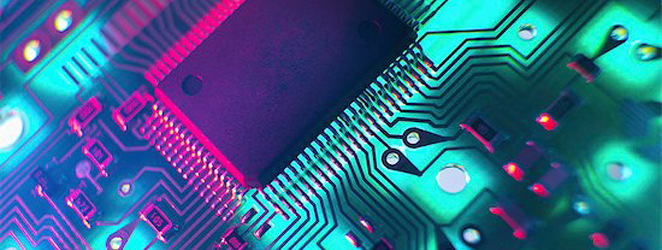


**ELECTRONICIEN/NE CFC  
 ELEKTRONIKER/IN-EFZ**



projectname

projectversion

**projecttitle**

Métier, Beruf

Pittet Loïc

year

EMF - Ecole des Metiers de Fribourg

SWITZERLAND

Table des matières

[1 Information 2](#_Toc72079929)

[1.1 Objectifs du projet 2](#_Toc72079930)

[1.2 Schéma de principe de l'environnement 2](#_Toc72079931)

[2 Planification 3](#_Toc72079932)

[2.1 Calendrier prévisionnelle des tâches à réaliser 3](#_Toc72079933)

[2.2 Calendrier réel des tâches réalisées 3](#_Toc72079934)

[3 Décision 4](#_Toc72079935)

[4 Réalisation 5](#_Toc72079936)

[4.1 Schéma bloc de l'électronique à développer 5](#_Toc72079937)

[4.2 Description des éléments principaux 5](#_Toc72079938)

[4.3 Schématique, Dimensionnement & simulation 5](#_Toc72079939)

[4.4 Rédaction du protocole de mise en service du prototype 5](#_Toc72079940)

[4.5 Liste de matériel 6](#_Toc72079941)

[4.6 Layout 6](#_Toc72079942)

[4.7 Firmware 7](#_Toc72079943)

[4.8 Software 7](#_Toc72079944)

[4.9 Phase de production en série 7](#_Toc72079945)

[4.10 Liste des outils utilisés et leur version 7](#_Toc72079946)

[5 Contrôle 8](#_Toc72079947)

[5.1 Validation ERC 8](#_Toc72079948)

[5.2 Validation DRC 8](#_Toc72079949)

[5.3 Validation Eurocircuits 8](#_Toc72079950)

[5.4 Validation par la mise en service du prototype 8](#_Toc72079951)

[6 Evaluation 9](#_Toc72079952)

[6.1 Etat du projet 9](#_Toc72079953)

[6.2 Liste des modifications pour la prochaine version 9](#_Toc72079954)

[6.3 Liste des délivrables 9](#_Toc72079955)

[6.4 Amélioration possible 9](#_Toc72079956)

[6.5 Conclusion et avis personnel 9](#_Toc72079957)

# Information

## Objectifs du projet

### Résumé du cahier des charges

Le cahier des charges complet est disponible dans le dossier de projet sous le répertoire \projectname\cdc.

Une image contenant texte, capture d’écran, Police, nombre

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.3

## Schéma de principe de l'environnement

# Planification

## Calendrier prévisionnelle des tâches à réaliser

Une image contenant texte, mots croisés, capture d’écran, diagramme

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

## Calendrier réel des tâches réalisées

# Décision

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Date | Qui | Quoi | Pourquoi |
| 14.05.2025 | Berset, Pittet | Changer de capteur de lumière. | Capteur actuel plus disponible sur le marché avant 18 semaines… |
| 14.05.2025 | Berset, Pittet | Choix du moyen de faire du Bruit avec le PIC. 🡪 Bruit numérique par pseudo-aléatoire (LSFR) | Méthode la plus simple à mettre en place sans rajouter trop de composants. |
| 14.05.2025 |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

# Réalisation

## Schéma bloc de l'électronique à développer

Une image contenant diagramme, Dessin technique, Plan, schématique

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

Pour pouvoir avoir une tension d’entrée utilisable pour un comparateur à hystérèse, un grand conditionneur est nécessaire. Pour ce faire, des capteurs de lumières pour avoir une tension variable seront utilisé. Nous allons additionner cette tension avec une tension de -2,5V et une tension d’environ 20mV qui représentera le bruit.

La première partie est constitué de deux capteurs de lumières (phototransistor). Un premier capteur est là pour avoir une tension de référence qui ne changera jamais (à part si un nuage vient perturber la lumière ambiante.) Cette tension sera soustraite de l’autre capteur pour que cette tension ne soit jamais positive (à voir après pourquoi). A savoir que si la lumière capté baisse, le courant baisse et en conséquence la tension aussi. Donc si l’on cache ce second capteur, la tension de référence sera de toute façon plus grande. C’est pourquoi que la tension de sortie sera négative ou nulle.

Nous allons ensuite passer cette tension de sortie du soustracteur dans un additionneur **inverseur**. C’est pourquoi il nous fallait une tension négative après le soustracteur pour pouvoir retrouver une tension positive à la sortie de l’additionneur. A cette tension, nous allons ajouter une composante continue de **-2,5V** pour pouvoir

*Pour ce projet, j’utilise un capteur de lumière (phototransistor) pour pouvoir capter l’intensité lumineuse. Un deuxième capteur est là pour pouvoir mesurer la lumière sans aucune perturbation comme cela nous avons une référence de lumière que l’on pourra soustraire à la première lumière que nous mesurons. Le seul but est d’avoir la tension de sortie du capteur autour de 2,5V. Cela sera plus facile pour comparer à la tension de seuil qui est de 2,5V.*

*Donc nous mesurons une première valeur sur laquelle nous enlevons la tension de la lumière de référence. On additionne ensuite la tension de seuil et additionne en même temps le bruit généré par le PIC que nous aurons filtré en passe-bas.*

*Ce bruit est généré à l’aide d’un PIC et avec la méthode de Bruit numérique par pseudo-aléatoire (LFSR).*

Une image contenant texte, capture d’écran, ligne, Police

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

### Schéma bloc de l'électronique à développer 2

## Une image contenant diagramme, texte, ligne, Plan Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

Cette proposition a été jugé trop compliqué à gérer la partie PWM

### Schéma bloc de l'électronique à développer 3

Une image contenant diagramme, texte, Plan, Dessin technique

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

Solution abordable mais pas très pratique puisqu’à chaque fois qu’un évènement vient perturber la lumière, il faut réajuster la tension (de référence) avec un trimmer par exemple la tension de la lumière actuelle. Par exemple lorsqu’un nuage passe devant le soleil, cela va biaiser les mesures. Pareil si quelqu’un éteint la lumière…

## Schématique, Dimensionnement & simulation

### Schématique globale

Une image contenant texte, diagramme, Parallèle, ligne

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

### Dimensionnement

Pour une tension de 2.5V à lumière ambiante, il faut calculer la résistance à partir d’une autre choisi « aléatoirement ». Dans notre cas, nous mesurons la tensions (à la lumière ambiante) sur une résistance de 6.8kOhms. Nous pouvons ainsi déterminer la résistance pour 2.5V.

Une image contenant texte, diagramme, ligne, Police

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.Une image contenant texte, diagramme, ligne, Police

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

Une image contenant texte, Police, blanc, écriture manuscrite

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

#### Estimation du courant de consommation du système

A lumière ambiante :

Une image contenant texte, diagramme, ligne, Plan

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

A lumière maximale :

Une image contenant diagramme, Plan, ligne, texte

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

A lumière minimale :

Une image contenant texte, diagramme, ligne, Plan

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

#### ***Microcontrôleur***

uint8\_t lfsr = 0xAC; // Seed non nul

void main(void)

{

    InitPic();

    while (1)

    {

        uint8\_t out = lfsr\_next();

        LATAbits.LATA0 = out;  // Écrit sur RA0

        \_\_delay\_ms(50);        // Ajuster selon le besoin

    }

}

uint8\_t lfsr\_next(void)

{

    uint8\_t bit = ((lfsr >> 7) ^ (lfsr >> 5) ^ (lfsr >> 4) ^ (lfsr >> 3)) & 1;

    lfsr = (lfsr << 1) | bit;

    return lfsr & 1;  // Renvoie le LSB

}

##### Port mapping

## Rédaction du protocole de mise en service du prototype

### Protocole de mise en service

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Etape | Quoi faire | Valeur attendue | Valeur mesurée | Erreur | Validée | Mes. Ref. |
| 1 | Implanter le connecteur P1  Implanter les résistances R2..R9  … | - | - | - |  | - |
| 2 | Mesurer la tension du régulateur à vide | UVDD\_5Vtyp = 5.00V  UVDD\_5Vmin = 4.95V  UVDD\_5Vmax = 5.05V | UsK1 = 5.03V | …% |  | Mesure1 |
| 2 | Mesurer la tension et le courant du régulateur en charge |  |  |  |  | Mesure2 |
| 3 | Implanter le microcontrôleur IC1 | - | - | - |  | - |

### Mesure1

#### But de la mesure

#### Schéma de mesure

#### Liste des composants

#### Liste des instruments et leurs réglages

#### Tableaux des valeurs mesurées

### Mesure2

#### But de la mesure

#### Schéma de mesure

#### Liste des composants

#### Liste des instruments et leurs réglages

#### Tableaux des valeurs mesurées

## Liste de matériel

## Layout

### Contraintes (Rules Check)

#### Largeurs des pistes de cuivre

#### Diamètres des vias

### Empreintes spécifiques

#### Régulateur de tension

#### Microcontrôleur

## Firmware

### Machine des états

### Flowchart

### Structogramme

## Software

### Machine des états

### Structogramme

## Phase de production en série

### Rédaction du protocole de mise en service de post-production

### Rédaction du mode d’emploi utilisateur

## Liste des outils utilisés et leur version

# Contrôle

## Validation ERC

## Validation DRC

## Validation Eurocircuits

## Validation par la mise en service du prototype

# Evaluation

## Etat du projet

## Liste des modifications pour la prochaine version

## Liste des délivrables

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| pcb | **Schématique (.pdf)** | | |
|  | Fichier : | projectname-pcb-schema-vx.x.x.pdf | annexé Flèche : pivoter à droite |
|  | Répertoire : | .\projectname\pcb\pdf\ |  |
| pcb | **Plan d’implantation (.pdf)** | |  |
|  | Fichier : | projectname-pcb-implantation-bot-vx.x.x.pdf | annexé Flèche : pivoter à droite |
|  | Fichier : | projectname-pcb-implantation-top-vx.x.x.pdf | annexé Flèche : pivoter à droite |
|  | Répertoire : | .\projectname\pcb\pdf\ |  |
| pcb | **Gerber (.zip)** | |  |
|  | Fichier : | projectname-pcb-gerber-vx.x.x.zip |  |
|  | Répertoire : | .\projectname\pcb\ |  |
| fwr | **Firmware (.hex)** | |  |
|  | Fichier : |  |  |
|  | Répertoire : |  |  |
| swr | **Software (.exe)** | |  |
|  | Fichier : |  |  |
|  | Répertoire : |  |  |
| mec | **Plan mécanique (.pdf)** | |  |
|  | Fichier : |  |  |
|  | Répertoire : |  |  |
| rpt | **Liste de matériel (.pdf)** | |  |
|  | Fichier : | projectname-pcb-bom-vx.x.x.pdf | annexé Flèche : pivoter à droite |
|  | Répertoire : | .\projectname\pcb\bom\ |  |

## Amélioration possible

## Conclusion et avis personnel

### Signatures

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Lieu: | EMF, 1705 Fribourg, Switzerland | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
| Date: |  | myname myfirstname |

### Sources

* <https://www.fr.ch/emf>

### Version de ce document

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| version | date | qui | modification |
| V1.0.0 | 20210510 | gauchl | Première version |
|  |  |  |  |

### Annexes