

Rapport du projet du cours d'électronique / carte PCB pour le projet 'Kart Sur Table'

Baptiste Gadebille

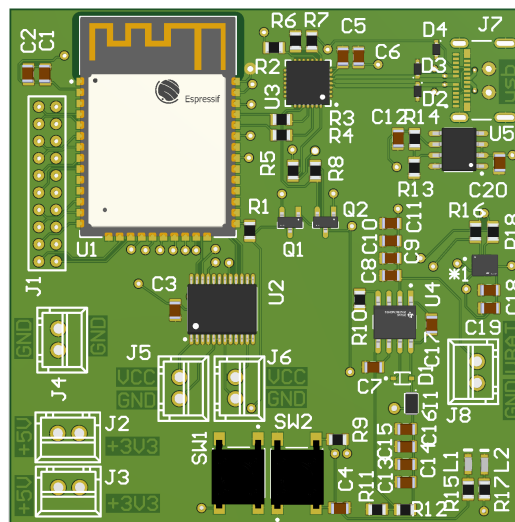


Figure 1: La Carte

Contents

1	Introduction	5
1.1	Solution proposée	6
1.2	Dimensionnement des empreintes	7
1.3	Méthodologie du routage	7
1.4	Contraintes de routage et de fabrication	9
1.5	Contrôle de trois moteurs à courant continu, avec seulement deux connectés à un pont en H	11
1.6	Utilisation d'un micro-contrôleur de type ESP32	11
1.7	Commande des moteurs	11
1.8	Connectivité	11
1.9	Contraintes supplémentaires	12
2	Les Schématiques	13
3	Gestion de l'alimentation	14
3.0.1	LDO LMR14050	16
3.0.2	LDO TPS7A7002DDAR	19
4	Périphériques	21
4.1	Le Pont en H	22

4.2	l'IMU (LSM6DS3TR)	23
4.3	Les connecteurs	24
5	Microcontrôleur	26
5.1	ESP32-WROOM32E	28
5.2	Broches ENABLE/IO0 et boutons Reset et Boot	29
5.3	le bridge USB	30
5.3.1	Connecteur USB	32
6	Composants	33
6.1	Condensateurs	34
6.2	Résistances	34
6.3	Connecteurs	35
6.4	Pont USB	35
6.5	Transistors	35
6.6	Diodes	35
6.7	Boutons-poussoirs	36
6.8	Régulateurs de tension (LDO)	36
6.9	Pont en H	36
6.10	Microcontrôleur	36
6.11	IMU	36

6.12 Inductance	37
7 Bilan énergétique	37
8 Sources	38

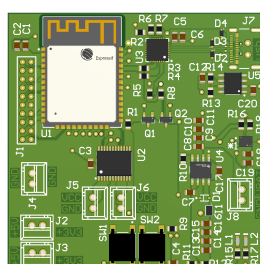


Figure 2: La Carte

1 Introduction

L'objectif du projet est de créer une carte électronique permettant de piloter à distance une voiture RC. Il est prévu qu'elle puisse fonctionner avec deux moteurs et utiliser une IMU. Son objectif est de devenir la première version d'une voiture RC pour le projet "Kart Sur Table", qui vise à concevoir et à mettre en œuvre un plateau intelligent et polyvalent en combinaison avec des voitures RC. L'objectif de cette carte est de poursuivre le projet de Yday "Kart Sur Table" qui vise à intégrer un plateau écran polyvalent et quatre petits robots capables de se déplacer sur ce plateau. Pour cette version, nous avons créé des petites voitures RC. Cette carte a été réalisée durant le module d'électronique, sur environ dix jours, du choix des composants, du calcul des régulateurs de tensions, à la réalisation de schématiques, en passant par la création de footprint, et jusqu'au routage de la carte.

Le but de cette carte est de remplacer le montage actuel utilisé cette année composé de nombreux modules assemblés les uns sur les autres. Par exemple, actuellement un simple module pont en H l298n prend la place d'un carré de 20mm sur 20mm alors que ce circuit intégré, en lui-même mesure moins d'un cinquième du module.

D'un point de vue unitaire, la taille excessive des modules et l'emplacement des supports semblent insignifiants pour un projet étudiant de petite envergure. Cependant, en prenant une perspective plus globale sur le projet et en considérant notre intention de le prolonger à une deuxième année afin de le terminer et de le rendre à l'état de prototype fonctionnel.

Dans ce but nous voulons faire fabriquer nos propres PCB dans le but d'optimiser les voitures RC, de faire baisser la taille de l'électronique, pour avoir les voitures les plus petites possible, avec le moins de supports internes. Tout cela provoque des contraintes de placement qui pourraient être évitées lors de la modélisation 3D.

1.1 Solution proposée

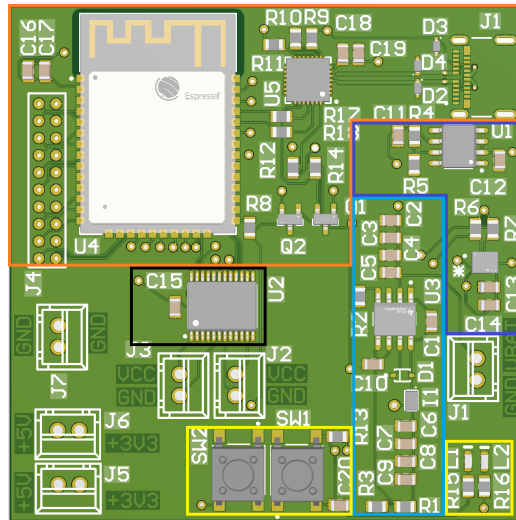


Figure 3: Une PCB pour remplacer toutes les autres.

La solution proposée est de tout centraliser sur une même carte :

- La carte est un carré de 50 mm par 50 mm
- La zone en orange correspond à la carte l'ESP32-WROOM-32E avec l'USB-C.
- La zone en bleu clair correspond à la partie régulation de la tension en 5v.
- La zone en bleu foncé correspond à la partie régulation de la tension en 3v3, cette zone contient aussi l'IMU juste au-dessus de C13.
- La zone noire correspond au pont en H pour les moteurs, vers les connecteurs J2 et J3.
- La zone jaune correspond aux boutons BOOT et EN ainsi qu'à des LED de contrôle.

- Le reste correspond aux connecteurs : J1 pour une batterie 5v, J2 et J3 pour les moteurs, J4 pour les 20 pins programmable de l'ESP, J5 et J6 pour des connecteurs 5v et 3v3 ainsi, de même, le connecteur J7 renvoi aux deux GND.

1.2 Dimensionnement des empreintes

Le dimensionnement des empreintes a été réalisé en fonction des spécifications des composants utilisés dans le projet.

Les empreintes des composants CMS sont au format 0805.

Et ont soit été réalisées à l'aide de l'outil IPC Footprint Wizard, soit elles proviennent directement de la bibliothèque Octopart.

1.3 Méthodologie du routage

La méthodologie de routage de la carte PCB a été réalisée en suivant les bonnes pratiques de conception. Les composants ont été placés de manière à optimiser l'espace disponible sur la carte bien qu'il y a eu de petites erreurs comme la position de certains condensateurs par exemple. Le routage a été effectué en commençant par les signaux critiques tels que les signaux différentiels, suivis des signaux de données et enfin des d'alimentation. Les pistes ont été routés de manière à éviter les croisements et à minimiser les retours de masse.

Les paires différentielles de l'USB-C :

- Longueur de la piste USB_n : 22.954 mm
- Longueur de la piste USB_p : 23.159 mm

- La différence entre les deux longueurs est donc de 0.205mm
- Compte tenu de la tolérance spécifiée de 1 mm pour les paires différentielles USB-C, la différence de 0.205 mm est bien inférieure à cette tolérance. Par conséquent, les longueurs des pistes USB_n et USB_p respectent les spécifications de tolérance pour les paires différentielles USB-C.
 - Le calcul de ces Paires différentielles a été fait grâce au logiciel "Saturn Pcb Toolkit" avec une résistance de 90 Ohms

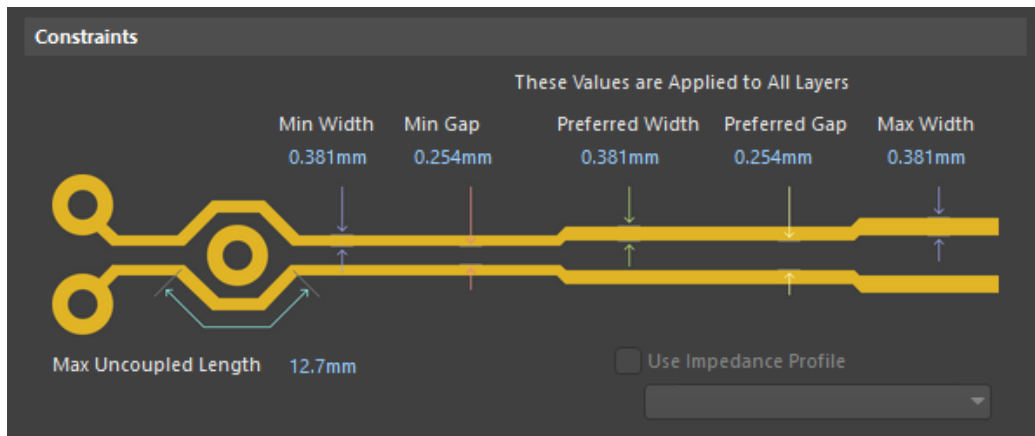


Figure 4:

1.4 Contraintes de routage et de fabrication

Lors du routage de la carte PCB, plusieurs contraintes ont été prises en compte pour assurer la fiabilité du circuit. Ces contraintes comprennent :

- **Largeur et espacement des pistes :** Les pistes ont été dimensionnées en fonction du courant qu'elles doivent supporter et de l'impédance requise. L'espacement entre les pistes a été choisi pour éviter les courts-circuits et les interférences électromagnétiques. Pour garantir une qualité de signal optimale, nous avons suivi les recommandations du fabricant concernant la largeur et l'espacement des pistes.
- **Couches de la carte :** La carte a été conçue avec quatre couches pour réduire la complexité du routage, améliorer la dissipation thermique et minimiser les interférences électromagnétiques. Ces couches sont les suivantes :
 - Top Layer (couches externes)
 - * Signal
 - Layer 1 (couche 1)
 - * Ground
 - Layer 2 (couche 2)
 - * Power
 - Bottom Layer (couches internes)
 - * Ground

La figure suivante illustre la répartition des couches de la carte.

Impedance (Ω)	Type	Signal Layer	Top Ref	Bottom Ref	Trace Width	Trace Spacing	Impedance trace to copper
90	Differential Pair (Non coplanar)	L1	/	L2	0.2860	0.2032	/
Layer	Material	Thickness (mil)		Thickness (mm)			
L1	Outer Copper Weight1oz	1.38		0.0350			
Prepreg	7628, RC 49%, 8.6 mil	8.28		0.2104			
L2	Inner Copper Weight	0.60		0.0152			
Core	1.1mm H/HOZ with copper	41.93		1.0650			
L3	Inner Copper Weight	0.60		0.0152			
Prepreg	7628, RC 49%, 8.6 mil	8.28		0.2104			
L4	Outer Copper Weight1oz	1.38		0.0350			

Figure 5: Tableau des couches de la carte

- Paires différentielles :** Les paires différentielles ont été routées avec une différence de longueur de 0.205mm, ce qui est bien inférieure à la tolérance spécifiée de 1mm. Cette précision garantit que les longueurs des pistes USB_n et USB_p respectent les spécifications de tolérance pour les paires différentielles USB-C. Cela permet de minimiser les effets de diaphonie et d'assurer une transmission de signal fiable.
- Contraintes de fabrication :** La carte a été conçue en tenant compte des contraintes de fabrication, telles que la taille minimale des vias, la taille des trous de montage et les tolérances de fabrication. Ces contraintes ont été vérifiées à l'aide des outils de contrôle de conception Design Rule Check (DRC). Les règles utilisées proviennent directement des règles de fabrication du site JLCPCB. Cette vérification garantit que la carte peut être fabriquée sans problème et fonctionnera correctement.

1.5 Contrôle de trois moteurs à courant continu, avec seulement deux connectés à un pont en H

Le projet prévoit le contrôle de trois moteurs à courant continu, dont deux seront connectés à un pont en H pour permettre un contrôle bidirectionnel de la vitesse et de la direction. Le troisième moteur aura un contrôle unidirectionnel qui doit servir de bumper. Le moteur choisi est un mini moteur à engrenages 6V 50tr/min (12FN20).

1.6 Utilisation d'un micro-contrôleur de type ESP32

Le projet utilisera un micro-contrôleur ESP32 pour le traitement des données et le contrôle des composants. Ce micro-contrôleur a été choisi pour sa polyvalente, sa puissance de traitement qui correspond a nos besoins ainsi que sa connectivité sans fil.

1.7 Commande des moteurs

La commande des moteurs sera assurée par le micro-contrôleur ESP32. Deux des moteurs seront connectés à un pont en H pour permettre un contrôle bidirectionnel de la vitesse et de la direction. Le troisième moteur aura un contrôle unidirectionnel, ce qui signifie qu'il ne pourra tourner que dans un sens.

1.8 Connectivité

Le projet utilisera une IMU (Unité de Mesure Inertielle) qui communique en I2C ou en SPI. Pour ce projet l'I2C à été choisi pour communique entre l'esp32 et l'IMU. L'IMU fournira des données sur l'orientation, la vitesse et

l'accélération de la voiture RC.

1.9 Contraintes supplémentaires

La conception de la carte doit tenir compte de la compacité et de la robustesse pour s'adapter à l'environnement de la voiture RC. Les composants doivent être sélectionnés pour leur faible consommation d'énergie afin de prolonger la durée de vie de la batterie. De plus, le système doit être conçu avec une certaine tolérance aux vibrations et aux chocs pour assurer un fonctionnement correct dans diverses conditions d'utilisation. Cela implique le choix de composants résistants et une conception mécanique adéquate.

2 Les Schématiques

La carte électronique en question se compose de trois parties principales de la carte électronique : Chaque partie est détaillée avec son fonctionnement et les composants utilisés.

la partie puissance, les périphériques et le micro-contrôleur.

La gestion de l'alimentation est un élément crucial dans tout système électronique, et cette section décrit comment la batterie LiPO de 7,4V/3600mAh est utilisée pour alimenter la carte électronique.

La section suivante décrit les périphériques tels que l'IMU, le pont en H et les connecteurs. Enfin, la section du micro-contrôleur décrit l'utilisation de l'ESP32-WROOM32E dans le projet de voiture RC.

Les choix des composants ont été guidés par plusieurs facteurs tels que la performance, la fiabilité, la consommation d'énergie et la compatibilité avec les autres composants du système.

Le choix des composants pour cette carte électronique a été guidé par plusieurs facteurs, notamment la performance, la fiabilité, la consommation d'énergie et la compatibilité avec les autres composants du système.

3 Gestion de l'alimentation

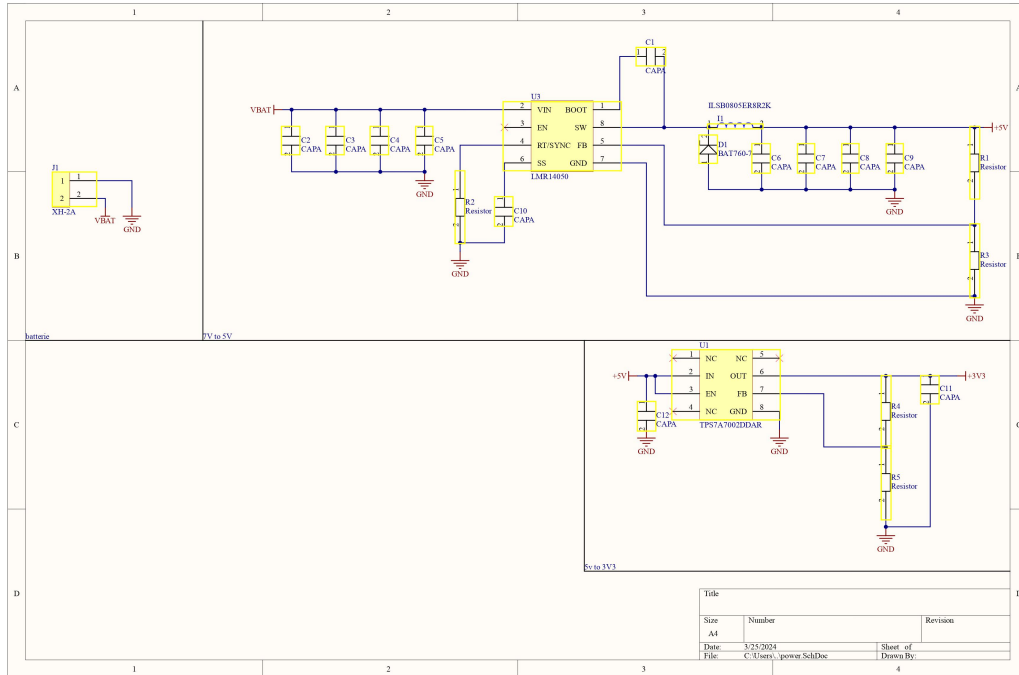


Figure 6: Enter Caption

La gestion de l'alimentation est un élément crucial dans tout système électronique. Elle permet de fournir l'énergie nécessaire au fonctionnement de tous les composants. Dans notre projet de voiture RC, nous avons utilisé une batterie LiPO de 7,4V/3600mAh pour alimenter la carte électronique qui convertie la tension vers 5v, et enfin à du 3v3 vers le micro-contrôleur .

La section de gestion de l'alimentation de la carte électronique se compose d'un connecteur pour la batterie, d'un régulateur de tension LDO LMR14050 pour fournir une tension de 5V, et d'un régulateur de tension LDO TPS7A7002DDAR pour fournir une tension de 3,3V.

Le connecteur pour la batterie doit être compatible avec la batterie spécifique

utilisée dans le projet. Dans ce cas, le connecteur doit correspondre aux spécifications de la batterie LiPO 7,4V/3600mAh 60C. La batterie choisie pour ce projet a une capacité de 3600 mAh et une tension nominale de 7,4 V. Cela signifie qu'elle peut fournir une quantité d'énergie maximale de 26,64 Wh (watt-heures). La capacité élevée de cette batterie permet une durée de fonctionnement prolongée de la voiture RC.

3.0.1 LDO LMR14050

Le montage proposé pour le régulateur à découpage LMR14050 a été vérifié et validé en se basant sur les calculs et recommandations fournis dans la datasheet du composant.

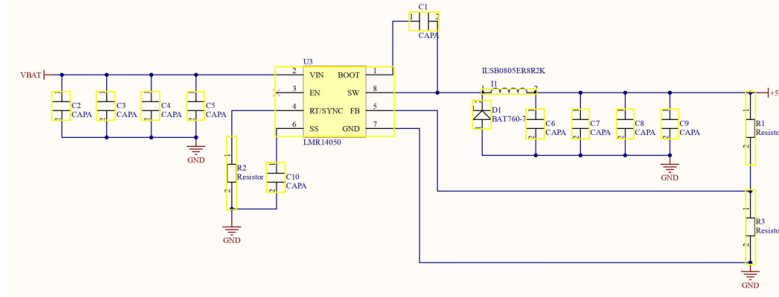


Figure 7: ldo 7v to 5v

- Condensateurs d'entrée : Quatre condensateurs ont été placés entre l'entrée VIN et la masse, avec des valeurs respectives de 47 μ F, 22 μ F, 22 μ F et 100 μ F. Cette combinaison de condensateurs assure un découplage efficace de l'alimentation d'entrée et réduit les ondulations.
- Résistance RT/SYNC : Une résistance de 84,5 k Ohms a été placée sur le pin RT/SYNC et reliée à la masse. Cette résistance détermine la fréquence de découpage du régulateur. Selon la datasheet, la fréquence de découpage (fSW) peut être calculée à l'aide de l'équation suivante :
- Selon la datasheet, la fréquence de découpage (fSW) peut être calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$f_{SW} = 1/(2.4 * RT)$$

Avec $RT = 84,5$ k Ohms, la fréquence de découpage est :

$$f_{SW} = 1/(2.4 * 84.5kOhms) = 300kHz$$

Cette valeur correspond à la fréquence de découpage souhaitée pour le montage.

- Condensateur de soft-start : Un condensateur de 20 nF a été placé sur la pin SS et relié à la masse. Ce condensateur est utilisé pour contrôler le temps de démarrage progressif du régulateur.
- Selon la datasheet, le temps de démarrage progressif (t_{SS}) peut être calculé à l'aide de l'équation suivante :

$$t_{SS} = CSS * (VIN/ISS)$$

où CSS est la valeur du condensateur de soft-start, VIN est la tension d'entrée, et ISS est le courant de charge du condensateur de soft-start (3 μ A). Avec CSS = 20 nF, VIN = 7,4 V, et ISS = 3 μ A, le temps de démarrage progressif est :

$$t_{SS} = 20nF * (7,4V/3A) = 5ms$$

Cette valeur correspond au temps de démarrage progressif souhaité pour le montage.

- Condensateur de bootstrap : Un condensateur de 100 nF a été placé entre le pin BOOT et le pin SW. Ce condensateur est utilisé pour fournir une tension de polarisation au circuit de commande du MOSFET interne. La datasheet recommande d'utiliser un condensateur de 100 nF pour cette application.
- Diode, inductance et condensateurs de sortie : Une diode, une bobine de 8,2 μ H et quatre condensateurs de 47 μ F ont été placés entre le pin SW et le rail de sortie de 5 V. Ces composants forment le circuit de sortie du régulateur. La datasheet recommande d'utiliser une inductance comprise entre 4,7 μ H et 22 μ H pour une application de 5 V/5 A.

Le choix d'une inductance de 8,2 μH est légèrement supérieur à cette recommandation, mais reste adapté au montage. Les condensateurs de sortie assurent une bonne découplage de la tension de sortie et réduisent les ondulations.

- Pont diviseur de tension : Un pont diviseur de tension a été mis en place entre le rail de sortie de 5 V et le pin FB, composé des résistances R1 de 100 k Ohms et R3 de 17,8 k Ohms. Ce pont diviseur de tension est utilisé pour réguler la tension de sortie du régulateur. Selon la datasheet,
- Selon la datasheet, la tension de sortie (VOUT) peut être calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$V_{OUT} = V_{FB} * (1 + R1/R3)$$

où VFB est la tension de référence interne du régulateur (0,75 V). Avec R1 = 100 k Ohms et R3 = 17,8 k Ohms, la tension de sortie est :

$$V_{OUT} = 0,75V * (1 + 100kOhms/17,8kOhms) = 5V$$

3.0.2 LDO TPS7A7002DDAR

- Le régulateur LDO TPS7A7002 est utilisé dans le montage pour réguler la tension d'entrée de 5V à une tension de sortie de 3,3V. Pour ce faire, un pont diviseur de tension est utilisé pour fournir une tension de référence à la broche FB du régulateur.

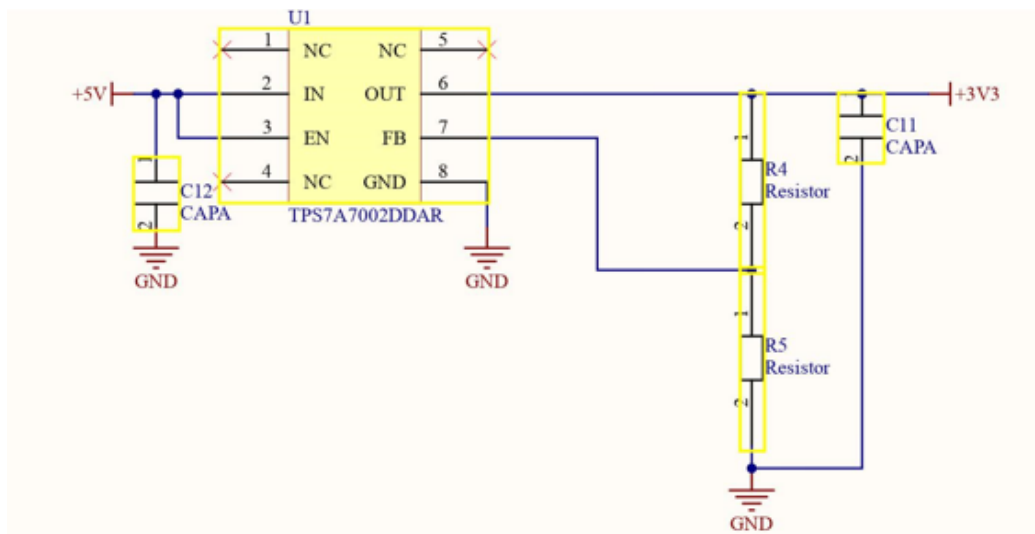


Figure 8: LDO 5v to 3v3

- La valeur de la tension de référence est déterminée par les résistances R1 et R2 du pont diviseur de tension.
- La formule pour calculer la tension de sortie (V_{out}) du régulateur est la suivante :

$$V_{out} = V_{ref} * (1 + R1/R2)$$

- Où V_{ref} est la tension de référence (dans ce cas, la tension à la broche FB) et R1 et R2 sont les résistances du pont diviseur de tension.

- Dans le montage, $R1 = 169\text{ k Ohms}$ et $R2 = 30,1\text{ k Ohms}$. En utilisant ces valeurs et en sachant que la tension de sortie souhaitée est de $3,3\text{ V}$, nous pouvons résoudre l'équation pour trouver la tension de référence nécessaire à la broche FB :

$$3,3V = V_{ref} * (1 + 169kOhms/30,1kOhms)$$

$$V_{ref} = 3,3V / (1 + 169kOhms/30,1kOhms) = 0,5V$$

- Par conséquent, la tension de référence à la broche FB doit être de $0,5\text{ V}$ pour obtenir une tension de sortie de $3,3\text{ V}$.
- Le condensateur de 100 nF entre la broche IN et la broche EN est utilisé pour réduire le bruit et améliorer la stabilité du régulateur. Le condensateur de 100 nF entre le nœud du pont diviseur de tension et la sortie de $3,3\text{ V}$ est également utilisé pour réduire le bruit et améliorer la stabilité du régulateur.

4 Périphériques

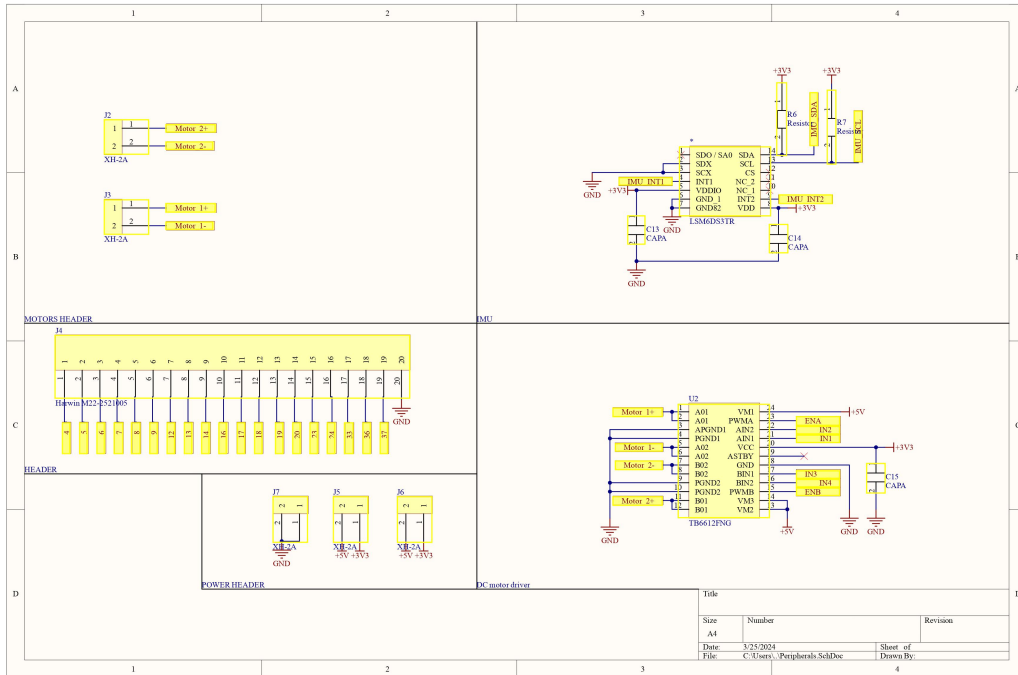


Figure 9: Les Périphériques

La carte électronique est équipée de plusieurs périphériques clés, notamment une unité de mesure inertielle (IMU), un pont en H, des connecteurs pour les moteurs et des connecteurs d'alimentation. L'IMU est utilisée pour mesurer l'accélération, la vitesse angulaire et l'orientation du robot, tandis que le pont en H est utilisé pour contrôler les moteurs du robot. Les connecteurs d'alimentation fournissent l'énergie nécessaire au fonctionnement de la carte électronique et des périphériques associés.

4.1 Le Pont en H

Le pont en H est utilisé pour contrôler les moteurs. Dans ce cas, le condensateur C15 est utilisé comme filtre low pass. Le TB6612FNG fournit un courant de sortie importante et offre une faible résistance à l'état ON, ce qui améliore l'efficacité énergétique. De plus, il offre, des protections intégrées, et à un boîtier compact, parfait pour des contraintes de places. Ces caractéristiques en font un pont en H équilibré et performant. De plus il permet de piloter deux moteurs indépendamment l'un de l'autre. Avec un courant de sortie maximum de 3,2 A pour les deux sorties, et une protection thermique.

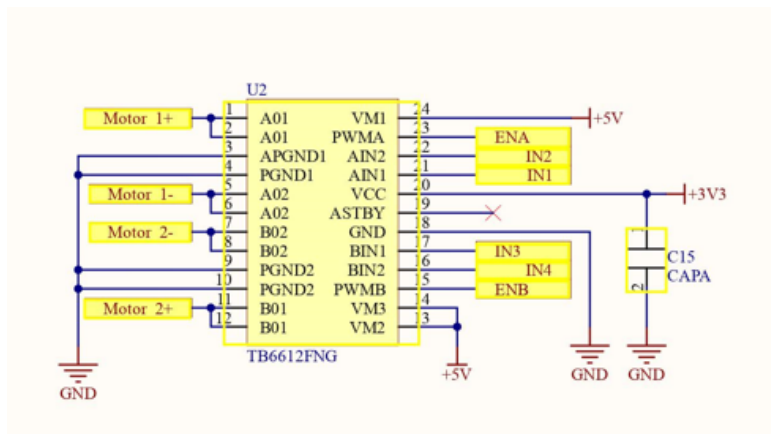


Figure 10: Le pont en H

4.2 l'IMU (LSM6DS3TR)

Le design utilisé pour l'IMU LSM6DS3TR reprend celui de la documentation technique du composant. Dans ce cas d'utilisation, les condensateurs C13 et C14 servent de filtres low pass, tandis que les résistances R6 et R7 servent de filtres high pass.

Ce circuit imprimé intègre un accéléromètre 3 axes, un gyroscope 3 axes et un magnétomètre 3 axes, le LSM6DS3TR servira a terme pour une implémentation de l'odométrie.

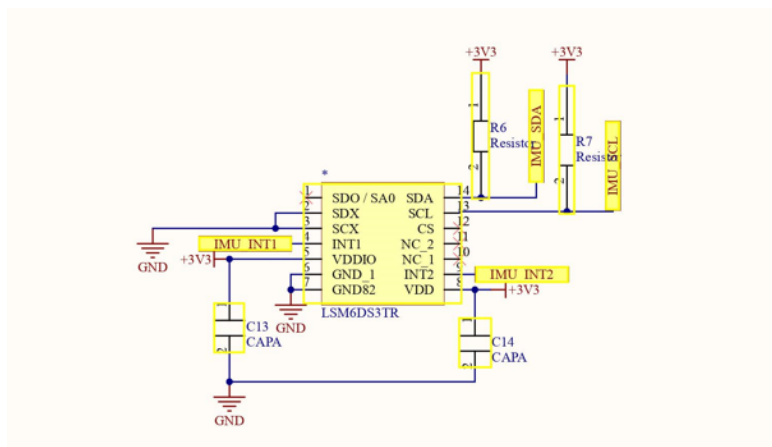


Figure 11: L'IMU

4.3 Les connecteurs

Le connecteur XH-2A est un choix pratique et efficace pour les applications nécessitant une connexion fil à carte.

Ce connecteur à insertion est facile d'utilisation, de plus, ce connecteur est durable.

Avec un pas de 2,5 mm, le connecteur XH-2A est relativement petit, ce qui le rend idéal pour les applications où l'espace est limité.

Les headers XH-2A sont utilisés pour alimenter des modules externes comme les moteurs DC, ou autres, via les broches GND, 3V3, 5V.

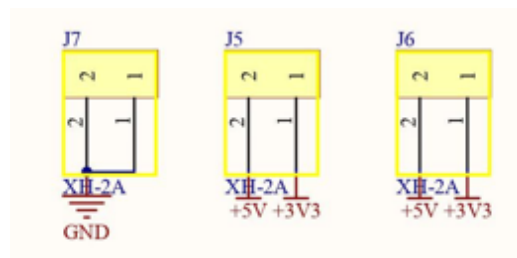


Figure 12: Connecteurs +5V, +3V3, GND

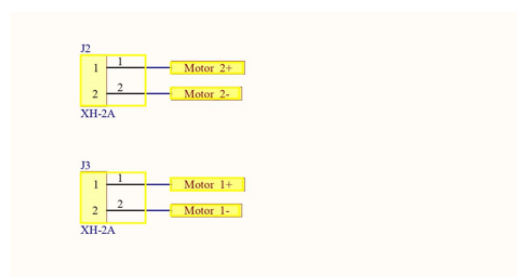


Figure 13: Deux connecteurs pour les moteurs

Les connecteurs moteurs relient directement les moteurs au pont en H.

L'autre connecteur est utilisé pour pouvoir ajouter si besoin des capteurs et des actionneurs. Ils permettent également d'améliorer le système.

Ce connecteur aux nombreux pins est en deux fois dix broches, cela permet de concentrer les broches au même endroit plutôt que de n'avoir pas plusieurs connecteurs routés au microcontrôleur.

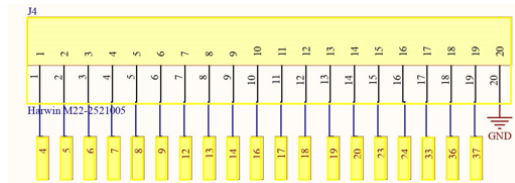


Figure 14: Connecteurs esp32

5 Microcontrôleur

Le microcontrôleur utilisé dans cette carte électronique est l'ESP32-WROOM32E.

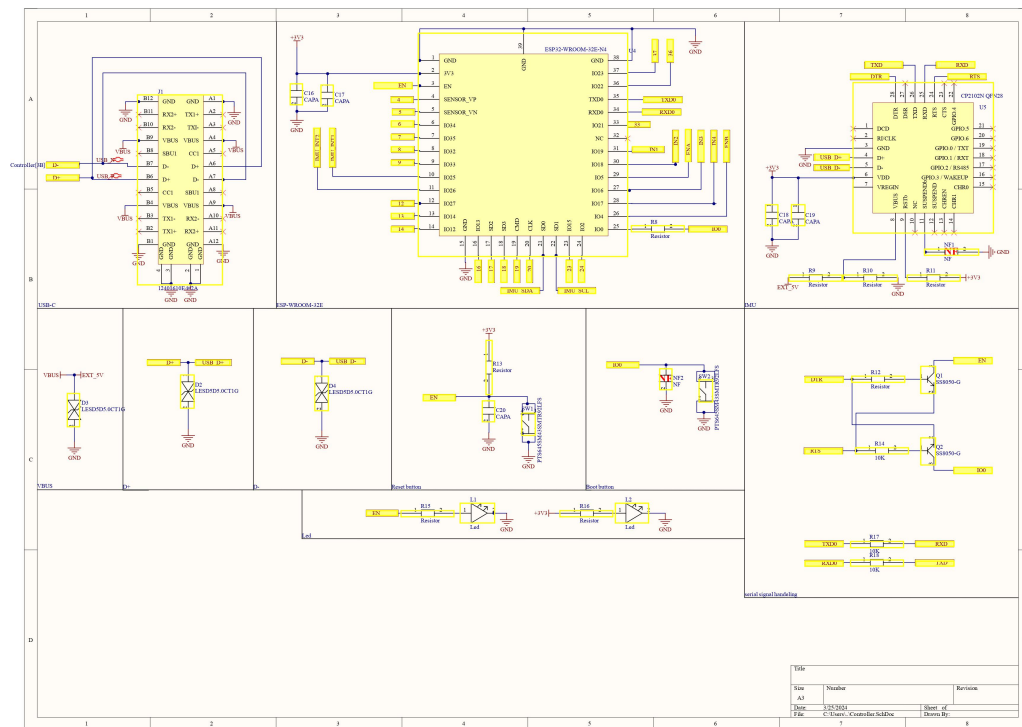


Figure 15: Enter Caption

L'ESP32-WROOM32E est un microcontrôleur populaire utilisé dans de nombreuses applications IoT. Dans notre projet de voiture RC, nous avons connecté les différentes broches de l'ESP32 aux headers correspondants sur la carte électronique.

Le microcontrôleur a une faible consommation d'énergie, ce qui permet une durée de fonctionnement prolongée de la voiture RC lorsque le microcontrôleur n'est pas en fonctionnement actif.

Nous avons également utilisé des boutons Reset et Boot pour réinitialiser le microcontrôleur et passer en mode de téléchargement de programme, ainsi qu'un pont USB pour convertir les signaux USB en signaux série et connecter la carte électronique à un ordinateur ou à un autre périphérique USB.

Le connecteur USB est utilisé pour charger le programme dans le microcontrôleur et communiquer avec la carte électronique.

La carte possède des LED de vérifications, ces leds sont utilisées pour vérifier si le '3v3' et le 'EN' fonctionnent correctement. Elles servent de vérification pour s'assurer que la carte électronique est correctement alimentée.

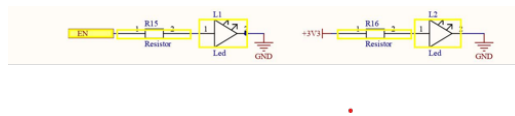


Figure 16: Led de vérifications

5.1 ESP32-WROOM32E

L'ESP32-WROOM32E est un microcontrôleur populaire utilisé dans de nombreuses applications IoT, le modèle L'ESP32-WROOM32E à l'avantage d'avoir une antenne intégrée.

Dans ce cas, les condensateurs C16 et C17 servent de filtres low pass. Les différents pins présents sur l'esp sont connecté aux headers.

Le microcontrôleur ESP32-WROOM-32E a une consommation d'énergie de 180 mA en mode actif et de 10 μ A en mode veille profonde.

Cette faible consommation d'énergie en mode veille profonde permet une durée de fonctionnement prolongée de la voiture RC lorsque le microcontrôleur n'est pas en fonctionnement actif.

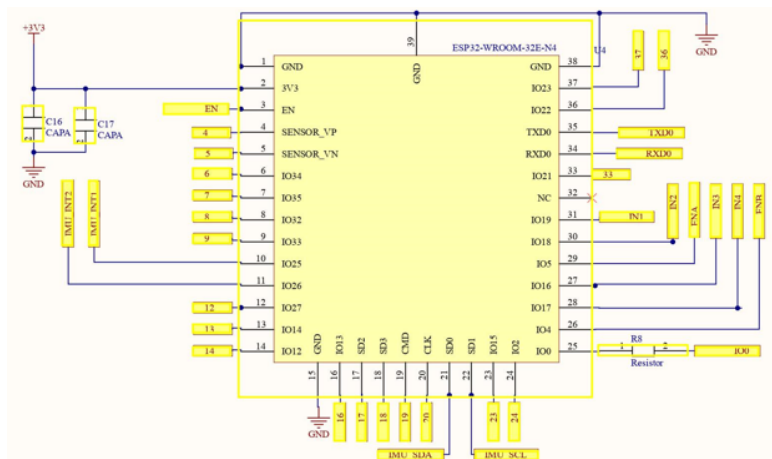


Figure 17: ESP-WROOM-32E

5.2 Broches ENABLE/IO0 et boutons Reset et Boot

Les boutons Reset et Boot sont utilisés pour réinitialiser le microcontrôleur et pour passer en mode de téléchargement de programme. Pour le bouton reset, un nœud composé du bouton poussoir et d'un filtre low pass, ainsi que d'un filtre high pass est utilisé en amont de la pin EN.

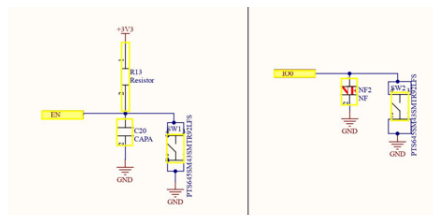


Figure 18: Boutons Reset et Boot

La séquence automatique des broches ENABLE/IO0 est utilisée pour le téléchargement du programme sur l'ESP32-WROOM32E. Le design de cette partie provient du pont USB. Les transistors utilisés dans ce schéma sont de type NPN.

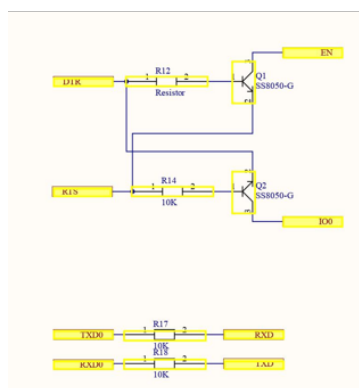


Figure 19: UART & xEN+IO0

5.3 le bridge USB

Le pont USB est utilisé pour convertir le signal des paires différentielles USB-D+ et USB-D- vers de l'uart RX TX.

Dans ce cas, les condensateurs C18 et C19 servent de filtres low pass, tandis que les résistances R9 et R10 servent de pont diviseur de tensions pour le pin RSTb.

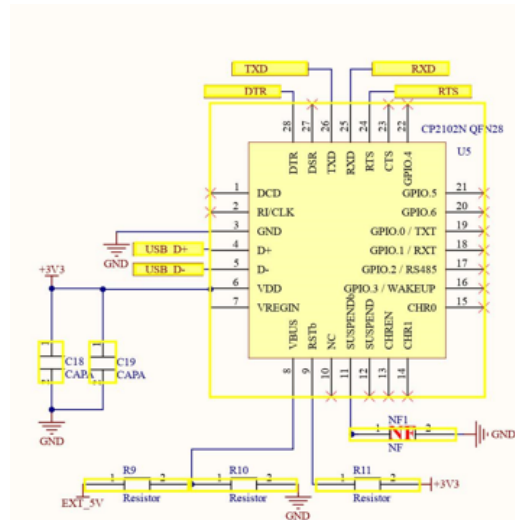


Figure 20: Pont USB

Les diodes de protection utilisées ici servent à protéger la carte électronique contre les surtensions elles se situent entre le connecteur USB-C et le pont USB, et supportent une tension de 550 mV à 30 V et un courant de 1 A. Au niveau des pistes USB_N USB_P et EXT_5V.

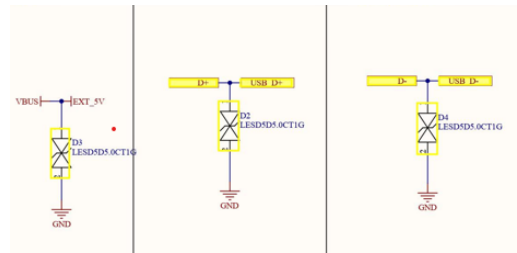


Figure 21: Diode de sécurité

Le design de cette partie provient également du design de l'ESP32_WROOM_32E.

5.3.1 Connecteur USB

Le connecteur USB est utilisé pour connecter la carte électronique à un ordinateur ou à un autre périphérique USB.

Le pont USB est un circuit électronique qui permet de convertir des signaux USB en signaux série. Il est utilisé pour connecter des périphériques USB

à des microcontrôleurs qui n'ont pas de port USB intégré. Dans notre cas, nous avons un pont USB CP2102N QFN28 (U5) qui supporte un courant de 200 mA. dans le design classique de la carte esp32_wroom32E le port est

un micro-USB.

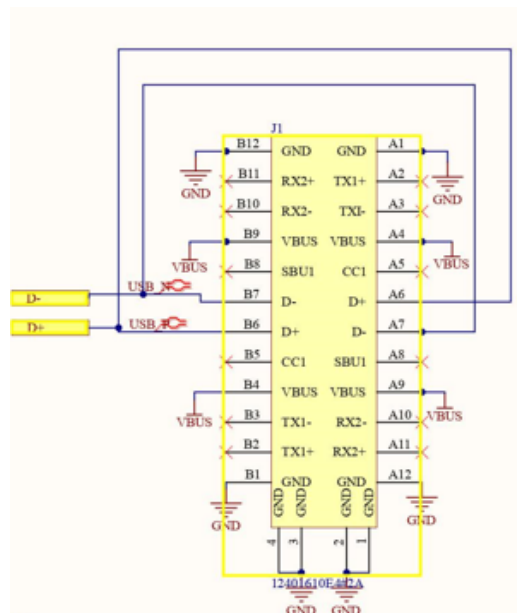


Figure 22: Schéma du connecteur USB

Ce connecteur est utilisé pour connecter la carte électronique à un ordinateur ou à un autre périphérique USB. Il permet de charger le programme dans le microcontrôleur et de communiquer avec la carte électronique.

6 Composants

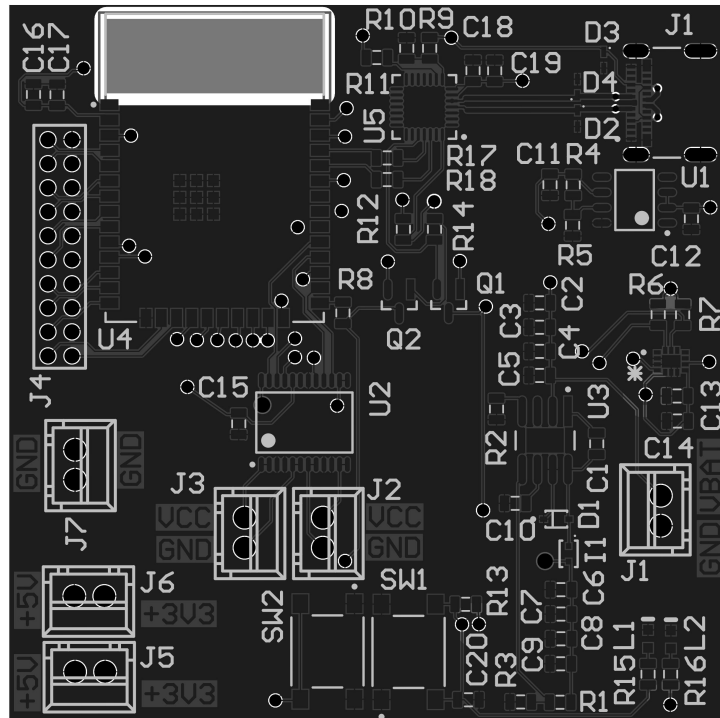


Figure 23: Image de la Carte

La section "Composants" de ce document fournit une liste détaillée de tous les composants utilisés dans la carte électronique. Cette section comprend des

sous-sections pour chaque type de composant, y compris les condensateurs, les résistances, les connecteurs, les ponts USB, les transistors, les diodes, les boutons-poussoirs, les régulateurs de tension (LDO), les ponts en H, les microcontrôleurs, les IMU et les inductances.

6.1 Condensateurs

Référence & Quantité
100nF & ×8 (C1, C5, C11, C12, C13, C14, C15, C19)
47uF & ×5 (C2, C6, C7, C8, C9)
2.2uF & ×2 (C3, C4)
20nF & ×1 (C10)
22uF & ×1 (C16)
0.1uF & ×1 (C17)
4.7uF & ×1 (C18)
1uF & ×1 (C20)

6.2 Résistances

Référence & Quantité
100K & ×1 (R1)
84K5 & ×1 (R2)
17K8 & ×1 (R3)
169K & ×1 (R4)
30K1 & ×1 (R5)
4.7K & ×2 (R6, R7)
22Ohm & ×1 (R8)
22K & ×1 (R9)
47K & ×1 (R10)
1K & ×1 (R11)
10K & ×7 (R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18)

6.3 Connecteurs

Référence & Quantité
XH-2A & ×6 (J2, J3, J5, J6, J7, J8)
Harwin M22-2521005 & ×1 (J4)
LED & ×2 (L1, L2)
12401610E4#2A & ×1 (J1)

6.4 Pont USB

Référence & Quantité
CP2102N QFN28 & ×1 (U5 - 200 mA)

6.5 Transistors

Référence & Quantité
SS8050-G & ×2 (Q1, Q2)

6.6 Diodes

Référence & Quantité
BAT760-7 & ×1 (D1 - Supporte 550 mV - 30 V, 1 A)
LESD5D5.0CT1G & ×3 (D2, D3, D4)

6.7 Boutons-poussoirs

Référence & Quantité
PTS645SM43SMTR92LFS & $\times 2$ (SW1, SW2)

6.8 Régulateurs de tension (LDO)

Référence & Quantité
TPS7A7002DDAR & $\times 1$ (U1 - 3 mA)
LMR14050 & $\times 1$ (U3 - 40 uA)

6.9 Pont en H

Référence & Quantité
TB6612FNG & $\times 1$ (U2 - 1.2 A)

6.10 Microcontrôleur

Référence & Quantité
ESP32-WROOM-32E-N4 & $\times 1$ (U4 - 3.0 - 3.6 V, 0.5 A)

6.11 IMU

Référence & Quantité
LSM6DS3TR & $\times 1$ (Consommation maximale : 0.90 mA)

6.12 Inductance

Référence & Quantité
ILSB0805ER8R2K & ×1 (I1 - 8.2uH)

7 Bilan énergétique

La section "Bilan énergétique" fournit une estimation du courant total consommé par la carte électronique. Cette estimation est calculée en additionnant le courant consommé par chaque composant de la carte. Le courant total est calculé comme suit :

Le courant total (I_{total}) est calculé comme suit :

$$I_{total} = I_{U1} + I_{U2} + I_{U3} + I_{U4} + I_{U5}$$

$$I_{total} = 0,003A + 1,2A + 0,00004A + 0,5A + 0,2A$$

$$I_{total} = 1,90304A(environ).$$

8 Sources

Enfin, la section "Sources" fournit une liste de toutes les références utilisées dans ce document. Cette liste comprend des liens vers les fiches techniques et les schémas des composants utilisés dans la carte électronique.

References

- [1] ESP-WROVER-KIT V4.1, Schematic, Espressif Systems, 2020. Disponible en ligne : https://dl.espressif.com/dl/schematics/ESP-WROVER-KIT_V4_1.pdf.
- [2] NodeMCU-32S, Schematic, 2019. Disponible en ligne : https://i0.wp.com/circuitsetup.us/wp-content/uploads/2019/09/nodemcu_32s_sch.png?fit=1327%2C879&ssl=1.
- [3] ESP32-WROOM-32E, Datasheet, Espressif Systems, 2019. Disponible en ligne : https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32e_esp32-wroom-32ue_datasheet_en.pdf.
- [4] BAT760-7, Diode, Diodes Incorporated, 2017. Disponible en ligne : <https://www.digikey.com/en/products/detail/diodes-incorporated/BAT760-7/697106>.
- [5] LESD5D5.0CT1G, Diode, Lite-On Semiconductor, 2019. Disponible en ligne : https://www.lcsc.com/datasheet/lcsc_datasheet_1912111437_LRC-LESD5D5-0CT1G_C383211.pdf.
- [6] "12401610E4#2A", USB Type-C Connector, Amphenol Commercial Products, 2018. Disponible en ligne : <https://cdn.amphenol-cs.com/>

media/wysiwyg/files/documentation/datasheet/inputoutput/io_usb_type_c.pdf.

- [7] SS8050-G, N-Channel Enhancement Mode Field Effect Transistor, Diodes Incorporated, 2018. Disponible en ligne : https://www.mouser.fr/datasheet/2/80/SS8050_G_RevA181526-2506539.pdf.
- [8] PTS645SM43SMTR92LFS, Tactile Switch, C&K Switches, 2018. Disponible en ligne : <https://www.ckswitches.com/media/1471/pts645.pdf>.
- [9] TPS7A7002DDAR, Linear Regulator, Texas Instruments, 2019. Disponible en ligne : <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tps7a7002.pdf>.
- [10] LMR14050, Linear Regulator, Texas Instruments, 2018. Disponible en ligne : <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lmr14050.pdf>.
- [11] TB6612FNG, H-Bridge Motor Driver, Toshiba, 2014. Disponible en ligne : https://toshiba.semicon-storage.com/info/TB6612FNG_datasheet_en_20141001.pdf?did=10660&prodName=TB6612FNG.
- [12] CP2102N QFN28, USB to UART Bridge Controller, Silicon Labs, 2019. Disponible en ligne : <https://www.silabs.com/documents/public/data-sheets/cp2102n-datasheet.pdf>.