

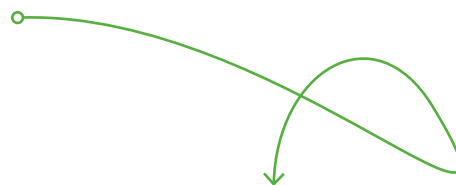


20 Kleintje klavier

zonder bewegende onderdelen

Bruno Clerc (Frankrijk)

Er zijn allerlei kleine toetsenborden, piano's en orgels gebaseerd op oscillatoren van het NE555-type, Arduino-boards en microcontrollers zoals die uit de ATtiny-serie. Deze hier heeft tiptoetsen en houdt de mechanische kant zo eenvoudig mogelijk.

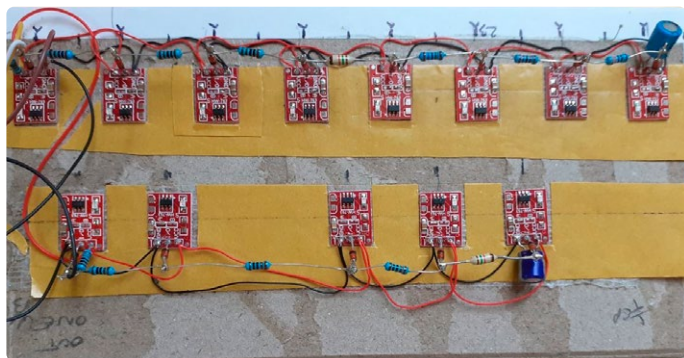


Toen Paolina haar vader met de vraag "speelgoed binnen 48 uur!" had uitgedaagd, snuffelde ik rond in mijn lab en vond een zak TTP223 tiptoets-modules en een ATtiny85. Ik krabde achter mijn oren en zag een papieren toetsenbord voor me, dat op elke ondergrond kon worden geplakt, waarvoor niet geboord hoefde te worden en ook geen druktoetsen nodig waren (figuur 1).

Eerste poging

Gebruikmakend van het weerstand-laddernetwerk-principe heb ik de uitgangen van een paar TTP223-modules min of meer in serie geschakeld om zo een enkeldraads capacitief toetsenbord te maken. Nadat ik op het internet een bibliotheek had gevonden voor het genereren van muzieknoden met een ATtiny [1], noteerde ik de volgende specificaties:

- > het klavier moet worden gevoed door een (oplaadbare) batterij;
- > voedingsspanning 3,7...5 V (zodat bijvoorbeeld een 18650-cel uit een PC-accu kan worden gebruikt);
- > toetsenbord met acht (capacitieve) tiptoetsen;
- > aan/uit-toets.



Figuur 1. Dankzij het gebruik van TTP223-tiptoetsmodules zijn er geen geavanceerde mechanische vaardigheden nodig om het muziekinstrument te construeren.

Het toetsenbord moet drie bedrijfsmodi hebben:

1. keyboard-modus: de gebruiker speelt de noten;
2. PlayStore-modus: de gebruiker kan diverse te beluisteren melodieën kiezen door verschillende toetsen aan te raken;
3. metronoommodus: papa kan de snelheid aanpassen.

Na het bouwen van een prototype van het toetsenbord werd het snel getest en gevalideerd door kleine vingertjes en de glimlach van een kind. Omdat het tegen kerst liep, publiceerde ik dit project op Elektor Labs [2]. Al snel kreeg ik de onderstaande reactie:

"Niet slecht als deurbel of basis-keyboard. Maar een octaaf delen door 8 geeft geen harmonisch gedeelde toonladder. Delen door 12 en toevoegen van de zwarte toetsen zou veel beter zijn. Maar dat lukt niet met een ATtiny ... Fijne feestdagen!"

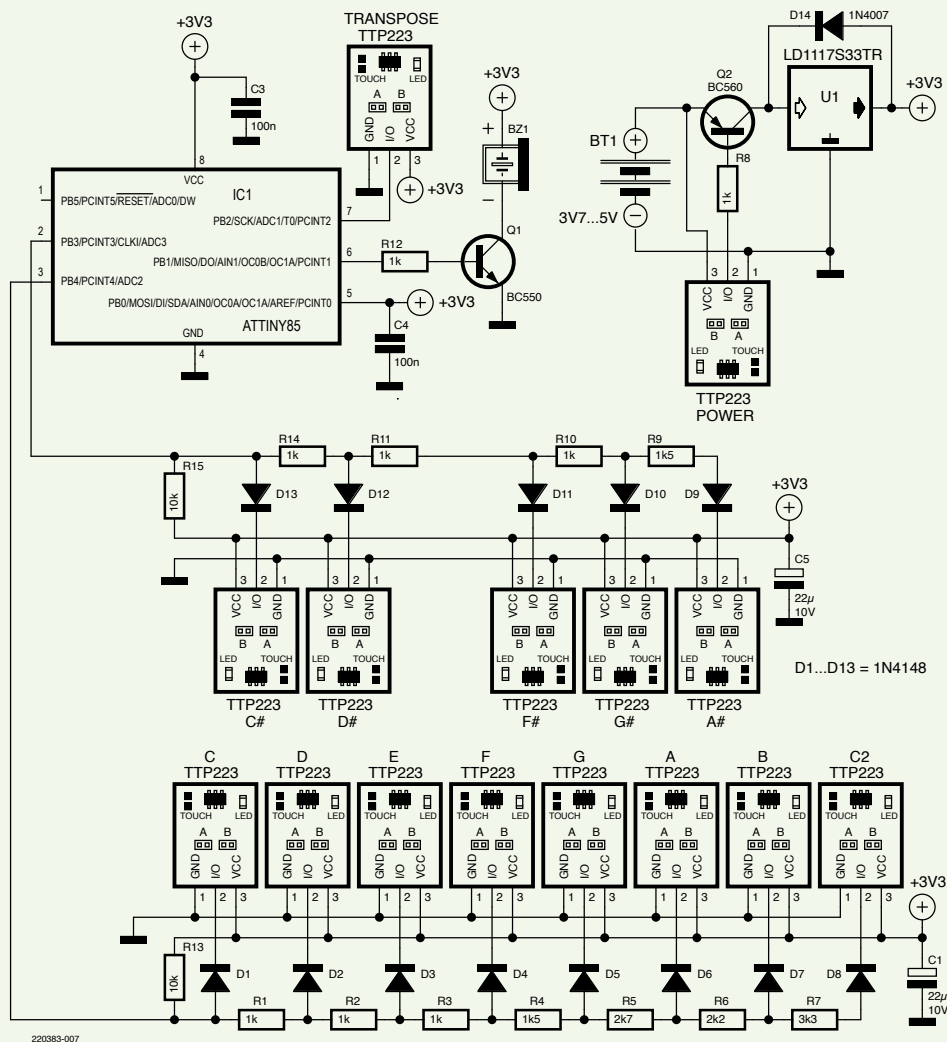
Al was het alleen maar om te bewijzen dat het wél kon, voegde ik vijf zwarte toetsen toe aan het prototype, wat resulteerde in het hieronder beschreven ontwerp.

De schakeling

Een ATtiny85 heeft vier analoge ingangskanalen in de aanbieding, waarvan er nog drie beschikbaar waren op ongebruikte pinnen: ADC0, ADC1 en ADC3. Ik heb daarom een tweede reeks van vijf tiptoetsen aangesloten op ADC3 (pin 2). Ik heb meteen ook een tiptoets aangesloten op ADC1 die moest worden gebruikt als octaaf-transpositie-toets. Al het andere bleef hetzelfde. Het volledige schema is getekend in figuur 2.

De zwarte en witte toetsrijen worden als een spanning uitgelezen met behulp van de analoog/digitaal-omzetter (ADC). Als referentiespanning voor de ADC wordt de voedingsspanning gebruikt.

De ATtiny85 in het hart van de schakeling wordt geklokt door zijn interne 1MHz-oscillator. Pin 6 is de uitgang voor het audiosignaal. Deze pin stuurt een piëzo-zoemer aan via een NPN-transistor (Q1).



Figuur 2. Het schema van het 'kleintje klavier'.

Merk op dat de ADC0-ingang nog steeds ongebruikt is, zodat je nog meer toetsen aan het toetsenbord kunt toevoegen.

De aan/uit-tiptoets is geconfigureerd in lock-low modus (zie tabel 1). Wanneer hij wordt aangeraakt, wordt de uitgang laag en activeert hij transistor Q2 via de $1k\Omega$ -basisweerstand R8. Hierdoor wordt de voedingsspanning (minus de spanningsval over Q2) met de ingang van de low-drop 3,3V-spanningsregelaar verbonden. De schakeling werkt correct bij een minimale spanning van 3,7 V.

Tabel 1. Jumperconfiguratie voor de TTP223-modules.

Positie A	Positie B	Modus	Functie
open	open	moment-contact hoog	n.v.t.
open	gesloten	blijvend hoog	octaaf-transpositie
gesloten	open	moment-contact laag	noot (zwart en wit)
gesloten	gesloten	lock low	aan/uit

De schakeling wordt gevoed uit een accu plus vast aangesloten laadmodule (figuur 3).

TTP223-configuratie

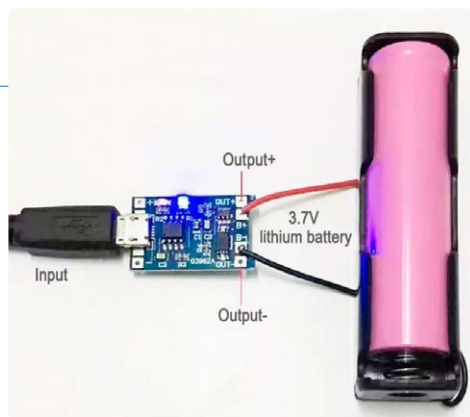
Eerst heb ik alle LED-serieweerstanden van de modules verwijderd. Daarna heb ik de modules geconfigureerd. De TTP223-module heeft twee configuratiejumpers (soldeerbruggen) gelabeld 'A' en 'B' die de schakelfunctie definiëren. Tabel 1 geeft alle mogelijkheden en hoe die moeten worden ingesteld voor ons kleine klavier.

Elke toets in de twee rijen heeft een 1N4148-diode in serie met zijn uitgang om hem te isoleren van de andere toetsen in de rij als hij niet actief is. Als je een andere diode gebruikt, let dan op de doorlaatspanning V_f van de diode, want die heeft invloed op de uitgangsspanning van de toetsrij.

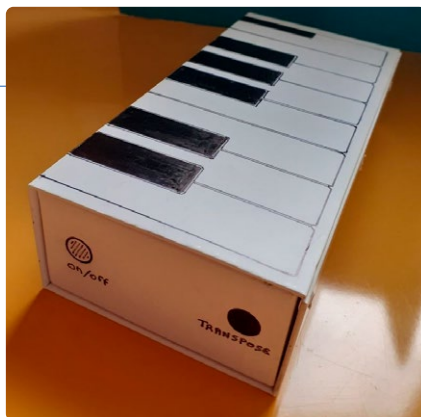
De waarden van de weerstanden die de toetsen scheiden in de twee toetsrijen werden experimenteel bepaald. De tests werden uitgevoerd met weerstanden van 5%. De uiteindelijke versie is uitgerust met 1%-weerstand.

De transpositietoets is rechtstreeks aangesloten op de ingang van de MCU. Als de toets wordt aangeraakt, gaat de uitgang hoog en blijft hoog totdat de toets opnieuw wordt aangeraakt. Het programma beschouwt octaaf-transpositie als inactief als de uitgang van de toets laag is.

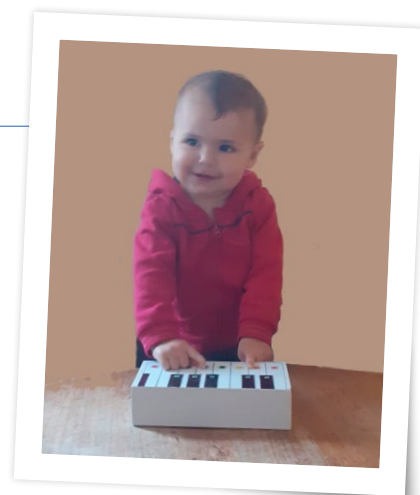
Figuur 4 toont het afgewerkte instrument en in **figuur 5** zie je hoe het bespeeld wordt.



Figuur 3. Een oplaadbare accu met een kleine laadmodule eraan voorziet het instrument van stroom.



Figuur 4. Het uiteindelijke keyboard. De aan/uit-schakelaar en de transpositietoets zijn aan de zijkant gemonteerd.



Figuur 5. Paolina speelt op haar nieuwe klavier.

Bespelen van het keyboard

Na het inschakelen van het toetsenbord heeft de gebruiker twee seconden (kan gewijzigd worden in de software) om de gebruiksmodus te selecteren. Door op de linker C (of 'Do') te drukken wordt de PlayStore-modus geselecteerd; door op D (of 'Re') te drukken wordt de metronoom-modus geactiveerd. Als er tijdens de opstartpauze geen toets wordt ingedrukt, komt het toetsenbord in de keyboard-modus. Na de inschakelpauze geeft een kort melodietje aan dat het apparaat klaar voor gebruik is.

De transpositietoets verhoogt de toonhoogte met één octaaf.

PlayStore-modus

In PlayStore-modus selecteren de witte toetsen een van de zeven mogelijke melodieën die in het programma kunnen worden vastgelegd. Momenteel zijn er slechts vier melodieën voorgeprogrammeerd; je kunt er zelf nog drie toevoegen. Natuurlijk kun je de vier voorgeprogrammeerde melodieën ook aanpassen.

Als je op de rechter C-toets drukt, verlaat je de PlayStore-modus en keer je terug naar de keyboard-modus.

De transpositietoets heeft in deze modus geen functie.

Metronoom-modus

In de metronoom-modus bepalen de zwarte toetsen het tempo (in beats per minuut, bpm):

- > C# – start
- > D# – pauze
- > F# – tempo –10 bpm (minimum is 20 bpm)
- > G# – terug naar standaardwaarde (120 bpm en standaard toonhoogte)
- > A# – Tempo +10 bpm (maximum is 250 bpm)

De witte toetsen selecteren de toonhoogte van het klikgeluid. Als je op de rechter C-toets drukt, verlaat je de metronoom-modus en keer je terug naar de keyboard-modus.

De transpositietoets werkt normaal in deze modus.

Tot slot

De ATtiny85 wordt geprogrammeerd vanuit de Arduino IDE. Hiervoor moet je het Boards Package van D. A. Mellis [3] en de TinyTone-bibliotheek van [1] installeren. Een Arduino UNO kan worden gebruikt om de sketch in de MCU te programmeren. Alle ontwerpbestanden zijn te vinden op [4].

Veel plezier! ◀

220683-03

Vragen of opmerkingen?

Hebt u technische vragen of opmerkingen naar aanleiding van dit artikel? Stuur een e-mail naar de redactie van Elektor via redactie@elektor.com.



Gerelateerde producten

- > **W. A. Smith, Explore ATtiny Microcontrollers using C and Assembly Language, Elektor 2021 (SKU 20007)**
www.elektor.nl/20007
- > **Phambili Newt 2.7" IoT Display (powered by ESP32-S2) (SKU 20230)**
www.elektor.nl/20230

WEBLINKS

[1] TinyTone-bibliotheek: <http://technoblogy.com/show?KVO>

[2] Het keyboard (met 8 toetsen) op Elektor Labs:

<https://elektormagazine.com/labs/tiny-piano-8-notes-tow-modes-keyboard-capacitive-keys-one-wire>

[3] ATtiny Boards Package voor Arduino IDE:

https://raw.githubusercontent.com/damellis/attiny/ide-1.6.x-boards-manager/package_damellis_attiny_index.json

[4] Projectpagina op Elektor Labs: <https://elektormagazine.com/labs/piano-one-octave-with-attiny85>