

Mp3Flower est un lecteur de MP3 pour les petits enfants de 2 à 5 ans.

Je vous présente mon travail d'une façon un peu détaillée afin qu'il puisse vous être utile.

Mon fils Quentin voulait que je fabrique un lecteur de MP3 pour son petit garçon Tom qui a 2 ans et demi. Il s'agit de mettre à sa disposition un nombre important de MP3 contenant des comptines, mais aussi des histoires, de la musique ...

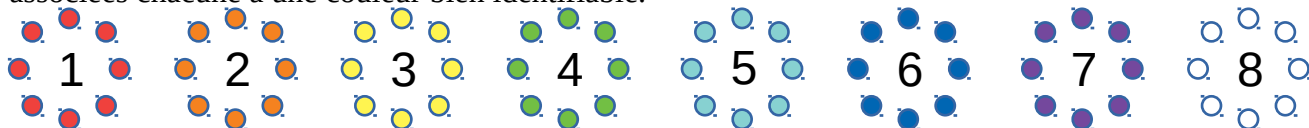
Les dispositifs que j'ai vus sur internet ne me satisfaisaient pas. En effet le nombre important de MP3 ne permet pas d'utiliser des tag RFID qui auraient finis par se perdre. Un clavier avec un grand nombre de touches ne me semblait pas adapté non plus.

Pour l'affichage, l'idéal est un afficheur graphique avec le nom des MP3 ... Mais Tom ne saura pas lire avant 5 ou 6 ans.

Pour l'ergonomie j'ai fait les choix suivants : un bouton pour allumer et éteindre l'appareil. Avec extinction automatique si pas de MP3 joué depuis 5 minutes. Il peut donc s'endormir en écoutant une histoire, l'appareil s'éteindra automatiquement. Un bouton pour choisir la couleur (le répertoire) et un bouton pour choisir le MP3 dans le répertoire. Enfin un bouton pour écouter ou arrêter le MP3. Et puis un bouton rotatif pour le volume (limité par les parents).

Mon idée a été de réaliser un affichage avec un anneau de leds multicolores. La couleur et la position des leds allumées permettent de savoir quel MP3 sera joué.

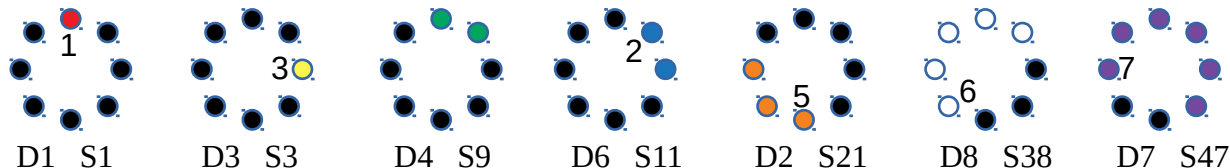
Comme j'avais sous la main un anneau de 8 leds, j'ai choisi de répartir ses MP3 en 8 catégories associées chacune à une couleur bien identifiable.



1 Les comptines, 2 la musique, 3 les bruits de la nature, 4 les histoires lues par sa grand-mère, 5 les histoires pour apprendre, 6 les histoires sages, 7 les histoires pour dormir et 8 Papi au piano.

Évidemment ces choix sont modifiables.

Puis dans chaque catégorie (ou répertoire) les leds affichées informent du MP3 qui est sélectionné par le bouton de droite en façade de l'appareil. Évidemment cette solution ne permet pas d'avoir trop de MP3 par répertoire. Théoriquement 256, mais Tom ne connaît pas encore le binaire. Je me suis limité à 55 MP3 par répertoire de la façon suivante :



Dx pour le numéro de répertoire et Sy pour le numéro du MP3 à jouer. Le numéro dans l'anneau est le numéro de la première (dans le sens horaire) led allumée.

Le numéro de la chanson S dans le répertoire D est $S = N^{\circ}\text{PremièreLed} + 8 \times (\text{Nombre de Leds On} - 1)$

Mais Tom ne fera aucun calcul ! Pour les 8 premiers MP3 dans un répertoire l'affichage sera simple : une led = un MP3. Il aura déjà accès à $8 \times 8 = 64$ MP3. Si le nombre de MP3 dans un répertoire dépasse 8 mais est inférieur à 17 il comprendra vite la signification du fait que deux leds sont allumées. Il suffira

aux parents de rester raisonnable sur le nombre de MP3 par répertoire et de l'augmenter progressivement, si nécessaire, au-delà de 8, puis de 16, puis de 24 ...

Lors de l'extinction manuelle on peut voir le niveau de charge de la batterie pendant 5 secondes. Batterie à 100% les huit leds sont vertes. Plus il y a de leds rouges allumées plus la batterie est faiblement chargée.

Lorsque la batterie atteint 20 % de sa charge un message audio vous en avertit toutes les 5 minutes. Lorsque la charge descend sous les 20 %, l'appareil s'éteint automatiquement.

Les parents peuvent fixer la luminosité des leds, le volume maximum ou le réglage de l'égaliseur. Pour ce faire il faut appuyer sur l'un des trois boutons et le garder appuyé pendant le démarrage de l'appareil. Par exemple : vous appuyez sur le bouton central et le gardez appuyé après avoir appuyé sur le bouton power. Au bout de quelques secondes une voix vous informe que vous devez régler la luminosité des leds. Vous pouvez relâcher les boutons dès que vous entendez la voix. Vous réglez la luminosité des leds avec les boutons gauche et droit puis vous validez en appuyant sur le bouton du centre.

Le choix de luminosité, de volume maximum ou d'égaliseur est mis en mémoire permanente si vous n'oubliez pas de valider en appuyant sur le bouton central à la fin du processus.

Attention : pendant le réglage du volume maximal le potentiomètre n'est pas actif et un MP3 est entendu au volume maximum que vous choisissez. Donc il est normal que ce volume sonore soit un peu (pas trop) élevé.

Pendant le réglage de l'égaliseur, le potentiomètre de volume est actif et vous utilisez les boutons droit et gauche pour sélectionner le réglage de l'égaliseur, puis quand la sonorité de l'appareil vous semble optimale, validez en appuyant sur le bouton central.

Pendant le réglage de la luminosité, aucun MP3 n'est joué.

Une fois l'appareil allumé, pour activer ou désactiver les informations audios, il faut appuyer simultanément sur les boutons centre et droit ou centre et gauche. Ce choix est alors mis en mémoire permanente.

Un neuvième répertoire est accessible par une combinaison de touche : pressez les boutons de gauche et de droite en même temps. Lorsque l'afficheur affiche des leds vertes et mauves, pressez le bouton du centre. Vous avez accès en lecture continue et aléatoire, sur le répertoire 12, aux MP3 que vous y aurez placés. Au maximum 255. L'affichage est alors un arc-en-ciel de couleur. Et les trois boutons s'utilisent comme ceux d'un lecteur MP3 normal. Ceci pourra être utile pour un enfant plus grand ou les parents.

La structure de la carte SD formatée en fat32 :

01-001xxxx.mp3 Le répertoire 1 numéroté 01, contient les mp3 numérotés avec 3 chiffres.
-002yyyyyy.mp3 xxx ou yyyy sont des caractères alphabétiques.

- ...

02-001xxzz.mp3 Le répertoire 2 numéroté 02, contient les mp3 numérotés avec 3 chiffres.
-002yyzzyy.mp3

- ...

...

10-101.mp3	Le répertoire 10 pour les informations audios : 101.mp3 le message d'accueil
-071.mp3	l'audio pour batterie trop faible
-072.mp3	l'audio pour batterie insuffisante
-081.mp3	l'audio pour réglage de volume maximum
-082.mp3	l'audio pour réglage de luminosité maximale
-083.mp3	l'audio pour réglage de tonalité ou égaliseur
-089.mp3	l'audio lorsque l'on éteint l'appareil
-091.mp3	l'audio d'accueil du répertoire 1
...	
-098.mp3	l'audio d'accueil du répertoire 8
12-001xxzz.mp3	Le répertoire caché 12 contient les mp3 numérotés avec 3 chiffres.
-002yyzzyy.mp3	
- ...	

Un trou au dos du boîtier permet d'accéder à la carte SD. A cause de l'épaisseur du boîtier il faut se munir d'une pince à épiler et la manipulation n'est pas si facile. C'est bien ainsi car je suis certain que Tom n'ira pas chercher la carte SD.

Le boîtier est en bois et Quentin doit encore le peindre. Donc il est entièrement démontable hormis le chargeur pour la batterie LiPo qui est collé dans le boîtier.

Je me suis amusé à fabriquer le bouton du potentiomètre de volume, et les autres boutons aussi, en bois. Celui du potentiomètre de volume est relié au potentiomètre via un tube d'arrosage transparent de diamètre interne 6mm. Pour les boutons poussoirs, ils coulissent dans un trou dans la façade et appuient sur des interrupteurs de clavier récupérés. Pour leur éviter de sortir de la façade, coté intérieur ils sont cerclés d'un anneau de cuivre de diamètre interne 10mm et haut de 3 à 4 mm.

L'électronique est basée sur le DFPlayer un lecteur de MP3 intégrant une communication série, un support de carte SD, un égaliseur et un petit amplificateur audio. J'ai été agréablement surpris de la qualité du rendu pour peu que l'on utilise un haut-parleur adapté et que l'on choisit convenablement le réglage de l'égaliseur.

Pour faciliter le démontage j'ai choisi de ne pas coller le haut-parleur. Il est maintenu de la façon suivante : un écrou de 8mm est collé au dos du haut-parleur, un boulon complètement vissé dans l'écrou permet juste à l'ensemble de se glisser dans le boîtier. Un fois dans le boîtier, le haut-parleur est positionné contre deux petites cales de bois collées au boîtier. Il suffit alors de dévisser le boulon de 1 à 2 tours pour que sa tête prenne appui contre la face du boîtier opposée à la membrane du haut-parleur. Un contre écrou assure que le boulon reste bien en compression.

Le réglage du volume se passe de la façon suivante : la position du potentiomètre est lue sur une entrée analogique de l'Arduino. La valeur obtenue est convertie de telle façon que le volume sonore reste inférieur ou égal à celui fixé par les parents. Le DFPlayer accepte des niveaux entre 0 et 30. Si les parents ont fixé le niveau maximum à 18, l'enfant pourra faire varier le niveau de 2 à 18.

Le DFPlayer est piloté par un Arduino 5V 16Mhz classique. J'avais un mini pro sous la main dont j'ai supprimé le régulateur d'alimentation et la led power.

L'affichage utilise un anneau de 8 leds WS2812. Entre l'anneau et la façade de l'appareil, j'ai interposé un disque de plastique blanc, de 3mm d'épaisseur et translucide, permettant de diffuser la lumière émise par les leds. L'effet est plus joli et moins éblouissant. Afin de compenser l'épaisseur de la façade et pour avoir un angle de visibilité plus grand, le trou dans la façade est biseauté.

Le chargeur est de type TP4056, je l'avais sous la main, avec la résistance de limitation de charge modifiée pour limiter le courant de charge à environ 200mA. Un trou au dos du boîtier permet une connexion pour le chargeur en micro USB.

Le circuit d'auto power off, est facultatif, on peut se contenter d'un commutateur à bascule. Le TP4056 et la batterie LiPo peuvent aussi être remplacés par un coupleur de 3 piles de 1v5.

Si vous supprimez le circuit d'auto power off, des petites modifications simples sont à faire dans le programme, mais ne sont pas obligatoires. Pendant la programmation, l'auto power off ne fonctionne pas car l'Arduino est directement alimenté avec le port série de programmation. Je vous conseille fortement de débrancher la batterie LiPo pendant les phases de mise au point et de programmation.

Le condensateur de 1000uF a pour but de faire que l'on ne soit pas obligé de garder le bouton power enfoncé trop longtemps pour la mise en route. En effet sans ce condensateur, comme il faut quelques secondes à l'Arduino pour démarrer, il faut garder le bouton power enfoncé au moins 3 à 5 secondes.

Le PNP 2N2905 aurait pu être remplacé par un MOS mais je n'en avais pas sous la main. La chute de tension aurait été plus faible. Elle est de l'ordre de 0,8V avec le 2N2905.

Le programme pourrait être plus élégant. Il fonctionne parfaitement grâce (voir ci-dessous mes remerciements) à certains auteurs d'articles et de blog qui m'ont permis de ne pas perdre trop de temps de mise au point. J'ai essayé de le rendre le plus clair possible afin que vous puissiez le modifier à volonté. Le programme comporte environ 600 lignes dont plus d'une centaine de commentaires.

Le câblage n'est pas bien joli, mais il s'agit d'un prototype ...

Bilan : ce prototype est parfaitement fonctionnel, son ergonomie et ses qualités sonores sont très satisfaisants. Il me reste à voir si l'objet sera adopté par Tom. Je n'aurai cette réponse que dans plusieurs semaines pour cause de confinement. Lorsque Quentin aura eu le temps de peindre l'objet, je rajouterai une photo pour le rendu final et préciserai les réactions de Tom face à l'objet.

Détail du matériel utilisé :

- 1 DFPlayer pour lecture MP3
- 1 Mini Arduino Pro 5V 16Mhz ou autre classique
- 1 ring WS2812 de 8 leds pour affichage
- 1 Haut parleur 4 ou 8 Ohms de pas trop mauvaise qualité de 8 à 12 cm de diamètre.
- 1 bout de plastique blanc translucide de 4 cm de diamètre et 3 mm d'épaisseur.
- 4 boutons poussoirs momentanés P (Power), G, C et D.
- 1 potentiomètre 47K pour le réglage du volume

- 1 Batterie LiPo 3V7 de capacité 600mAH ou plus
- 1 chargeur de batterie LiPo de type TP4056 avec charge limitée à 200mA

- 1 condensateur de 470uF 10V lissage

1 Résistance de 1K vers le RX du DFPlayer
2 résistances de 220K diviseur pour Vcc et potar
1 condensateur de 47nF 10V filtrage en sortie potar
1 résistance de 47K diviseur pour Vcc

Pour l'auto power off (sinon un interrupteur à bascule ...)

1 Transistor PNP 2N2905 joue le rôle de l'interrupteur
1 Transistor NPN 2N2222 pilote l'interrupteur
1 diode type 4148 pour isoler logiquement le bouton power ON/OFF P
1 condensateur de 1000uF 10V pour mémorisation ON et OFF
1 résistance de 220 Ohms limite le courant dans le condensateur et le bouton poussoir
1 résistance de 470 Ohms pour pilotage de la base du 2905
2 résistances de 1K pour pilotage de la base du 2222
3 résistances de 10K pour rappel à "0"

Remerciements :

Merci à x1sc0 qui mérite une bonne bière pour son travail sur le pilotage des WS2812.
<https://www.instructables.com/id/Bitbanging-step-by-step-Arduino-control-of-WS2811/>
Je n'avais pas envie d'utiliser une librairie pour piloter les WS2812.

Merci à Angelo qiao pour sa librairie pour DFPlayer.
<https://github.com/DFRobot/DFRobotDFPlayerMini>

Merci aussi à Byfeel pour son travail sur le DFPlayer.
<https://byfeel.info/un-lecteur-mp3-pour-votre-esp8266/>

Merci à Quentin Brun, mon fils et papa de Tom qui se charge de la peinture de l'appareil.

Merci à Nathalie Brun, mon épouse, pour les tests répétés sur l'usage et l'ergonomie de l'appareil.

Merci à Pierre Brun, mon fils qui a corrigé ma traduction de ce texte en anglais.

Ce qui pourrait être fait :

Gérer l'activité du potentiomètre de volume avec une hystérésis entre Potar et Potar8. Je n'en ai pas eu l'usage.

De même pour la mesure du niveau de batterie entre ValTens et NivBatterie.
