

Cahier des charges pour Projet S9 – SSIE – 2024/2025

EPITA – SSIE – Troisième année (S9) – Année 2024/2025

Patrick RAINJONNEAU – Fondamentaux d'électronique

1. Introduction

Le but de ce projet est de réaliser entre S8 et S9 un petit produit électronique de la conception à la vérification. La première phase nous a permis de réaliser le schéma théorique, le placement et le routage de la carte. Durant les vacances d'été, lancement de la fabrication du Circuit Imprimé et approvisionnement des composants. Nous allons donc maintenant, pour le projet de S9, monter les composants et mettre au point la carte avec le logiciel associé.

L'objectif de cette année est de réaliser un **Réveil** à base d'afficheurs 7 segments et de quelques entrées discrètes pour réglages ...

Ce petit cahier des charges va servir de spécification de Besoin. Les étudiants devront donc appréhender ces spécifications et les traduire en implémentation logicielle.

La base de calcul sera le module ESP32, déjà utilisé par les étudiants dans une autre matière, afin de réaliser les fonctions de calcul mais aussi de prise en compte des Entrées et génération des Sorties.

Basé sur des trinômes (ou quadrinômes), le rendu contiendra :

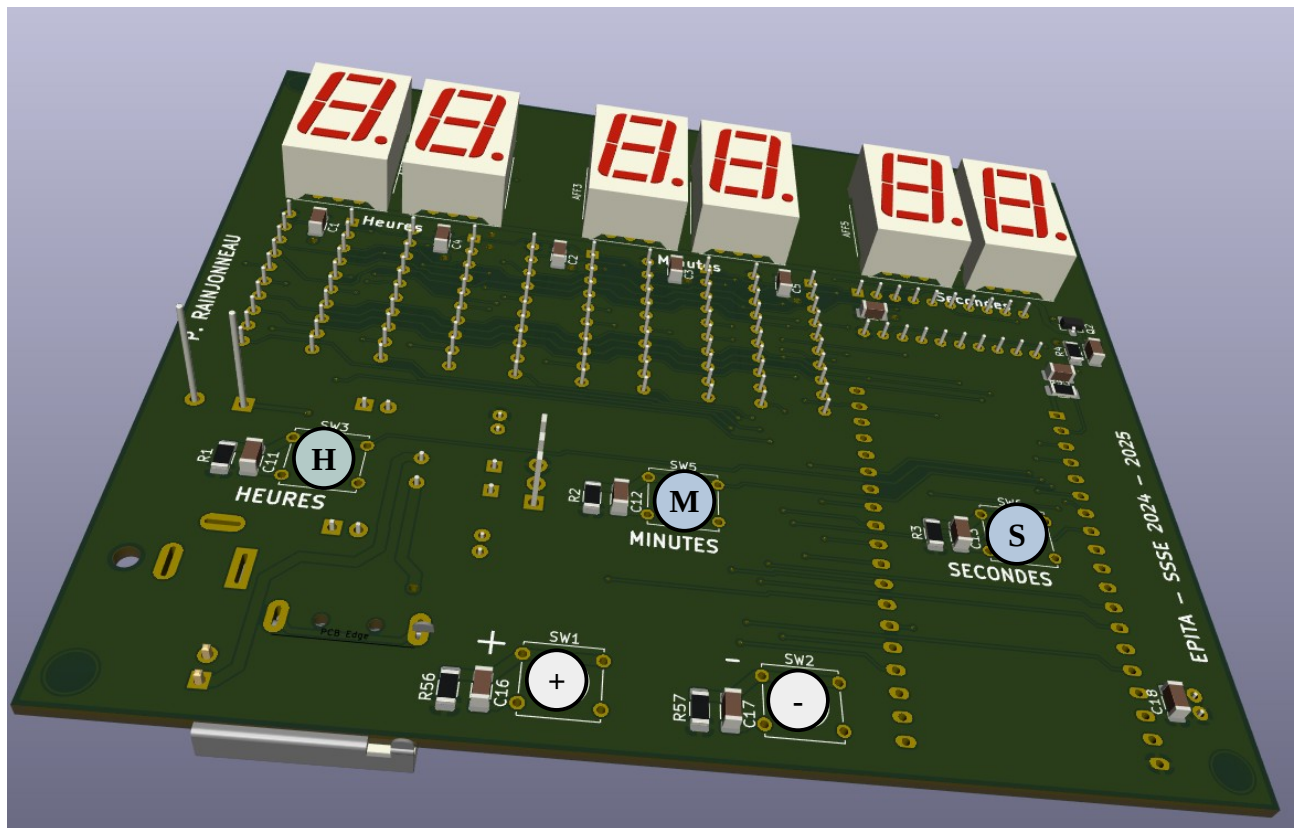
- Un dossier technique rédigé permettant d'expliquer la démarche et la structuration du logiciel (**Un schéma Fonctionnel type Machine d'Etats est demandé**).
- La carte électronique montée (avec les composants associés) et le logiciel intégré et fonctionnel

2. Besoin

Le projet consiste à réaliser un Réveil. L'affichage devra donc donner Heures, Minutes et Secondes avec un séparateur entre les deux digits des heures et les deux digits des minutes ainsi que les deux digits des minutes et les deux digits des secondes.

Pour simplifier le design ces séparateurs seront réalisés avec le point (digit DP des afficheurs 7 Segments) des afficheurs des minutes et des heures. On donnera leur fréquence d'allumage / extinction plus tard dans le document.

L'allure générale du produit doit être la suivante (carte électronique seule) :



2.1. Comportement à la mise sous tension

A l'arrivée des alimentations, le logiciel va effectuer un autotest rapide des fonctions du **Réveil**, le but étant de s'assurer que les fonctions hardware sont toutes OK et fonctionnelles. Comme vous l'avez vu, il y a un certain nombre d'Entrées / Sorties implémentées sur cette carte : nous allons tester de les actionner toutes les unes après les autres.

2.1.1. Les tensions d'alimentations

Comme vous l'avez vu, il y a 3 sources différentes d'alimentations :

- Une pile 9V
- Un connecteur ϕ 2.5mm : tension 7,5Vdc
- Un connecteur USB2 Externe

Vous avez vu sur le schéma que 2 Leds ont été implémentées :

- La **Led notée D5** (Alimentation externe) pour signaler que la tension est présente sur l'une des trois sources externes de la carte,
- La **Led notée D2** (Alimentation régulées (vdc interne) pour signaler que la tension 5Vdc régulée est présente en sortie de notre régulateur 7805.

➔ Facilement, donc le contrôle visuel permettra de s'assurer que la carte est correctement alimentée et peut commencer à fonctionner.

Remarque :

Le module ESP32 dispose également de deux Leds : Une Led d'alimentation et une Led de Reset – On visualisera également rapidement que le module est correctement alimenté et le RESET sera aisé.

2.2. Activation du Logiciel

2.2.1. Début du Logiciel - Activation du Buzzer

A la mise sous tension, le Logiciel (lorsque vous l'aurez téléchargé), après son Boot, commencera à tourner. Ainsi, il effectuera 4 bips avec le Buzzer (1 Bip par seconde, 4 Tops).

Si pendant ces 4 secondes, **il n'y a pas eu d'appui, en même temps, sur les touches H, M et S (au moins 100ms)**, le **Réveil** commencera son fonctionnement en **Mode TEST** – Sinon démarrage direct en **Mode NORMAL** c'est-à-dire à afficher l'heure en commençant à :

00. 00. 00

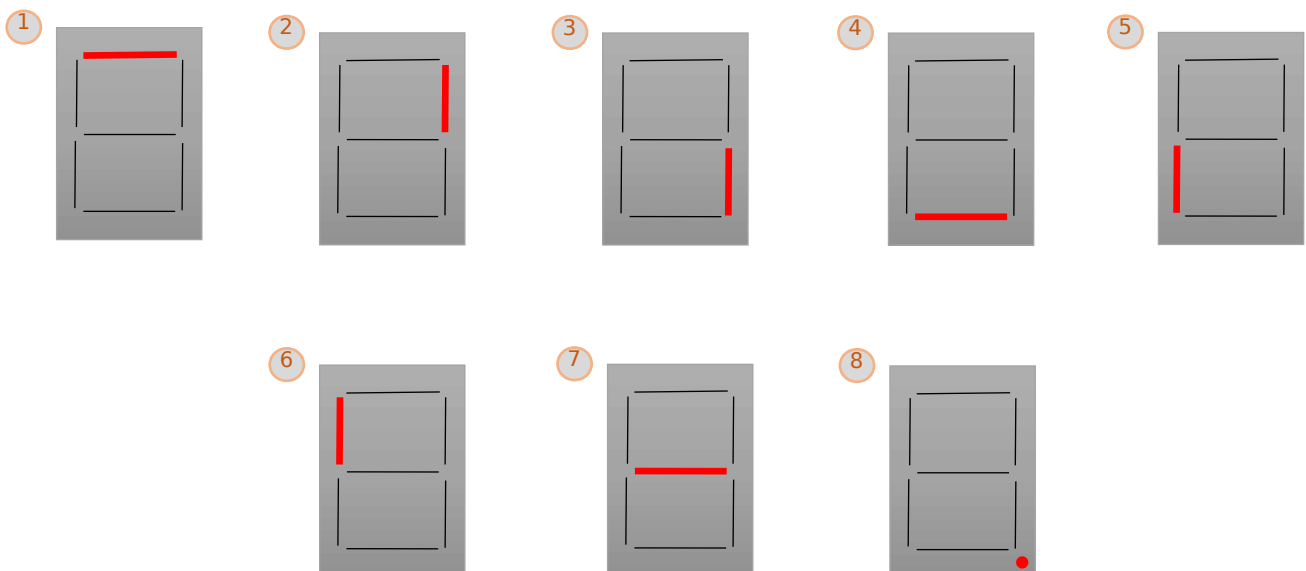
Le fonctionnement en **Mode NORMAL** sera décrit dans le **chapitre 3**.

➔ A l'issue de cette phase, la fonction **Buzzer** aura donc été testée.

2.2.2. Activations des afficheurs - Mode TEST des AFFICHEURS

Si nous sommes dans ce mode (**Mode TEST**) c'est que pendant les 4 Tops du Buzzer, une touche a été identifiée 'appuyée'. Ainsi, vous allez réaliser un chenillard pour s'assurer que tous les segments sont bien câblés et sont bien accessibles par le module ESP32. C'est le **Mode TEST des AFFICHEURS**.

Un digit après l'autre, réaliser le chenillard suivant (chaque segment étant allumé 200ms puis éteint lorsque le suivant s'allume):



Ce scénario doit être répété 2 fois avant de passer au Digit suivant.

Il faut donc le jouer :

- 2 fois pour le DIGIT 'Dizaine d'Heures', puis
- 2 fois pour le DIGIT 'Unité d'Heures', puis
- 2 fois pour le DIGIT 'Dizaine de Minutes', puis
- 2 fois pour le DIGIT 'Unité de Minutes', puis
- 2 fois pour le DIGIT 'Dizaine de Secondes', puis
- 2 fois pour le DIGIT 'Unité de Secondes'.

Le temps pour réaliser ce scénario est donc de $200 \times 8 \times 2 \rightarrow$ Soit 3,2 secondes par **DIGIT** (7 segments), et, pour les **6 DIGITs**, le total du test représente : 19,2 secondes au total. Ceci est un brin long (c'est pour cela qu'on ne le fera qu'en Mode TEST, mais cela permet de tester la totalité des Segments des afficheurs et l'aptitude du Logiciel à adresser indépendamment chaque segment (avec le Timing approprié).

➔ A l'issue de cette phase, tous les **Afficheurs** auront donc été testés.

A la fin de ce test, le Buzzer fera des BIPS toutes les Secondes tant qu'aucune touche ne sera activée.

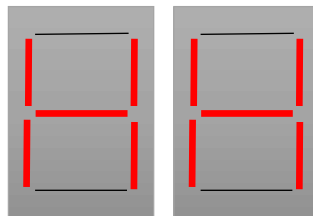
Remarque : Pour que les afficheurs soient opérationnels, il faut que l'anode commune soit activée (transistor passant) ➔ Pour le premier test du chenillard, on ne réalisera pas de PWM sur le pilotage du transistor mais seulement une mise ON permanente.

2.2.3. Activation des Touches

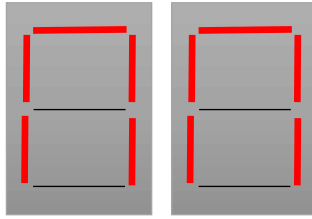
Ce mode est le **Mode TEST des TOUCHES**.

Chaque appui sur une touche sera accompagné d'un Bip pour bien s'assurer que la touche a bien été détectée par le Logiciel.

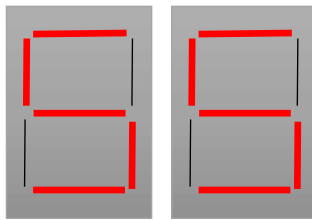
- Si appui sur la Touche H (qui servira au réglage des Heures), il y aura donc un Bip et sur les **Deux DIGITs des HEURES, on affichera un 'H'**. Les Digits des Minutes et des Secondes seront éteints.



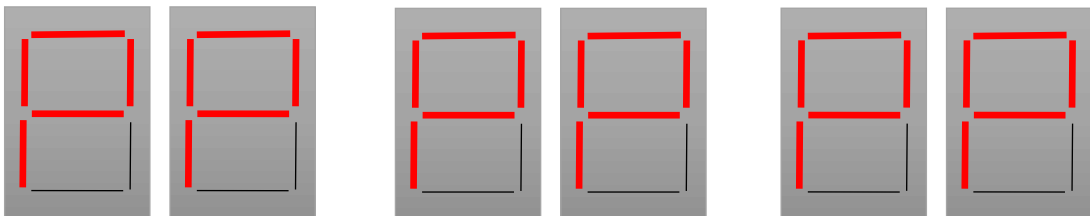
- Si appui sur la Touche M (qui servira au réglage des Minutes), il y aura donc un Bip et sur les **Deux DIGITs des MINUTES, on affichera un 'M'**. Les Digits des Heures et des Secondes seront éteints.



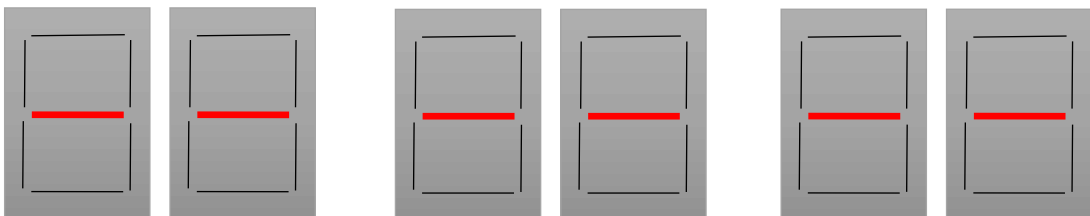
- Si appui sur la Touche S (qui servira au réglage des Secondes), il y aura donc un Bip et sur les **Deux DIGITs des SECONDES, on affichera un 'S'**. Les Digits des Heures et des Minutes seront éteints.



- Si appui sur la Touche + (qui servira à INCREMENTER), il y aura donc un Bip et sur **Tous les DIGITs, on affichera un 'P'**.



- Si appui sur la Touche - (qui servira à DECREMENTER), il y aura donc un Bip et sur **Tous les DIGITs, on affichera un '-'**.



Pour SORTIR du Mode TEST des TOUCHES, il faudra appuyer sur les Touches + et - et même temps au moins 100ms.

➔ A l'issue de cette phase, toutes les **Touches** auront donc été testées.

A la fin de ce test, le Buzzer fera deux BIPS et entrera dans le Mode TEST AFFICHAGE JOUR / NUIT.

2.2.4. Test de l'affichage en Mode JOUR / NUIT

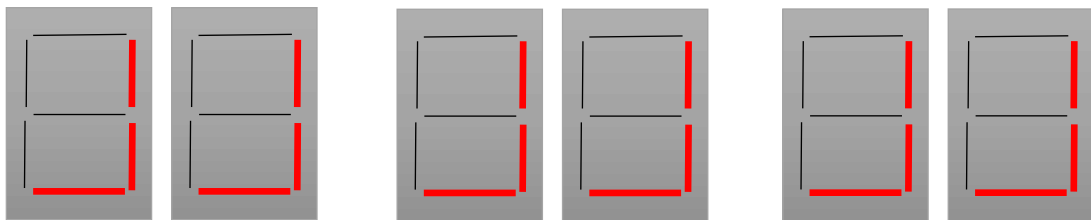
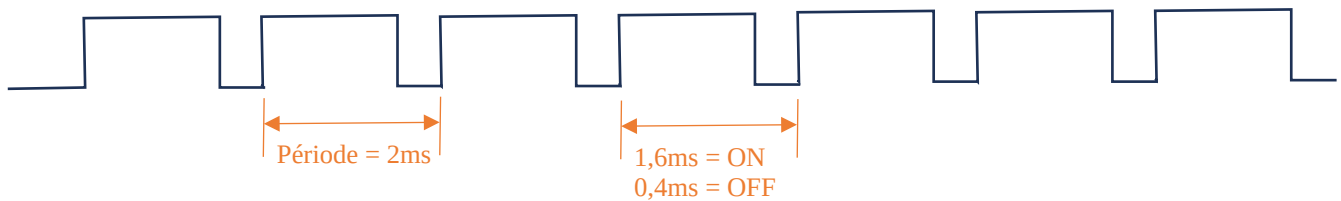
Ce mode est le **Mode TEST AFFICHAGE JOUR / NUIT**.

➤ Mode JOUR :

Alternativement, pendant 2 secondes, sur **Tous les DIGITs, on affichera un 'J'** et la puissance d'éclairage sera à 80% (càd Commande du MOS PWM_CATHODE sera ON pendant 80% du temps et OFF pendant 20% du temps).

Il est rappelé que :

Le PWM (Pulse Width Modulation) aura la fréquence de 500Hz et l'allure suivante :

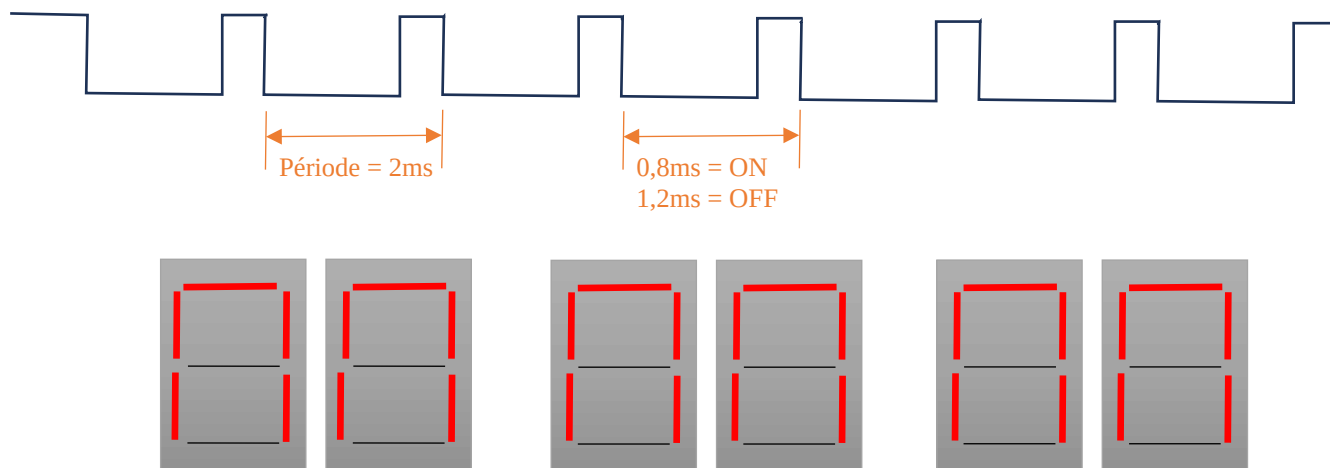


➤ Mode NUIT :

Alternativement, pendant 2 secondes, sur **Tous les DIGITs, on affichera un 'N'** et la puissance d'éclairage sera à 40% (càd Commande du MOS PWM_CATHODE sera ON pendant 40% du temps et OFF pendant 60% du temps).

Il est rappelé que :

Le PWM (Pulse Width Modulation) aura la fréquence de 500Hz et l'allure suivante :



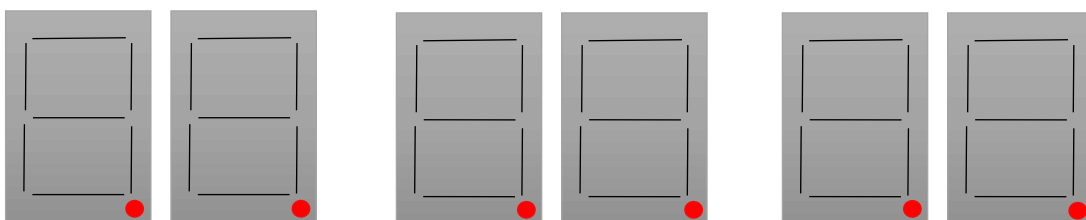
Pour SORTIR du Mode TEST AFFICHAGE JOUR / NUIT, il faudra appuyer sur les Touches + et – et même temps au moins 100ms.

➔ A l'issue de cette phase, la configuration de Tamisage **JOUR / NUIT** aura donc été testé.

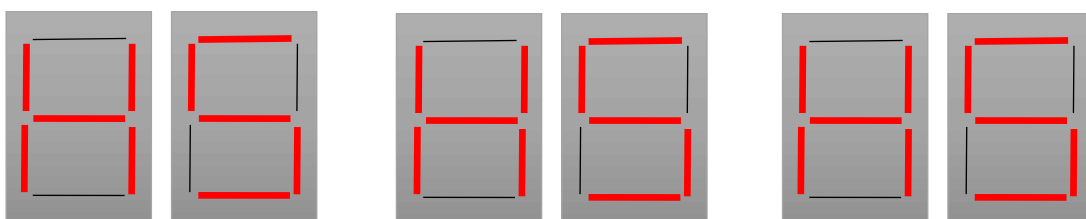
2.2.5. Signalisation que le Réveil est OK ou KO

Ceci signale la sortie du **Mode TEST**.

Si tout ceci s'est bien passé, il faut afficher les POINTS de tous les DIGITs pendant 2 secondes accompagné de 2 Bips (1 Bip par Seconde).



Si tout ceci ne s'est pas bien passé, il faut afficher 'HS' sur chaque paire de DIGITs pendant 2 secondes accompagné de 2 Bips (1 Bip par Seconde).



➔ A l'issue de cette phase, toutes les **Fonctionnalités** auront donc été testées. C'est la fin du **Mode TEST**.

A la fin de cet affichage, le Réveil passe en Mode NORMAL. Cf. ci-dessous (Chapitre 3) le Mode NORMAL.

2.2.6. La fonction TIME OUT

Tous les Tests présentés ci-dessus peuvent être interrompus pour le cas où quelque chose ne marche pas – Chaque phase aura donc un TIME OUT c'est-à-dire une durée maximale durant laquelle, si aucune des actions requises n'a été appliquée ou pas acquises par les interfaces du processeur. Ainsi, si ce TIME OUT est atteint au cours de toute phase du test, on affichera directement HS comme présenté au chapitre ci-dessus (2.1.6.).

Tableau des TIME OUTs :

| Intitulé du Mode de TEST | Time Out en Seconde |
|--|---|
| Test des AFFICHEURS – (§2.2.2.) | Sortie, quoi qu'il en soit, au bout de 20s. |
| Test des TOUCHES – (§2.2.3.) | Sortie, quoi qu'il en soit, au bout de 5s. Si, durant ce Test, il n'y a pas d'appui pendant plus de 5s, sortie et Time Out. |
| Test AFFICHAGE JOUR / NUIT – (§2.2.4.) | Sortie, quoi qu'il en soit, au bout de 5s. |
| Sortie du Mode TEST – (§2.2.5.) | Sortie, quoi qu'il en soit, au bout de 3s. |

2.3. Mode NORMAL

Le Mode NORMAL va donc donner les règles de démarrage et réglage du Réveil en opération.

2.3.1. Démarrage de l'affichage en Mode NORMAL

Comme décrit plus haut, le Réveil va donc démarrer à :

0. 00. 00

En termes d'affichage, il faut que les Points Séparateurs clignotent à 1Hz soit 1 fois par seconde – Affichage du Point Allumé pendant 500ms et Eteint pendant également 500ms.

Remarque : Ainsi, le programmeur pourra remettre à jour l'heure toutes les 500ms (sachant donc que l'incrémentation effective de la Vraie Heure sera à 1Hz, bien sûr ...).

Pour passer en **Mode Réglage de l'Heure**, il faudra appuyer sur la **Touche + et la Touche -** en même Temps pendant au moins 300ms.

2.3.2. Mode NORMAL - REGLAGE de l'HEURE

Lorsque les deux Touches + et – ont été appuyées, l'heure courante (Heures, Minutes, Secondes) Clignote à 2Hz (500ms allumée et 500ms éteinte) → entrée en **Mode Réglage de l'HEURE**.

Dans cette situation, suivant ce que l'on veut régler (les HEURES, les MINUTES ou les SECONDES), l'utilisateur aura à appuyer sur la Touche H (pour régler les HEURES), ou la Touche M (pour régler les MINUTES), ou la Touche S (pour régler les SECONDES).

Lorsqu'une Touche **H**, **M** ou **S** a été appuyée, les deux DIGITs correspondants clignotent à 2Hz et les 4 autres restent fixes.

C'est alors qu'avec la touche '+' ou la Touche '-' que ces deux DIGITs s'incrémentent ou se décrémentent. Chaque touche sera filtrée à 30ms (càd qu'il faudra que la touche soit stable au moins 30ms pour être validée par le Logiciel).

Remarque : Si la Touche est appuyée plus de 500ms les 2 DIGITs en réglage sont incrémentés de manière continue jusqu'à la levée de la touche au moins 30ms.

Exemple :

0. 00. 00 affiché et s'incrmente, à 1Hz (heure normale) avec les points qui clignotent (500ms allumés / 500ms éteints).

0. 00. 01

00. 00. 02

00. 00. 03

00. 00. 04

...

Appui sur les Touches '+' et '-' en même temps.

Ainsi, l'heure qui était courante – **00. 00. 05** – se met à clignoter à 2Hz (500ms allumés / 500ms éteints).

➤ Appui sur la Touche H :

Cela signifie que les deux DIGITs des HEURES entrent en réglage (les 2 DIGITs des MINUTES restent fixes et ne clignotent plus, les 2 DIGITs des SECONDES restent fixes et ne clignotent plus).

- Appui sur la Touche ‘-’ 10 fois → Affichage des deux DIGITs des HEURES à 14.

14. 00. 05

- Appui sur les deux Touches ‘+’ et ‘-’ en même temps pour passer au réglage des DIGITs suivants.

- Appui sur la Touche M :

Cela signifie que les deux DIGITs des MINUTES entrent en réglage (les 2 DIGITs des HEURES restent fixes et ne clignotent plus, les 2 DIGITs des SECONDES restent fixes et ne clignotent plus).

- Appui sur la Touche ‘+’ 5 fois → Affichage des deux DIGITs des MINUTES à 05.

14. 05. 05

- Appui sur les deux Touches ‘+’ et ‘-’ en même temps pour passer au réglage des DIGITs suivants.

- Appui sur la Touche S :

Cela signifie que les deux DIGITs des SECONDES entrent en réglage (les 2 DIGITs des HEURES restent fixes et ne clignotent plus, les 2 DIGITs des MINUTES restent fixes et ne clignotent plus).

- Appui sur la Touche ‘+’ 18 fois (comme les SECONDES étaient déjà à 05, on passe donc à 23) → Affichage des deux DIGITs des SECONDES à 23.

14. 05. 23

- Appui sur les deux Touches ‘+’ et ‘-’ en même temps pour passer au réglage des DIGITs suivants.

Remarque : Si la Touche H ou M ou S est à nouveau appuyée, reprise du réglage des DIGITs associés ...

Afin de pouvoir, à tout moment, sortir du mode en cours de Réglage de l’HEURE, ceci est faisable en appuyant sur les trois touches **H**, **M** et **S** en même temps pendant **plus de 100ms**.

Une fois sorti de ce mode, l’heure réglée se met à s’incrémenter à 1Hz avec les Points ON pendant 500ms et OFF pendant 500ms.

2.3.3. Mode NORMAL - REGLAGE de l’HEURE de REVEIL

Nous sommes en fonctionnement Normal, l’heure s’incrémente normalement.

Pour entrer dans le Mode Réglage de l'Heure de Réveil, il faut appuyer en même temps sur les Touches **H** et **M**.

Lorsque les deux Touches **H** et **M** ont été appuyées, l'heure courante (Heures, Minutes, Secondes) passe à 00. 00. 00 et clignote à 2Hz (500ms allumée et 500ms éteinte) → entrée en **Mode Réglage de l'HEURE de REVEIL**.

Dans cette situation, suivant ce que l'on veut régler (les HEURES, les MINUTES ou les SECONDES), l'utilisateur aura à appuyer sur la Touche H (pour régler les HEURES), ou la Touche M (pour régler les MINUTES), ou la Touche S (pour régler les SECONDES).

Lorsqu'une Touche **H**, **M** ou **S** a été appuyée, les deux DIGITs correspondants clignotent à 2Hz et les 4 autres restent fixes.

C'est alors qu'avec la touche '+' ou la Touche '-' que ces deux DIGITs s'incrémentent ou se décrémentent. Chaque touche sera filtrée à 30ms (càd qu'il faudra que la touche soit stable au moins 30ms pour être validée par le Logiciel).

Remarque : Si la Touche est appuyée plus de 500ms les 2 DIGITs en réglage sont incrémentés de manière continue jusqu'à la levée de la touche au moins 30ms.

Pour le réglage de l'Heure de Réveil, la procédure est la même que pour le réglage de l'Heure.

2.3.4. EXIT du mode - REGLAGE de l'HEURE ou du mode - REGLAGE de l'HEURE de REVEIL

Afin de pouvoir, à tout moment, sortir du mode en cours de Réglage de l'HEURE ou du réglage de l'HEURE de REVEIL, ceci est faisable en appuyant sur les trois touches **H**, **M** et **S** en même temps pendant **plus de 100ms**.

Dans ces conditions, l'Heure courante réapparaît en Mode NORMAL. L'heure déjà réglée pour le Réveil est alors conservée. Le réglage de l'**Heure Courante** ou de l'**Heure de Réveil** n'est opérante que si la procédure **parfaite est menée à bien de bout en bout**.

2.3.5. Mode NORMAL - Sonnerie à l'HEURE de REVEIL

L'Heure de Réveil ayant été programmée, lorsque cette Heure de Réveil est égale à l'heure Courante, la sonnerie entre en action.

Cette sonnerie active le BUZZER comme suit :

BIP / BIP /BIP → BIP / BIP /BIP → BIP / BIP /BIP ...

Pour chaque succession des BIPs (BIP / BIP /BIP), le BIP dure 300ms et l'arrêt est de 200ms.

Pour chaque série de 3 BIPs, une rupture de 500ms est appliquée.

Synthèse :

BIP (300ms) - Arrêt 200ms - **BIP (300ms)** - Arrêt 200ms - **BIP (300ms)**

Arrêt 500ms

BIP (300ms) - Arrêt 200ms - **BIP (300ms)** - Arrêt 200ms - **BIP (300ms)**

Arrêt 500ms

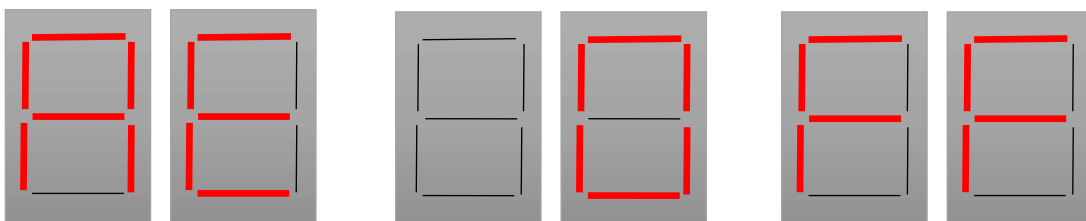
BIP (300ms) - Arrêt 200ms - **BIP (300ms)** - Arrêt 200ms - **BIP (300ms)**

...

Cette procédure dure 20 fois L'arrêt de la sonnerie est effectif dès l'appui sur une touche quelconque.

2.3.6. Arrêt du Mode REVEIL

A n'importe quel moment, si les 5 touches **H**, **M**, **S**, **+** et **-** sont appuyées en même temps, le REVEIL n'est plus opérationnel – Dans ces conditions, pendant 3 secondes, sur les DIGITs 7 segments, l'affichage est le suivant :

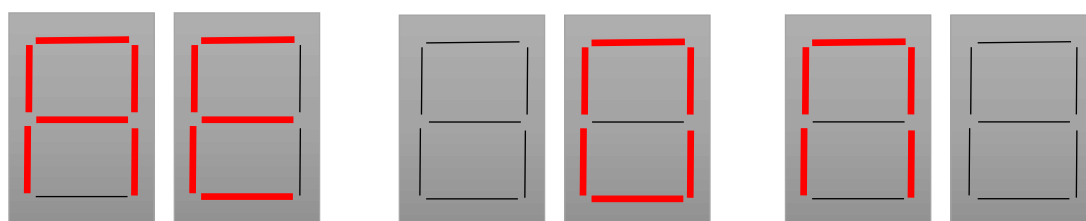


(**RE**veil **OFF**).

2.3.7. Re-activation du Mode REVEIL

A n'importe

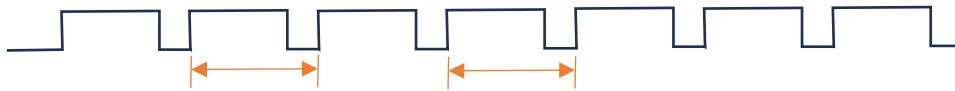
De même, si les 5 touches **H**, **M**, **S**, **+** et **-** sont à nouveau appuyées en même temps, le REVEIL redevient opérationnel – Dans ces conditions, pendant 3 secondes, sur les DIGITs 7 segments, l'affichage est le suivant :



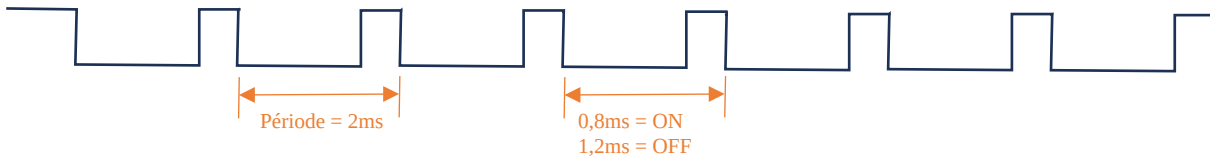
(**RE**veil **ON**).

2.3.8. Mode JOUR / Mode NUIT

Le mode Jour commence à 7 heures du matin et cesse à 21 heures. Pendant cette période de la journée, le rapport cyclique du PWM_CATHODE est 80% ON et 20% OFF.



De même, pendant la Nuit (de 21 heures à 7 heures du matin) le rapport cyclique du PWM_CATHODE est de 30% ON et 60% OFF.



3. Conclusion

Voici donc le cahier des charges pour le Logiciel à implémenter dans la maquette de Réveil réalisée pour cet TP de seconde et troisième année SSIE 2024/2025.

En termes de note retenue, celle-ci sera sur 21 points :

- Montage des composants sur les cartes *Sur 7 points*
 - o Qualité / soin des soudures et des éléments montés
 - o Possible de disposer d'un boîtier (Impression 3 D ou protection mécanique (TBD))
- Logiciel Implémenté *Sur 7 points*
 - o Conformité au cahier des charges
 - o Attention à la recopie entre plusieurs Trinômes ...
- Dossier Technique *Sur 7 points*
 - o Décomposition Algorithmique
 - o Machine d'état
 - o Architecture du Logiciel (Découpage en Procédures / Fonctions)
 - o Explication de l'implémentation

Bon TP.....