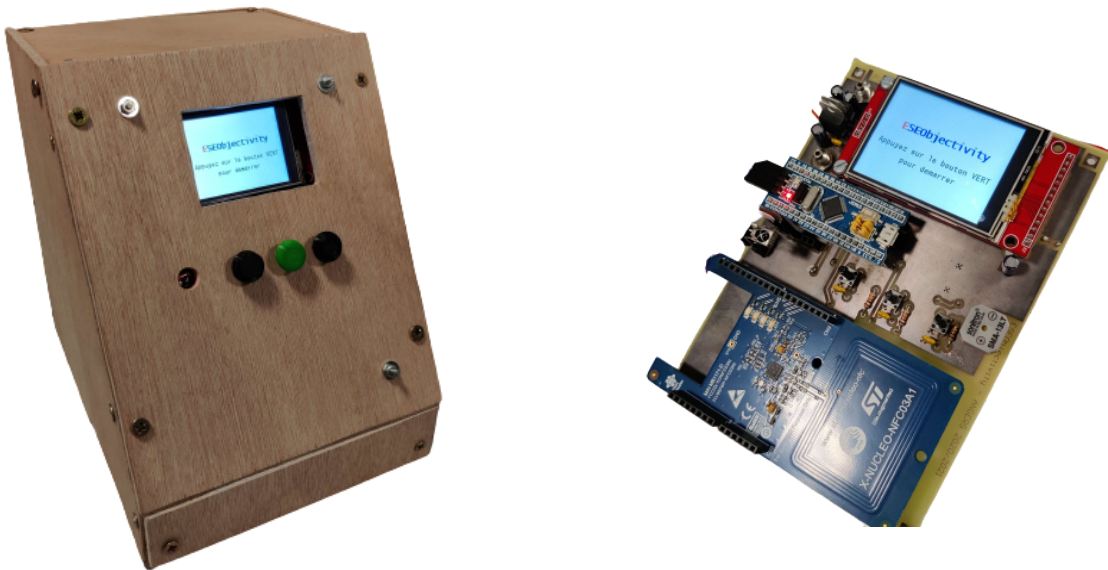


ELECTRONIQUE-NUMERIQUE-B2-S3

ESEObjectivity



SOMMAIRE

1 - Cahier des charges	3
2 - Schéma électrique	4
3 - Hardware	8
3-1 - Réalisation de la carte électronique	8
3-2 - Validation du PCB	10
3-3 - Réalisation de la boîte du projet	10
5 - Manuel d'utilisation	12
6 - Description d'un algorithme du programme	13
8 - Tests	14
9 - Cahier de suivi	17
10 - État d'avancement et analyse du projet réalisé	17
11 - Conclusion	18

Le projet ESEObjectivity présenté dans ce rapport a été mené par Florentin LEPELTIER et Quentin MARY dans le cadre de l'enseignement de l'Électronique Numérique encadré par Samuel POIRAUD. Celui-ci fait écho à un projet réalisé en première année de Bachelor, mais a pour vocation d'être plus poussé, notamment grâce à la conception d'une carte électronique.

La réalisation de ce projet fait suite à l'élection des délégués de la classe B2, où l'utilisation de bouts de papier nous semblait dérisoire dans une grande école d'électronique et d'informatique.

1 - Cahier des charges

ESEObjectivity est un système innovant, permettant à n'importe qui et n'importe où, d'organiser un vote. La nature de ce vote n'a pas d'importance : vous voulez organiser une élection de délégués dans votre classe sans perdre de temps ? Vous souhaitez mettre en place une mesure à l'école, mais vous souhaitez d'abord sonder les élèves ? Tout ceci est possible avec ESEObjectivity : complet et intuitif, ce système se base sur l'utilisation des cartes étudiantes au sein de l'ESEO.

Une fois allumé au grand public, le projet proposera aux utilisateurs détenant une carte étudiante (ou de personnel de l'ESEO) de la présenter au niveau du logo indiquant l'emplacement du capteur. Si celui-ci est autorisé à voter (identification des cartes étudiantes via la technologie NFC, puis émission d'un signal sonore), des choix de vote lui seront proposés sur un écran. Des boutons de navigation lui permettront de naviguer entre les propositions. Une fois effectué, l'utilisateur est invité à valider grâce au bouton central vert. Son vote sera enregistré dans ESEObjectivity, qui sera en capacité de refuser son vote s'il venait à se présenter à nouveau pendant la période déterminée par l'administrateur.

Cet administrateur aura une importance clé dans l'utilisation de projet. C'est à lui que reviendra la tâche de paramétrer, à sa guise, le déroulement du vote. *Il sera en capacité de choisir le nombre de choix possibles*, le début et la fin du vote ainsi que *l'ajout ou la suppression d'identifiants de carte* dans ESEObjectivity grâce à une télécommande infrarouge.

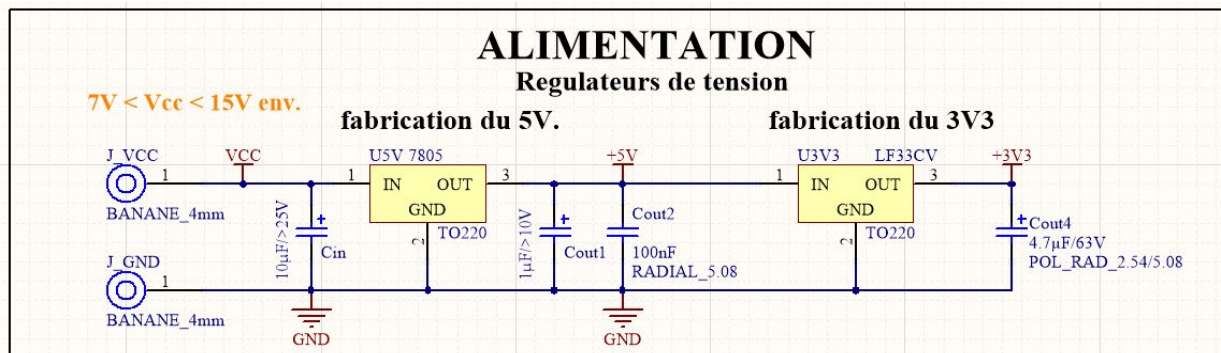
Une fois le vote clôturé par l'administrateur, les résultats s'afficheront sur l'écran : le nombre de votants, accompagné des pourcentages correspondants aux nombres de voix pour chaque choix.

Nous ne souhaitons pas implémenter une fonction qui permettrait d'identifier le nom de la personne qui vote : cela compliquerait l'ajout ou la suppression d'utilisateurs depuis le mode administrateur.

**Les éléments en italique sont susceptibles de ne pas être ajoutés en fonction de l'avancement du projet.*

2 - Schéma électrique

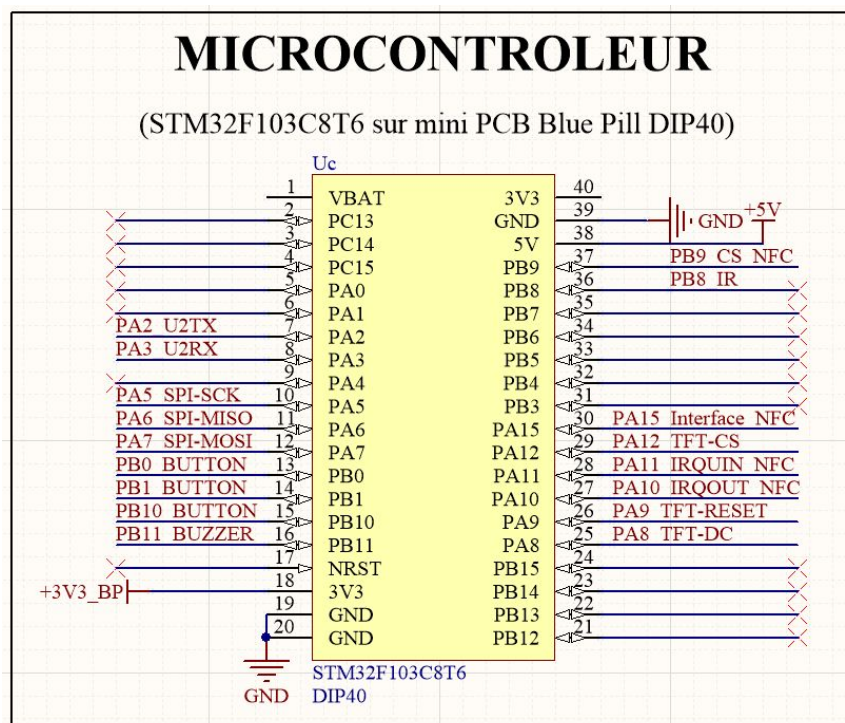
- Alimentation :



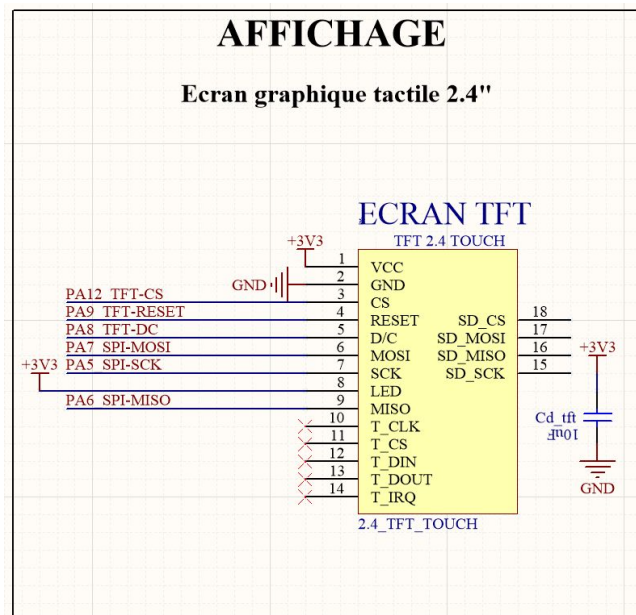
L'alimentation du projet est générique : cette disposition a été choisie pour permettre une alimentation sur des alimentations de laboratoire (notamment pour permettre un développement plus simple).

Par la suite, l'alimentation de la carte se fera par l'utilisation du port micro USB de la Bluepill. Nous sommes en capacité d'alimenter le projet de cette manière, en utilisant le régulateur de tension intégré à la Bluepill. Une batterie externe de 20 000 mAh peut être utilisée pour cette application : avec une consommation moyenne de 30mA, ESEObjectivity serait en capacité de tenir une soixantaine d'heures allumé.

- Microcontrôleur :

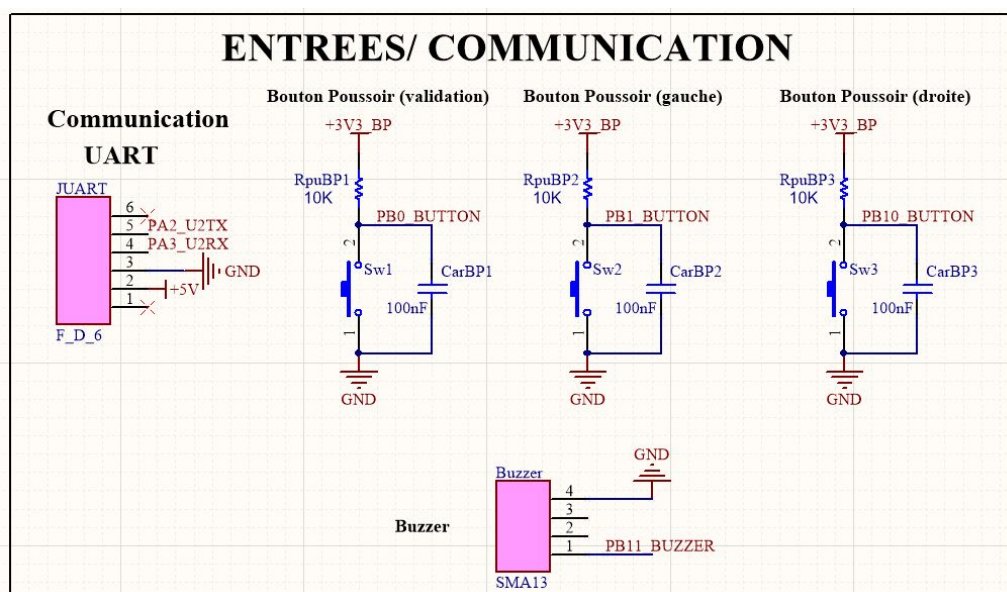


- Affichage :



L'affichage de notre projet se fait grâce à un écran TFT de 2.4". Sa fonction tactile n'est pas utilisée, ce sont des boutons classiques qui serviront à la navigation dans les menus.

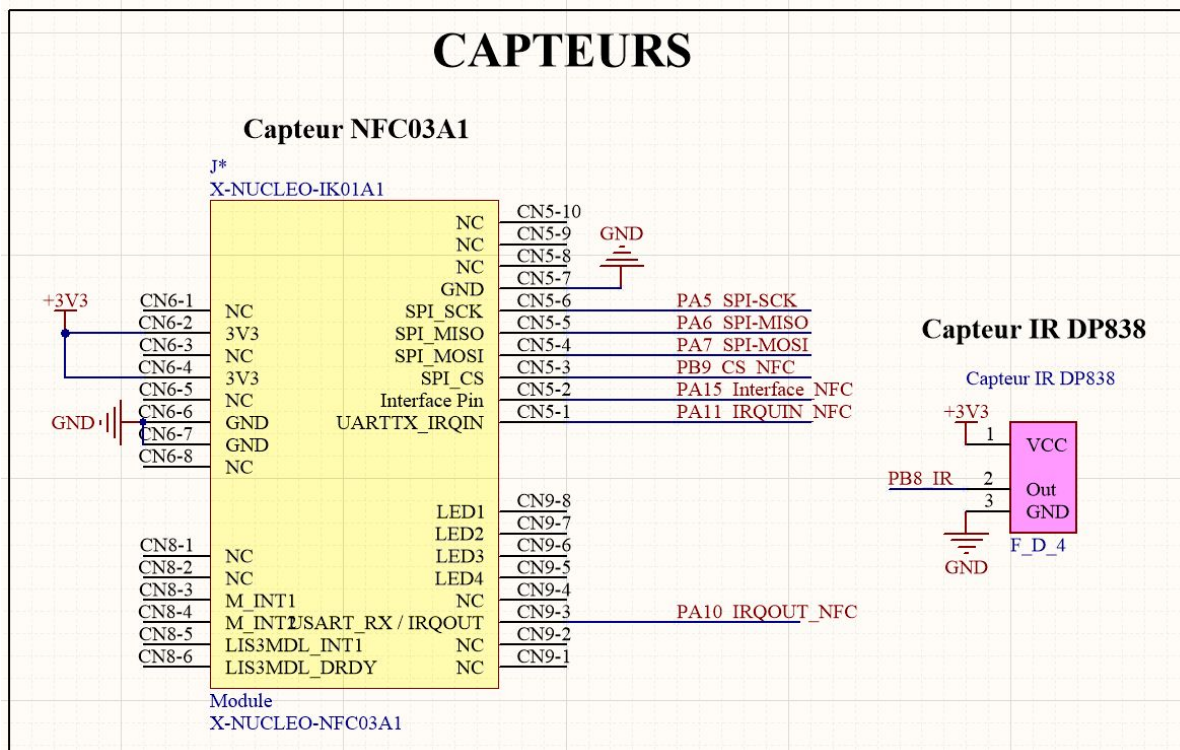
- Entrées / Communication :



La carte électronique dispose d'une entrée UART pour la communication pendant le prototypage du projet. Trois boutons sont disponibles, accompagnés de résistances et de

condensateurs pour éviter "l'effet rebond". Ces boutons seront utilisés de la manière suivante : deux boutons de sélection (droite et gauche) et un bouton de validation (bouton central). On note aussi la présence d'un buzzer, qui émettra un signal sonore lors de l'authentification de l'utilisateur.

- Capteurs :



Le lecteur de carte NFC est au centre de notre projet. Il sera utilisé en mode lecture, et non en mode écriture. Son rôle sera de lire l'UID des cartes présentées, qui sera ensuite comparé avec ceux enregistrés dans la mémoire flash pour autoriser l'accès au vote.

Un capteur infrarouge est présent pour accéder au mode administrateur disponible dans ESEObjectivity. Une télécommande infrarouge sera utilisée pour accéder à ce mode.

- Liste des composants :

Nom ou Référence du composant	Description/rôle dans l'application/Caractéristiques principales dans le projet.
Lecteur de carte NFC X-NUCLEO-NFC03A1	Ce lecteur de carte est au cœur du projet : il permettra la lecture des UID des cartes étudiantes. Cet UID sera utilisé pour prendre en compte le vote de l'utilisateur en fonction de sa présence ou non dans la mémoire flash de la Bluepill
Ecran TFT 2.4" 240x320 pixels	Cet écran permettra d'afficher toute l'interface du projet. Les menus proposés guideront l'utilisateur et l'administrateur tout au long de son utilisation.
Boutons poussoirs (x3)	Ces boutons poussoirs seront utilisés pour sélectionner les choix affichés (bouton de droite et de gauche) et pour valider (bouton central)
Buzzer	Ce buzzer sera chargé d'émettre un signal sonore quand l'authentification de la carte étudiante sera validée, ou invalidée.
Capteur infrarouge DP838 + Télécommande infrarouge	Ce capteur sera utilisé pour recevoir les informations provenant de la télécommande, pour naviguer entre le mode administrateur et vote.

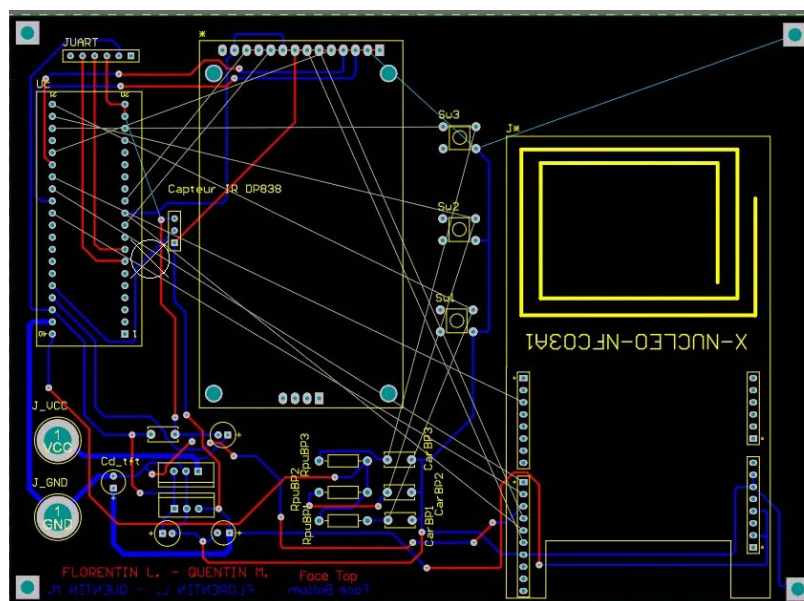
3 - Hardware

3-1 - Réalisation de la carte électronique

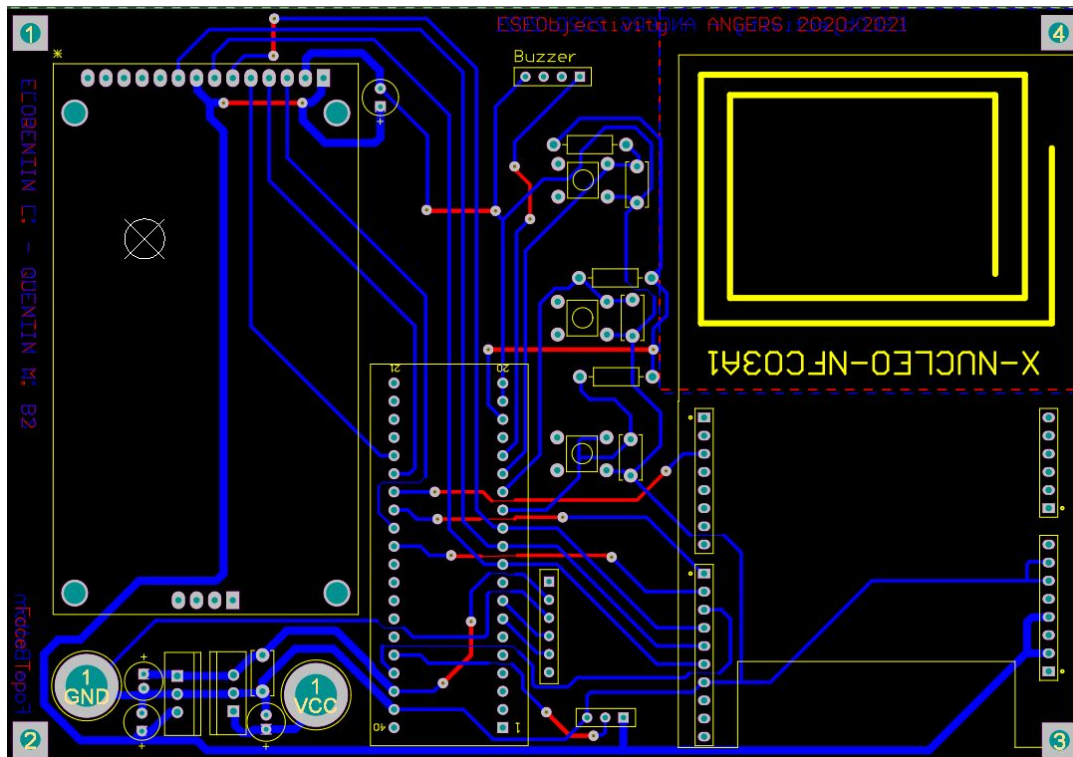
Après avoir choisi les composants nécessaires pour ESEObjectivity, nous avons pu débiter la conception de sa carte électronique sur le logiciel Altium. Ce fut donc une première expérience pour nous, notamment en termes de routage.

Cette étape est bien plus importante et délicate qu'elle n'y paraît : lors de la réalisation de celle-ci, nous devons réussir à trouver comment relier tous les composants et les périphériques, mais aussi la manière dont il fallait le faire. En effet, ce routage nécessite beaucoup de rigueur : la taille des pistes doit être prise en compte (pistes plus grosses au niveau de l'alimentation), leur positionnement ainsi que leur organisation. Dans notre cas, il était très difficile, voire impossible de réaliser une carte sans vias : ces trous à travers la carte permettent de relier une piste passant d'un côté à un autre de la carte.

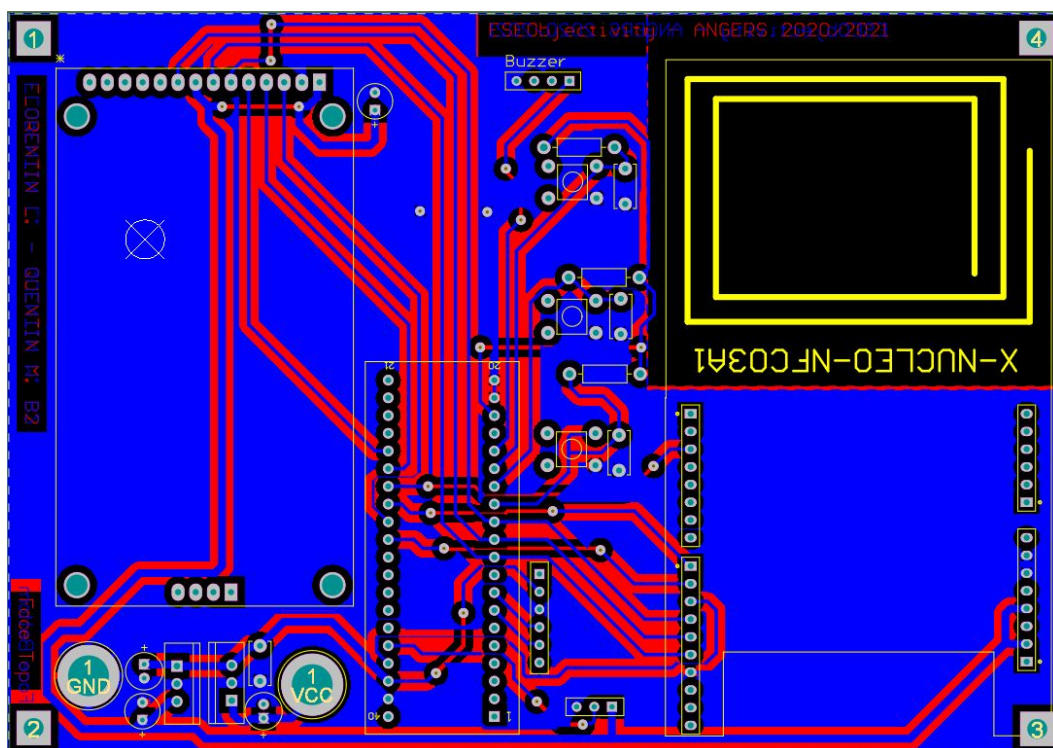
Une première réalisation de la carte avait été effectuée avec un nombre bien trop important de vias, accompagnés de pistes sur la face TOP, qui empêchaient la soudure des composants. Cette première version nous a fait perdre beaucoup de temps, mais nous ne referons plus les mêmes erreurs dans le futur.



Première ébauche de la carte électronique

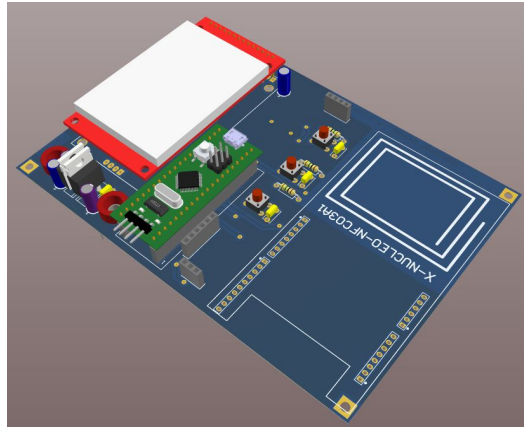


Vue d'ensemble 2D du routage



Vue d'ensemble 2D du routage avec plans de masse

L'agencement de la carte a été réalisé de telle sorte à être intégrée dans un boîtier. On remarque par exemple la disposition des boutons : ils se situent au centre de la carte, alignés sous l'écran, pour permettre une navigation plus simple dans les menus. Le lecteur de carte a été positionné dans la partie basse de la carte électronique : nous avons été confrontés ici à une limite à cause de ce périphérique, compromettant la symétrie de notre projet. Il aurait été possible de placer la zone de la bobine de celui-ci sous les boutons, mais la carte aurait été encore plus grande, ce qui n'était pas recherché d'un point de vue esthétique et économique.



Vue d'ensemble 3D de la carte électronique

3-2 - Validation du PCB

PCB Visualizer® v1.9-160-201117 ©2017 - Eurocircuits n.v.

Nom du circuit ESEObjectivity (B2638602) Ensemble de données: Fichiers client

Données client

The technology parameters could not be determined.

L'empilage peut être incorrect

Importation de 18 fichiers

PCB proto

Type de panneau: Circuit singulier

Quantité de circuits: 1

Délai de livraison: Standard (3 Jou)

Nombre de couches: 4

Dimension circuit en -X (mm): 151.14

Dimension circuit en -Y (mm): 106.04

C.I. Compatible à la régulation Eurocircuits

Nom du circuit: ESEObjectivity

Commercial details

Stencils

Material

Epaisseur du circuit: 1.55 mm

Tg de la matière de base: 145-150 °C

Epaisseur de cuivre sur couches externes: 18 µm (end +/-)

Epaisseur de cuivre en couches internes: 35 µm

Empilage inversé: ☐

Buildup special: ☐

Empilage C.I.

Vue top

Sérigraphie top

Vernis épargne top

Cuivre top

Cuivre sur couches internes

Total material thickness: 1.54 mm

Vue d'oiseau

Vue détaillée

Fichiers client

Measure View

Résumé

Service: PCB proto

Date d'expédition: 24-11-2020

Quantité: 1 circuits

Surface de la carte / Surface de la commande: 1.60 dm² / 1.60 dm²

Prix

Prix unitaire: € 127.07

Prix circuits: € 127.07

Transport express: € 0.00

Prix total: € 127.07

* Les prix bruts incluent 20.00% TVA.

Alternatives

1 circuits	2 circuits	5 circuits
3 Jours ouvrés	3 Jours ouvrés	3 Jours ouvrés
Prix TTC*	Prix TTC*	Prix TTC*
€ 127.07	€ 96.58	€ 53.93
Choslr	Choslr	Choslr

Le prix élevé de la carte électronique s'explique par sa taille conséquente (10,5cm par 15,5 cm) : les plans de masse sont donc plus importants.

3-3 - Réalisation de la boîte du projet

Dès le début de notre projet, nous avions en tête l'idée d'un objet facile à prendre en main. Pour ce faire, nous avons dû réaliser une boîte pour accueillir la carte électronique. Nous étions dans un premier temps partis sur une boîte totalement imprimée en 3D avec un système d'accroche pour la carte. Cette idée a finalement évoluée en un simple "panneau" imprimé en 3D, supportant la carte et fixé sur une boîte réalisée en contreplaqué.



Bien que nous soyons tous les deux équipés d'une imprimante 3D, nous ne sommes pas parvenus à correctement imprimer cette façade. Après concertation, une boîte en bois nous a semblé être la meilleure solution (matériel sous la main, création de la structure plutôt simple, possibilité de "cacher" une batterie externe dans la boîte pour transporter le projet à sa guise). La réalisation de cette boîte en contreplaqué nous a demandé un total de 6 heures.



5 - Manuel d'utilisation

ESEObjectivity est un moyen simple et efficace pour organiser un vote. Grâce à cette urne automatique vous aurez la possibilité de :

- Lancer un vote sécurisé
- Laisser le choix à vos utilisateurs de voter sans contrainte horaire*
- Afficher facilement les résultats du vote en vous épargnant les calculs.
- Configurer votre vote selon vos besoins (nombre de candidats/choix,etc.)

*Dans la limite de l'organisation de ce dernier.

Guide d'utilisation :

Pour commencer, comprenez qu'ESEObjectivity comporte 2 modes :

- Un mode vote qui permet de aux utilisateurs de venir voter à l'aide de leur carte étudiante ESEO.
- Un mode administrateur qui permet à l'organisateur de lancer, configurer et de stopper un vote.

Pour configurer, démarrer et terminer un vote :

Rien de plus simple, une fois l'appareil sous tension, il vous suffit de vous munir de la télécommande administrateur. Cette dernière vous permet de passer du mode administrateur au mode vote.

Si aucun vote n'est en cours : Pour configurer un vote, pressez un des boutons de la télécommande pour accéder au mode administrateur puis laissez vous guider par les instructions à l'écran.

Une fois le vote démarré, vous pouvez vous assurer de son fonctionnement en pressant le bouton central depuis l'écran d'accueil. Un message vous indiquant de passer votre carte devant le lecteur s'affiche alors. Si toutefois vous souhaitez retourner au menu principal sans démarrer de vote alors que vous configurez ce dernier, pressez à nouveau un des boutons de la télécommande pour revenir au menu principal, aucun vote ne sera lancé.

Si un vote est déjà en cours : Pressez un des boutons de la télécommande administrateur, il vous est alors proposé de mettre fin au vote en cours. Pressez le bouton central pour valider. Les résultats du vote s'afficheront et clôtureront ce dernier.

Veuillez noter que seule la personne possédant la télécommande administrateur est apte à paramétrer, démarrer et stopper un vote en cours. Cela permet d'empêcher tout accès non autorisé ou frauduleux d'une personne malveillante au mode administrateur.

Alimentation :

Concernant l'alimentation, ESEObjectivity est fonctionnel entre 3,3V et 12V mais nous vous conseillons d'alimenter l'urne en 5V via une batterie nomade pour une meilleure expérience.

6 - Description d'un algorithme du programme

Cette fonction est la machine d'états générale de l'application. Elle est appelée en boucle dans le main. Cette dernière se place dans l'état "HOME_SCREEN" après son initialisation.

Comme son nom l'indique, un écran d'accueil est affiché dans ce mode. Les états "ADMIN_MODE" et "VOTE_MODE" contiennent des machines d'états filles qui gèrent respectivement les modes admin et vote de l'application. Pour accéder au mode vote depuis l'écran d'accueil, il faut presser le bouton central. Un vote doit préalablement être configuré et lancé via le mode admin accessible via un appui bouton de la télécommande IR.

```

62
63 void APPLI_process_main(void){
64     static mode_e state = INIT;
65     if(extit_change_mode){
66         state = APPLI_EXTIT_get_new_mode();
67         current_appli_mode = state;
68         extit_change_mode = false;
69     }
70     if(go_back_to_home_screen){
71         state = HOME_SCREEN;
72         current_appli_mode = state;
73         go_back_to_home_screen = false;
74     }
75     if(go_back_to_appli_init){
76         state = INIT;
77         current_appli_mode = state;
78         go_back_to_appli_init = false;
79     }
80     switch(state){
81         case INIT :
82             APPLI_init();
83             state = HOME_SCREEN;
84             current_appli_mode = state;
85             display_update = true;
86             break;
87         case HOME_SCREEN :
88             APPLI_display();
89             if(center_button_press_event()){
90                 if(VOTE_MODE_get_status()){
91                     state = VOTE_MODE;
92                     current_appli_mode = state;
93                     display_update = true;
94                 }
95                 else{
96                     ILI9341_printf(20,20,Font_7x10,ILI9341_COLOR_RED, ILI9341_COLOR_WHITE,"AUCUN VOTE N'EST EN COURS FAITES APPEL A");
97                     ILI9341_printf(95,35,Font_7x10,ILI9341_COLOR_RED, ILI9341_COLOR_WHITE,"UN ADMINISTRATEUR");
98                 }
99             }
100             break;
101         case ADMIN_MODE :
102             ADMIN_MODE_management();
103             ADMIN_MODE_display();
104             break;
105         case VOTE_MODE :
106             VOTE_MODE_management();
107             VOTE_MODE_display();
108             break;
109         default :
110             break;
111     }
112 }
113

```


7- Structure du programme

Un lien partagé est disponible pour une vue plus globale et une lecture simplifiée de l'ensemble du programme :

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Ng8l6ioj8CFfumQ1K2ORhe_9unWLS909WcArxZmZbDU/edit?usp=sharing

Ce document est également disponible dans l'archive zip du projet.

A noter que certains modules auraient pu être optimisés en créant plus de modularité à travers les fonctions créées.

8 - Tests

Une multitude de tests a été réalisée au cours du projet. Voici une liste des principaux tests réalisés :

Intitulé du test	Description de ce qu'il faut faire pour jouer le test et de ce qu'on doit observer	Observation obtenue et conclusion
Test de continuité sur les pistes de la carte électronique	Utiliser le multimètre en mode test de continuité pour savoir si les pistes sont bonnes ; le multimètre doit sonner en plaçant les sondes aux extrémités des pistes (permet de valider les vias en même temps)	KO Pour certaines pistes, vias défaillants, mauvaise continuité + barrettes femelles sécables capricieuses (mauvaise continuité) OK Après analyse et nouvelles soudures
Test du lecteur de cartes NFC sur Nucleo	Exécuter la fonction démo ; permet de lire les UID grâce à l'UART	OK

Test de la régulation de tension sur la carte électronique	Mesurer les tensions aux sorties des régulateurs ; mesurer 3.3V et 5V	KO Les régulateurs de tensions étaient inversés OK Après inversement
Test de la liaison Tx -> PC	Test de la liaison électrique entre la broche utilisée pour une communication série en sortie de l'UART (TX) et la broche de réception de l'ordinateur	OK
Test de l'écran TFT	Exécution de la fonction de démo ; affichage sur l'écran	OK
Test du buzzer	Exécution d'un fonction pour allumer le buzzer ; allume le buzzer de manière continue pour valider sa mise en marche	KO Son très faible émis par le buzzer OK Mauvaise définition des paramètres du buzzer (input au lieu d'output)
Test des boutons de sélection et du bouton de validation	Appui sur l'un des trois boutons ; affichage sur l'écran du nom du bouton correspondant pour valider leur utilisation dans le projet	OK
Test des différentes étapes du mode vote	Passage de la carte devant le lecteur, choix, validation puis affichage de la prise en compte du vote. Retour à l'écran d'affichage.	KO Temps d'attente élevé entre le passage de la carte et la proposition du choix (20-25sec). OK Nous avons mal géré la communication SPI

		utilisée sur le NFC et le TFT. Nous avons appelé les fonctions d'init de chaque périphérique avant leur utilisation.
Test du mode admin	Presser la télécommande IR pour basculer entre admin/vote. Réaction différente selon les cas (vote en cours ou non).	OK (détection de l'interruption OK mais bug d'affichage en boucle après)
Test de de la double présentation d'une carte étudiante	Passer la carte pour un premier vote, puis la même carte pour un deuxième vote ; la carte doit être refusée et retour à l'écran d'accueil	OK
Test de deux votes consécutifs	Effectuer un premier vote avec un carte étudiante, puis un second avec une autre carte	KO (Le premier vote est comptabilisé, mais nous n'avons pas le choix pour le deuxième choix) OK Après avoir remis la machine à états en mode INIT avant de la quitter
Test du graphique pour les résultats	Lancer un vote, faire voter des participants, clôturer le vote et afficher les résultats grâce au mode admin ; le graphique doit s'afficher, et être cohérent avec les pourcentages obtenus	OK après avoir étudié l'arrondi pour créer nos pourcentages, afin d'obtenir un total égal à 100%

Test d'affichage des résultats quand personne ne vote	Lancer un vote, ne pas présenter de carte, et terminer le vote pour afficher les résultats ; les résultats doivent être à 0 et le graphique ne doit pas apparaître	OK après avoir modifié le fichier percentage.c et display.c en conséquence
---	--	--

9 - Cahier de suivi

Un lien partagé est disponible à ce sujet :

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1tv92UCaaPxkhNNhv9S04Gwxv6XQ97AB5ULIm5LpwfyY/edit?usp=sharing>

Ce document est également disponible dans l'archive zip du projet.

Au niveau de la répartition des tâches, ces dernières ont été réparties de façon équitable. A titre informatif, on notera une dominance hardware pour Quentin et software pour Florentin.

10 - État d'avancement et analyse du projet

Bien que le projet puisse sembler complet d'un point de vue extérieur, des fonctionnalités n'ont pas pu être implémentées faute de temps, ou de connaissances (ou les deux...).

Voici une liste non exhaustive des options ou fonctionnalités en question :

- Ajout et suppression d'UID depuis le mode admin
 - Nous avons décrit dans le cahier des charges que l'ajout d'une fonctionnalité pour reconnaître le votant avec son prénom par exemple, en fonction de son UID. En effet, cette fonctionnalité viendrait parasiter l'ajout d'un UID depuis le mode admin : comment renseigner le nom de la personne à ESEObjectivity à ce moment ? Cette option reste floue pour nous, mais est envisageable.
- Identification de l'administrateur grâce à son UID
- Modification du nombre de choix possibles depuis le mode admin
- Action différente en fonction de la touche pressée sur la télécommande
- Paramétrage plus poussé dans le mode admin, avec renseignement du nom des choix possibles, au lieu de "CHOIX 1, CHOIX 2..."
- Utilisation d'un module permettant de déclencher une voix, qui remplacerait l'utilisation de l'écran (ou en supplément)

La réalisation de la carte électronique fut très enrichissante pour nous : de la conception à la soudure des composants, cette première expérience nous a initié à un prototypage plus poussé. Cependant, comme tout ne se passe jamais comme prévu (ce serait bien trop facile sinon), des problèmes ont dû être surmontés.

Lors d'une prochaine réalisation d'une carte électronique de ce genre, nous serions par exemple plus vigilants sur les soudures ainsi que sur le choix des barrettes sécables). En effet, nous avons perdu un temps considérable à déboguer le hardware (mauvaise réalisation des vias et barrettes mâles-femelles qui se cassaient dans la carte et qui provoquaient des mauvais contacts et des chutes de tension).

Arrivés au terme de ce projet, nous avons pu identifier quelques limites liées à notre approche du sujet :

- La taille de la mémoire flash est la principale limite à notre projet. Pour contrer cette dernière, il serait possible d'ajouter de la mémoire extensible comme un lecteur de carte SD.
- Le projet se limite également uniquement aux personnes possédant une carte étudiante dont nous avons connaissance de l'UID.
- Pour finir, le projet est également limité au niveau de sa sécurité. En effet n'importe quelle télécommande IR permet d'accéder au mode administrateur.

11 - Conclusion

Nous avons réalisé au cours du projet que l'implémentation des fonctionnalités demandait une bonne charge de travail et que ça n'était pas à ignorer lors de la définition de ce dernier. En effet, il est important de prioriser le développement des différents modules plus "simples", qui permettent derrière de faire évoluer l'application avec plus de complexité.

Pour conclure, nous avons apprécié les différentes phases de ce projet et avons renforcé nos connaissances, tant du côté software avec l'utilisation d'un nouveau périphérique, que du côté hardware avec la conception et la réalisation du PCB.