

un tout petit piano

sans pièces mobiles



Bruno Clerc (France)

Il existe toutes sortes de petits claviers, pianos et orgues basés sur des oscillateurs de type NE555, des cartes Arduino et des microcontrôleurs tels que ceux de la gamme ATtiny. Celui-ci ajoute des touches tactiles à la combinaison, pour simplifier au maximum l'aspect mécanique.

Après que Paolina a défié son papa en demandant « un jouet en 48 heures ! » j'ai fouillé dans mon labo et j'ai trouvé un sac de modules de boutons tactiles TTP223 et un ATtiny85. Hmm..., me suis-je dit, un clavier imprimé sur du papier, qu'on peut placer sur n'importe quel support, donc sans perçage et pas de boutons poussoirs à gérer (voir **figure 1**).

Premier essai

En utilisant une chaîne de touches basée sur le principe d'échelle de résistances, j'ai connecté en quelque sorte en série les sorties de quelques modules TTP223, pour créer un clavier capacitif monofilaire. Ayant trouvé sur le net une bibliothèque permettant de générer des notes de musique avec un ATtiny [1], j'ai rédigé les spécifications suivantes :

- Le piano doit être alimenté par une batterie (rechargeable)
- Une alimentation de 3,7 V à 5 V (permettant l'utilisation d'une pile de type 18650 récupérée d'une batterie de PC, par ex.).
- Un clavier de huit notes avec touches capacitives
- Une touche Marche/Arrêt.

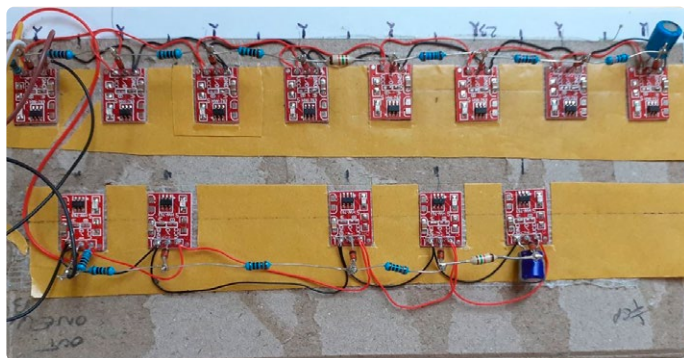


Figure 1. Grâce à l'utilisation de modules de touches tactiles TTP223, pas besoin de compétences mécaniques avancées pour assembler l'instrument de musique.

Le clavier doit avoir trois modes de fonctionnement :

1. Mode Clavier : l'utilisateur joue les notes
2. Mode Collection : l'utilisateur peut choisir différentes mélodies à écouter en touchant différentes touches.
3. Mode Métronome : le papa de l'utilisateur peut régler la vitesse.

Après avoir construit le prototype du clavier, celui-ci a été rapidement testé et validé par des petits doigts et un sourire d'enfant. Puis, comme c'était la période des fêtes, j'ai publié ce projet sur Elektor Labs [2]. Rapidement, j'ai reçu un commentaire qui disait :

« Pas mal comme sonnette ou clavier de base. Cependant, diviser une octave par 8 ne donne pas une décomposition harmonieuse de la gamme. Diviser par 12, en ajoutant les touches noires, serait bien mieux. Mais dans ce cas, un ATtiny ne fera pas l'affaire... Bonnes fêtes ! »

Pour prouver le contraire, j'ai ajouté cinq touches noires au prototype, ce qui a donné la conception ci-dessous.

Circuit

Il y a quatre canaux d'entrée analogique disponibles dans un ATtiny85, dont trois étaient encore disponibles sur des broches non utilisées : ADC0, ADC1 et ADC3. J'ai donc connecté une deuxième chaîne de cinq touches tactiles à ADC3 sur la broche 2. Ce faisant, j'ai également ajouté une touche tactile à ADC1 pour l'utiliser comme touche de transposition d'octave. Tout le reste est resté inchangé. Le schéma complet est illustré à la **figure 2**.

Les chaînes de touches noires et blanches sont lues sous forme de tension à l'aide du convertisseur analogique-numérique (CA/N). La tension de référence du CA/N est la tension d'alimentation. L'ATtiny85 au cœur du circuit est cadencé par son oscillateur interne à 1 MHz. La broche 6 est la sortie sonore. Cette broche alimente un buzzer piézoélectrique par l'intermédiaire d'un transistor NPN (Q1).

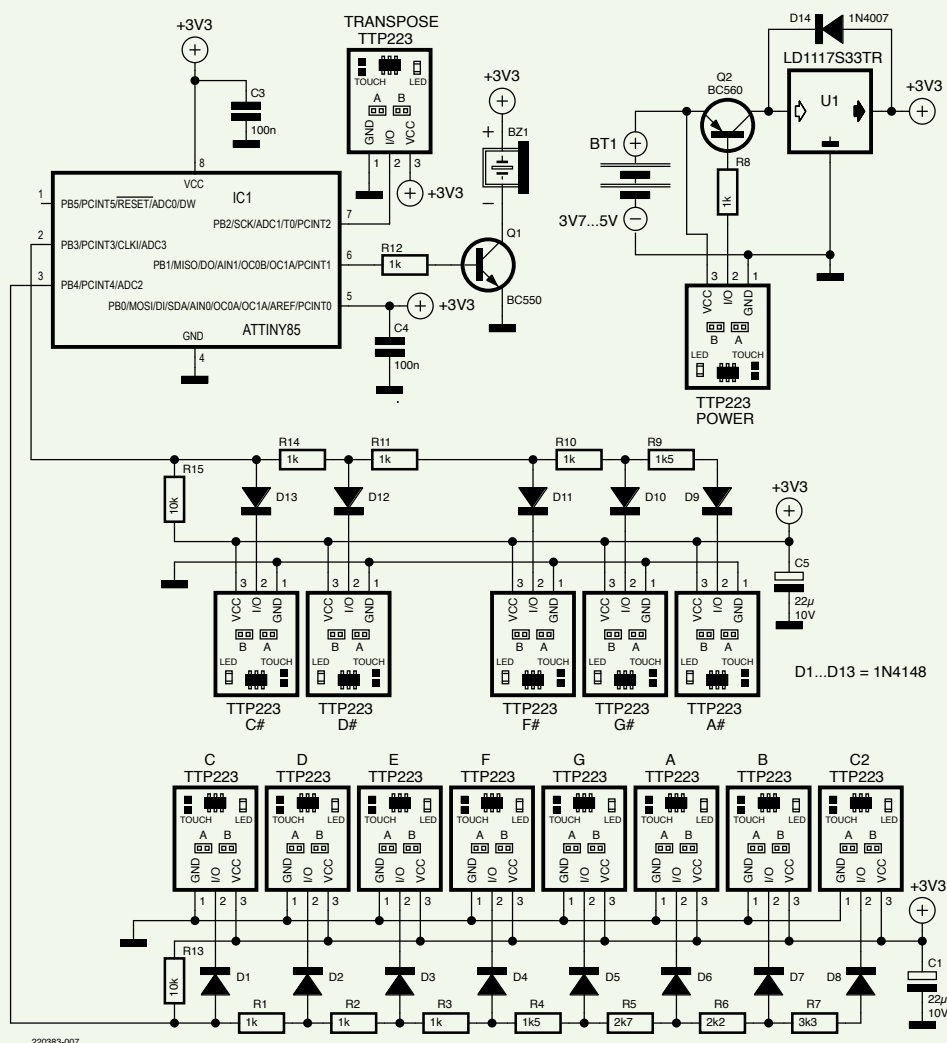


Figure 2. Schéma du petit clavier. Notez que l'entrée ADC0 est toujours libre, ce qui permet d'ajouter encore plus de touches au clavier.

La touche Marche/Arrêt est configurée en mode verrouillage bas (voir **tableau 1**). Lorsqu'elle est touchée, la sortie passe au niveau bas et active le transistor Q2 via la résistance de base R8 de 1 kΩ. Celle-ci relie la tension d'alimentation (moins la chute de tension sur Q2) à l'entrée du régulateur de tension 3,3 V à faible chute. Le circuit fonctionne correctement avec une tension minimale de 3,7 V. Le circuit est alimenté par une batterie rechargeable sur laquelle est fixé un module de chargement (voir **figure 3**).

Tableau 1. Configuration des ponts pour les modules TTP223.

Pont A	Pont B	Mode	Touche
Ouvert	Ouvert	Momentané haut	Aucune
Ouvert	Fermé	Verrouillage haut	Transposition d'octave
Fermé	Ouvert	Momentané bas	Note (noire et blanche)
Fermé	Fermé	Verrouillage bas	Marche/arrêt

Configuration du TTP223

J'ai commencé par enlever toutes les résistances en série avec les LED des modules. Ensuite, j'ai configuré les modules. Le module TTP223 possède deux ponts de soudure de configuration étiquetés « A » et « B » qui définissent la fonction du commutateur. Le **tableau 1** montre les options possibles et comment les configurer pour notre petit clavier. Chaque touche dans les deux chaînes possède une diode 1N4148 en série avec sa sortie pour l'isoler de la chaîne lorsqu'elle est inactive. Si vous utilisez une autre diode, faites attention à la tension directe V_f de la diode, car elle influe sur la tension de sortie de la chaîne de touches. Les valeurs des résistances séparant les touches des deux chaînes de touches ont été déterminées expérimentalement. Les tests ont été effectués avec des résistances de 5%. La version finale est équipée de résistances de type 1%.

La touche de transposition d'octave est connectée directement à l'entrée du MCU. Si on la touche, la sortie passe à l'état haut et y reste jusqu'à ce qu'on la touche à nouveau. Le programme considère que la transposition d'octave est inactive lorsque la sortie de la touche est basse.

La **figure 4** montre l'instrument terminé. La **figure 5** montre comment en jouer.

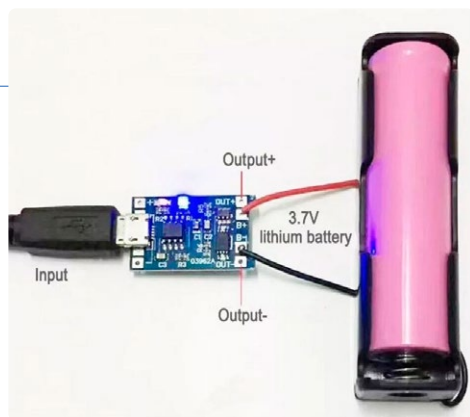


Figure 3. Le clavier est alimenté par une batterie rechargeable reliée à un petit module de chargement.



Figure 4. Le clavier terminé. Les interrupteurs d'alimentation et de transposition d'octave sont montés sur le côté.

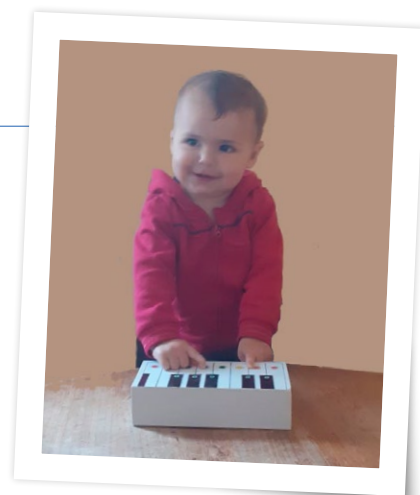


Figure 5. Paolina jouant avec son nouveau piano.

Jouer du clavier

Après avoir allumé le clavier, l'utilisateur dispose de deux secondes (modifiables dans le logiciel) pour sélectionner le mode de fonctionnement. En appuyant sur le C gauche (ou « Do »), on sélectionne le mode *Collection* ; en appuyant sur le D (ou « Ré »), on sélectionne le mode Métronome. Si aucune touche n'est pressée pendant le délai de démarrage, le clavier passe en mode Clavier. Lorsque le délai est écoulé, une courte mélodie indique que l'appareil est prêt pour jouer.

La touche de transposition d'octave permet d'augmenter la hauteur de ton d'une octave.

Mode Collection

En mode *Collection*, les touches blanches sélectionnent l'une des sept mélodies possibles codées en dur dans le programme. Actuellement, seules quatre mélodies sont définies ; vous pouvez en ajouter trois autres vous-même. Bien entendu, vous pouvez également modifier les quatre mélodies prédéfinies.

Une pression sur la touche C droite permet de quitter le mode *Collection* et de revenir au mode Clavier.

La touche de transposition d'octave est inactive dans ce mode.

Mode Métronome

En mode Métronome, les touches noires contrôlent le tempo (en battements par minute, bpm) :

- > C# - Démarrage
- > D# - Pause
- > F# - Tempo -10 bpm (minimum 20 bpm)
- > G# - Retour aux valeurs par défaut (120 bpm et hauteur par défaut)
- > A# - Tempo +10 bpm (maximum 250 bpm)

Les touches blanches sélectionnent la hauteur de son du clic. Une pression sur la touche C droite permet de quitter le mode Métronome et de revenir au mode Clavier.

La touche de transposition d'octave fonctionne normalement dans ce mode.

Dernières notes

L'ATtiny85 est programmé à partir de l'EDI Arduino. Pour cela, vous devez installer le Boards Package de D. A. Mellis [3] et la bibliothèque TinyTone de [1]. Un Arduino UNO peut être utilisé pour programmer le croquis dans le MCU. Tous les fichiers de conception sont disponibles à l'adresse [4].

Amusez-vous bien ! 

VF : Denis Lafourcade — 220683-04

Des questions, des commentaires ?

Contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



Produits

- > **W. A. Smith, *Explore ATtiny Microcontrollers using C and Assembly Language*, Elektor, 2021**
<https://elektor.fr/20007>
- > **Phambili Newt 2.7" IoT Display (alimenté par ESP32-S2)**
<https://elektor.fr/20230>

LIENS

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

[2] Le clavier à 8 touches sur Elektor Labs :

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

[3] Package de cartes ATtiny pour l'EDI Arduino :

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

[4] Fichiers du projet sur Elektor Labs : <https://elektormagazine.fr/labs/piano-one-octave-with-attiny85>