Travail Pratique Individuel

2024–2025

Jeu du Moulin 2025



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Auteur | Révision | C:\MyData\EMF2015\Modules\Modèles\Logos\Logo_EMF-Industrie_FR_RVB.jpg |
| Fabio Cunha [fabio.cunha@edufr.ch](mailto:fabio.cunha@edufr.ch) | 14 mai 2025 |

Table des matière

[1 Description 3](#_Toc197589369)

[1.1 But du travail 3](#_Toc197589370)

[1.2 Principe de fonctionnement 4](#_Toc197589371)

[1.2.1 Connecteur de programmation 4](#_Toc197589372)

[1.2.2 Touches sensitives 5](#_Toc197589373)

[1.3 Liste des composants 5](#_Toc197589374)

[2 Consignes et spécifications 6](#_Toc197589375)

[2.1 Choix des composants 6](#_Toc197589376)

[2.2 Programmation 6](#_Toc197589377)

[2.3 Directives pour le dimensionnement 6](#_Toc197589378)

[2.4 Directives concernant le circuit imprimé 8](#_Toc197589379)

[2.4.1 Généralité 8](#_Toc197589380)

[2.4.2 PCB 9](#_Toc197589381)

[3 Travaux à effectuer 9](#_Toc197589382)

[4 Planification du travail 10](#_Toc197589383)

[5 Planning 11](#_Toc197589384)

[6 Test et mise en service 12](#_Toc197589385)

[7 Journal de travail 12](#_Toc197589386)

[8 Documents et moyens à dispositions 12](#_Toc197589387)

# Description

## But du travail

Ce travail consiste à concevoir un prototype fonctionnel du jeu du moulin, un objet qui pourrait être utiliser pour faire la promotion du métier d’électronicien. Le candidat pourra s’appuyer sur une 1ère version, qui n’a pas été terminée, pour réaliser l’objet en question :

Une image contenant Appareils électroniques, circuit, Ingénierie électronique, Composant électronique

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect. Une image contenant Appareils électroniques, circuit, Composant électronique, Ingénierie électronique

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

Figure 1 : Jeu du Moulin, 1ère prototype, vue de dessus à gauche et vue de dessous à droite

Le travail consistera à réaliser le schéma électronique, dessiner le PCB, monter le circuit imprimé, tester les fonctionnalités primaires (LED et touche capacitive).

L’alimentation du circuit se fera avec deux connecteurs (TP1 et TP2) ou alors, il sera proposé une alimentation avec un connecteur USB de type C suivi d’un régulateur. 

Puisque le jeu possède plus de LED que d’I/O disponible, l’apprenti devra réfléchir à un système de type ligne/colonne pour allumer les LEDs.

## Principe de fonctionnement

### Connecteur de programmation

Afin de programmer les microcontrôleurs il faut assurer une compatibilité avec le câble TC2030-PKT-NL pour le PIC ainsi que le câble TC2030 pour le STM. Le clip TC2030-CLIP-ND doit également pouvoir être utilisé en cours de développement. Le STM32 utilise les signaux SWD (SWDIO et SWCLK).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| TC2030-CLIP | BOARD RETAINING FOR TC2030-NL | Digikey | TC2030-CLIP-ND |
| Une image contenant câble, connecteur  Description générée automatiquement | TC2030-PKT-NL 6-Pin No-Legs Cable | Tag-Connect | TC2030-PKT-NL |
| Une image contenant fourniture d’électricité, connecteur, câble  Le contenu généré par l’IA peut être incorrect. | TC2030-CTX-NL-STDC14 for use with STLINK-V3 | Tag-Connect | TC2030-CTX-NL-STDC14 |

Tableau 1 : Câble de programmation Tag-Connect

Les tableaux suivants donnent les pins entre le connecteur STDC14 et le Tag-connect TC2030

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

Description générée automatiquement Une image contenant texte, capture d’écran, Police, nombre

Description générée automatiquement

* Le circuit devra comporter un connecteur pour la programmation et le débogage du microcontrôleur. Ce connecteur se trouvera évidemment **sur le bord** du circuit imprimé.

### Touches sensitives

Les touches seront implantées selon le principe de l’image ci-dessous et concerne seulement le microprocesseur STM32.

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

Description générée automatiquement

Figure 2: Intégration des touches sensitives

Les touches sont identiques aux prototypes, le placement des résistances séries Rx de 10k sont très importante. La capacité de chaque groupe est de 47nF. Il faudra utiliser plusieurs groupes et chacun devra s’affranchir d’un condensateur d’échantillonnage

Le prototype devra détecter quand un joueur presse une touche capacitive et inverse la couleur de la touche (ou l’allume la première fois)

## Liste des composants

Voici la liste des composants principaux imposés :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Fournisseur | N° article | Composant | Description |
| Digi-key\* | 497-18580-ND | STM32L072CZT6 | Microcontrôleur |
| Digi-key\* | 754-AAA3528SURKCGKC09CT-ND | AAA3528SURKCGKC09 | LED GRN/RED CLEAR SMD BOTTOM ENT |
| Digi-key\* | 2987-DH-20M50057-ND | DH-20M50057 | Câble USB |
| Digi-key\* | 36-5000-ND | Keystone 5000 | Connecteur rouge |
| Digi-key\* | 36-5000-ND | Keystone 5001 | Connecteur noir |

\*Article déjà commandé par le supérieur professionnel

Les autres composants devront être commandés, une fois le dimensionnement et le schéma terminés.

# Consignes et spécifications

## Choix des composants

Les éléments utilisés (IC, R et C) seront des composants montés en surface (CMS / SMD), excepté les barrettes à broches qui seront traversantes. Les circuits intégrés seront dans la mesure du possible de type SOIC et les résistances et condensateurs de taille 0603, permettant le montage du circuit sans agrandissement optique.

Tous les modules externes seront connectés sur le circuit avec des barrettes femelles, de sorte à pouvoir les retirer facilement. Par conséquent, le candidat doit avoir une attention particulière à la mécanique du PCB.

Le microcontrôleur utilise un convertisseur interne analogique-numérique pour obtenir la valeur numérique du signal d’entrée. Il communique par I2C avec la matrice LED, le candidat doit vérifier si des résistances de pull-ups sont nécessaires.

## Programmation

Un programme de base est à réaliser, validant le concept. Dans les fonctionnalités requises dans la programmation, les priorités sont les suivantes :

1. Détecter les touches capacitives
2. Allumer ou éteindre la LED pressée
3. Changer la couleur de la LED si déjà allumée

## Directives pour le dimensionnement

Les consignes listées ci-dessous seront appliquées :

* Les résistances sont toutes choisies dans la série E24.
* La tension d’alimentation est considérée comme exacte Vcc = 3.3V.
* Les références utilisées lors du dimensionnement doivent être les mêmes que celles du schéma (modifier le schéma directement si un éventuel changement intervient lors du montage du circuit).
* Les références suivent la norme IEC 81346-2.

## Directives concernant le circuit imprimé

### Généralité

Les consignes listées ci-dessous seront appliquées et la norme IEC 60617 est respectée :

* Le CI est double face (TOP-BOTTOM) avec masques de soudure (TOP-BOTTOM) et sérigraphie (TOP).
* La majeure partie des connexions (sauf les masses) doivent être routées côté composants (TOP).
* Afin de garantir un fonctionnement sans perturbations, les parties analogiques et numériques posséderont des masses distinctes, reliées entre elles en un seul point situé près du convertisseur A/D du PIC.
* Le côté soudures (BOTTOM) comporte essentiellement les deux plans de masse numérique et analogique. Des connexions autres que les masses sont possibles, mais elles doivent rester courtes et peu nombreuses.
* Les pistes de signaux auront en principe une largeur de 20mils, cette largeur peut être réduite si nécessaire jusqu’à 10mils.
* Les pistes d’alimentation auront une largeur de 40mils, cette largeur peut être réduite si nécessaire jusqu’à 20mils.
* Le routage doit se faire manuellement. Chaque piste doit être formée d’une succession de segment de droite dont les angles par rapport à l’horizontal sont 0°, 45° ou 90°. Les raccords en forme de « T » sont autorisés. Les raccords formant un angle aigu sont à proscrire.
* Des trous de perçage inférieur à 0.6mm ne sont pas autorisés
* Des points de test seront disposés afin de faciliter les mesures.
* Chaque module ou empreinte utilisés sont regroupés dans des bibliothèques créées pour le projet.
* L’utilisation des bibliothèques AltiumEMFLibs est possible, mais chaque modèle et empreinte doit être soigneusement vérifiés avant d’être copié dans la bibliothèque du projet. Pour les autres composants, l’apprenti doit créer sa propre bibliothèque, lié aux projets.
* Tout élément du layout (composant, piste, via, obstacle, texte etc..) doit impérativement être positionné au moyen d’une grille.
* Les pas en [mils] utilisables pour les grilles sont 100/50/25/12.5/6.25

### PCB

La dimension du circuit est définie comme suit : 9 cm x 9 cm. L’esthétique du circuit est essentiel, s’agissant du jeu du Moulin. Les LEDs seront centrées sur le PCB et le candidat tâchera de placer le microcontrôleur au milieu du PCB.

Le PCB aura une forme carrée, permettant de poser le circuit sur une table et de jouer :

9 cm

9 cm

Tous les composants électroniques sur la face Bottom

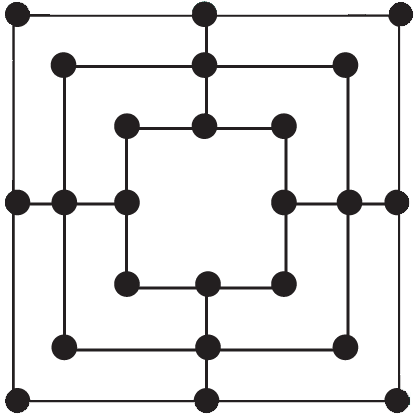


Figure 3 : Croquis du PCB

# Travaux à effectuer

Un certain nombre d’étapes sont nécessaires pour atteindre l’objectif :

1. Étude du cahier des charges, de la documentation et des composants imposés.
2. Réalisation du schéma et du circuit imprimé du PCB
3. Création de la liste de pièce, commande du matériel manquant et des PCBs.
4. Programmation du STM32 et test des boutons / LEDs
5. Montage du PCB prototype avec protocole de montage/mise en service
6. Mesure et validation des fonctionnalités
7. Réalisation d’une documentation complète, avec les schémas, liste de pièce **à jour**.

# Planification du travail

La durée du travail est de 118 heures au total, selon le planning détaillé au point 5. Le travail commence le 12 mai et se termine le 4 juin :

|  |  |
| --- | --- |
| Description | Durée [h] |
| Étude du cahier des charges et documentation existante (projet du 1er prototype) | 4 |
| Réalisation du schéma et du circuit imprimé | 50 |
| Liste + commande de matériel | 3 |
| Programmation du PIC | 20 |
| Montage du PCB avec procédure de montage | 12 |
| Debug et test, validation des fonctionnalités et mesure du circuit | 6 |
| Documentation et dossier technique | 23 |
| Total | **118** |

Une visite des experts est prévue au milieu du TPI, à fixer avec les experts. La date de l’entretien professionnel est prévue le 12 juin 2025 à 13h00, à confirmer encore avec les experts.

# Planning



Figure 4 : Planning du TPI

# Test et mise en service

En plus du dossier technique, une procédure de montage et de mise en service sera établie pour vérifier le fonctionnement de chaque partie. Ce protocole fera partie intégrante de la documentation demandée et se trouvera dans les annexes du dossier technique.

# Journal de travail

Un journal de travail est tenu sur toute la durée du TPI. Il relate les éléments suivants :

* La date à laquelle les travaux sont effectués, ainsi que leur durée
* Les aides reçues
* Quels travaux sont réalisés (brève description, croquis)
* Quels décisions, raisonnements sont appliqués (cas d’échec, changement d’orientation, modifications nécessaires)
* Quels évènements sont intervenus (urgences ou autres situations imprévisibles)

Le journal est tenu **quotidiennement** et contient le total des heures déjà effectuées. Les experts peuvent demander à le consulter pendant toute la durée du TPI. L’envoi du journal de bord aux experts ainsi qu’au supérieur professionnel est prévu le vendredi, en fin de journée, sous format PDF.

# Documents et moyens à dispositions

Place de travail habituelle incluant :

* Oscilloscope, générateur de fonction, alimentation
* PC, clavier, souris
* Logiciel Altium
* CUBE Ide pour la programmation du MCU
* Poste à braser, matériel d’atelier standard