

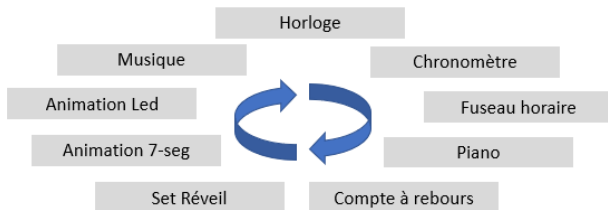
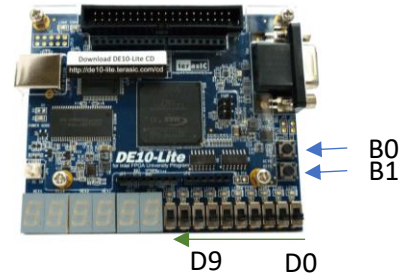
Rapport Projet de Systèmes Logiques

Groupe 49

Silvin Antoine 311390 - Cohen-Dumani Joshua 311105

Dans le cadre du projet de Systèmes Logiques 2020 nous avons réalisé le travail présenté ci-dessous. Celui-ci vise à la programmation d'une montre digitale.

La montre dispose de plusieurs modes qui s'enchainent comme présenté sur le schéma ci-dessous. Pour passer au mode suivant il suffit d'appuyer simultanément sur les boutons B0 et B1.



Les modes *Animation LED*, *Animation 7-seg*, *Musique* et *Compte à rebours* répètent une suite d'actions prédéfinies, par exemple affichage du message défilant -HAPPY DAY- dans le mode *Animation 7-seg*. *Compte à rebours* de 10 à 0 ou encore une mélodie qui se répète.

Les autres modes vous permettent d'interagir :

Horloge : Poussez le dip switch D0 pour entrer dans la phase de réglage de l'heure.

- Pousser le D9 pour changer les unités de minutes, laisser défiler jusqu'au chiffre désiré puis descendre D9 pour sélectionner la valeur.
- Les dip switches D8 et D7 ont cette même fonctionnalité pour les dizaines de minutes et les heures respectivement.

Une fois ces réglages terminés, remettre D0 dans son état initial pour valider définitivement la nouvelle heure et remettre l'horloge en marche.

Fuseau horaire : Vous voyez affiché les 3 premières lettres d'une capitale du monde. Le fuseau horaire sélectionné est identifié avec les LEDs, celles-ci étant toutes allumées.

- Pour changer de fuseau horaire appuyer sur le bouton B0.
- Un fois arrivé sur le fuseau horaire désiré, appuyer sur B1 pour valider, les LEDs s'allument indiquant que vous avez confirmé le choix.

Les choix sont : Washington (USH, h+0), Londres (LON, h+5), Islamabad (ISL, h+10), Canberra (Can, h+15).

Chronomètre :

- Appuyer sur B0 pour démarrer le chronomètre ou le mettre en pause.
- Appuyer sur B1 pour remettre le chronomètre à zéro (Afin d'éviter toute erreur de manipulation, il n'est possible de remettre le chronomètre à zéro que si celui-ci est déjà en pause)

Set réveil : Le réglage de l'heure de réveil se fait de la même manière que le réglage de l'horloge cependant dans le réglage du réveil il n'est pas nécessaire de pousser D0. Lorsqu'il sera l'heure, le réveil sonnera et l'heure affichée à l'écran clignotera pendant 1 minute. Le réveil ne sonne que lorsque le mode horloge est sélectionné.

Piano : Ce mode ludique vous permet de jouer une note de musique en bougeant les boutons du dip switch. Lorsqu'un des boutons D0 à D7 change d'état (passage de 0 à 1 ou de 1 à 0), une note est jouée. La gamme choisie est Sol majeur.

Enregistrement : Le mode piano vous permet aussi d'enregistrer une séquence de notes d'un maximum de 4 secondes (si vous enregistrez plus de 4 secondes, la séquence ne sera enregistrée que partiellement). Pour ce faire : Appuyez une fois sur B0 pour démarrer l'enregistrement. Jouer votre séquence puis appuyez sur B0 pour terminer l'enregistrement. Pour écouter votre enregistrement poussez le D9. Pour effacer l'enregistrement à tout moment, pousser D8 (reset). Il faut reset en entrant dans le mode piano la première fois (états initiaux aléatoires) et lorsque l'on veut faire un nouvel enregistrement.

Machine d'état fini générale, fonctionnement global.

Une machine d'état fini générale définit le mode dans lequel nous nous situons.

Cette machine attribue à chaque mode un code binaire sur 5 bits. Lorsque les deux boutons sont appuyés simultanément, la machine change d'état. Cette dernière réévalue (par l'intermédiaire de bascules DFF) l'état des boutons tous les quarts de seconde. Par conséquent, en maintenant légèrement les deux boutons, on s'assure de passer au mode suivant uniquement (et non de sauter un mode).

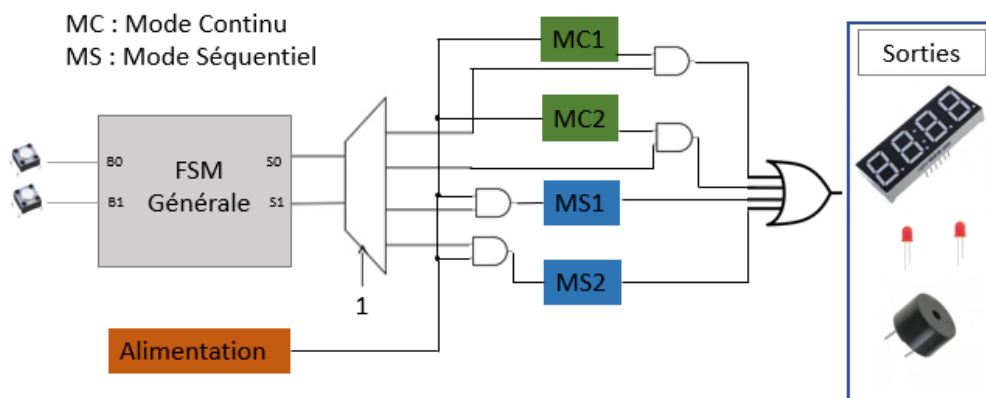
Le code binaire créé par la FSM générale est ensuite envoyé vers un décodeur qui va activer le mode nécessaire.

Il faut distinguer deux catégories de modes :

- Les modes qu'on appellera *continus* (MC) qui doivent être alimentés en continu (*horloge, chronomètre, fuseau horaire, réveil*)
- Les modes qu'on appellera *séquentiels* (MS) qui n'ont pas besoin d'être alimentés en continu mais seulement lorsqu'ils sont actifs (*animation 7-seg et LED, compte à rebours, piano, musique*)

Cette distinction permet d'économiser de l'énergie en limitant le nombre de modes alimentés.

La sortie du décodeur va activer un mode à la fois et donc garantir un seul affichage. Dans le cas des modes séquentiels, cette activation va aussi permettre leur alimentation. Schéma simplifié : (Lorsque le circuit est en pause, toutes ses sorties sont à 0)



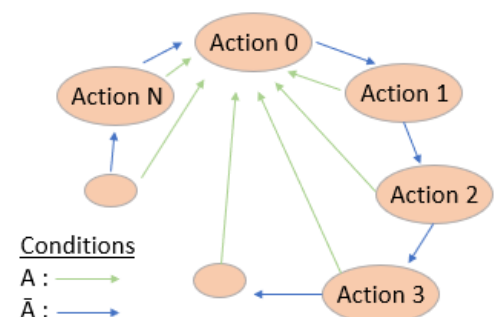
Séquences prédéfinies : Animation 7-seg, Animation LED, compte à rebours, mélodie réveil et musique.

Toutes ces séquences prédéfinies fonctionnent sur le même schéma : elles exécutent une suite d'actions dans un ordre bien particulier. Chaque action est répertoriée par un code binaire. Une machine d'état fini a donc pour rôle d'envoyer au périphérique un nombre binaire. Le périphérique (Afficheur 7-seg, LED, buzzer) exécute ensuite l'action associée à ce code binaire.

Une condition (notée A sur le schéma ci-contre) permet de garantir que la séquence d'action démarre bien au début et ce même si, lors de la dernière utilisation, elle n'a pas eu le temps de se terminer. Cette condition est par exemple un flanc montant sur le signal d'alimentation.

Lorsque le signal alimentation est à 0, la machine est mise en pause pour limiter la consommation.

La FSM est formée de bascules DFF ce qui permet un changement d'état synchrone et donc régulier grâce au signal d'horloge.



Réglage des fuseaux horaires, fonctionnement de la machine et modification de l'heure.

Le réglage des fuseaux horaires est fait à l'aide d'une machine d'état fini qui mémorise le fuseau courant. Chaque fuseau horaire est repéré par un code binaire. Le module *fuseau_horaire* opère cette FSM et permet de sélectionner le fuseau. Ce dernier envoie le code binaire au module *horloge_principale*. Plutôt que de modifier l'heure actuelle lorsqu'on change de fuseau, le module *horloge_principale* va afficher une heure différente de celle qu'il a en mémoire (par exemple h+15 pour Canberra, Australie). L'heure de référence (le « h+00 ») est fixée à Washington.

Pour afficher une heure différente, le module *horloge_principale* envoie le code binaire associé au fuseau horaire dans un décodeur qui va déterminer quel canal sera actif (h+00, h+05, h+10 ou h+15). Pour faciliter la conception, le module h+10 est fait par la mise en série de deux module h+05.

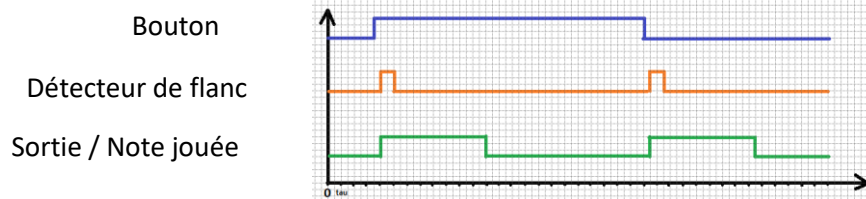
Piano Dip Switch, détecteur de flanc, tenue des signaux et génération des notes et mémorisation.

Le détecteur de flanc fonctionne de manière synchrone : il réévalue toutes les τ secondes l'état des boutons D0 à D9. En mémorisant l'état des boutons au temps $t-\tau$ et en comparant avec la valeur au temps t on peut facilement détecter un flanc. Lorsqu'un flanc est détecté on écrit un 1 pendant un temps τ sur le canal en question.

Pour avoir une utilisation fluide du piano il faut que τ soit assez faible pour être imperceptible par l'utilisateur. Cependant ceci implique que le signal va être tenu pendant un temps très faible.

On met donc à la suite du détecteur un système qui va tenir le signal de sortie à l'état logique 1 pendant un temps de $n\tau$. Ce système fonctionne de façon synchrone : lorsqu'il reçoit un 1, il écrit un 1 sur la sortie le temps qu'il compte jusqu'à $n-1$. Passé ce temps, il écrit un 0 en sortie et attends un nouveau signal 1 sur son entrée.

Schéma pour $n = 8$:



La génération des fréquences de notes est assurée par des horloges de fréquences qui sont des diviseurs de la fréquence de fonctionnement globale 256kHz.

Pour pouvoir enregistrer une séquence on a dû mettre en place un système qui mémorise les données qu'il reçoit. Pour cela on mémorise tous les huitièmes de seconde l'état des notes et ce pendant 4 secondes max. Par souci de clarté on va développer l'explication pour une seule note sur 0.5 seconde soit 4 « temps ».

Pour mémoriser la note, on envoie la note dans une bascule SR. Pour capturer la note à différents instants on incrémente un compteur tous les huitièmes de secondes. Ce compteur est envoyé dans un décodeur qui va laisser passer ou non la note pour chaque bascule SR à chaque instant. Les bascules SR ont l'avantage d'être des éléments simple (plus simple que les DFF) et qui consomment donc peu. Elles peuvent aussi être *reset* plus facilement que les DFF ce qui explique le choix des SR plutôt que DFF. Lorsqu'on veut jouer la note mémorisée il suffit de récupérer le bit stocké dans la bascule SR.

En réalité le système mémorise sur 4 secondes maximum soit 32 « temps ». On a donc un compteur qui compte jusqu'à 31. Pour pouvoir mémoriser sur moins de 32 temps on a mis en place un système de mémorisation de la dernière valeur du compteur avant qu'il soit arrêté. Lorsqu'on écoute l'enregistrement le compteur boucle de 0 à cette dernière valeur.

