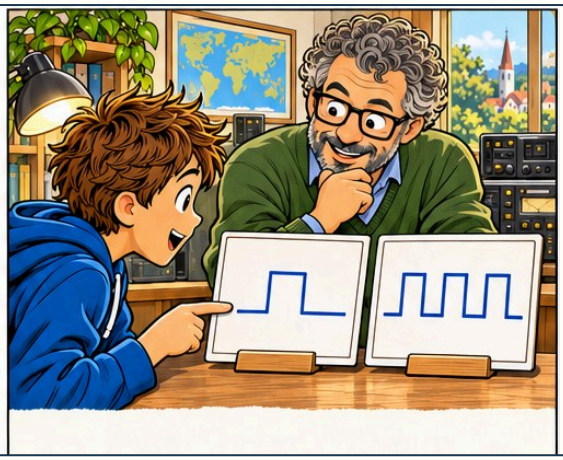


Для этого трейнера используют комфортные настройки и честно сообщают об этом пределе в инструкции.

Второй эксперимент: одиночный импульс



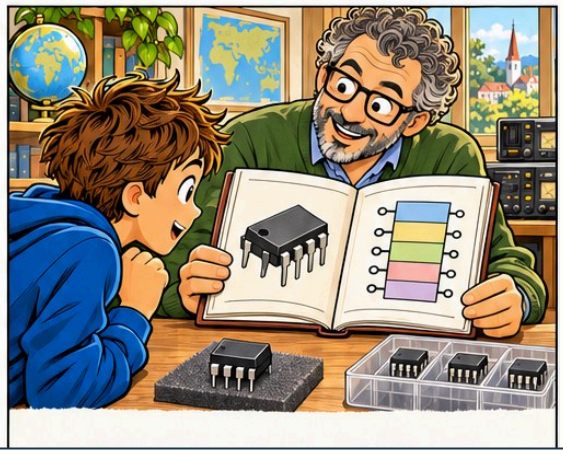
Lucas представляет собой свет, который загорается на короткое время после нажатия. Henri предполагает моностабильную схему.



В отличие от нестабильного, он ждет триггера, выдает импульс, а затем возвращается в состояние покоя.



Они готовят еще один макет без пайки, чтобы сохранить тренажер Морзе в целости и сохранности. Эти два эксперимента останутся отдельными.



Один и тот же NE555 может выполнять эту функцию с разной проводкой. Lucas достает схему распиновки.



Номинальная длительность зависит в основном от резистора R и конденсатора C: T ≈ 1,1 × R × C.



«Непрерывный звук или одиночный интервал: тот же пакет, другая история!» Он готовит новое испытание.

Моностабильная принципиальная схема



На втором макете без пайки: 1 на землю, 8 и 4 на +5 V; применяются те же меры предосторожности при развязке.



Выводы 6 и 7 подключены к одному узлу. R = 100 kΩ соединяет этот узел с +5 V.



C = 10 µF соединяет этот узел с землей, причем его положительная клемма находится на стороне 6–7 для выбранного компонента.



На выводе 2 имеется подтягивающий резистор от 10 kΩ до +5 V и кнопка тестирования, заземленная.



Вывод 5 замыкает 10 nF на землю; Выход 3 управляет LED через резистор 2,2 kΩ.



Lucas отличает эту схему от нестабильной схемы. «Здесь 2 не подключен к 6!» Их проверка предотвращает путаницу.

Короткое нажатие для запуска импульса



В состоянии покоя на выводе 2 высокий уровень, а на выходе низкий уровень. Конденсатор времени разряжается.



Кратковременное нажатие опускает TRIG ниже одной трети VCC; выходной сигнал становится высоким, и C начинает заряжаться.



Lucas немедленно отпускает кнопку. Триггер должен завершиться до истечения заданного интервала времени.



Если TRIG остается низким, поведение конца импульса больше не соответствует правильно подготовленному короткому триггеру.



«Поэтому удерживание кнопки не является хорошим способом измерения T!» Они начинают снова с короткого нажатия.



Для автоматического входа потребуется чистый триггерный сигнал, соответствующий ограничениям таблицы данных.

Около секунды, а не часов



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



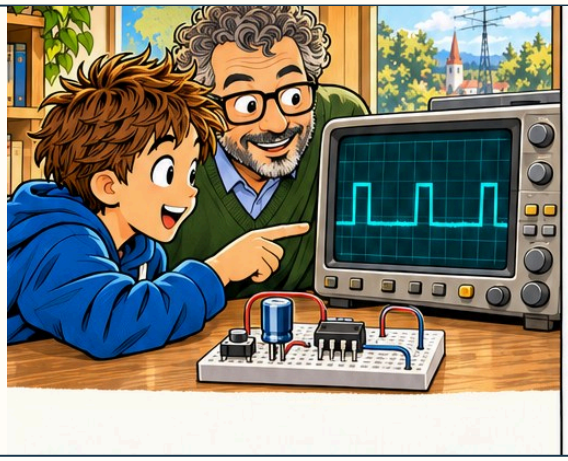
Lucas запускает таймер один раз, затем наблюдает, как индикатор загорается и гаснет.



Конденсатор 10 µF имеет допуск и утечку. Фактический интервал может отличаться от номинального расчета.



Для длительных и точных измерений этот простой RC не обязательно является лучшим выбором.



Они измеряют несколько импульсов подходящим прибором, не превращая свои испытания в гарантию точности.



Lucas пишет: «Определение времени действия — да, замена эталонных часов — нет».

Управление демонстрационным реле



Henri предлагает небольшое реле с катушкой 5 V, потребляющей около 20 mA, для демонстрации косвенного управления.



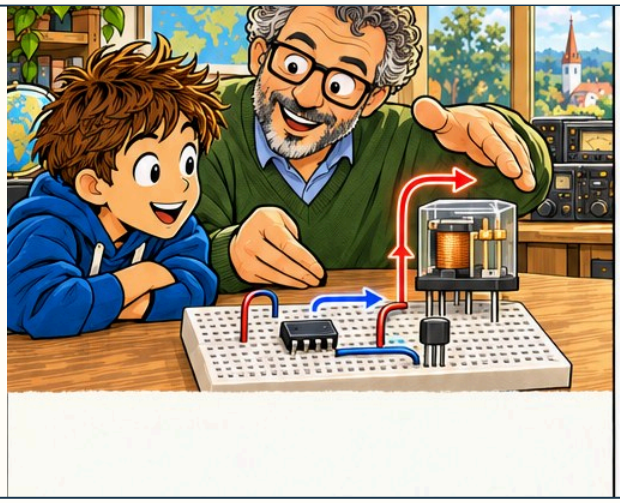
Выход 3 подключается к базе подходящего транзистора NPN через 1 kΩ; резистор 10 kΩ соединяет базу с эмиттером.



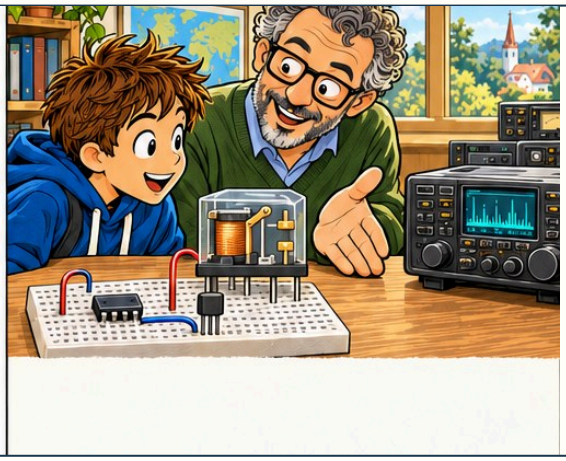
Эмиттер транзистора замыкается на землю; коллектор к одному выводу катушки; другой вывод катушки к +5 V.



Фактическую распиновку транзистора и допустимый ток проверяют в его паспорте: не все устройства NPN идентичны.



Выход 555 управляет базой, а транзистор переключает ток катушки.



Контакты реле во время этого теста остаются разгруженными. Радиовход PTT не подключен.

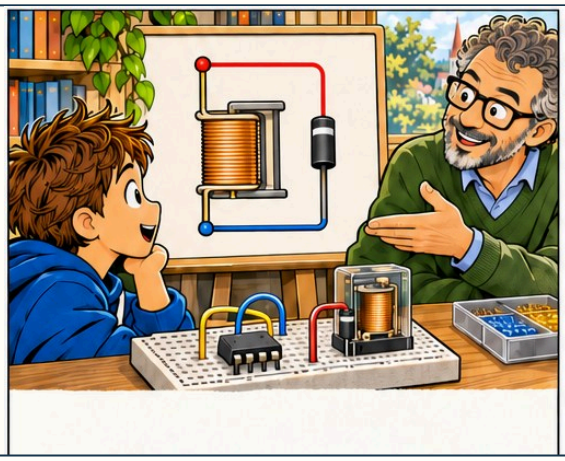
Диод, защищающий катушку



«Рядом с катушкой отсутствует компонент», — говорит Henri. Прерывание индуктивного тока может вызвать скачок напряжения.



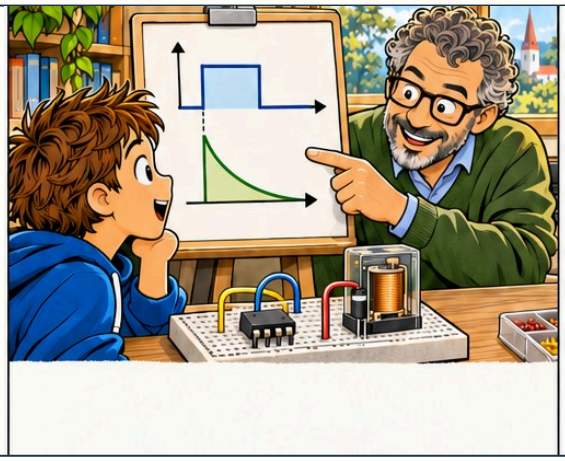
Параллельно катушке подключен диод 1N4007: катод к +5 V, анод к коллектору.



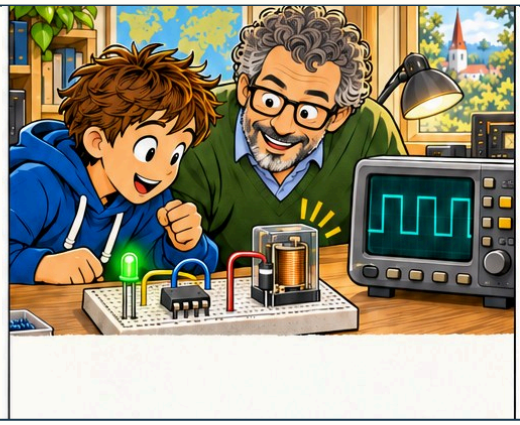
При нормальной работе диод смещен в обратном направлении. При выключении он обеспечивает путь для тока катушки.



Lucas помечает катодное кольцо перед подключением. Перевернутый диод будет неисправностью, а не защитой.



Этот свободный путь также замедляет отпускание реле. Выбор защиты зависит от применения.

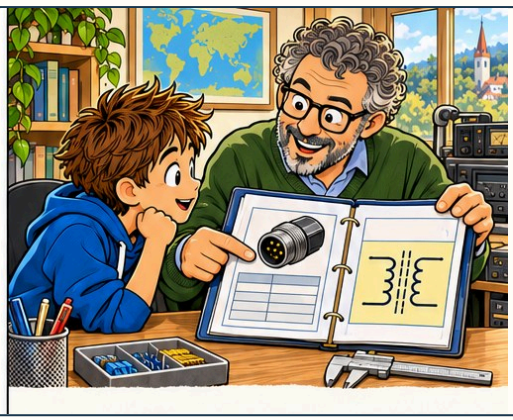


Проверяют проводку при выключенном питании, затем запускают моностабильник. Небольшой механический щелчок следует за индикатором.

Идея радио со своим интерфейсом



Lucas думает о синхронизации аксессуара станции. Henri сначала просит его прочитать инструкции.



Для элемента управления или аксессуара PTT может потребоваться очень специфическая изоляция, полярность и уровни.



Демонстрационное реле не становится универсальным интерфейсом. Контакты также имеют ограничения.



Они лишь рисуют функцию синхронизации, отделенную от станции интерфейсным блоком для изучения.



«Мы не будем пробовать это на станции, чтобы посмотреть, что получится», — решает Lucas, убирая кабель.



Их тест демонстрирует принцип управления. Реальное приложение потребует собственной разработки и проверки.

Контакты, которые отскакивают



Lucas обнаруживает нестандартные детали при нажатии клавиши. Механический контакт может отскочить несколько раз.



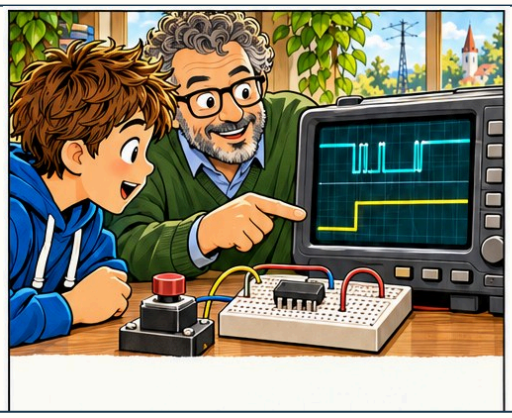
«Одно движение не всегда дает одно электрическое преимущество», — объясняет Henri с помощью формы волны.



555 может помочь в устранении дребезга, но произвольная моностабильная схема не устраняет всех проблемных случаев.



Выбранный интервал, форма сигнала запуска и состояние запуска должны соответствовать приложению.

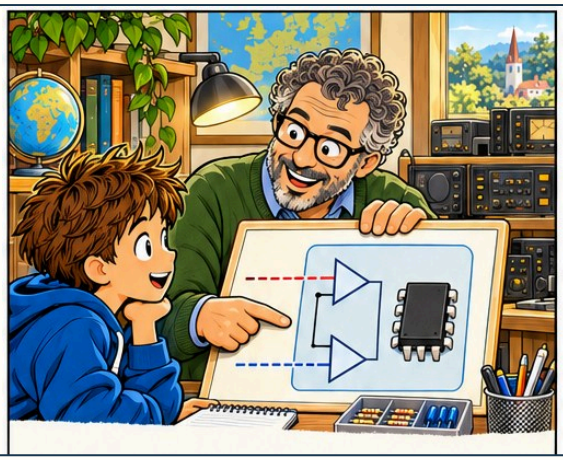


Они одновременно наблюдают за вводом и выводом, прежде чем судить о результате. Сам по себе индикатор может скрыть детали.



Lucas добавляет в свой файл вопрос: «Какой сигнал действительно поступает в мою схему?»

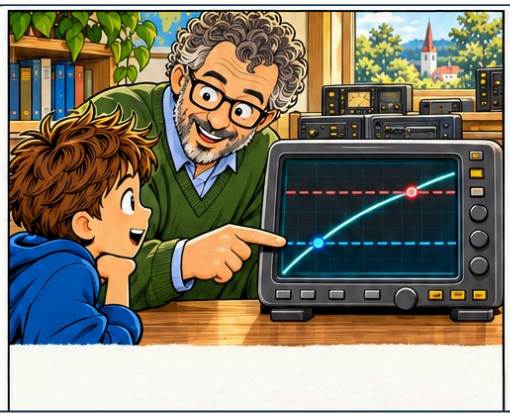
Два порога для предотвращения колебаний



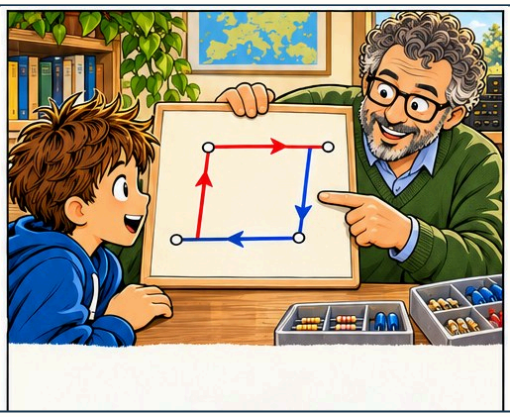
Henri соединяет контакты 2 и 6 для создания триггера Шмитта с использованием 555.



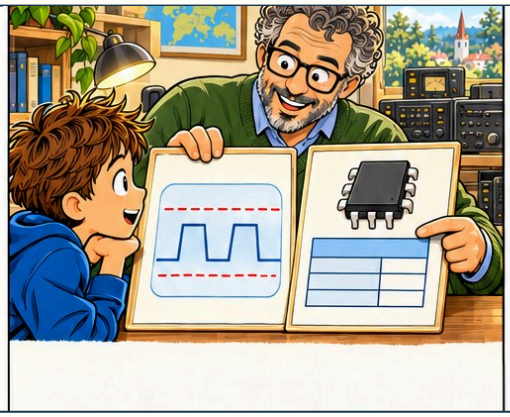
На этот раз этим узлом управляет подходящее испытательное напряжение; вывод 7 в демонстрации не используется.



Опускаясь ниже примерно VCC/3, вход управляет высоким выходным сигналом. Поднявшись выше 2VCC/3, он делает его низким.



Между двумя порогами предыдущее состояние сохраняется. Этот гистерезис позволяет избежать некоторых неуверенных переключений.



Приложенное напряжение должно оставаться в допустимых пределах. Произвольный сигнал не может быть подключен напрямую.



Lucas следует за медленным подъемом, а затем спуском на рисунке. Он понимает, почему оба порога имеют значение.

Вспоминая состояние: бистабильное



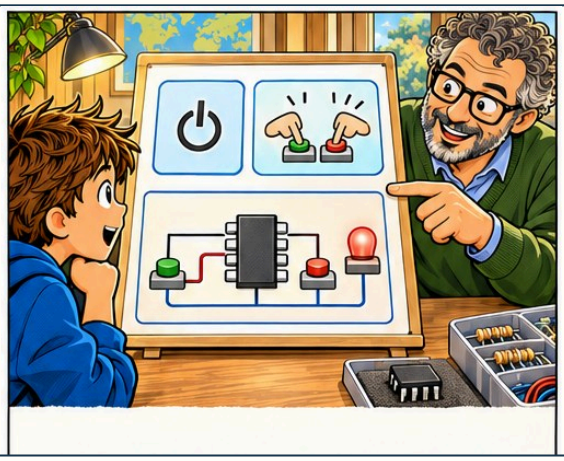
Lucas предлагает сигнальную лампу, которая горит до команды остановки. Henri представляет бистабильный режим работы.



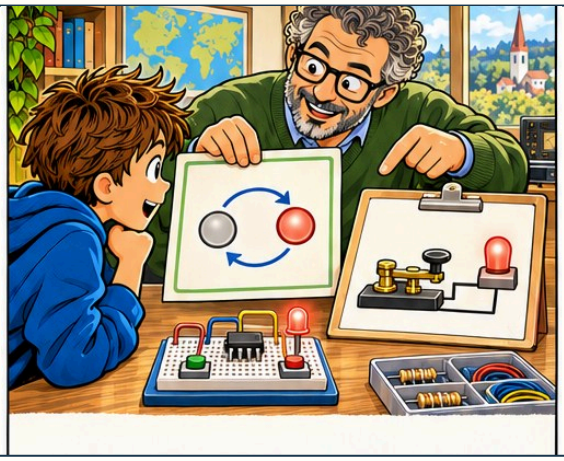
В подходящей схеме TRIG управляет высоким состоянием; RESET может принудительно перейти в низкое состояние.



Входные данные должны поддерживать определенные уровни. THRES не должен вызывать непреднамеренного переключения.



Необходимо учитывать поведение при запуске и одновременные команды: схема памяти не может угадать намерение.



Они оставляют это приложение на стадии блок-схемы, не добавляя его в свой трейнер Морзе.

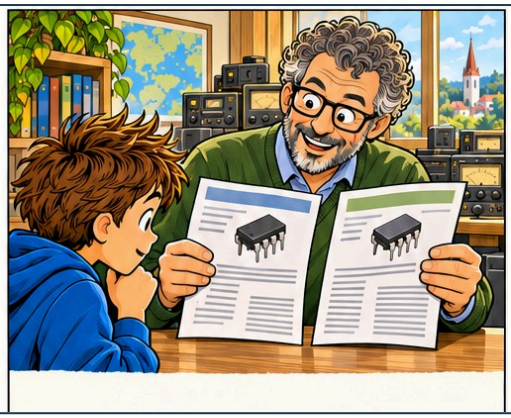


«Колебание, расчет времени, запоминание: я наконец-то вижу разницу», — говорит Lucas рядом со своими тремя картами.

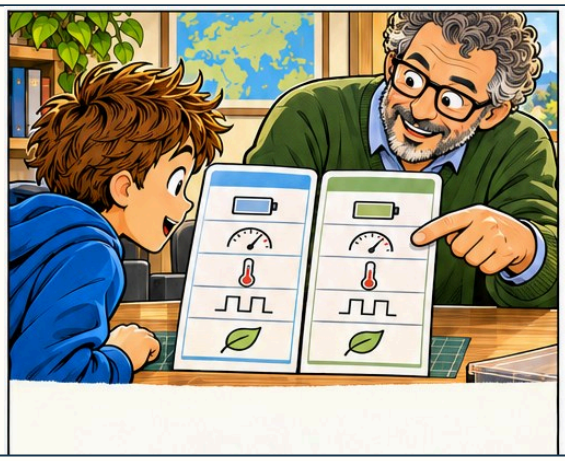
Двоюродные братья CMOS



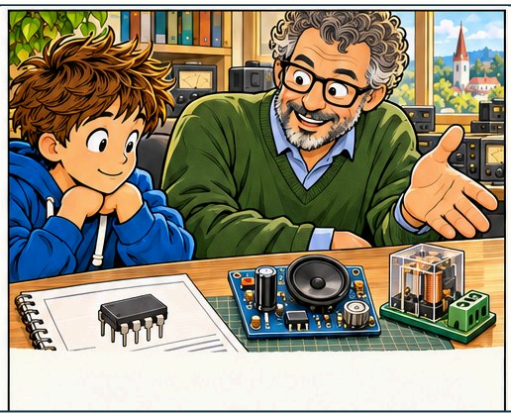
На другой упаковке Lucas читается как TLC555. «То же число: точно такой же компонент?»



Henri сравнивает данные: некоторые версии CMOS потребляют меньший ток покоя и допускают разные диапазоны питания.



Выходные токи, гарантированные пороги и абсолютные пределы могут быть разными.



Расположение контакта в одном и том же месте не гарантирует одинакового поведения с нашим аудиомодулем или реле.



Рекомендации по развязке и входные характеристики еще предстоит проверить для выбранного эталона.



Они сохраняют в устройстве указанный NE555. Lucas теперь знает, как оценить разумную замену.

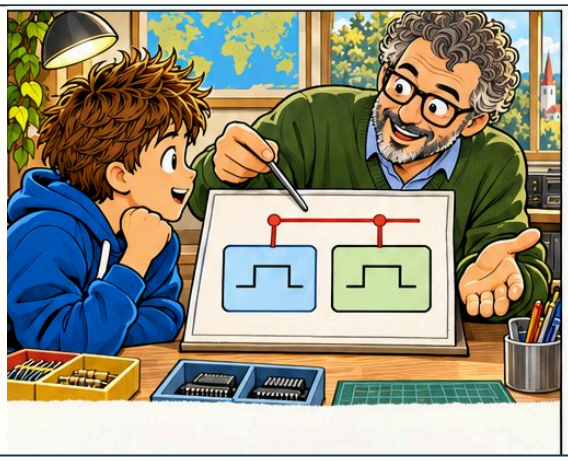
Два таймера в одном NE556



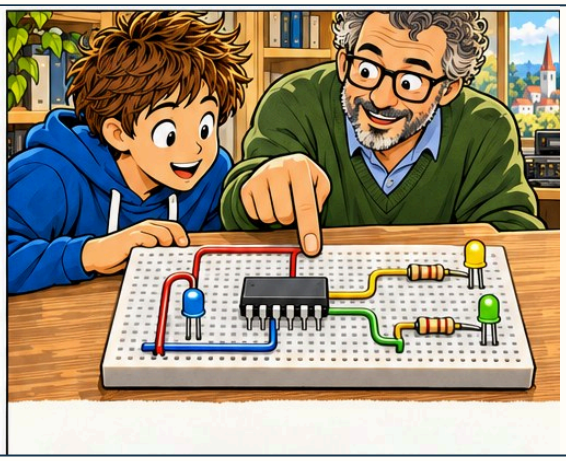
NE556 объединяет два таймера в одном корпусе. Lucas представляет собой отдельные функции тона и синхронизации.



Henri показывает распиновку: этот четырнадцатиконтактный корпус нельзя подключать как два NE555 из памяти.



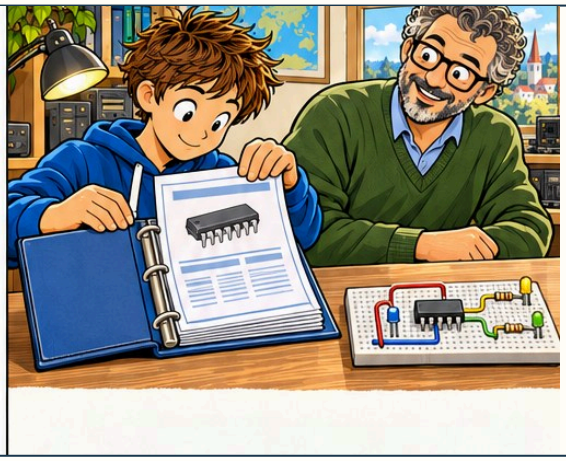
Каждый раздел имеет свои входы и выходы. Обе секции имеют общий источник питания.



Тщательная развязка и маршрутизация помогают предотвратить нарушение работы одной секции другой.



Они рисуют образовательную двухблочную сирену, сохраняя при этом построение этого альбома сосредоточенным на своем текущем проекте.



«Больше функций также требуют большего количества проверок», — отмечает Lucas, убирая лист NE556.

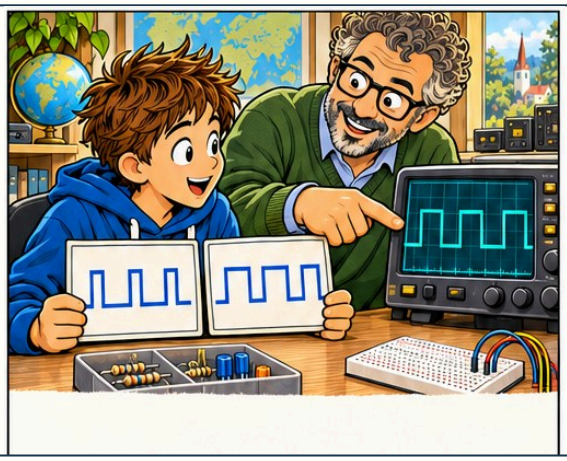
Вывод 5 и идея модуляции



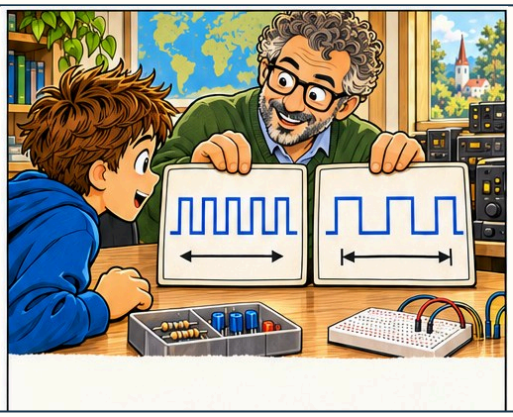
Lucas возвращается к CONT, контакт 5. «Можем ли мы изменить поведение схемы?»



Henri объясняет, что подходящее управляющее напряжение перемещает внутренние ссылки.



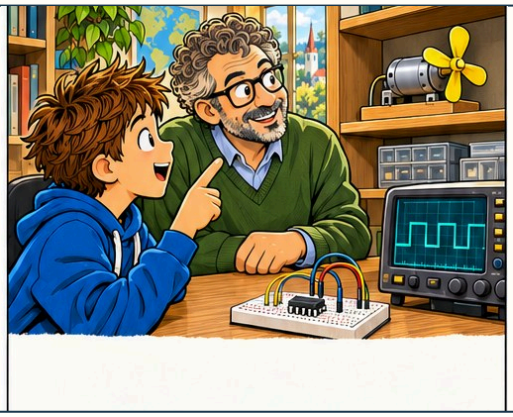
В зависимости от схемы это может модулировать ширину импульса или изменять частоту колебаний.



В этом простом нестабильном случае изменение ссылок также может изменить частоту колебаний: PWM не является автоматически независимым.



Подходящий контроллер PWM выбирается и проектируется для его нагрузки с соответствующей ступенью мощности.



Они сохраняют этот принцип для дальнейшего изучения. К выходу 3 не добавляется двигатель или тяжелая нагрузка.

Ловушка универсального радиогенератора



«А что, если наш 555 станет передатчиком?» Henri отличает частота звуковых колебаний и стабильная несущая радиосигнала.



NE555 подходит здесь для тона и временной задержки. Его RC не является точной ссылкой на RF.



Прямоугольный сигнал содержит гармоники; слишком длинный провод может вызывать помехи.



Лабораторный генератор не станет подходящим передатчиком, просто добавив антенну.



Радиоэксперимент потребует разработки, охватывающей стабильность, согласование импедансов, фильтрацию и разрешенное использование.



Поэтому Lucas оставляет антенну в стороне: их устройство уже оказывает реальную услугу, оставаясь местным тренером.

Когда генератор мешает приему



Слушая в клубе, они замечают шум, который меняется при включении тренажера.



«Совпадение?» Сравнивают несколько раз включением и выключением, не меняя настройки ресивера.



Повторные сравнения дают ключ к разгадке, но еще не идентифицируют все пути помех.



Они отодвигают сборку дальше, укорачивают соединения и проверяют развязку, прежде чем снова проводить сравнение.



Henri отличает полезный звук в динамике от нежелательных помех, вырывающихся из схемы.



Lucas находит правило из тома 1: совместное использование спектра также означает заботу о том, что мы создаем.

Сравните, чтобы понять



Меняют только одно: положение аудиокабеля. Затем они снова и снова сравнивают.



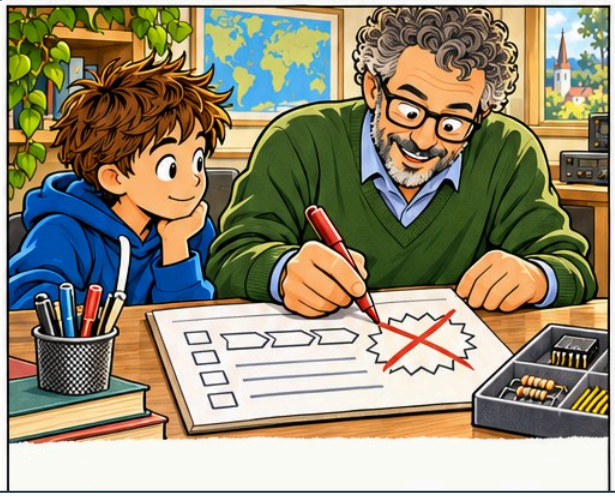
Lucas записывает расстояние, используемую проводку и источник питания. Без этих подробностей следующий тест было бы трудно сравнивать.



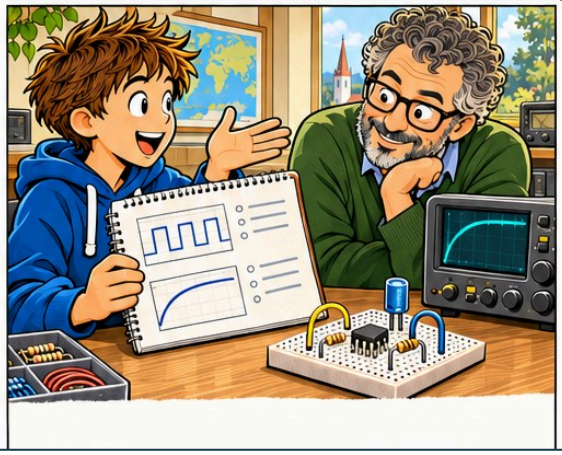
Локальное улучшение не доказывает, что весь спектр чист. Их приёмник не является полноценной лабораторией.



Компактная и правильно развязанная окончательная сборка будет предпочтительнее прототипа, разбросанного по длинным проводам.



Они не заявляют о соответствии или измерениях, которые они не установили.



«Я могу объяснить, что я пробовал и что еще предстоит проверить», — говорит Lucas. Henri одобряет его метод.

А как насчет работы от аккумулятора?



Lucas мечтает взять дрессировщик в сад. Они начинают с оценки общего потребления.



Аудиомодуль, настройка громкости и динамик имеют такое же значение, как и таймер, при оценке срока службы батареи.



Батарея должна питать подходящий регулятор для поддержания указанного 5 V; они следуют его документации.



Источник, способный подавать большой ток, требует соответствующей защиты от коротких замыканий.



Henri предлагает сначала закончить версию с изолированным источником питания. Требования к портативности будут документированы отдельно.

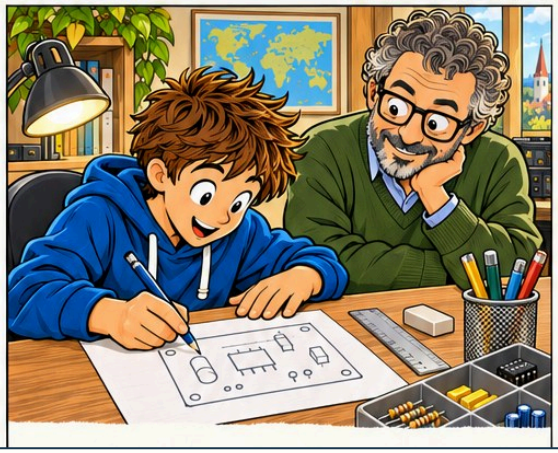


«Невозможно гарантировать срок службы батареи, исходя только из емкости, указанной на батарее», — заключает Lucas.

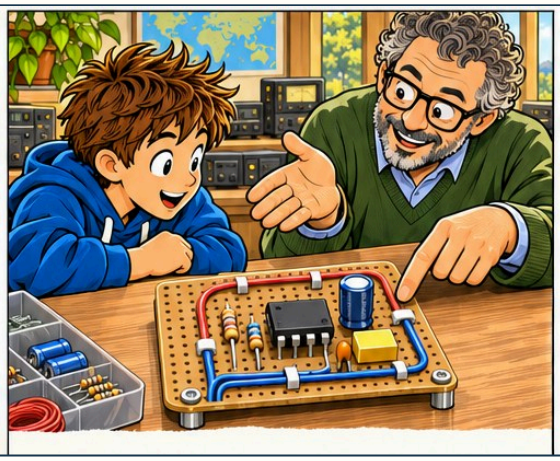
Подготовка прочной сборки



Беспаечный макет оказался полезным. Во время дня открытых дверей им следует избегать ослабления перемычек.



Они готовят компактный план компоновки с доступом к элементам управления и контрольным точкам.



Развязка остается близкой к 555; Возвратные токи аудио не должны проходить через схему синхронизации.



Кабели клавиш и динамиков имеют защиту от натяжения. Соединения не должны выдерживать натяжение кабеля.



Henri контролирует изготовление, используя подходящие инструменты и средства защиты, за пределами мастерской по чтению.



Затем Lucas проверяет целостность, полярность и схему перед восстановлением питания.

Корпус с понятным управлением



Lucas имеет простую переднюю панель: питание, тон, громкость и гнездо для клавиш четко обозначены.

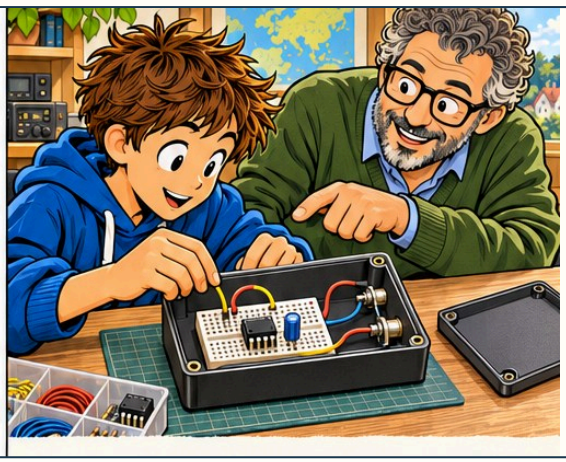


Схема закрепляется в подходящей коробке; ни один оголенный провод не касается проводящей части.



Прокладка кабеля защищена. Проверяют, чтобы поворот ручки не натягивал соединения.



Предполагаемый блок питания и его полярность будут указаны в инструкции и возле соответствующего разъема.



Ключ управляет только этим трейнером; подобная розетка не разрешает подключение к радиостанции.



Lucas пробует устройство без объяснения причин. Элементы управления должны быть очевидны для следующего посетителя.

Инструкции для будущего новичка



В инструкции поясняют цель: выучить ритм Морзе с локальным звуком, без передачи.



На схеме показаны контакты, значения компонентов, соединения источника питания и два состояния ключа.



В списке компонентов различаются конденсаторы синхронизации, связи и развязки.



Они добавляют номинальные расчеты, ограничения, ссылки на компоненты и точки измерения.



На небольшой странице описывается неуместная перемычка и метод устранения неполадок. Ошибки тоже присутствуют в истории.



Lucas перечитывает инструкцию, как если бы он впервые посетил клуб. Он упрощает еще одно предложение.

Генеральная репетиция



За день до дня открытых дверей Henri занимает место посетителя. Lucas представляет свою мастерскую.



"Сначала послушай. Потом попробуй. И, наконец, объясни, что меняется, когда ты поворачиваешь эту ручку".



Он различает тон, громкость и ритм. Henri задает намеренно простой вопрос.



Lucas показывает три блока в блокноте, а затем позволяет посетителю репетиции нажать на клавишу.



В середине шаблона отсутствует звуковой сигнал. Они переглядываются: у маленького устройства еще есть сюрприз.



Lucas сохраняет спокойствие и убавляет громкость. Он только что вернулся к своей роли следователя.

Последняя тайна



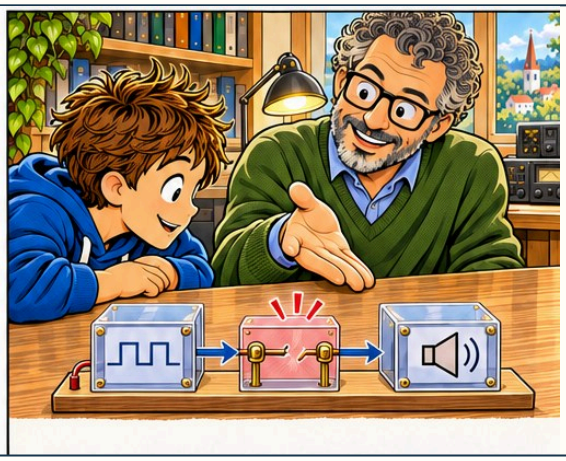
На этот раз схема ритма все еще работает: на выходе 3 появляются импульсы при нажатии клавиши.



Lucas проверяет электропитание, затем аудиоцепь. Он не заменяет NE555 как рефлекс.



При выключенном питании обнаруживает обрыв провода в соединении с ползунком потенциометра громкости.



«Ритм остался, звук уже не доходил до усилителя!» Разделение на блоки руководило им.



Ремонтируют соединение и проверяют, держится ли оно. Другой тест дает устойчивый сигнал.



Henri занимает свое место посетителя. Lucas добавляет к своим приготовлениям проверку разъемов.

День открытых дверей



Утром на чистом столе ждет небольшой корпус с электроникой. Lucas обеспечивает мягкую громкость и комфортный тон.



Он начинает с игры по шаблону. Henri наблюдает, как он дает всем время понять.



Посетитель пробует ключ. Нерешительная последовательность становится более устойчивой после паузы и повторного прослушивания.



Lucas открывает свой блокнот: «NE555 создает звуковой тон; ваш жест придает ему ритм».



Он показывает, как напряжение конденсатора растет и падает, а затем возвращается к звуку, который они слышат. Теория встречается с опытом.



Достаточно улыбки, чтобы сказать, что мастерская работает. Henri теперь позволяет Lucas руководить открытием.

Чему нас научили восемь кеглей



После семинара Lucas снова находит три карты: колебание, расчет времени и запоминание.



Он добавляет транзистор, который помогает управлять нагрузкой, и диод, защищающий катушку при выключении.



Henri спрашивает его, что он запомнит больше всего. Lucas смотрит в свою тетрадь с расчетами и поломками.



"Проверьте контакты. Сохраните единицы измерения. Измерьте правильную точку. И разберитесь, прежде чем менять".



Он также показывает инструкцию: идея становится полезной, когда другой человек может ее подхватить, не догадываясь.



Они убрали неиспользуемые компоненты. Маленькая черная упаковка задала ритм целому дню встреч.

Следующий ритм будет твоим



Место вновь обретает спокойствие. Lucas нажимает клавишу в последний раз: короткий звуковой сигнал, затем тишина.



Он помнит свой приезд в клуб и совет Henri: слушайте, ищите и делитесь.



«Все ли мы узнали о 555?» — «Достаточно, чтобы уметь задавать вопросы получше».



Тренажер, его схема и инструкции остаются готовыми для следующего новичка. Их приключение умещается в настоящую коробку.



Lucas закрывает блокнот, затем снова открывает его, чтобы почерпнуть новую идею. Henri протягивает ему карандаш.



Снаружи на фоне неба стоят антенны. Внутри восемь маленьких булавок пробудили желание поэкспериментировать.