

TECLAT DE LLUM

Guia didàctica de circuit bending · nivell inicial

Transforma un teclat musical de joguina perquè la llum faci variar l'altura del so. Un projecte d'experimentació sonora, electrònica bàsica i investigació guiada.



Què conté aquesta guia? Materials, precaucions, identificació de components, esquemes conceptuals, instruccions en etapes, proves, resolució de problemes i activitats. No requereix programació ni Arduino.

Punt de partida important: el dibuix és una infografia conceptual, no un esquema elèctric real. Cada teclat de joguina és diferent: no s'ha de tallar cap pista ni retirar cap resistència sense comprovar primer quin component controla realment el rellotge.

1. Què aprendrem?

- Identificar el circuit d'alimentació, el botó d'engegada, l'altaveu i la placa electrònica d'una joguina.
- Entendre què és una resistència i com canvia una LDR quan varia la llum.
- Investigar com la velocitat de rellotge pot canviar el to i també la velocitat de la melodia.
- Utilitzar un multímetre i experimentar fent proves reversibles abans de soldar.
- Practicar la documentació científica: hipòtesi, prova, resultats i conclusió.

2. Materials necessaris

Element	Quantitat / observacions
Teclat de joguina	1, alimentat NOMÉS amb piles, de baixa tensió, preferiblement 3-6 V i amb sons senzills
LDR (fotoresistència)	1 o diverses per fer proves; valor nominal habitual 10 k Ω en llum, però depèn del model
Resistències fixes	Joc assortit: 1 k Ω , 4,7 k Ω , 10 k Ω , 22 k Ω , 47 k Ω i 100 k Ω
Potenciòmetre	Opcional: 100 k Ω per explorar una alternativa regulable
Multímetre digital	1, per mesurar resistències amb el circuit apagat i tensions de manera segura
Cables, pinces de cocodril, protoboard	Per a experiments temporals sense soldadura
Soldador, estany sense plom i funda termoretràctil	Només amb supervisió adequada i després de validar el circuit
Tornavís, cinta aïllant, suports	Per obrir i fixar el muntatge; ulleres de protecció recomanades
Font de llum LED	1 llanterna LED, que no escalfi la LDR
Sortida externa d'àudio	Opcional: millor mantenir l'altaveu intern fins a conèixer el circuit

3. Seguretat: llegiu-ho abans de començar

- Mai feu circuit bending en aparells connectats directament a la xarxa de 230 V, amb fonts desconegudes o bateries de liti exposades. Trieu una joguina senzilla que funcioni amb piles extraïbles.
- Traieu les piles abans d'obrir, tocar, tallar, soldar o canviar cap connexió.
- No curtcircuiteu mai els pols de les piles. No toqueu simultàniament punts aleatoris del circuit amb cables.
- No soldeu amb l'aparell alimentat. En cas de sobreescalfament, olor estranya o comportament inesperat, apagueu i retireu les piles.
- Les proves internes amb l'aparell obert i alimentat només les ha de fer una persona adulta competent, amb puntes protegides i sota supervisió.

- La sortida d'altaveu pot ser en pont (BTL): cap terminal té per què ser massa (GND). No connecteu cap jack a aquests terminals sense estudiar el circuit.

4. Com funciona una LDR?

Una LDR és una resistència que canvia de valor amb la il·luminació. Habitualment, més llum → menys resistència, i menys llum → més resistència. Aquest canvi no és lineal i depèn molt del tipus de LDR i de la llum ambiental.

Condicció	Com es comporta la LDR?	Què pot passar amb el so?
Il·luminació intensa	Resistència més baixa	Pot accelerar el rellotge i pujar el to, si el circuit respon en aquest sentit
LDR tapada amb la mà	Resistència més alta	Pot alentir el rellotge i baixar el to, si el circuit ho permet

No és universal: en alguns teclats el comportament pot ser invers, quedar limitat, distorsionar-se o no tenir cap efecte. A més, canviar el rellotge sovint altera alhora l'altura de les notes, la durada i el ritme.

5. Primer: identifica la teva joguina

- Comprova que el teclat toca correctament amb les piles posades i la carcassa tancada. Grava una nota de referència.
- Apaga'l i retira les piles. Fes una fotografia exterior i interior abans de modificar res.
- Localitza: porta-piles, interruptor, placa electrònica, xip (o gota negra de resina), altaveu i possibles resistències.
- Anota marca i model si hi apareixen. Busca documentació tècnica del xip si és identificable.
- Busca un oscil·lador o un parell de terminals de resistència associats al rellotge només si el model permet identificar-los amb certa confiança.

6. Com distingir una resistència del rellotge?

No es pot saber només mirant una resistència ni pel seu color. Moltes resistències fan altres tasques. Si el fabricant indica un parell de pins de temporització (per exemple OSC/Rosc), segueix exclusivament aquella informació. Sense esquema ni referències fiables, considera no identificada la resistència: no la tallis.

Amb les piles retirades, un multímetre en mode ohmímetre pot ajudar a conèixer els valors de resistències, però les mesures «en circuit» poden ser enganyoses perquè hi ha altres components connectats en paral·lel. Mai mesuris ohms amb l'aparell encès.

7. Esquemes de connexió: què vol dir “substituir”?

Aquests esquemes són conceptuals. Els punts A i B representen els dos terminals de la resistència de rellotge ja identificada. No indiquen on es troben a la teva placa.

Esquema A — circuit original (sense modificar)

Punt A	Resistència original de rellotge	Punt B
--------	----------------------------------	--------

El teclat ha de funcionar normalment abans de començar.

Esquema B — substitució eventual per LDR

Punt A	LDR	Punt B
--------	-----	--------

Només és apropiat si el circuit i els límits de resistència del xip ho permeten. Una LDR pot acostar-se a valors massa baixos amb molta llum o massa alts en foscor.

Esquema C — experiment més prudent amb resistència de protecció

Punt A	Resistència fixa de limitació → LDR, en SÈRIE	Punt B
--------	---	--------

La resistència fixa evita que el conjunt arribi a valors tan baixos com la LDR sola. El valor correcte no és universal: primer cal conèixer la resistència original i els límits admissibles de l'oscil·lador. No facis una substitució irreversible si no tens aquesta informació.

Com reconèixer “en sèrie”?

En sèrie significa que el corrent passa primer per una resistència i després per l'altra: A → resistència fixa → LDR → B. No s'ha de posar la LDR directament entre el positiu i el negatiu de les piles.

8. Pas a pas: muntatge progressiu

PAS 1 · Escolta i observa

Amb la joguina tancada, toca les 7 tecles, grava el resultat i comprova que els controls funcionen.

PAS 2 · Desconnecta l'alimentació

Apaga el teclat, treu les piles i prepara una taula neta, ben il·luminada. Desa els cargols.

PAS 3 · Obre i fotografia

Obre la carcassa sense estirar cables. Fotografia la posició dels connectors i els terminals de l'altaveu.

PAS 4 · Identifica el circuit

Assenyala a la fotografia el porta-piles, el xip, l'altaveu i les resistències. No tallis res encara.

PAS 5 · Mesura la LDR

Amb les piles encara fora i la LDR separada de la joguina, mesura la seva resistència amb llum i cobrint-la. Anota els resultats.

PAS 6 · Troba documentació del rellotge

Comprova el xip o circuit exacte. Si no pots verificar els punts del rellotge ni la resistència admissible, atura aquí la modificació; fes les activitats amb la LDR com a experiment extern.

PAS 7 · Prova reversible (només amb identificació fiable)

Una persona experta pot preparar un adaptador o connexió reversible d'acord amb l'esquema verificat i provar valors equivalents a l'original abans de variar la llum.

PAS 8 · Confirma el comportament

Fes sonar una nota fixa i modifica la llum suaument. Mesura si la nota puja o baixa, si varia el ritme i si s'atura l'oscil·lador.

PAS 9 · Fixa i protegeix

Només després d'una prova satisfactòria, retira piles, assegura connexions, aïlla-les i fixa la LDR fora de la carcassa sense tensar els fils.

PAS 10 · Tanca i torna a provar

Torna a muntar la carcassa, comprova que no hi hagi fils atrapats i repeteix les proves amb piles i l'instrument tancat.

9. Sortida d'àudio: l'opció per a principiants

Recomanació: conserva l'altaveu intern. És la sortida més senzilla i evita errors elèctrics. Si necessites gravar el so, utilitza un micròfon extern o grava'l amb el mòbil.

La infografia dibuixa dos cables des de l'altaveu fins a un jack. No és una connexió segura d'aplicar a cegues: alguns amplificadors interns utilitzen sortides en pont, amb dos terminals actius.

Connectar-ne un a la massa d'un ordinador o amplificador pot provocar una avaria.

Per disposar d'una sortida de línia cal identificar primer la topologia de l'amplificador, i pot caldre un divisor atenuador o aïllament adequat. Aquesta modificació és opcional i s'ha de dissenyar per a cada teclat.

10. Taula de proves

Prova	Què faig?	Què anoto?
Punt de partida	Toco sempre la mateixa tecla sense modificar llum	Alta i ritme originals
Llum intensa	Il·lumino la LDR amb una llanterna LED	Nota més aguda, més greu o igual?
Ombra	Tapo parcialment la LDR	Canvis seus o bruscos?
Repetibilitat	Repeteixo tres vegades les proves	El resultat és semblant?
Límits	Allunyo gradualment la llum	Hi ha silenci, distorsió o reinicis?

11. Diagnòstic de problemes

Síntoma	Què comprovo?
El teclat no s'encén	Piles, polaritat, interruptor, fils atrapats. Apaga i retira piles abans de revisar.
No canvia el to	Potser el component identificat no és el rellotge, la LDR no varia prou o el xip té un rellotge intern fix.
S'apaga quan la LDR rep llum	Pot haver-hi una resistència fora de rang. Retira piles i recupera l'estat original.
Canvia el tempo però no com esperava	El rellotge pot governar diversos processos; és una conseqüència habitual del circuit bending.
Hi ha soroll o connexions inestables	Comprova soldadures, fils llargs i aïllament amb l'alimentació retirada.
La joguina s'escalfa o fa olor	Apaga immediatament, retira piles i no continuïs sense revisió experta.

12. Activitats didàctiques

Activitat 1 · Fes d'investigador de la llum

Abans de connectar-la a cap aparell, mesura la resistència de la LDR a tres nivells de llum: tapada, llum ambiental i llanterna LED. Dibuixa un gràfic: il·luminació aproximada a l'eix horitzontal, resistència a l'eix vertical.

Activitat 2 · Formula una hipòtesi

Completa: "Si il·lumino més la LDR, la seva resistència _____. En aquest teclat crec que el to _____ perquè _____." Després compara la predicció amb el resultat real, sempre que la modificació estigui validada.

Activitat 3 · Què canvia exactament?

Prova una nota llarga i una melodia automàtica. Compara si canvia només l'altura o també la velocitat de reproducció. Explica per què no tots els sintetitzadors tenen el mateix comportament.

Activitat 4 · Experiment controlat

Mantén constants la tecla, la posició de la llanterna i les piles. Canvia únicament la quantitat de llum amb papers translúcids o separant la mà. Quina variable independent estàs modificant? Quina variable dependent estàs observant?

Activitat 5 · Dissenya una actuació

Imagina una peça de 30 segons en què una mà toca el teclat i l'altra modula la llum. Dibuixa una petita partitura gràfica (clar, mig, fosc) per indicar el gest en cada moment.

13. Full de registre de l'experiment

Data / teclat	Condicció de llum	Resistència LDR	Efecte sonor
_____	LDR tapada	_____ Ω	_____
_____	Llum ambiental	_____ Ω	_____
_____	Llanterna LED	_____ Ω	_____

Conclusió: Què has après sobre la relació entre llum, resistència, rellotge i so?

14. Criteris d'èxit

- Sé explicar amb les meves paraules què fa una LDR.
- He identificat les parts bàsiques del teclat sense fer modificacions precipitades.
- Puc diferenciar un esquema conceptual d'un esquema elèctric verificat.
- Sé justificar per què una sortida d'altaveu no es connecta directament a un jack.
- He anotat observacions, errors i possibles millores amb rigor.

Projecte didàctic basat en la infografia proporcionada. Per fer el circuit bending real cal el model concret de teclat o un esquema verificat; la infografia no permet deduir els punts exactes de soldadura.