

Rapport de Projet

Ecole supérieure

Électronique

Salle R110

Projet portier

Réalisé par :

Ismaël Page

A l'attention de :

Serge Castoldi

Lionel Yersin

Dates :

Début du projet : 14 novembre 2017

Fin de la pré-étude : 25 janvier 2018



Table des matières

| | |
|--|----|
| 1. Phase de pré-étude | 2 |
| 1.1. Introduction | 2 |
| 1.2. Cahier des charges | 2 |
| 1.2.1. Description du projet | 2 |
| 1.2.2 Schéma général du système | 2 |
| 1.3. Choix des composants | 3 |
| 1.4. Schéma bloc | 5 |
| 1.4.1. Partie out | 5 |
| 1.4.2. Partie in | 5 |
| 1.5. Système d'auto-alimentation circuit out | 6 |
| 1.6. Évaluation des coûts | 6 |
| 1.7. Planning | 6 |
| 1.8. Conclusion et perspectives | 7 |
| 2. Phase de design | 8 |
| 2.1. Logiciel | 9 |
| 2.1.1. Entrées / sorties | 9 |
| 2.1.2. Montage OUT | 9 |
| 2.1.3. Montage IN | 9 |
| 2.1.4. UART | 10 |
| 2.2. Schéma | 10 |
| 2.2.1. Power | 10 |
| 2.2.1.1. Auto-alimentation | 10 |
| 2.2.1.2. Mesure pile | 11 |
| 2.2.1.3. Alimentation µUSB | 12 |
| 2.2.2. µController | 13 |
| 2.2.2.1. PIC32MX130F064B-I/SS | 13 |
| 2.2.2.2. I/O | 14 |
| 2.2.2.3. Module 868MHz | 15 |
| 3. Conclusion | 16 |
| 4. Annexes | 17 |

1. Phase de pré-étude

1.1. Introduction

Suite à notre stage nous sommes de retour pour terminer notre 2^{ème} et dernière année à l'ETML-ES à Lausanne. Nous avons tous reçu un travail à réaliser durant les cours de projet. Il se déroule en plusieurs phases que voici :

La pré-étude, qui est une analyse du projet. On prend connaissance du cahier des charges, les contraintes, on établit un schéma bloc avec les composants principaux. Une présentation de cette phase doit être effectuée le 12 décembre 2017.

La partie design et schéma, qui sont assez explicite de par leur nom. Une présentation doit également se faire le 30 janvier 2018.

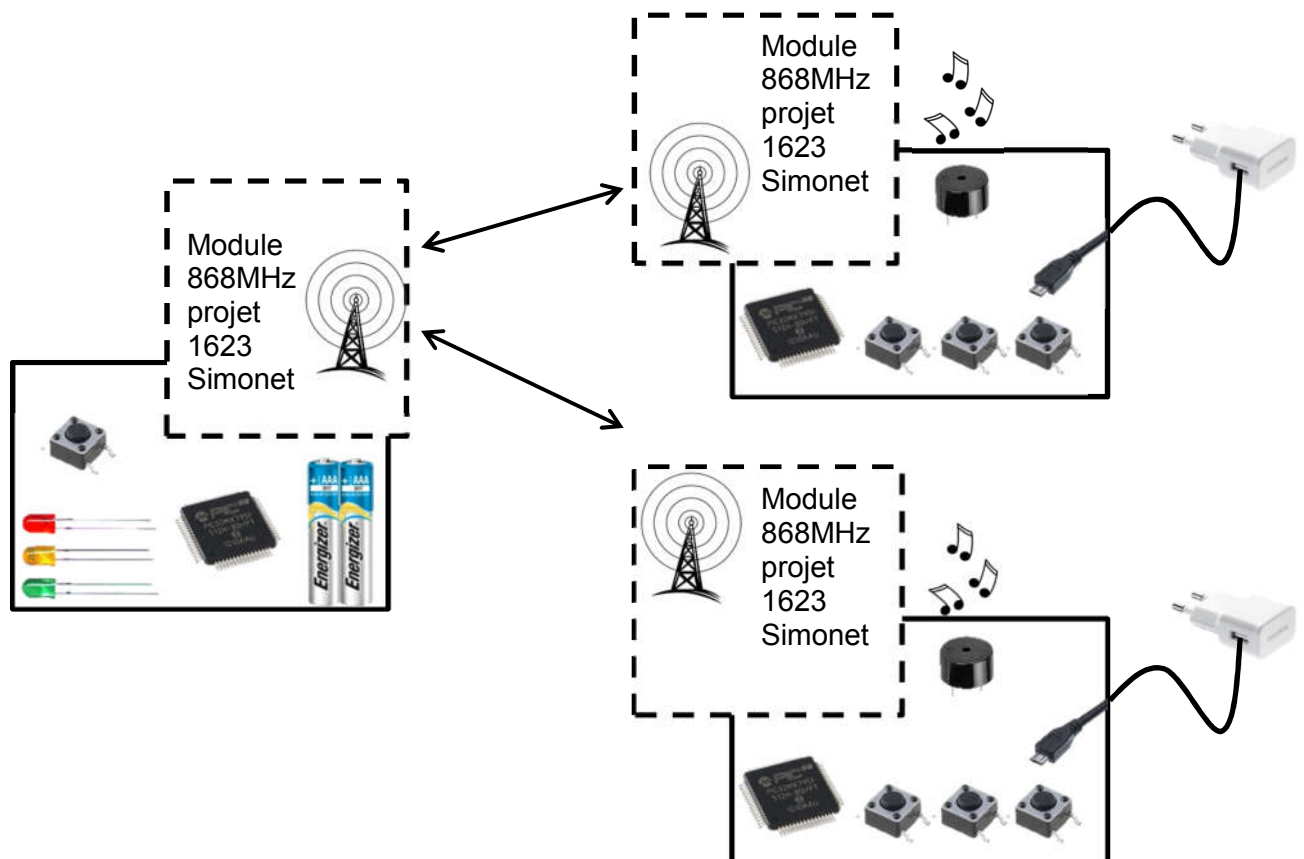
Fin du projet, qui concerne toutes les phases qui suivent la schématique. C'est-à-dire routage, montage, software, test et mise au point. La présentation finale a lieu le 26 juin 2018.

1.2. Cahier des charges

1.2.1. Description du projet

Le but est de faire un portier wireless. Dans l'exemple de l'ETML-ES, l'étudiant appuie sur un bouton à la porte du bureau des professeurs et suite à la réponse faite par l'enseignant à l'intérieur, elle reçoit l'indication entrez, attendez ou occupé. Le circuit de réponse dans le bureau est alimenté via micro USB, avec un buzzer. Il doit avoir la possibilité d'en avoir plusieurs dans la pièce. Le circuit qui se trouve à la porte fonctionne avec 2 piles AAA (Autonomie 2ans).

1.2.2 Schéma général du système



1.3. Choix des composants

Pour commencer, on nommera les deux circuits pour clarifier la suite de la documentation :

- Circuit dehors devant la porte : circuit **out**
- Circuit de réponse dans le bureau : circuit **in**

Buzzer :

On a décidé d'ajouter un buzzer sur le circuit out qui ferait un son lorsque la réponse a été faite ou que le timer s'est écoulé.

Consommation du circuit out :

Après avoir pris note des détails techniques concernant le module 868 MHz et le PIC32MX, on constate qu'ils peuvent être alimentés en 1V9 et 2V3. Les 3V fournis par les piles seront donc suffisant, à noter que chaque pile devra au minimum fournir 1V15.

On estime à deux utilisations par jour. Si le bureau est vide, l'appareil répondra "occupé" au bout de 30 secondes. Au pire des cas, nous avons 1 minute d'utilisation par jour.

Une LED sera allumée en permanence durant ce laps de temps : 20mA

Le PIC32MX lui sera en attente d'une réponse. Consommation estimée : 30mA

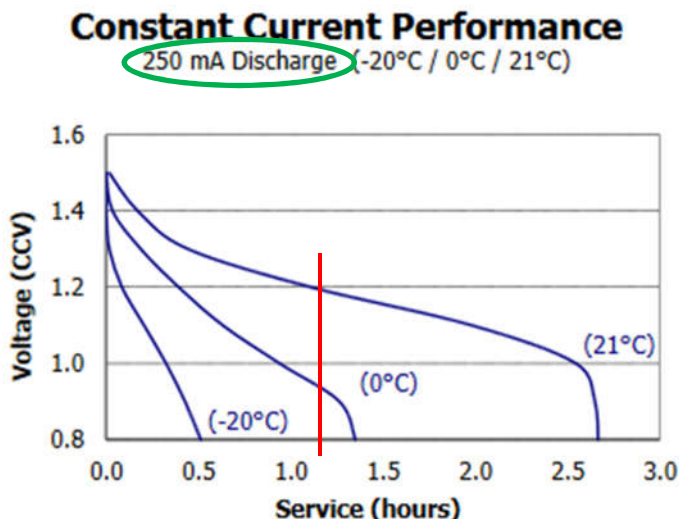
Il reste le module 868MHz (qui a également un PIC). Consommation selon datasheet : 34mA

La consommation du buzzer est négligeable car elle sera très courte.

Consommation totale : 84 mA

Chaque pile doit fournir au minimum 1V2 pour suffire au PIC32, grâce à l'entrée analogique, on va pouvoir contrôler la valeur des piles et avertir l'utilisateur qu'il faut changer.

Datasheet pile Alkaline Energizer



On distingue que nous sommes à **1.2 heures** de temps pour une décharge à 250 mA. Étant donné que nous avons 84 mA, on peut estimer ce temps 3 fois plus grand, soit 3.6 heures.

On a donc 1 minute par jour à 84mA de consommation, donc il faut 60 jours pour écouler 1 heure.

$$\text{autonomie} = \text{nbrJours1h} \times \text{tempsPile} = 60 \times 3.6 = 216 \text{ jours}$$

Si on compte maintenant un seul appui par jour, on arrive à 432 jours.

Module 868MHz :

Pour utiliser le module 868MHz, il doit être alimenté, commandé en UART et on doit y connecter un request, un statut et le reset. Il travaille à 115'200 baud.

Contrôle des piles :

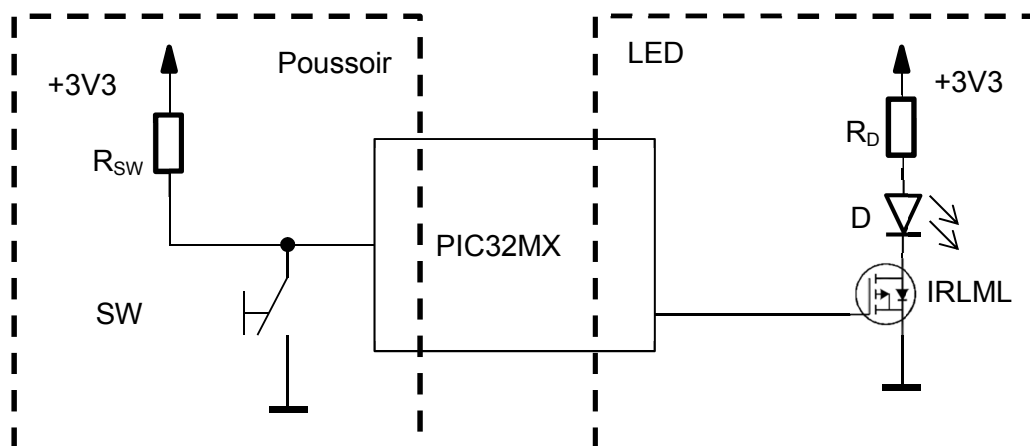
Grâce aux comparateurs internes au PIC, on va pouvoir contrôler si les piles sont encore assez chargées ou non. Si c'est le cas, on donne l'info à circuit in qui activera la LED "Low Battery".

Circuit in :

Le circuit in va devoir produire l'alimentation 3V3 depuis ses 5V. On va utiliser un MAX1793. Il a uniquement besoin de deux condensateurs (défini dans le datasheet) pour fonctionner.

Concernant les poussoirs, nous mettrons un pull-up avec une connexion à la masse lors d'une pression. Pour les LED et les buzzers, on inverse le principe : on commande la mise à la masse avec un MOS.

Explication en schéma :



Chaque LED consomme 20mA sous 2V.

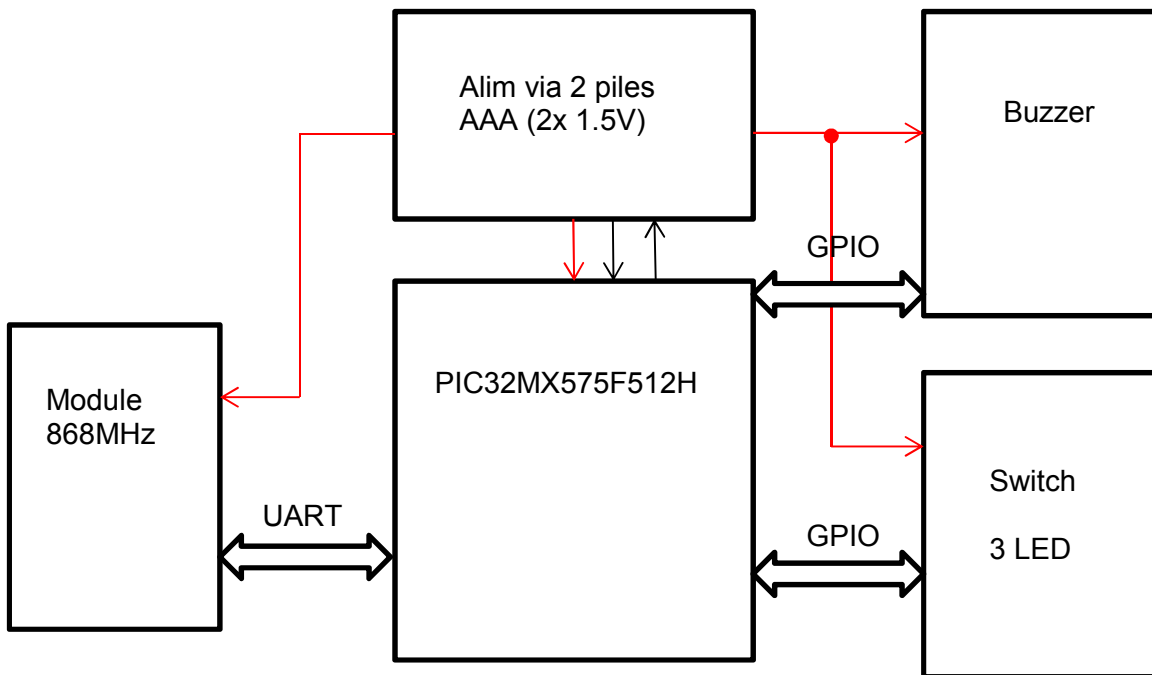
On a décidé d'inclure trois LED pour indiquer les cas suivants :

- Low battery : Indique que les piles du circuit out doivent être changées.
- Fail transmission : Problème de communication entre les modules.
- Request : Indique que quelqu'un a sonné et qu'il faut répondre.

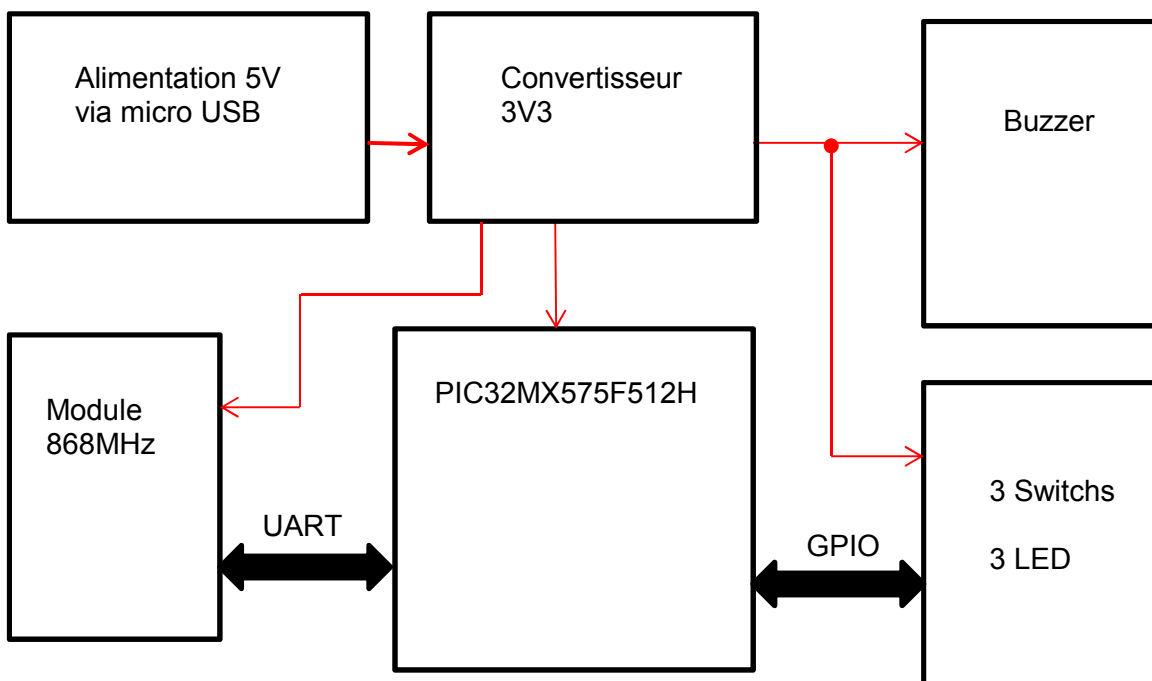
1.4. Schéma bloc

On va faire 2 schémas bloc, un pour chaque circuit.

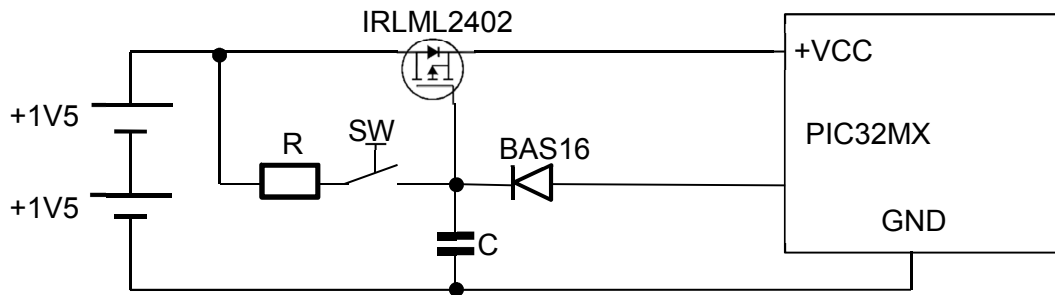
1.4.1. Partie out



1.4.2. Partie in



1.5. Système d'auto-alimentation circuit out



Explications :

Lorsqu'on presse sur le switch, on alimente le PIC en ouvrant le MOS. Ensuite, le μC va prendre le relais pour "s'autoalimenter". Le condensateur est là pour garder l'alimentation active le temps que le PIC se réveille.

1.6. Évaluation des coûts

L'évaluation des coûts est calculée pour les 3 PCB ainsi que les 3 modules. En partant du principe que l'on part à zéro (aucuns composants en stock).

Prix des composants : 63.74 CHF

Prix des PCB : 50.00 CHF / pièce : 150.00 CHF

Prix du module 868MHz : 55.00 CHF / pièce : 165.00 CHF

Total : **378.74 CHF**

1.7. Planning

Voir en annexe

1.8. Conclusion et perspectives

Le projet dans son ensemble est prêt à démarrer. Grâce à ces quelques jours que l'on a pris pour organiser le projet, on gagne énormément de temps dans les prochaines phases car il n'y a presque plus besoin de réfléchir. Tous les choix sont définis.

Pour la suite, le schéma va prendre le plus de temps à mon avis. Je prévois de faire une librairie détaillée pour avoir une BOM directement prête depuis Altium. Je prendrai, dans la mesure du possible, mes composants d'Altium chez Würth.

2. Phase de design

Pour commencer, voici les différents changements qui sont survenus durant cette phase.

Le circuit IN et OUT étant très semblable, il est plus simple de faire un seul type de PCB. On montera ensuite les composants selon le choix de la carte.

Exemple :

| | | |
|-------------------------|---------------|--------------|
| Piles et mesure tension | 3 (0) Switchs | Module RF |
| | 3 LED | |
| uUSB & régulateur | Buzzer | PIC32M X130F |
| | | |

Montage IN (intérieur du bureau) :

- uUSB & régulateur 3V3
- 3 Switchs

Montage OUT (extérieur du bureau) :

- Piles et mesure de tension
- Aucun switch

Le reste est identique dans les deux cas.

Vous trouverez en annexe le pinout du PIC pour les deux situations. Il n'y a qu'un seul GPIO qui est inutilisé. Il sera branché à un point de test pour d'éventuels modifications ou tests lors de la partie programmation.

2.1. Logiciel

2.1.1. Entrées / sorties

| IN | | OUT | |
|---------|--------------------|---------------|--------------------|
| Entrées | Sorties | Entrées | Sorties |
| Switch1 | LED _{RED} | Switch1 | LED _{RED} |
| Switch2 | LED _{RED} | Tension piles | LED _{YLW} |
| Switch3 | LED _{RED} | / | LED _{GRN} |
| / | Buzzer | / | Buzzer |
| RS232 | RS232 | RS232 | RS232 |

N'est pas compté comme entrée le reset du PIC

2.1.2. Montage OUT

Pour que le système s'autoalimente, il faut que le démarrage du PIC soit le plus rapide possible. Selon le datasheet, il est plus avantageux d'utiliser l'oscillateur interne. Une fois l'alimentation assurée, on pourra switch sur l'oscillateur externe.

L'entrée du switch permet de s'alimenter le système en entier. Ensuite le PIC effectue la requête tout en activant la LED rouge "occupé".

On utilise un timer pour commencer l'attente de la réponse. Au bout de 30 secondes sans réponse, le buzzer émet un son et la LED rouge clignote trois fois. Si on appuie à nouveau sur le bouton, le timer se reset à 0.

Si on obtient une réponse en retour, le buzzer va émettre un son la LED correspondante (jaune = "Attendez", vert = "Entrez").

Lorsque les piles atteignent un niveau trop bas, l'information sera transmise au circuit IN.

2.1.3. Montage IN

Le système à l'état de repos sera totalement éteint.

Lors d'une requête, le buzzer avertira la personne à l'intérieur ainsi qu'une LED "Resquest" qui restera active tant qu'aucune réponse ne sera rendue. Il retournera en état de repos lorsque le circuit OUT lui indiquera que le délai est dépassé.

Si l'information des piles plate est communiquée, la LED "low batt" s'enclenchera et un signal sonore sera émis.

Pour finir, en cas d'échec de communication des modules RF, la LED "error" s'allumera jusqu'à réparation de l'erreur.

2.1.4. UART

Baudrate : 57'600 baud

Pour économiser de la communication, le signal de requête sera en réalité la tension qu'il reste dans les piles. De cette façon, la gestion de l'alarme se fera dans le PIC du circuit IN.

Une initialisation est requise pour le module 868MHz. Il faudra le préparer à avoir plusieurs circuits IN.

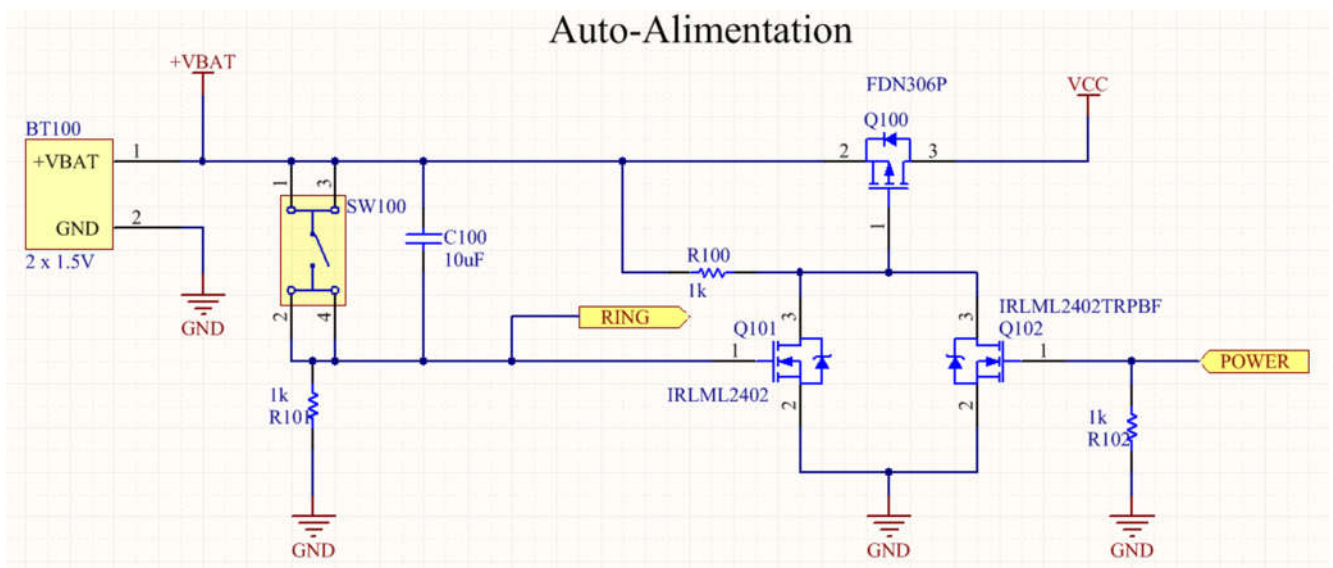
2.2. Schéma

Voir en annexe.

2.2.1. Power

Pour pouvoir s'y retrouver plus aisément, les composants qui concernent l'alimentation ont leur annotation qui commence à 100.

2.2.1.1. Auto-alimentation



C_{100} & R_{101}

Le système d'auto-alimentation a légèrement évolué depuis la phase de pré-étude. Un RC est mis en place pour augmenter le temps activé lors d'une pression sur la sonnette.

Le calcul a été fait pour que tau soit 10x plus long que le temps qu'il faut au reset pour se mettre à 1.

$RC_{RST} : T = 1 \text{ ms}$

$RC_{AA} : T = 10 \text{ ms}$

$$C_{100} = \frac{\tau}{R_{101}} = \frac{10 \times 10^{-3}}{1 \times 10^3} = 10 \text{ uF}$$

Signal RING

Le signal RING est utilisé pour savoir si l'utilisateur appuie à nouveau sur la sonnette. Dans ce cas le timer va se réinitialisé.

IRLML2402

Ce sont les MOSFET à canal N qui vont servir à ouvrir ou non le FDN306P qui lui est le dernier élément qui retient l'alimentation au reste du montage. Le signal POWER viendra prendre le relais à l'activation du PIC pour s'alimenter le temps de la séquence.

2.2.1.2. Mesure pile**LT1790**

C'est un convertisseur DC/DC qui va fournir une tension de 2.048V au PIC. Il va fonctionner jusqu'à $V_{out} + 0.2V$ donc jusqu'à l'alarme des piles plates. Les condensateurs sont définis sur le datasheet. La tension de sortie servira de référence pour comparer à la mesure des piles. Cette mesure sera faite à travers un diviseur de tension duquel on ressort le $\frac{2}{3}$ de la tension.

Valeur du pont :

$$R_{103} = 11k$$

$$R_{104} = 22k$$

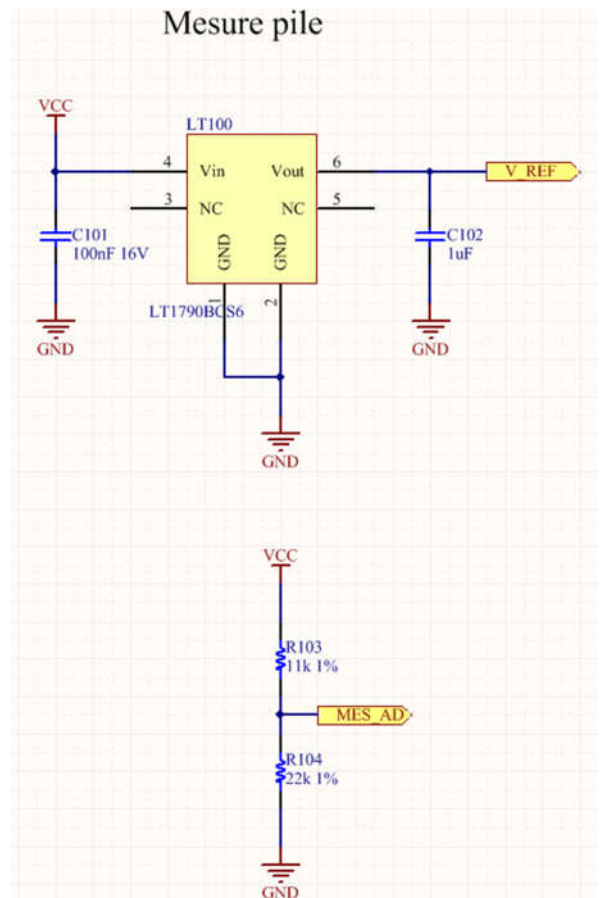
$$\frac{22 \times 10^3}{(11 + 22) \times 10^3} = 0.666 = \frac{2}{3}$$

$$U_{PILEmin} = 2.3V$$

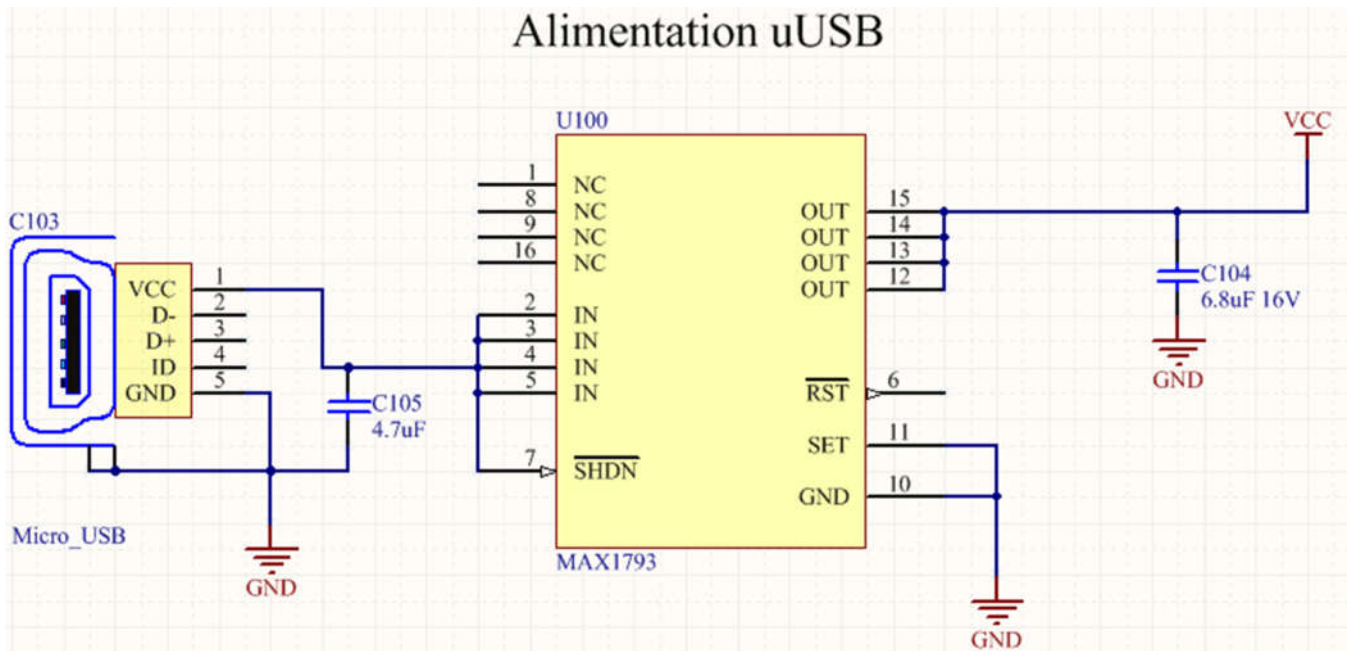
On cherche maintenant à quelle valeur on donnera l'alerte.

$$U_{min} = 2.3 \times \frac{2}{3} = 1.533 V$$

A noter que pour assurer la communication, on prendra une valeur légèrement plus élevée, soit 1.58V.



2.2.1.3. Alimentation μ USB



MAX1793

Permet de convertir les 5V de l'USB en 3V3. La connectique vient directement du datasheet. A noter que l'on connecte uniquement l'alimentation du μ USB.

2.2.2. µController

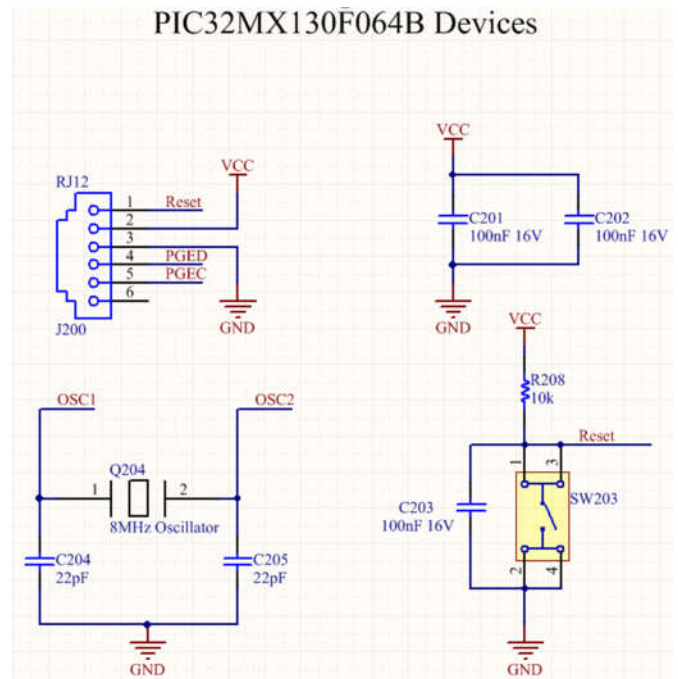
Maintenant, la deuxième partie du schéma qui concerne les I/O, et les signaux de communication.

2.2.2.1. PIC32MX130F064B-I/SS

Pour mieux se repérer, l'annotation commence à 200.

RJ12

Un connecteur RJ12(J₂₀₀) pour la programmation du PIC. On y connecte l'alimentation, le reset ainsi que PGED(21) et PGEC(22).



Oscillateur

Un oscillateur 8MHz (Q₂₀₄) dont les condensateurs ont été définis dans le datasheet.

Reset

On trouve un schéma de principe dans le datasheet du PIC. On a un RC qui va définir en combien de temps le reset va se mettre à 1.

Calcul :

$$\tau = R \times C = 10 \times 10^3 \times 100 \times 10^{-9} = 1 \text{ ms}$$

On peut grossièrement dire qu'après 3 tau, le PIC commencera son fonctionnement. C'est-à-dire 3 ms.

Condensateurs de découplage

On a un condensateur pour chaque alimentation du PIC.

2.2.2.2. I/O

LED

Consommation : 2 mA

Tension LED rouge : 1V75

Calcul de la résistance :

$$R_{RED} = \frac{3V3 - 1V75}{2 \times 10^{-3}} = 775 \rightarrow 750\Omega$$

Tension LED jaune : 1V85

Calcul de la résistance :

$$R_{YLW} = \frac{3V3 - 1V85}{2 \times 10^{-3}} = 725 \rightarrow 750\Omega$$

Tension LED vert : 2V65

Calcul de la résistance :

$$R_{GRN} = \frac{3V3 - 2V65}{2 \times 10^{-3}} = 325 \rightarrow 330\Omega$$

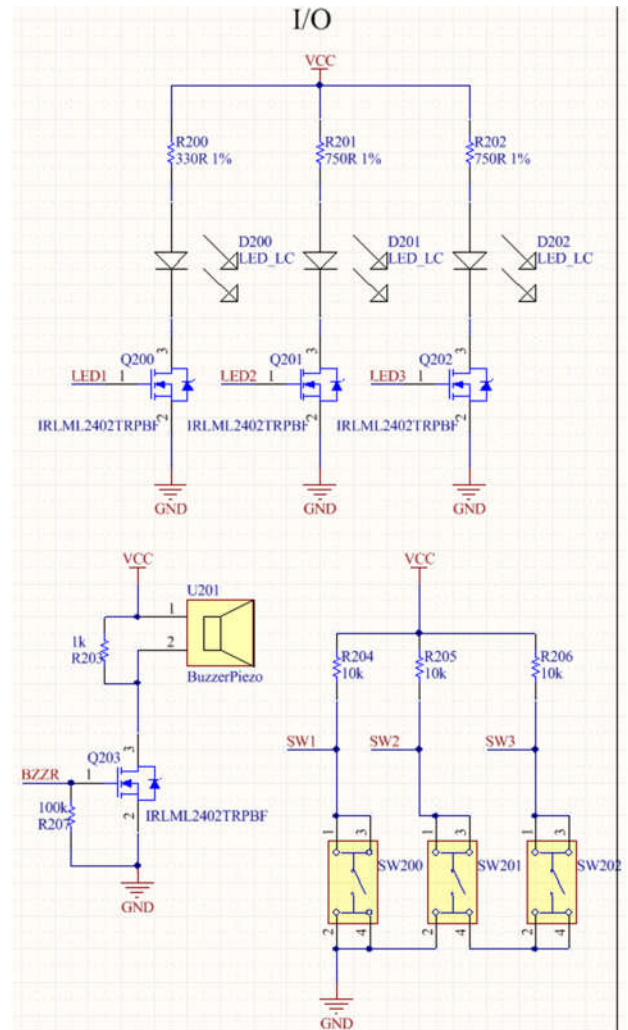
Avec ce montage, elles seront actives à 0.

Buzzer

Une résistance 100k est placée pour éviter les sons indésirables lors du démarrage. R203 vient du datasheet.

Switch

Ce sont de simples switches avec des pull-up. Ils seront donc actifs à 0.



2.2.2.3. Module 868MHz

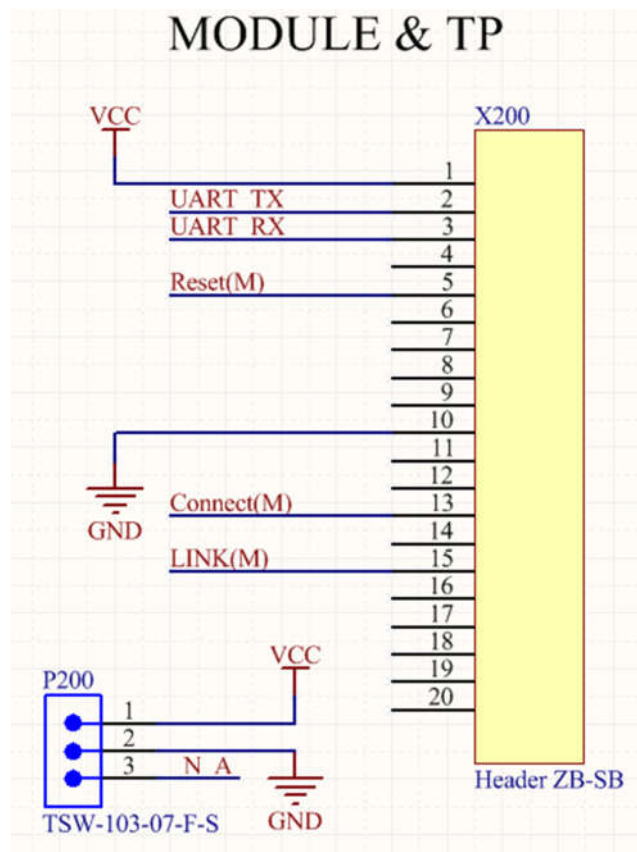
Connecteur Xbee

On a besoin de 5 signaux ainsi que l'alimentation. Les signaux qui sont assignés au module sont accompagnés d'un (M).

| Signaux | Connecteur Xbee |
|------------|-----------------|
| +3V3 | 1 |
| GND | 10 |
| UART_TX | 2 |
| UART_RX | 3 |
| Reset(M) | 5 |
| Connect(M) | 13 |
| LINK(M) | 15 |

Barrettes à broche

Simple points de mesure avec l'alimentation ainsi que le GPIO non utilisé du PIC(12).



3. Conclusion

Dans l'ensemble peu de problèmes, mon planning est respecté. Le système de pouvoir monter l'un ou l'autre circuit est très pratique.

Le routage ne comporte pas de particularité à première vue. Il faudra principalement penser au placement des LED et des switches.

Lieu, date :

Signature :

4. Annexes

- Schématique
- BOM
- Pinout PIC
- Evaluation des prix
- Planning
- Journal de travail