

Dossier De Conception (DDC)

du projet

Kart À Hélice (KAH)

Responsabilité documentaire

Action	NOM Prénom	Fonction	Date	Signature
Rédigé par	MOREAU William	Technicien	15/02/2025	M.W.
	MAURIN Elliot			M.E.
	BRASSIER Maelan			B.M.
	FELICETTI Marius			F.M.
	DIAS Pascoal			D.P.
	HEBO Dionisio			H.D.
	LONGCHAMPS Alan			L.A.
	MASLOVA Vitalia			M.V.
Approuvé par	F. AUGEREAU	Chef de projet	15/02/2025	
	W. D'ANNA (IUT GEII Bdx)			
Approuvé par	S. AROU (Toy Corporation)	Client	15/02/2025	

Suivi des révisions documentaires

Indice	Date	Nature de la révision
1	01/09/2021	Publication préliminaire du DDC, document à compléter par le Technicien
2	15/02/2025	Première publication

Documents de références

Sigle	Référence	Titre	Rév.	Origine
[CDC]	KAH_CDC	Cahier des charges	1	Baby Corporation

1. Nature du document.....	5
2. Conception préliminaire du produit.....	5
2.1 Mécanique.....	6
2.1.1 Mécanique - Émetteur.....	6
Référence du paragraphe : CPR_EMTT_ARCHI_MECA.....	6
Référence du paragraphe : CPR_EMTT_DIMENSIONS.....	6
Référence du paragraphe : CPR_EMTT_LOGO.....	7
2.1.2 Mécanique - Récepteur.....	7
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_ARCHI_MECA.....	7
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_DIMENSIONS.....	8
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_LOGO.....	9
2.2 Électronique.....	10
2.2.1 Électronique - Émetteur.....	10
Référence du paragraphe : CPR_EMTT_ARCHI_ELEC.....	10
Référence du paragraphe : CPR_EMTT_IHM.....	11
Référence du paragraphe : CPR_EMTT_KLAXON.....	12
Référence du paragraphe : CPR_EMTT_TRAITEMENT.....	12
Référence du paragraphe : CPR_EMTT_REPEATITIVITE.....	13
Référence du paragraphe : CPR_EMTT_PUISSANCE.....	13
Référence du paragraphe : CPR_EMTT_INDICATEUR.....	14
Référence du paragraphe : CPR_EMTT_ENERGIE.....	15
Référence du paragraphe : CPR_EMTT_INTERRUPTEUR.....	16
Référence du paragraphe : CPR_EMTT_SCHEMA.....	17
2.2.2 Électronique - Récepteur.....	18
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_ARCHI_ELEC.....	18
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_CAPTEUR.....	20
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_TRAITEMENT.....	20
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_SECURITE.....	21
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_RETENTISSEMENT.....	22
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_MOTEUR.....	23
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_ROUE.....	24
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_INDICATEUR.....	25
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_CONNEXION.....	26
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_KLAXON.....	27
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_ENERGIE.....	28
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_INTERRUPTEUR.....	29
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_SCHEMA.....	30

2.3 Informatique.....	30
2.3.1 Informatique - Émetteur.....	30
Référence du paragraphe : CPR_EMTT_ARCHI_INFO.....	30
2.3.2 Informatique - Récepteur.....	35
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_ARCHI_INFO.....	35
2.4 Coût - Délai.....	37
Référence du paragraphe : CPR_COUT.....	37
Référence du paragraphe : CPR_DELAI.....	39
2.5 Conclusion de la conception préliminaire du produit.....	40
3. Conception détaillée du produit.....	41
3.1. Mécanique.....	41
3.1.1. Mécanique - Émetteur.....	41
Référence du paragraphe : CDT_CPR_EMTT_ARCHI_MECA.....	41
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_CAPTEUR.....	42
Référence du paragraphe : CDT_EMTT_LOGO.....	42
3.1.2. Mécanique - Récepteur.....	43
Référence du paragraphe : CDT_RCPT_ARCHI_MECA.....	43
Référence du paragraphe : CDT_RCPT_DIMENSIONS.....	43
Référence du paragraphe : CDT_RCPT_LOGO.....	44
3.2. Électronique.....	44
3.2.1. Électronique - Émetteur.....	44
Référence du paragraphe : CDT_EMTT_ARCHI_ELEC.....	44
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_LOGO.....	44
Référence du paragraphe : CDT_EMTT_IHM.....	45
Référence du paragraphe : CDT_EMTT_KLAXON.....	48
Référence du paragraphe : CDT_EMTT_TRAITEMENT.....	49
Référence du paragraphe : CDT_EMTT_PUISSANCE.....	51
Référence du paragraphe : CDT_EMTT_INDICATEUR.....	54
Référence du paragraphe : CDT_EMTT_ENERGIE.....	56
Référence du paragraphe : CDT_EMTT_INTERRUPTEUR.....	58
Référence du paragraphe : CDT_EMTT_SCHEMA.....	59
3.2.2. Électronique - Récepteur.....	59
Référence de conception : CDT_RCPT_ARCHI_ELEC.....	59
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_CAPTEUR.....	60
Référence de conception : CDT_RCPT_TRAITEMENT.....	61
Référence de conception : CDT_RCPT_SECURITE.....	61
Référence de conception : CDT_RCPT_RETENTISSEMENT.....	62
Référence du paragraphe : CDT_RCPT_MOTEUR.....	62
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_ROUE.....	63
Référence de conception : CDT_RCPT_INDICATEUR.....	63
Référence du paragraphe : CDT_RCPT_CONNEXION.....	64

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_KLAXON.....	65
Référence de conception : CDT_RCPT_ENERGIE.....	65
Référence de conception : CDT_RCPT_INTERRUPTEUR.....	66
Référence du paragraphe : CDT_RCPT_SCHEMA.....	66
3.3. Informatique.....	67
3.3.1. Informatique - Émetteur.....	67
Référence du paragraphe : CDT_EMTT_ARCHI_INFO.....	67
3.3.2. Informatique - Récepteur.....	68
Référence du paragraphe : CDT_RCPT_ARCHI_INFO.....	68
3.4. Coût - Délai.....	74
Référence du paragraphe : CDT_COUT.....	74
Référence du paragraphe : CDT_DELAI.....	76
3.5 Conclusion de la conception détaillée du produit.....	77
4. Matrice de conformité du produit.....	77

1. Nature du document

Ce document est un dossier de conception et a pour but de détailler la conception du produit développé. Il apporte ainsi des preuves de la conformité du produit par rapport à l'ensemble des exigences client. Le paragraphe 3 du [CDC] décrit de façon plus détaillée la nature et le positionnement de ce document dans l'arborescence documentaire du projet.

2. Conception préliminaire du produit

Compétences GEII : C1-4

Ce chapitre décrit l'architecture fonctionnelle du produit. Il apporte les premiers éléments de preuve de la faisabilité du produit vis-à-vis des exigences client.

2.1 Mécanique

2.1.1 Mécanique - Émetteur

Référence du paragraphe : CPR_EMTT_ARCHI_MECA

Rédacteur : Dias Pascoal & Longchamps Alan

Selecteur : Hebo Dionisio & Vitalia Maslova

Compétences GEII : C1-9

IUT Bordeaux Département GEii	Référence : KAH_DDC_EQ22 Révision : 2 – 15/02/2025	5/80
----------------------------------	---	------

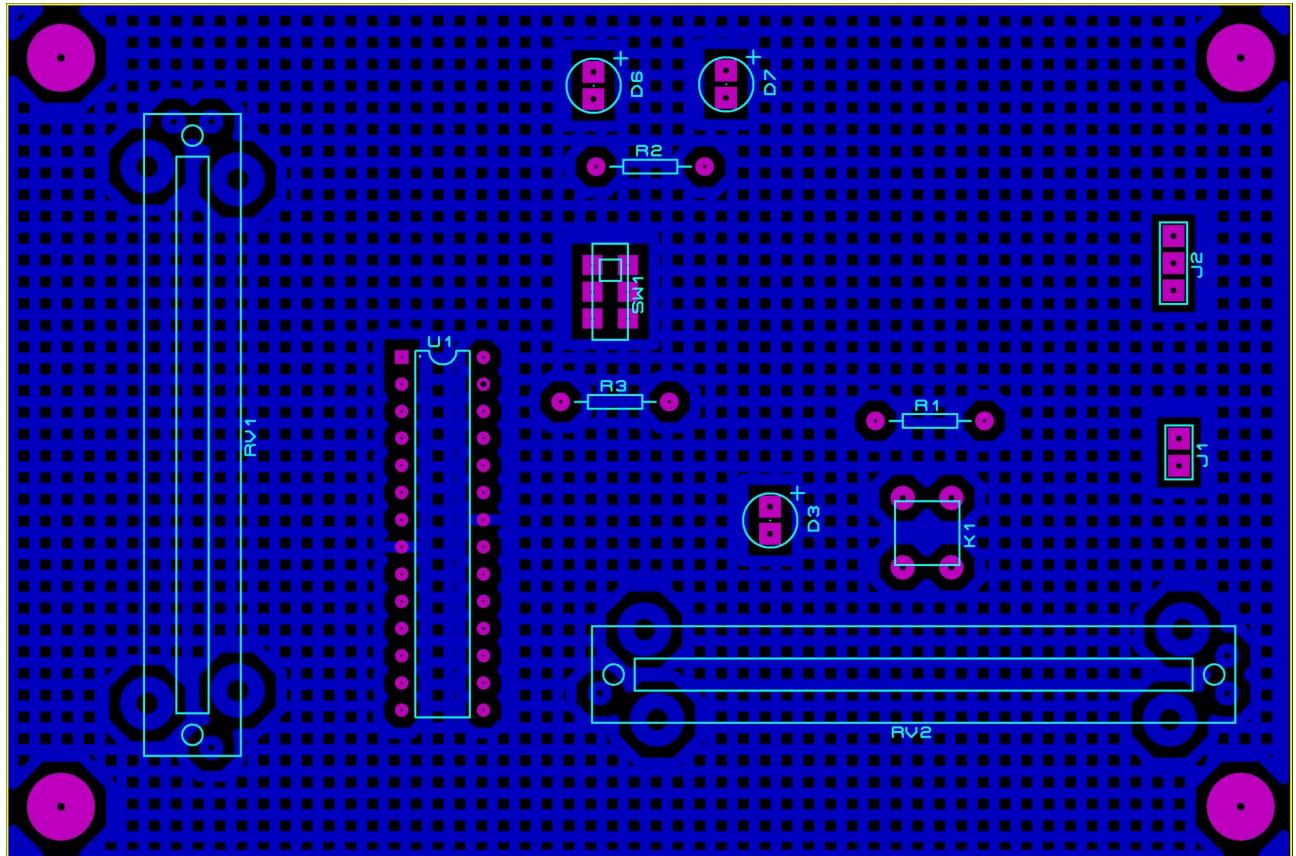


Figure 1 : Plan Mécanique de L'émetteur

Référence du paragraphe : CPR_EMTT_DIMENSIONS

Rédacteur : Dias Pascoal & Longchamps Alan

Selecteur : Hebo Dionisio & Vitalia Maslova

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_EMTT_DIMENSIONS

Compétences GEII : C1-10

On a utilisé Proteus pour concevoir le circuit imprimé. Ce logiciel permet de définir précisément les dimensions de la carte conformément au CDC (120 mm de largeur et 80 mm de longueur avec une tolérance de $\pm 1\text{mm}$) et de placer les trous de fixation de 3mm, centrés à 5mm des bords (tolérance de $\pm 0,5\text{ mm}$). Grâce à Proteus, on a pu s'assurer que toutes les contraintes dimensionnelles sont respectées avant de passer à la fabrication.

Référence du paragraphe : CPR_EMTT_LOGO

Rédacteur : FELICETTI Marius & BRASSIER Maëlan

Selecteur : MOREAU William & MAURIN ELLIOT

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_EMTT_LOGO

Compétences GEII : C1-10

Emplacement logo : Nous allons graver au laser le logo ci-dessous sur le support en bois de la carte électronique. Le logo de l'IUT sera quant à lui placé sur la carte électronique directement.



Figure 2: Logo de l'équipe

2.1.2 Mécanique - Récepteur

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_ARCHI_MECA

Rédacteur : Elliot MAURIN, William MOREAU

Selecteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Compétences GEII : C1-9

Kart À Hélice

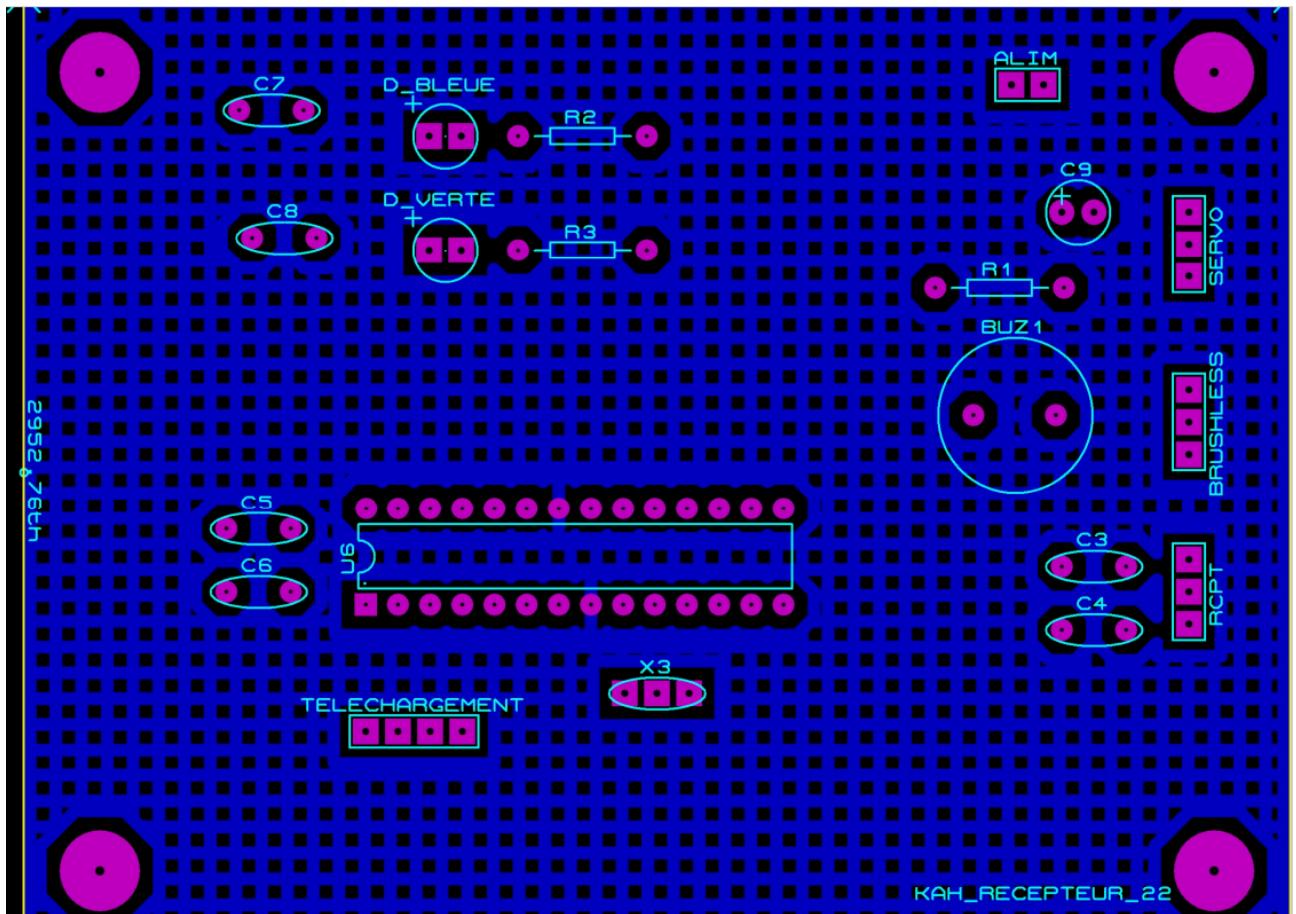


Figure 3: Plan mécanique du récepteur

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_DIMENSIONS

Rédacteur : Elliot MAURIN, William MOREAU

Relecteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Exigences client vérifiées par pré-conception :

Compétences GEII : C1-10

Comme visible sur la figure 2 , le client a exigé un dimensionnement précis de la carte du récepteur à savoir 75 mm de largeur pour 100mm de largeur, comme nous avons pu voir sur le dimensionnement de la carte et avec la mesure des outils du logiciel ARES.

Les trous situés aux extrémités et dans chaque coin de la carte respectent également l'exigence de dimension de la carte.

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_LOGO

Rédacteur : BRASSIER Maëlan & Felicetti Marius

IUT Bordeaux Département GEii	Référence : KAH_DDC_EQ22 Révision : 2 – 15/02/2025	8/80
----------------------------------	---	------

Kart À Hélice

Selecteur : MOREAU William & MOREAU Elliot

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_RCPT_LOGO

Compétences GEII : C1-10

L'autocollant du logo sera collé sur le carter de la colonne de direction du kart.

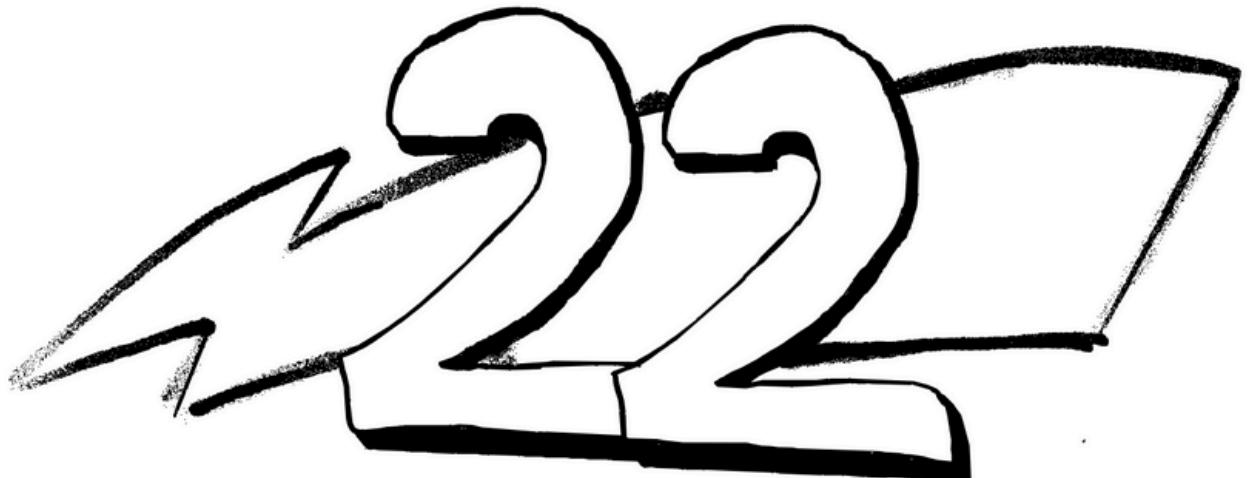


Figure 4: Logo de l'équipe

2.2 Électronique

2.2.1 Électronique - Émetteur

Référence du paragraphe : CPR_EMTT_ARCHI_ELEC

Rédacteur : HEBO Dionisio & MASLOVA Vitalia

Relecteur : DIAS Pascoal & LONGCHAMPS Alan

Compétences GEII : C1-3, C1-9, C1-11

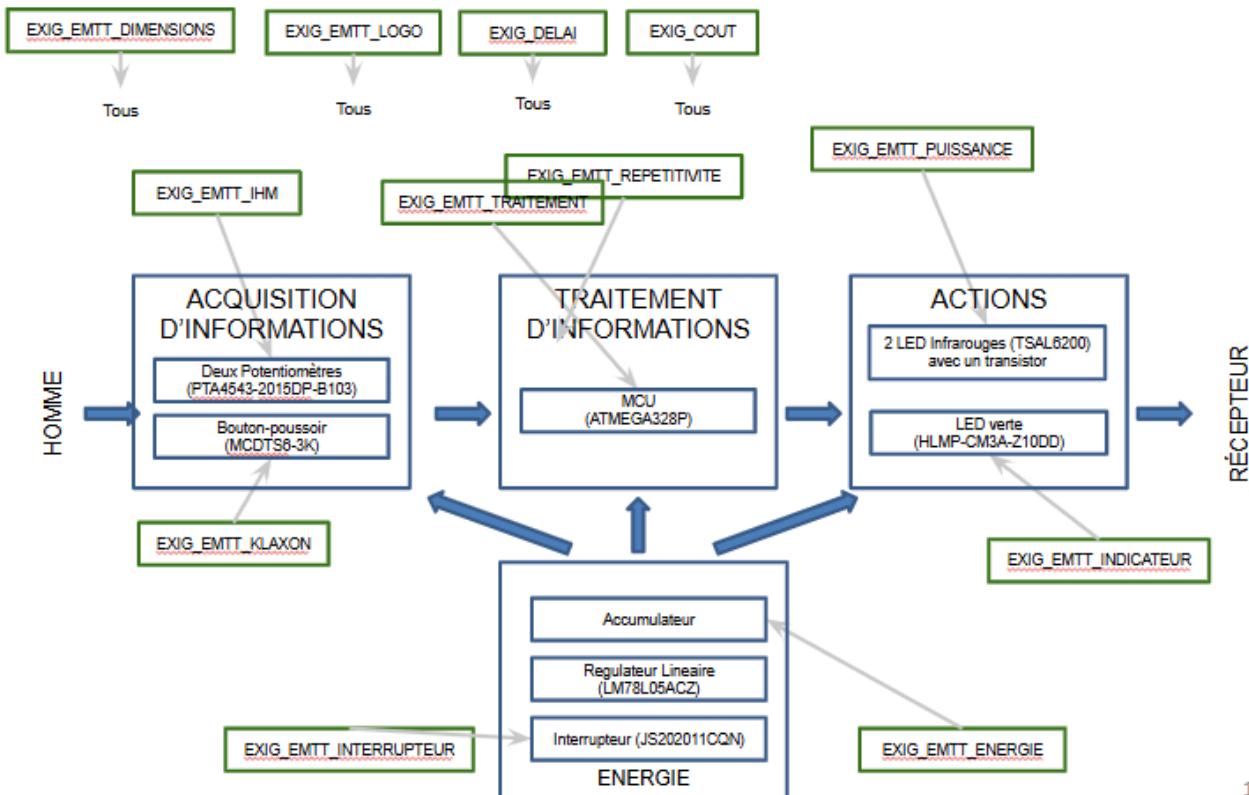


Figure 5 : Synoptique architecture électronique de l'émetteur

Référence du paragraphe : CPR_EMTT_IHM**Rédacteur :** MASLOVA Vitalia, HEBO Dionísio**Selecteur :** DIAS Pascoal, LONGCHAMPS Alan**Exigences client vérifiées par pré-conception :** EXIG_EMTT_IHM**Compétences GEII :** C1-10, C1-11

L'émetteur doit comporter 2 interfaces homme-machine pour contrôler la puissance du moteur et la direction des roues avant du kart. Pour cela, on a choisi d'utiliser deux potentiomètres linéaires dans ces interfaces.

Pour le potentiomètre de puissance, s'il (levier broche 2) est en position basse (broche 1) on a pas de puissance dans le moteur (puissance égale à zéro), si le levier est en position haute (broche 3), on a la puissance maximale dans le moteur.

Pour le potentiomètre de direction des roues, s'il (levier, broche 2) est au milieu on ne tourne pas les roues, si il est à gauche (broche 1) on tourne à gauche et s'il est à droite (broche 3) on tourne à droite.

On va prendre deux potentiomètres PTA4543-2015DP-B103 (0 ohm à 10 kohm) car c'est le seul type de potentiomètre linéaire disponible dans notre stock. On a aussi décidé de choisir les potentiomètres linéaires pour cette tâche car avec eux, il sera plus facile de contrôler la puissance et la direction.

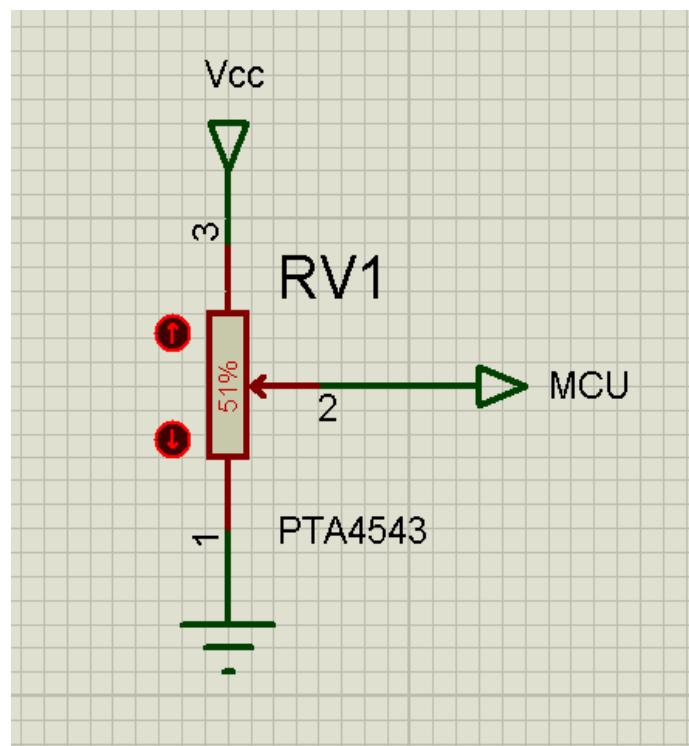


Figure 6: Schéma électrique préliminaire des potentiomètres

Référence du paragraphe : CPR_EMTT_KLAXON

Rédacteur : MASLOVA Vitaliia, HEBO Dionísio

Selecteur : DIAS Pascoal, LONGCHAMPS Alan

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_EMTT_KLAXON

Compétences GEII : C1-10, C1-11

L'émetteur doit présenter un bouton-poussoir sur lequel on peut appuyer pour faire retentir le klaxon du kart. Comme composant nous avons décidé de prendre le MCDTS6-3K. Ce bouton a un clic clair avec un retour tactile positif. Il a également une courte distance de déplacement. Il est un bouton de manipulation facile (il a une hauteur de 7 mm et une force opérationnelle de 100 gf).

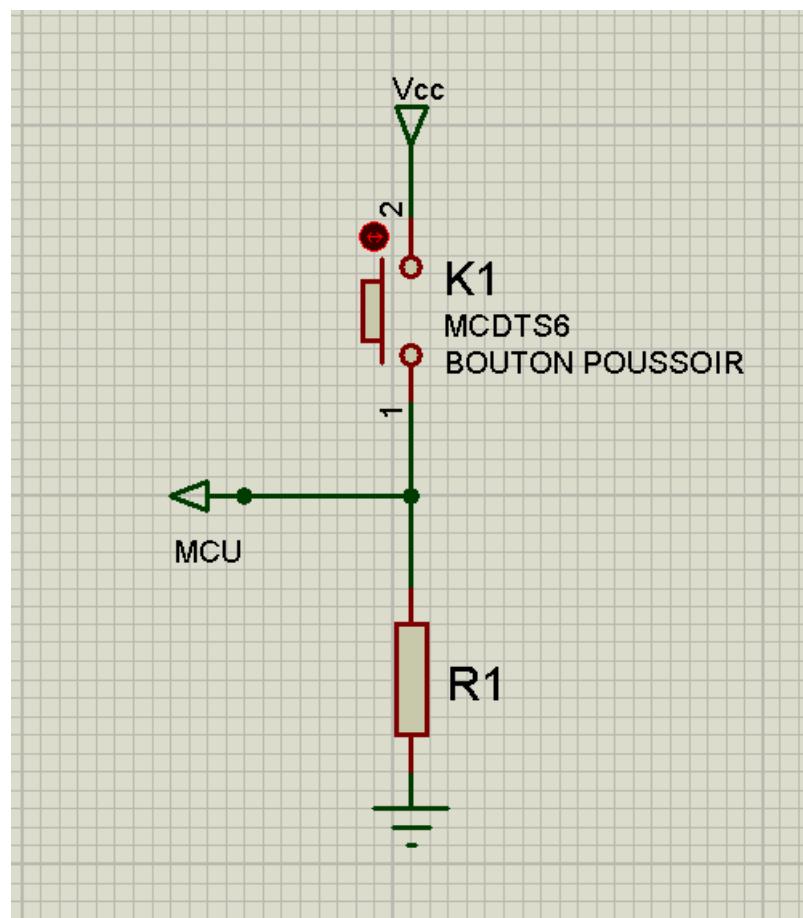


Figure 7: Schéma électrique préliminaire de klaxon

Référence du paragraphe : CPR_EMTT_TRAITEMENT

Rédacteur : DIAS Pascoal & LONGCHAMPS Alan

Selecteur : MASLOVA Vitaliia & HEBO Dionísio

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_EMTT_TRAITEMENT

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Dans ce projet, nous utilisons le microcontrôleur ATMEGA328P qui comporte un cœur de traitement numérique. Le cœur de l'ATMEGA328P nous permet d'acquérir les informations analogiques provenant des interfaces homme-machine, comme les potentiomètres, et de les convertir en valeurs numériques grâce à l'ADC. Par exemple, une tension comprise entre 0 et 5V est transformée en un nombre entre 0 et 1023, ce qui facilite le traitement des données.

Une fois les signaux convertis, le microcontrôleur encode les informations pour le protocole NEC. Il crée d'abord un octet « **address** » en encodant la donnée du bouton poussoir sur 1 bit et la valeur numérique d'équipe sur 7 bits. Ensuite, il forme un octet « **data** » en encodant la puissance du moteur sur 3 bits et la direction des roues sur 5 bits. Finalement, ces deux octets sont intégrés dans les trames de transmission conformes au protocole NEC.

Le microcontrôleur fonctionne en 8 bits et à une fréquence de 20 MHz, avec les ports configurés de façon à utiliser **PORT C pour les entrées analogiques** et **PORT B et PORT D pour les signaux numériques**. L'ATMEGA328P est bonne pour ce projet.

Le protocole NEC fonctionne avec une fréquence de 38 kHz, ce qui en fait la fréquence la plus haute de notre projet. Comme l'ATMEGA328P peut atteindre une fréquence maximale de 20 MHz, il sera largement suffisant pour gérer cette communication sans problème de performance.

De plus, nous utiliserons uniquement les registres 8 bits de l'ATMEGA328P, car notre projet ne nécessite pas de gestion de nombres à virgule flottante. Cela simplifie le traitement des données et optimise l'exécution du programme.

Référence du paragraphe : CPR_EMTT_REPETITIVITE

Rédacteur : DIAS Pascoal & LONGCHAMPS Alan

Selecteur : MASLOVA Vitaliia & HEBO Dionísio

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_EMTT_REPETITIVITE

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Pour répondre au cahier de charge, on va utiliser un timer intégré du microcontrôleur. Ce timer va nous permettre de contrôler précisément le délai entre l'envoi des trames NEC.

On va combiner ce timer avec une logique simple qui compare la trame actuelle avec la précédente. Si les données sont différentes, le timer déclenche l'envoi de la trame après 108 ms (avec une tolérance de $\pm 10\%$). Si les données restent identiques, le timer attend 333 ms avant de renvoyer la trame, toujours avec la même tolérance.

Référence du paragraphe : CPR_EMTT_PUISSANCE

Rédacteur : MASLOVA Vitaliia, HEBO Dionísio

Selecteur : DIAS Pascoal, LONGCHAMPS Alan

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_EMTT_PUISSANCE**Compétences GEII : C1-10, C1-11**

L'émetteur émet les trames protocolaires à l'aide de deux composants d'émission infrarouge. Donc on prend 2 LEDs TSAL6200 car c'est la seule disponible sur le stock. Cette LED aussi respecte les exigences: son diamètre est 5 mm +/- 0.15, la tension de 5V et le courant de crête qui égale 200mA.

Le courant maximum délivrable par le microcontrôleur est 40.0mA (per I/O Pin). Avec ce maximum, on ne peut pas allumer les deux LEDs infrarouge. Précédemment, pour une montage complet nous aurons besoin le transistor NPN et les résistances (placé en série avec les leds dans la partie de collecteur et une dans la sortie de MCU qui va dans la base)

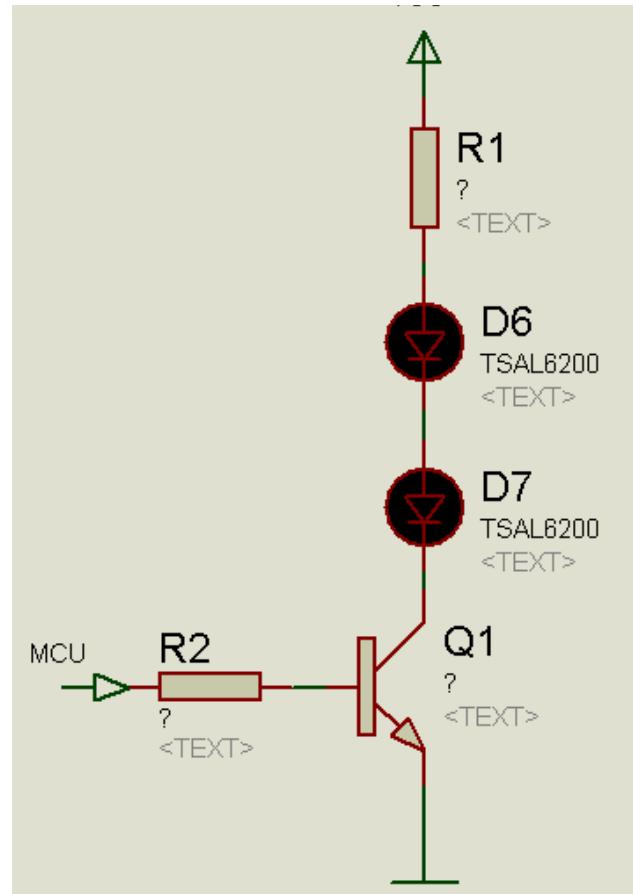


Figure 8: Schéma électrique préliminaire d'étage de puissance

Référence du paragraphe : CPR_EMTT_INDICATEUR

Rédacteur : MASLOVA Vitalia, HEBO Dionísio

Selecteur : DIAS Pascoal, LONGCHAMPS Alan

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_EMTT_INDICATEUR

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Nous avons besoin d'un indicateur lumineux qui va informer l'utilisateur que l'émetteur est sous tension. Pour ça on a choisi la LED verte avec la référence HLMP-CM3A-Z10DD parce que c'est la seule LED verte disponible sur le stock, nous allons la placer en série avec une résistance qui va régler le courant qui arrive sur la LED (pour protection de la led et pour régler l'intensité lumineuse).

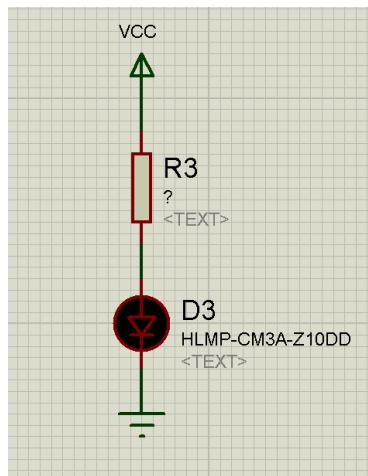


Figure 9: Schéma électrique préliminaire d'étage d'indicateur

Référence du paragraphe : CPR_EMTT_ENERGIE

Rédacteur : Dias Pascoal & Alan Longchamps

Selecteur : MASLOVA Vitalia & HEBO Dionísio

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_EMTT_ENERGIE

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Tous les accumulateurs en stock ont une tension de 7,4V. On doit assurer que cette tension permet de fournir une tension toujours au-dessus des composants de l'émetteur.

Tension max :

MCU → 6V

Led infrarouge → 3V

Led verte → 3.8V

Bouton-poussoir → 12 V

On choisit un régulateur linéaire qui va baisser la tension de 7,4V à 5V de référence LM78L05ACZ, ce qui va être bon pour le microcontrôleur. Mais les LEDs infrarouges et la LED verte vont être placées en série avec une résistance judicieusement choisie, ce qui va abaisser le courant et la tension.

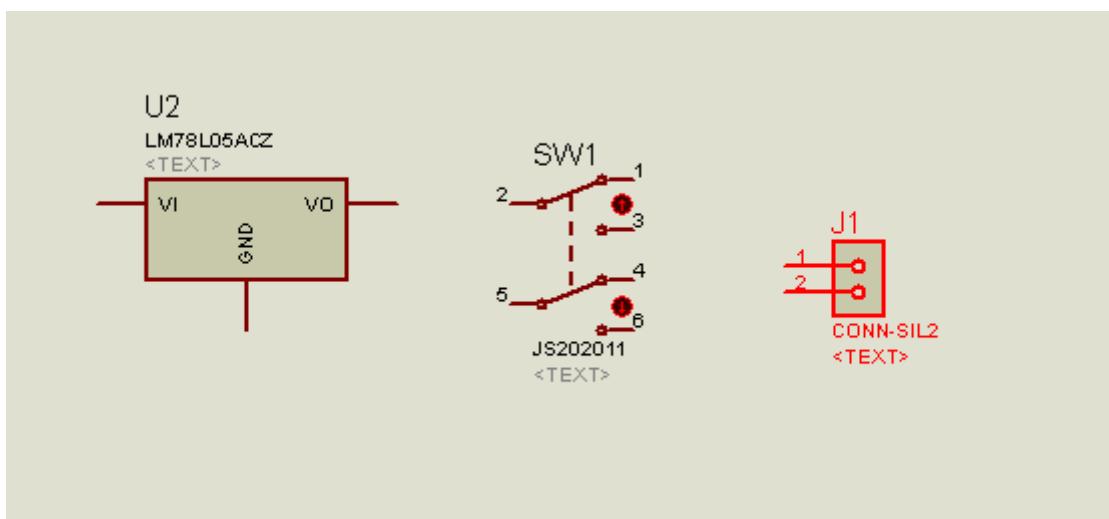


Figure : Schéma préliminaire de l'étage énergie

Référence du paragraphe : CPR_EMTT_INTERRUPTEUR

Rédacteur : Dias Pascoal & Alan Longchamps

Selecteur : MASLOVA Vitalia & HEBO Dionísio

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_EMTT_INTERRUPTEUR

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Rien de spécial à signaler pour le moment, le cahier de charge n'impose pas une spécification. Donc, on a choisi l'interrupteur avec la référence JS202011CQN.

Kart À Hélice

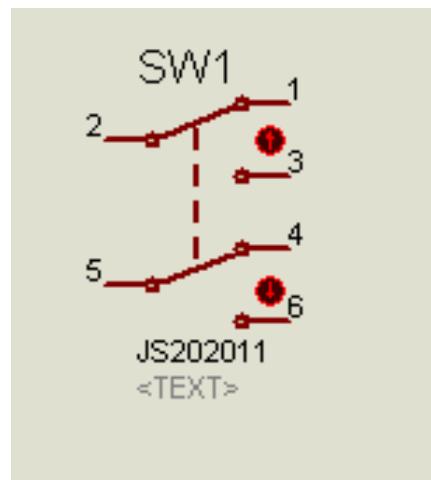


Figure : Schéma de l'interrupteur

Référence du paragraphe : CPR_EMTT_SCHEMA

Rédacteur : Dias Pascoal & Alan Longchamps

Selecteur : MASLOVA Vitalia & HEBO Dionísio

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Kart À Hélice

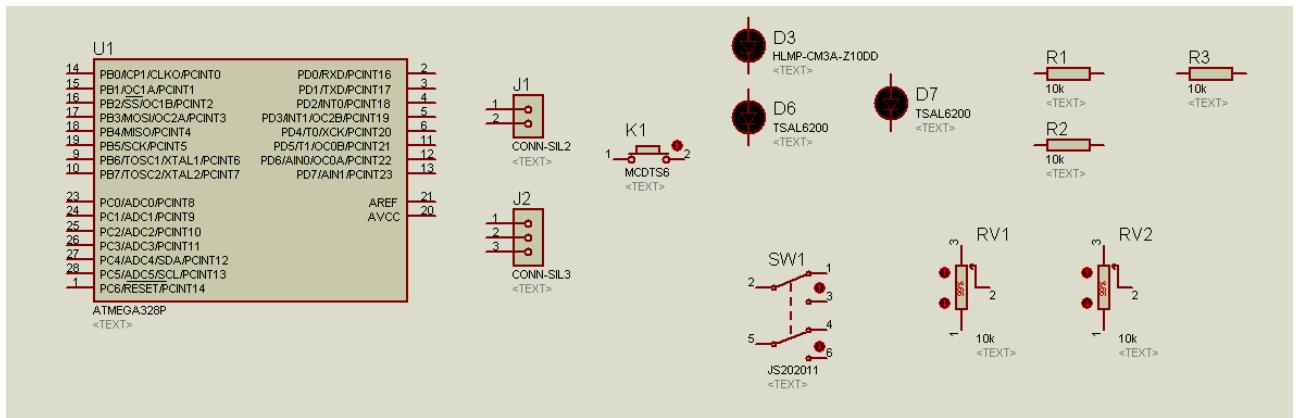


Figure 10: Schéma électrique préliminaire de l'émetteur

2.2.2 Électronique - Récepteur

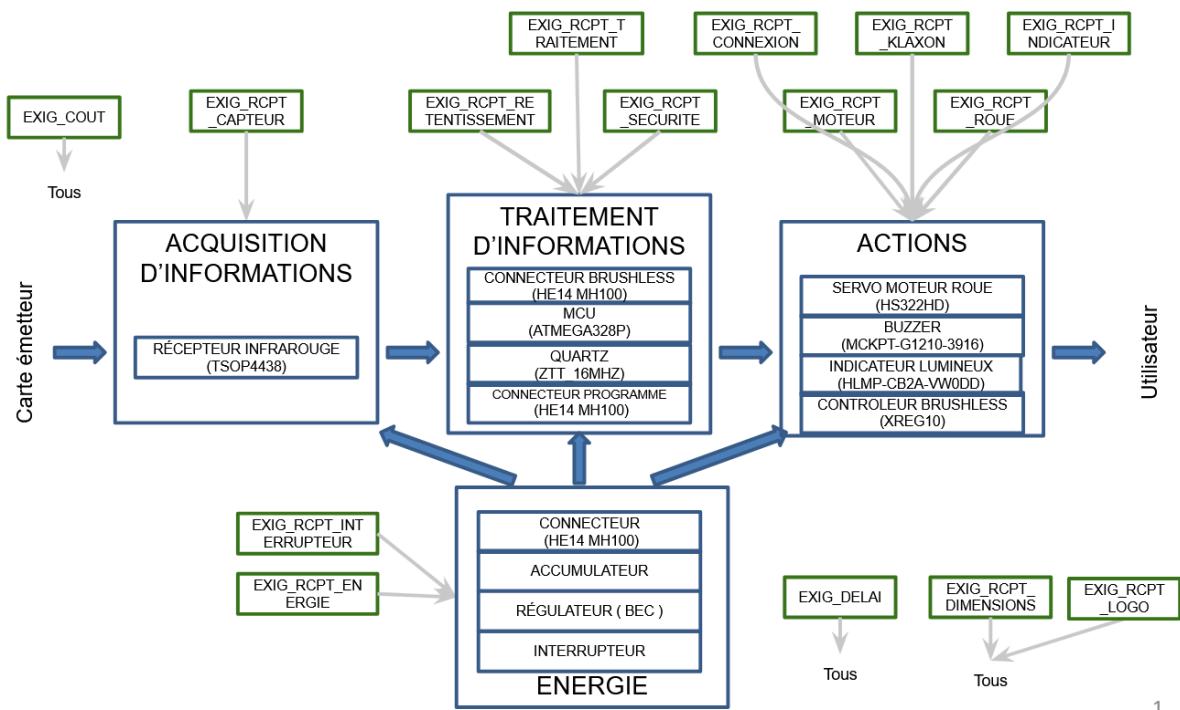
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_ARCHI_ELEC

Rédacteur : BRASSIER Maëlan, FELICETTI Marius

Relecteur : MOREAU William, MAURIN Elliot

Compétences GEII : C1-3, C1-9, C1-11

Diagramme d'Architecture du récepteur



1

Figure 11 : Diagramme d'architecture du récepteur

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_CAPTEUR

Rédacteur : MOREAU William, MAURIN Elliot

Selecteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_RCPT_CAPTEUR

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Nous avons opté pour un récepteur infrarouge qui permettra de décoder directement la tram envoyer par l'émetteur est sera relié à un MCU par un connecteur 3 pins car il sera positionné à l'extérieur de la carte .(image partie acquisition).

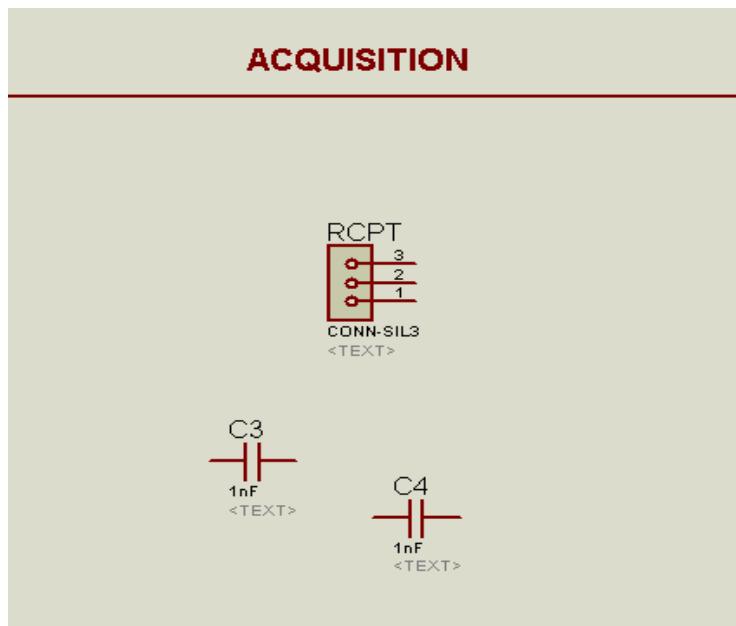


Figure 12: Plan électrique partie Acquisition

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_TRAITEMENT

Rédacteur : BRASSIER Maëlan, FELICETTI Marius

Selecteur : MOREAU William, MAURIN Elliot

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_RCPT_TRAITEMENT

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Nous avons choisi l'ATMEGA328P, de par sa polyvalence et sa capacité à effectuer les tâches exigées dans le cahier des charges.

L'ATMEGA fonctionne sur 8 bits contrairement au ATSAMD21 qui fonctionne sur 32 bits. Sachant que nous aurons des entiers à manipuler, les deux conviennent.

L'ATMEGA fonctionne en 20MHz contrairement au ATSAMD21 qui fonctionne en 48MHz. Sachant que la fréquence maximum que nous aurons à manipuler est celle du protocole NEC, 38 KHz, Les deux conviennent.

Nous pouvons donc en conclure, que les deux MicroContrôleurs conviennent pour ce projet. Pour des raisons de coût et de praticité, nous avons choisi l'ATMEGA328P : étant donné que les deux MCU conviennent nous choisissons le moins puissant et donc par conséquent, le moins chère, enfin nous avons déjà rencontré auparavant l'ATMEGA328P dans notre cours d'informatique avec la carte arduino.

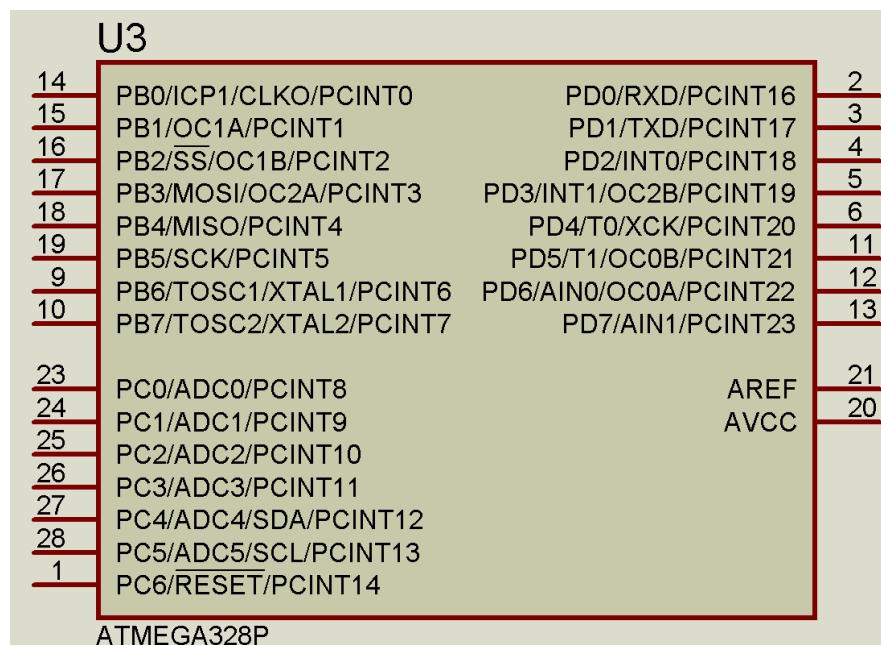


Figure 13 : Schéma du CPU ATMEGA328P

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_SECURITE

Rédacteur : MAURIN Elliot, MOREAU William

Selecteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_RCPT_SECURITE

Compétences GEII : C1-10, C1-11

IUT Bordeaux Département GEii	Référence : KAH_DDC_EQ22 Révision : 2 – 15/02/2025	21/80
----------------------------------	---	-------

Kart À Hélice

Pour la sécurité nous devons renvoyer un 0 quand nous ne recevons aucune information de la part d'un signal infrarouge, pour cela nous devons utiliser un processeur que nous avons déjà pensé, il sera programmé et renverra un 0 en fonction de l'information reçue. Nous utiliserons donc un CPU ainsi qu'un périphérique Timer du microcontrôleur (MCU) afin de répondre à l'exigence souhaitée.

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_RETENTISSEMENT

Rédacteur : Elliot MAURIN, William MOREAU

Relecteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_RCPT_RETENTISSEMENT

Compétences GEII : C1-10, C1-11

À partir de l'information transmise par le bouton du klaxon de l'émetteur, le microcontrôleur de la carte réceptrice analyse les trames protocolaires infrarouges, traite l'information et détermine si le buzzer doit être activé ou non.

Pour réaliser ceci nous avons donc choisi de connecter le buzzer à une broche numérique PWM du microcontrôleur qui permet de générer un signal carré et de moduler la fréquence (le périphérique permettant de générer cette horloge est un quartz (ZTT), mais nous contacterons également le capteur au Mcu pour traiter l'information. Nous utiliserons donc un CPU ainsi qu'un périphérique "timer" du MCU afin de répondre à cette exigence.

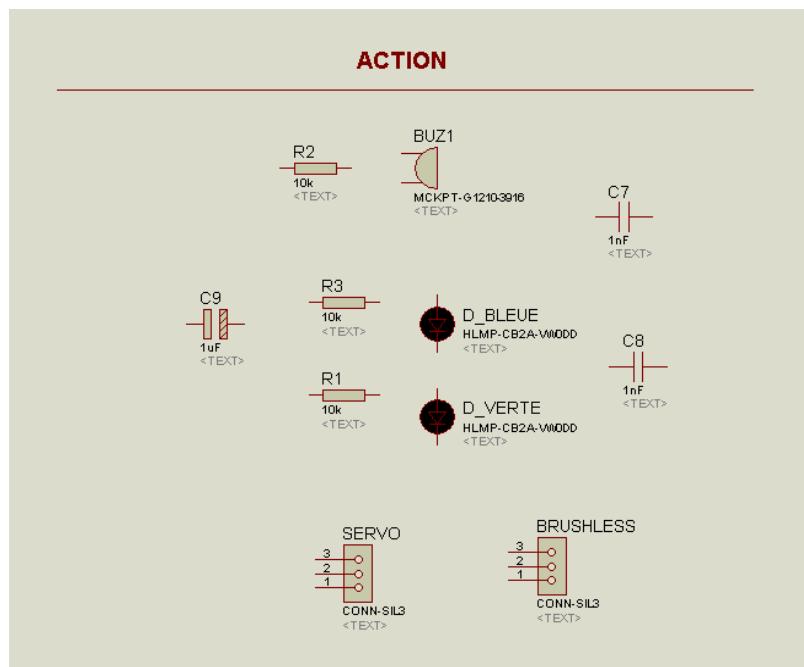
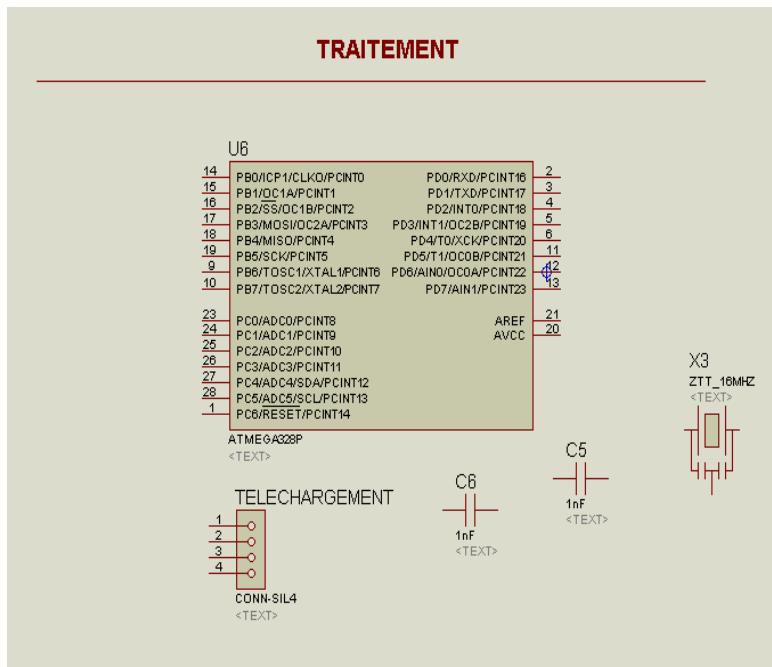


Figure 14: Plan électrique partie Traitement & Action

Kart À Hélice



Référence du paragraphe : CPR_RCPT_MOTEUR

Rédacteur : Moreau William, Maurin Elliot

Relecteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_RCPT_MOTEUR

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Nous avons pas opté pour un moteur spécifique car un moteur est déjà présent sur le carte ainsi qu'un driver qui sert à contrôler et réguler la tension pour le moteur a courant continu donc nous avons rajouter un connecteur 3 pin pour contrôler cette partie qui sera relié au MCU sur une entrée numérique PWM.

Kart À Hélice

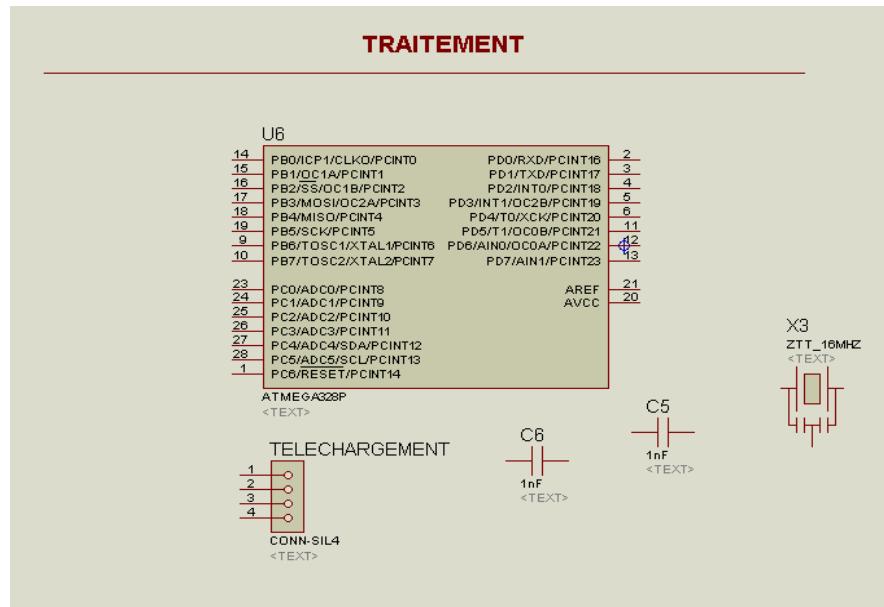


Figure 15: Plan électrique partie Traitement

Référence du paragraphe : **CPR_RCPT_ROUE**

Rédacteur : Moreau William, Maurin Elliot

Selecteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Exigences client vérifiées par pré-conception : **EXIG_RCPT_ROUE**

Compétences GEII : C1-10, C1-11

IUT Bordeaux Département GEII	Référence : KAH_DDC_EQ22 Révision : 2 – 15/02/2025	24/80
----------------------------------	---	-------

Kart À Hélice

Pour cette exigence des servomoteurs sont déjà présents sur le kart donc nous avons ajouté un connecteur 3 pins qui permettra de connecter ce dernier au mcu sur une pin numérique PWM

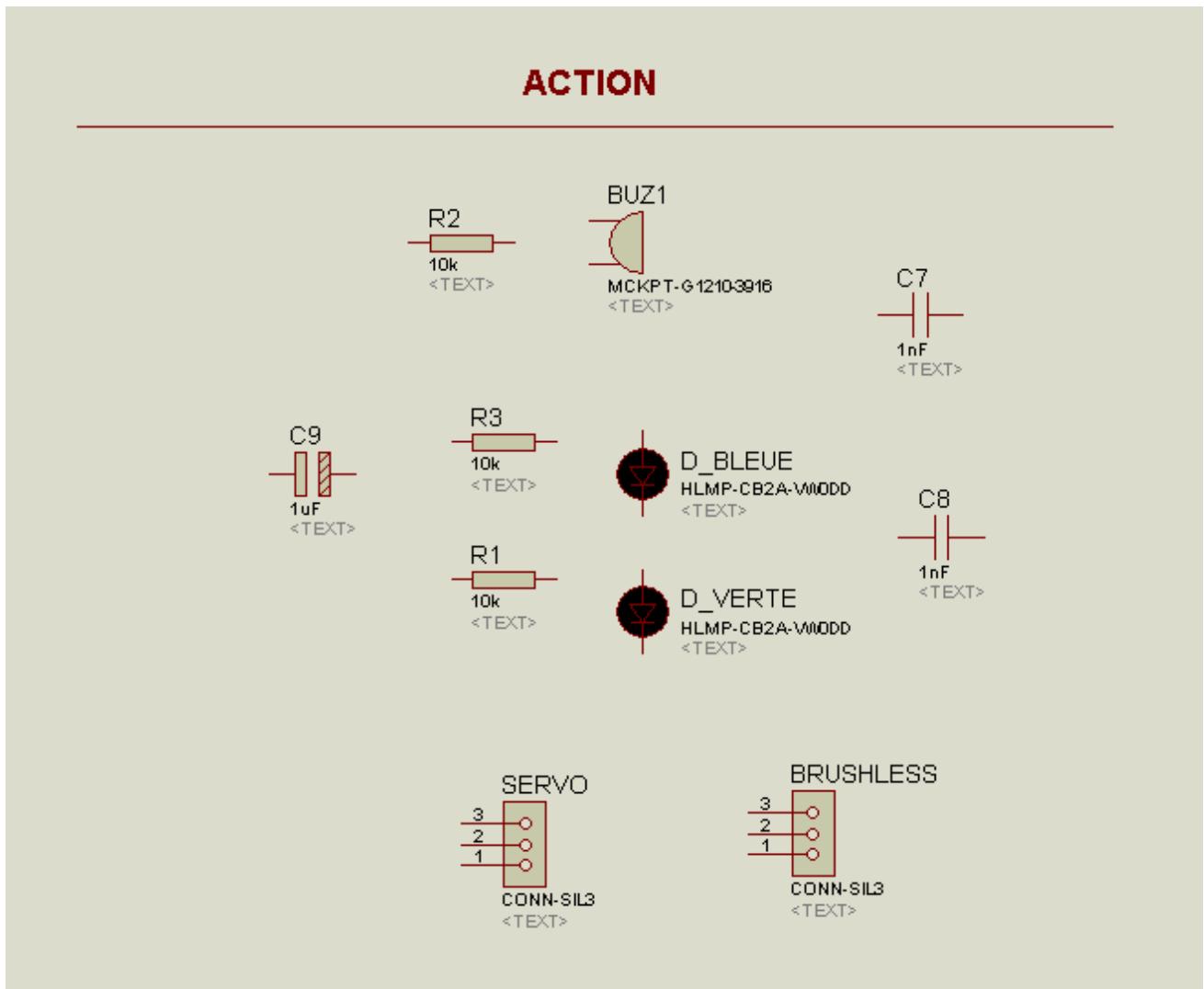


Figure 16: Plan électrique partie Action

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_INDICATEUR

Rédacteur : MOREAU William, MAURIN Elliot

Relecteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_RCPT_INDICATEUR

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Pour l'exigence Récepteur nous avons sélectionné un Voyant lumineux (une LED) de couleur verte qui indiquera que le récepteur est bien sous tension est qu'elle peut recevoir les informations de l'émetteur mais nous allons également mettre une résistance pour avoir la bonne valeur d'intensité lumineuse sur la led.

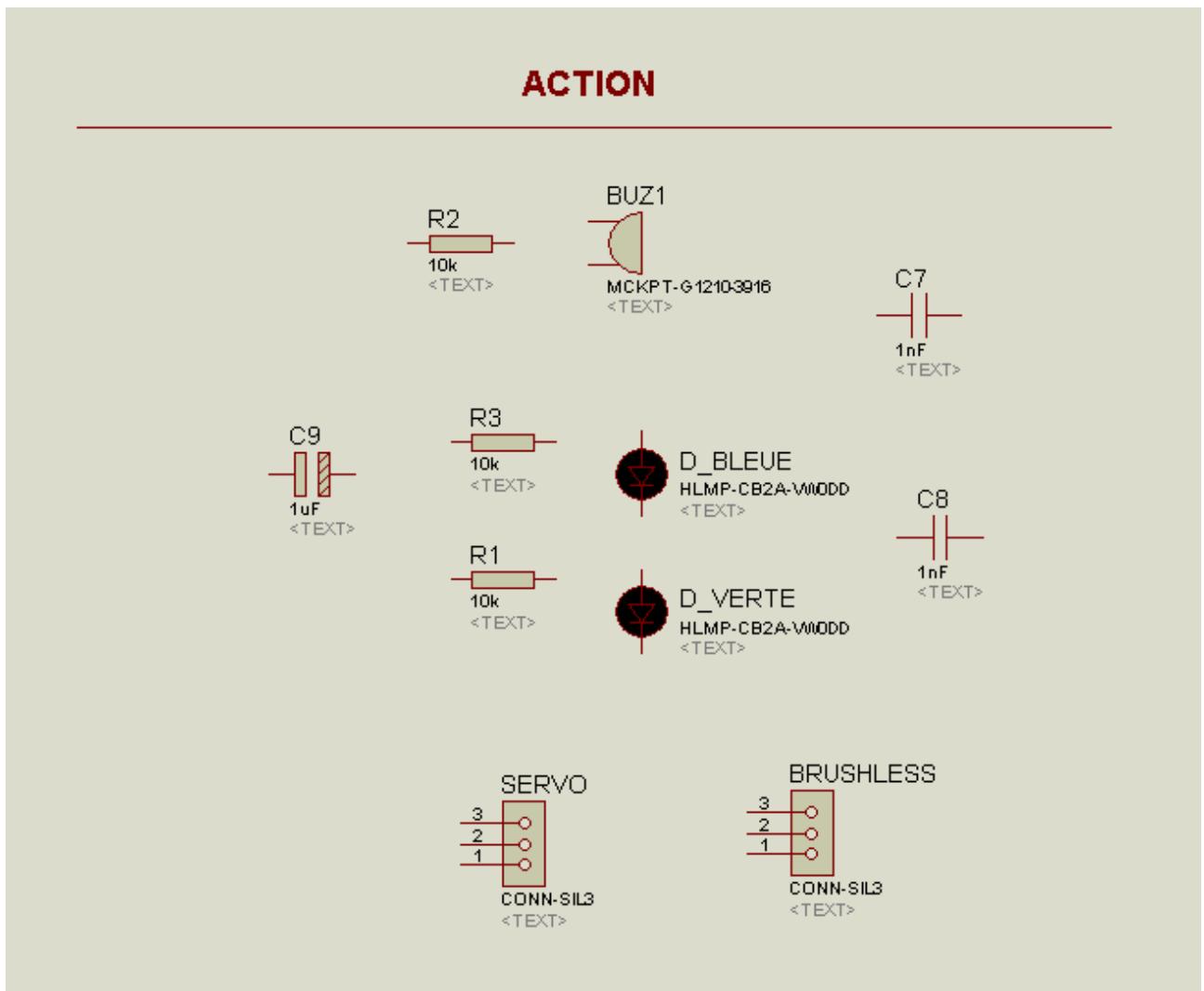


Figure 17: Plan électrique partie Action
(l'image a changer)

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_CONNEXION

Rédacteur : William MOREAU, Elliot MAURIN

Selecteur : BRASSIER Maëlan, Felicetti Marius

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_RCPT_CONNEXION

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Pour répondre à cette exigence nous avons sélectionné une LED bleue qui indiquera que le récepteur a reçu une nouvelle trame infrarouge valide avec une adresse NEC correcte. Si l'indicateur est éteint alors l'indice lumineux sera éteint.

Nous avons également rajouté une résistance pour obtenir une bonne intensité lumineuse sur la led.

Kart À Hélice

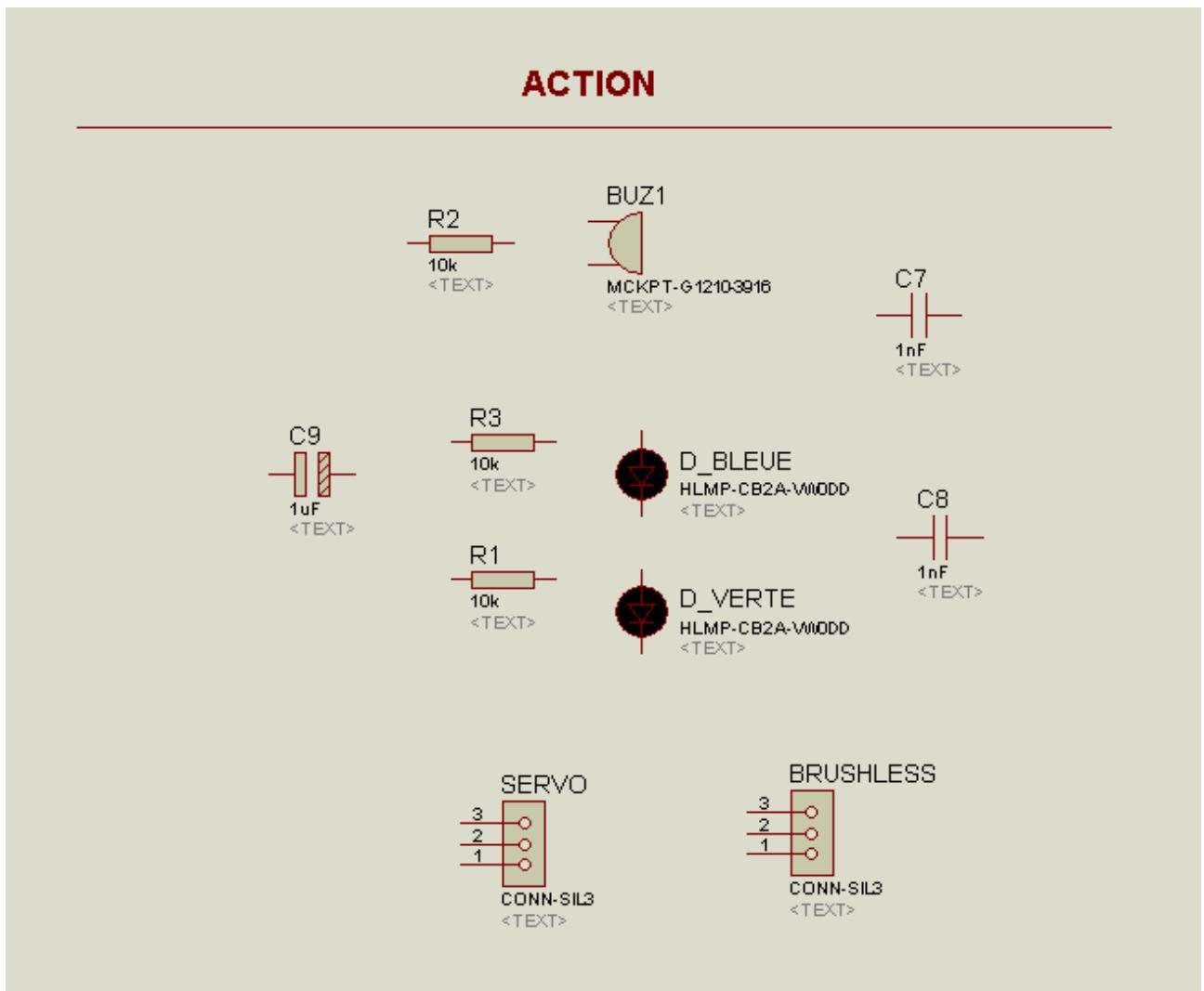


Figure 18: Plan électrique partie Action

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_KLAXON

Rédacteur : William MOREAU, Elliot MAURIN

Selecteur : BRASSIER Maëlan, Felicetti Marius

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_RCPT_KLAXON

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Pour remplir cette exigence nous avons sélectionné 2 composants une horloge est un buzzer qui sera connecté à une pin qui permet d'utiliser l'horloge pour que l'on puisse régler à la bonne fréquence

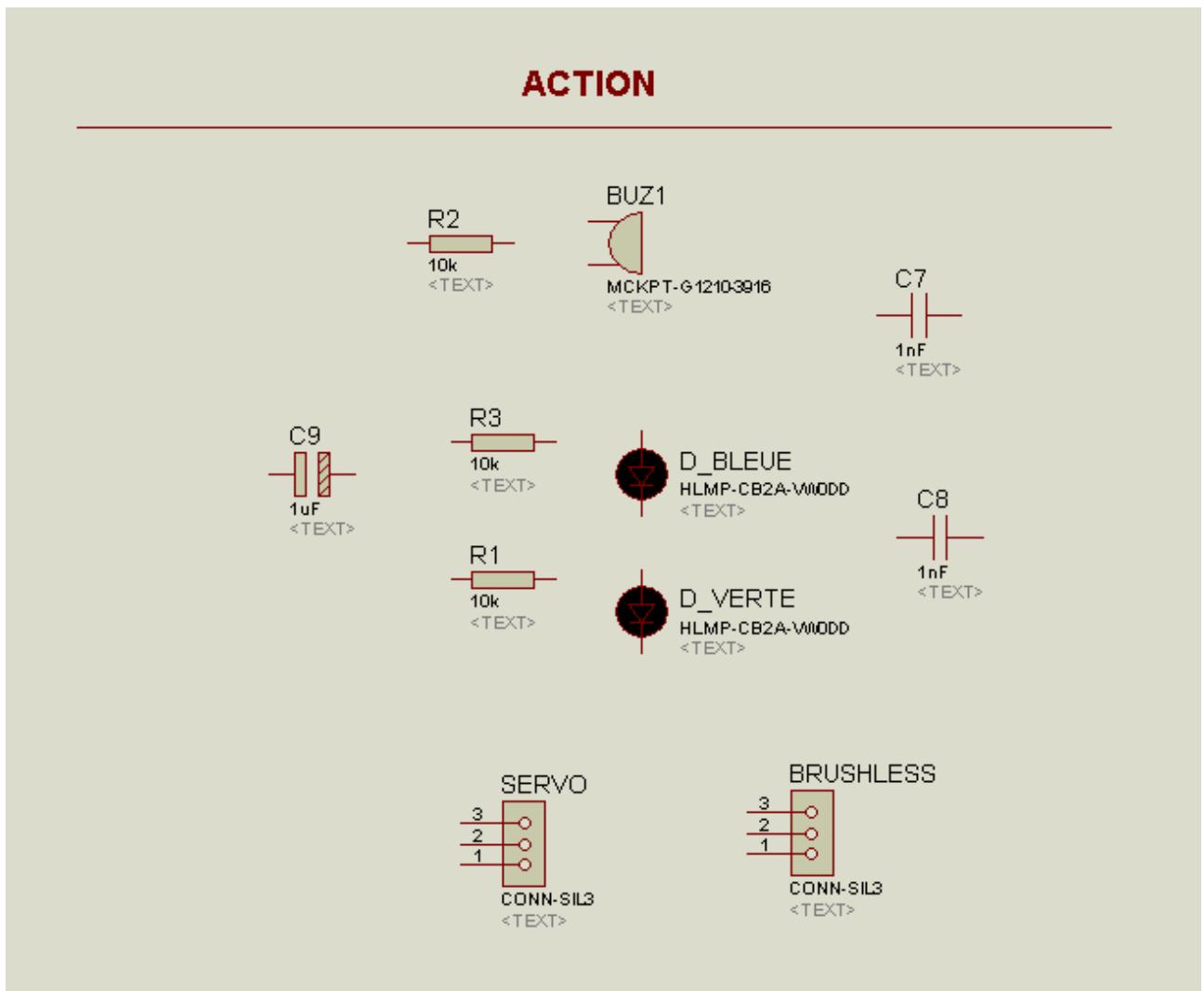


Figure 19: Plan électrique partie Action

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_ENERGIE

Rédacteur : BRASSIER Maëlan, Felicetti Marius

Relecteur : MOREAU William, MAURIN Elliot

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_RCPT_ENERGIE

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Pour valider cette exigence nous n'avons pas sélectionné de régulateur car un régulateur est déjà présent dans le driver moteur à courant continu, ce régulateur intégré peut s'utiliser dans les deux sens donc nous allons l'utiliser pour alimenter la carte et le moteur grâce à une alimentation externe. Nous avons donc ajouté un connecteur 3 pins.



Figure 20: Plan électrique partie Énergie

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_INTERRUPTEUR

Rédacteur : Moreau William, Elliot Maurin

Selecteur : BRASSIER Maëlan, Felicetti Marius

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG RCPT INTERRUPTEUR

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Nous n'avons pas retenu d'interrupteur car un interrupteur est déjà présent sur la carte, nous avons juste ajouté un connecteur pour pouvoir faire la liaison avec l'interrupteur présent sur la carte.



Figure 21: Plan électrique partie Énergie

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_SCHEMA

Rédacteur : MOREAU William, MAURIN Elliot

Relecteur : BRASSIER Maëlan, Felicetti Marius

Compétences GEII : C1-10, C1-11

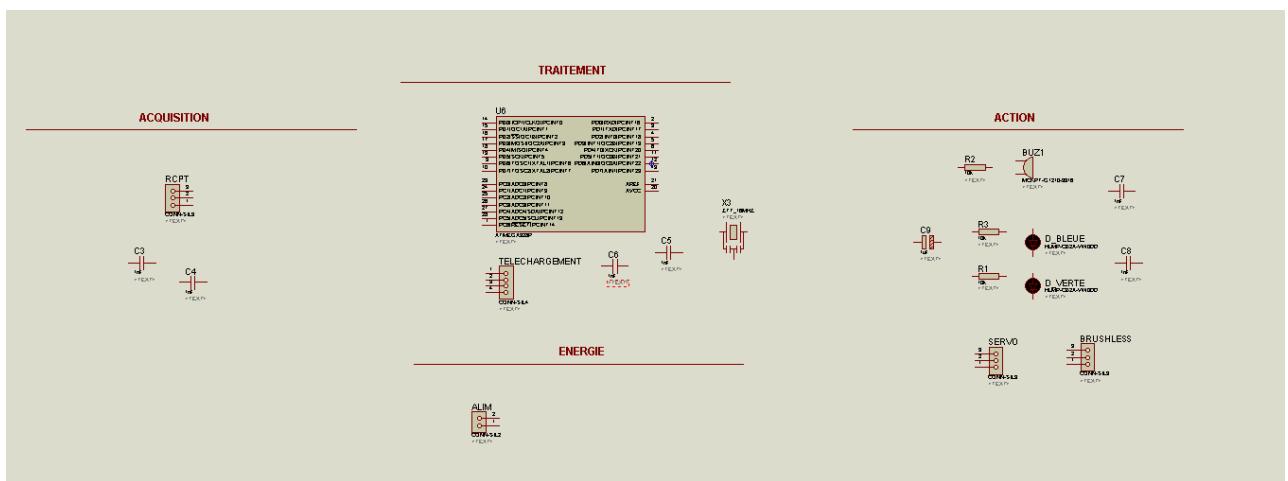


Figure 22: Schéma électrique préliminaire du récepteur

2.3 Informatique

2.3.1 Informatique - Émetteur

Référence du paragraphe : CPR_EMTT_ARCHI_INFO

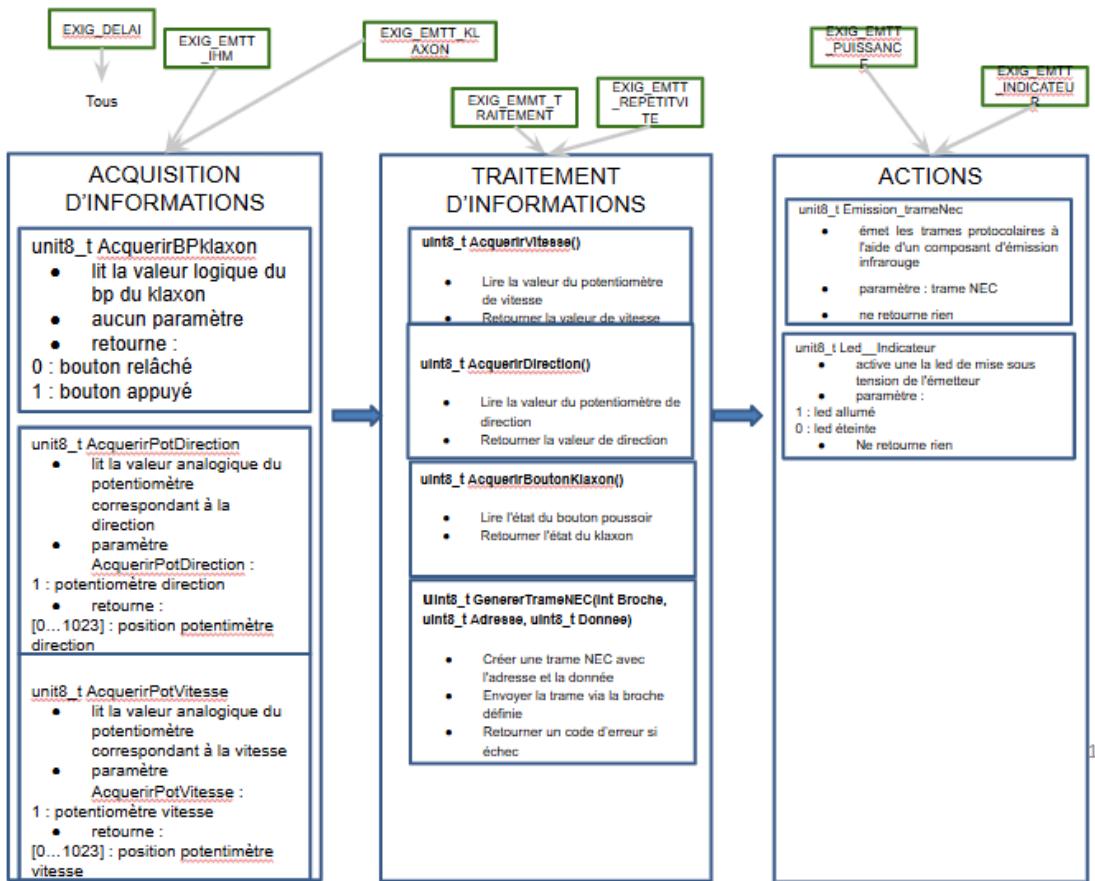
Rédacteur : MOREAU William, MAURIN Elliot,

Relecteur : BRASSIER Maëlan, Felicetti Marius

IUT Bordeaux Département GEii	Référence : KAH_DDC_EQ22 Révision : 2 – 15/02/2025	30/80
----------------------------------	---	-------

Kart À Hélice

Compétences GEII : C1-3, C1-9, C1-10, C1-11



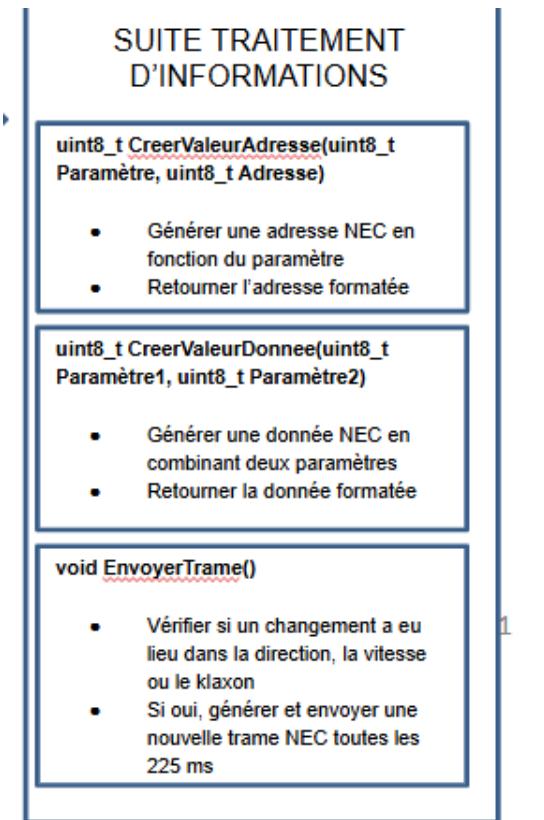
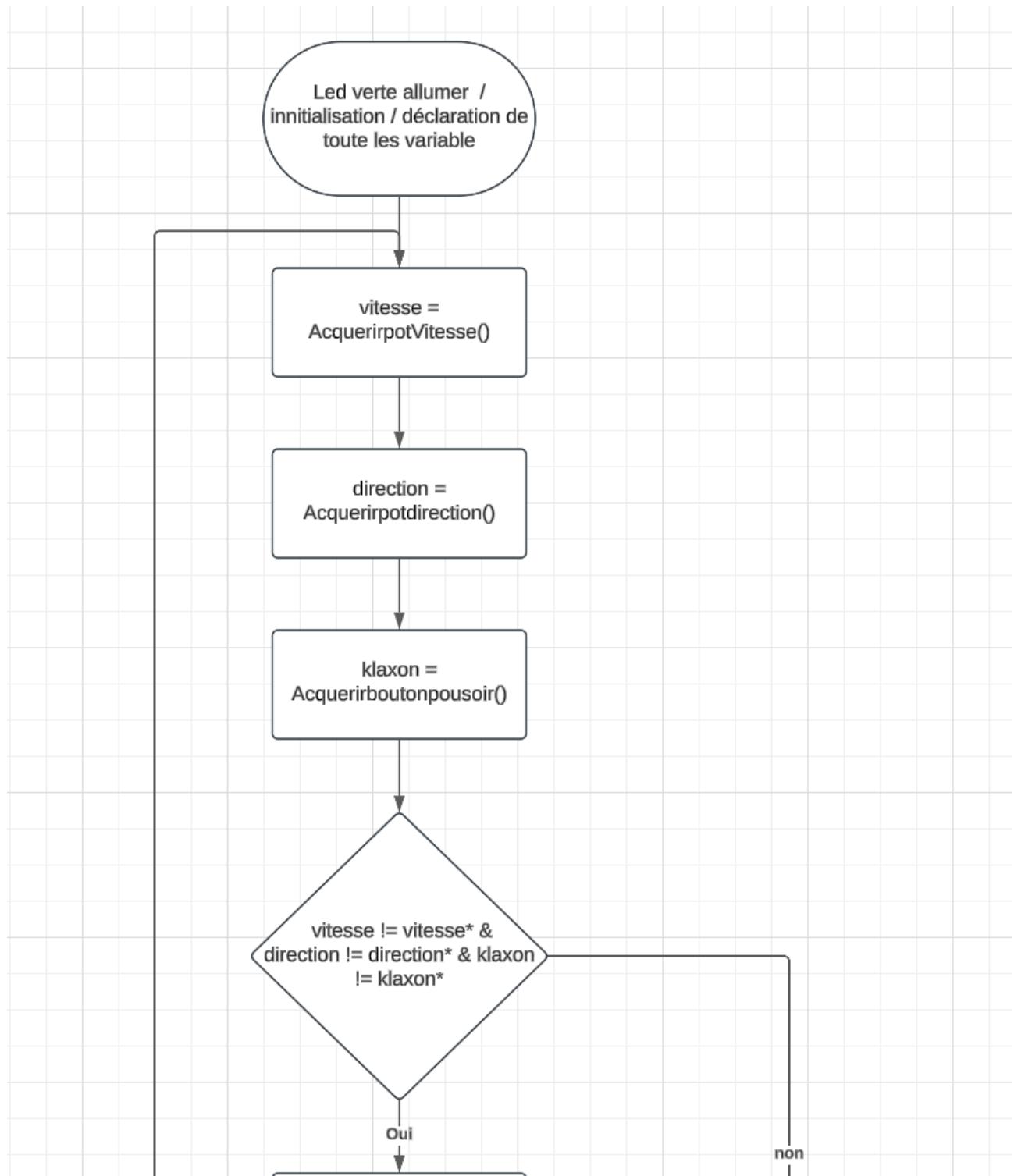


Figure 23 : Synoptique architecture informatique de l'émetteur

Kart À Hélice



Kart À Hélice

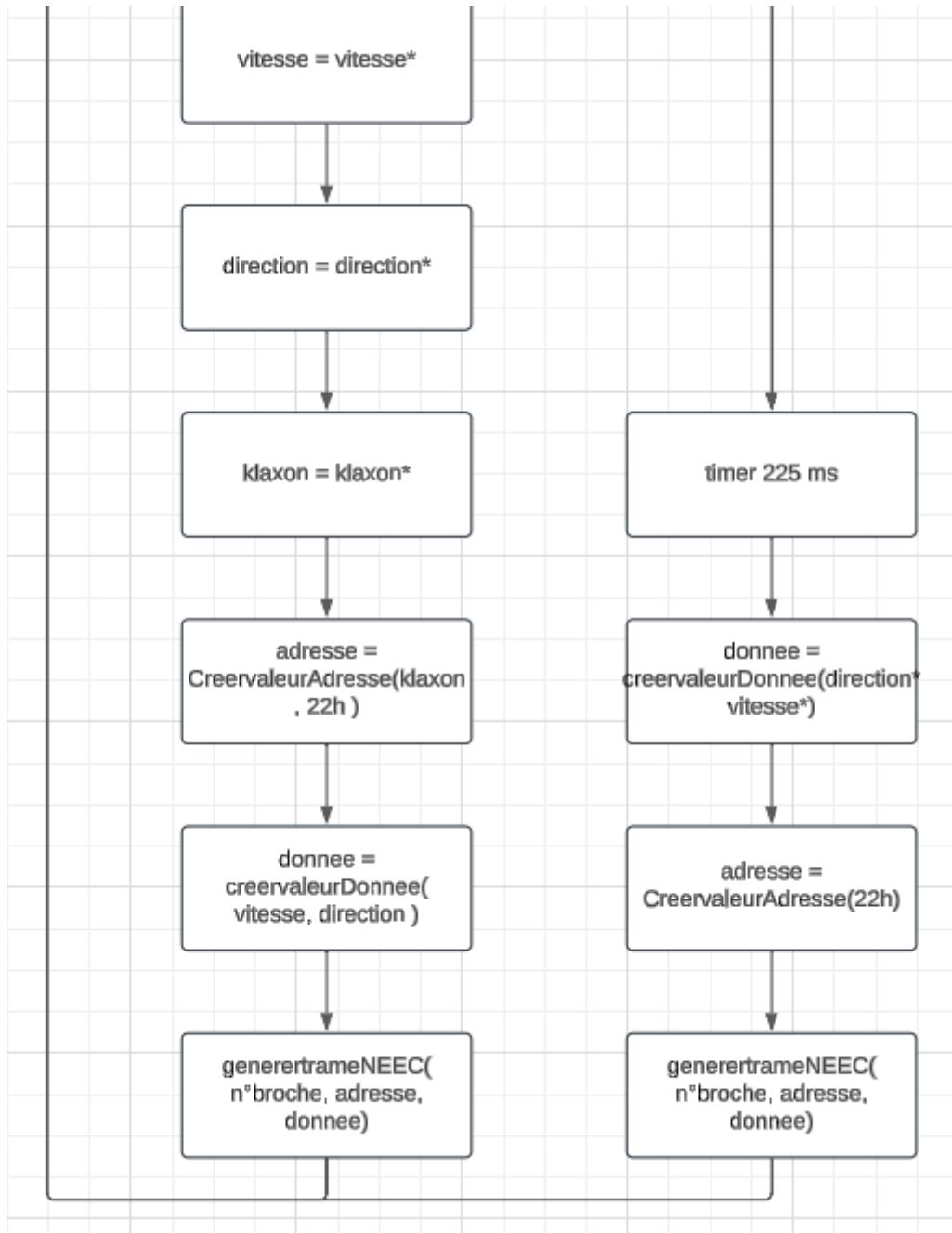


Figure 24 : Algorigramme de traitement de l'émetteur

2.3.2 Informatique - Récepteur

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_ARCHI_INFO

Rédacteur : Alan Longchamps / Dias Pascoal

Relecteur : MASLOVA Vitalia / HEBO Dionisio

Compétences GEII : C1-3, C1-9, C1-10, C1-11

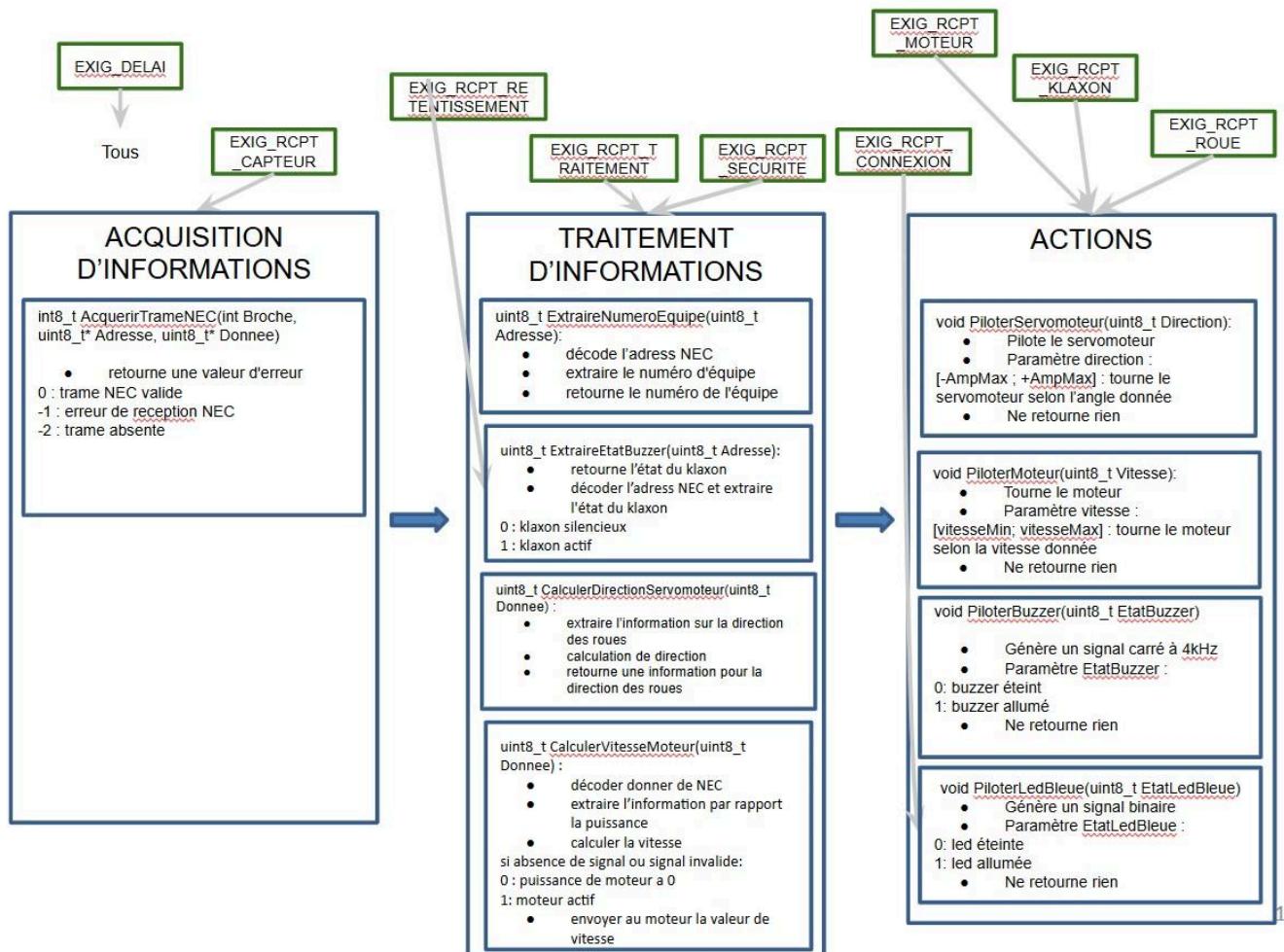


Figure 25 : Synoptique architecture informatique du récepteur

Kart À Hélice

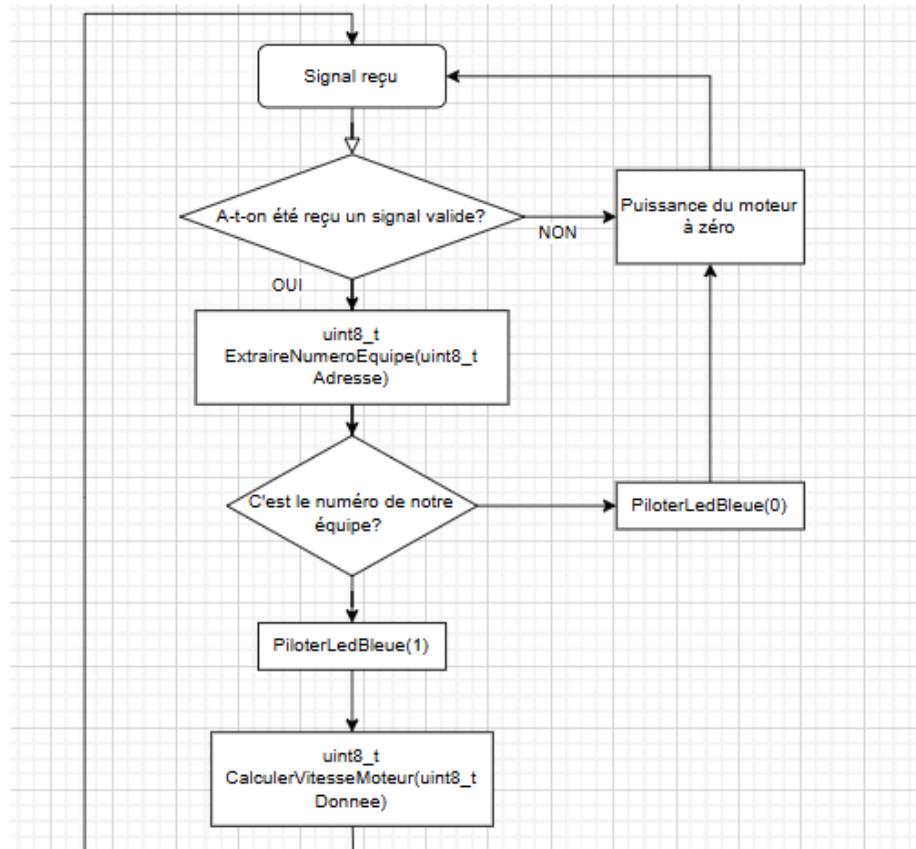


Figure 26.1 : Algorigramme de traitement du récepteur

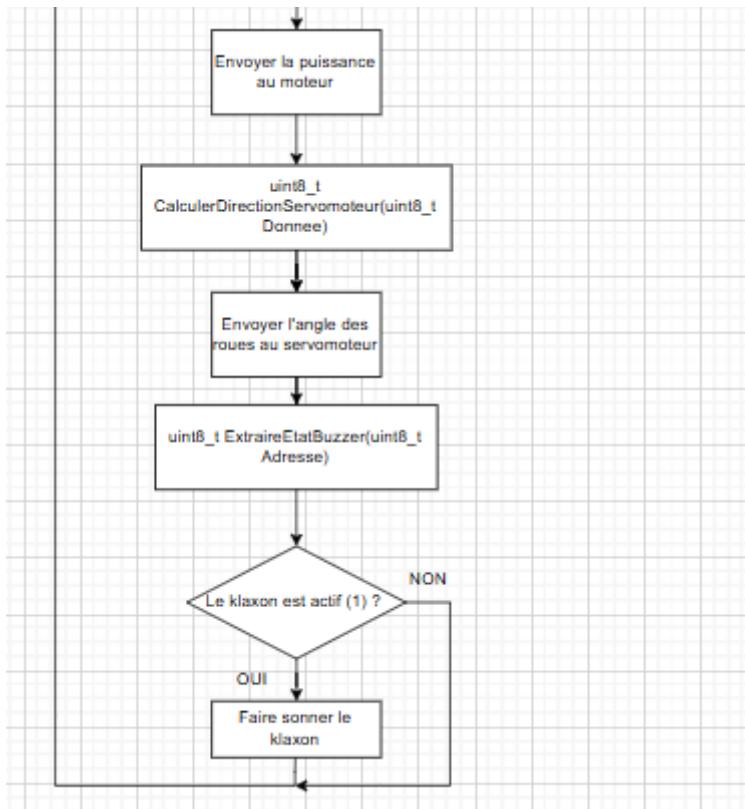


Figure 26.2 : Algorigramme de traitement du récepteur

2.4 Coût - Délai

Référence du paragraphe : CPR_COUT

Rédacteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Relecteur : MOREAU William, MAURIN Elliot

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_COUT

Compétences GEII : C1-10

Après une analyse préliminaire des besoins des composants nécessaires au fonctionnement des cartes émetteurs et récepteurs, des coûts approximatifs ont été établis pour avoir une idée globale du coût du projet.

Coût des composants du **récepteur** (résistances et condensateurs non inclus).

Composant	Quantité	Référence	Prix unitaire HT	Prix TTC
Carte de prototypage	1	AB60 Carte de prototypage	$\frac{7500}{180000} \times 43,05$ $\frac{1}{24} \times 43,05 \approx 1$	2,16 €
Connecteur d'alimentation	1	HE14 MH100	$\frac{2}{36} \times 50$ $\approx 0,03\text{€}$	0,04 €
Buzzer	1	MCKPT-G12103916	0,67€	0,8 €
LED bleue	1	HLMP-CB2A-VW0D D	1,29€	1,55 €
LED verte	1	HLMP-CM3A-Z10D D	1,75€	2,1 €
Connecteur servomoteur	1	HE14 MH100	$\frac{2}{36} \times 50$ $\approx 0,03\text{€}$	0,04 €

Kart À Hélice

Connecteur moteur brushless	1	HE14 MH100	$\frac{3}{36} \times 50$ $\approx 0,04\text{\euro}$	0,05 \euro
CPU	1	ATMEGA328P	2,62\text{\euro}	3,14 \euro
Connecteur téléchargement	1	HE14 MH100	$\frac{4}{36} \times 50$ $\approx 0,06\text{\euro}$	0,07 \euro
Résonateur	1	ZTT16.00MX	0,5\text{\euro}	0,6 \euro
Récepteur infrarouge	1	TSOP4438	1,11\text{\euro}	1,33\text{\euro}

Coût total du récepteur : 11,88 \euro

Voici le coût de l'émetteur :

Composant	Quantité	Référence	Prix HT	Prix TTC
Led Infrarouge	2	TSAL6200	2*0,57\text{\euro} = 1,14\text{\euro}	1,37\text{\euro}
MCU	1	ATMEGA328P	2,62\text{\euro}	3,14\text{\euro}
Led Vert	1	HLMP-CM3A-Z10 DD	1,75\text{\euro}	2,1\text{\euro}
Potentiomètre Linéaire	2	PTA4543-2015DP-B103	2*1,3\text{\euro} = 2,6\text{\euro}	3,12\text{\euro}
Bouton Poussoir	1	MCDTS6-3K	0,14\text{\euro}	0,17\text{\euro}
Regulateur Lineaire	1	LM78L05ACZ	0,39\text{\euro}	0,47\text{\euro}
Connecteur d'alimentation	1	HE14 MH100	$\frac{2}{36} \times 50$ $\approx 0,03\text{\euro}$	0,04\text{\euro}
Interrupteur	1	JS202011CQN	0,38\text{\euro}	0,46\text{\euro}

Coût des composants de la carte de l'émetteur (résistances et condensateurs non inclus)

Coût total de l'émetteur : 10,87\text{\euro}

Kart À Hélice

Composant	Quantité	Référence	Prix HT	Prix TTC
Panneau médium haute densité (HDF)	0,25	3663602839408	4,15	4,98
Tige filetée acier zingué Diall	0,33	3454971107973	0,25	0,3
Écrou indesserrable acier zingué Diall	0,80	3101785023578	1,37	1,644
Tube rond aluminium brut	0,33	3232630604052	0,89	1,068
50 rondelles plates moyennes Diall acier zingué	0,20	3101785023790	0,82	0,984
10 boulons poêlier inox	0,20	3663602741336	0,95	1,14
10 entretoises lisses 10mm en plastique noir	0,40	11541	0,13	0,156
10 entretoises lisses 20mm en plastique noir	0,40	11543	0,23	0,276
10 vis acier	0,40	11521	0,20	0,24
10 vis acier	0,40	11522	0,20	0,24
10 écrous acier	0,80	11523	0,14	0,168
10 rondelles acier	0,80	11524	0,10	0,12
Hobbyking Propeller 6x3 Black	0,17	HCB-06	0,38	0,456

Voici Le coût de toutes les pièces mécaniques : 11,772 €

Référence du paragraphe : CPR_DELAI

Rédacteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Selecteur : MOREAU William, MAURIN Elliot

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_DELAI

Compétences GEII : C1-10

IUT Bordeaux Département GEii	Référence : KAH_DDC_EQ22 Révision : 2 – 15/02/2025	39/80
----------------------------------	---	-------

Le temps alloué pour réaliser le développement du kart à hélice (phase de conception + phase de fabrication + phase de vérification + phase de présentation/démonstration) est de 60h.

Pour la phase de conception préliminaire le délai est respecté.

2.5 Conclusion de la conception préliminaire du produit

Rédacteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Selecteur : MOREAU William, MAURIN Elliot

La conception préliminaire a permis de réaliser une première version du schéma électrique ainsi qu'une pré-disposition mécanique du produit. Chaque exigence a été associée à une solution technique accompagnée de sa justification. Le dimensionnement des composants sera effectué lors de la prochaine phase de conception détaillée. À ce stade, la faisabilité technique du produit est garantie.

3. Conception détaillée du produit

Ce chapitre détaille la conception du produit développé. Il constitue une preuve de la conformité du produit. Chaque paragraphe de cette étude fait donc clairement référence aux exigences client issues du [CDC].

3.1. Mécanique

3.1.1. Mécanique - Émetteur

Référence du paragraphe : CDT_EMTT_ARCHI_MECA

Rédacteur : Pascoal Dias & Alan Longchamps

Relecteur : MASLOVA Vitalia, HEBO Dionísio

Exigences client vérifiées : EXIG_EMTT_DIMENSIONS

Compétences GEII : C1-9

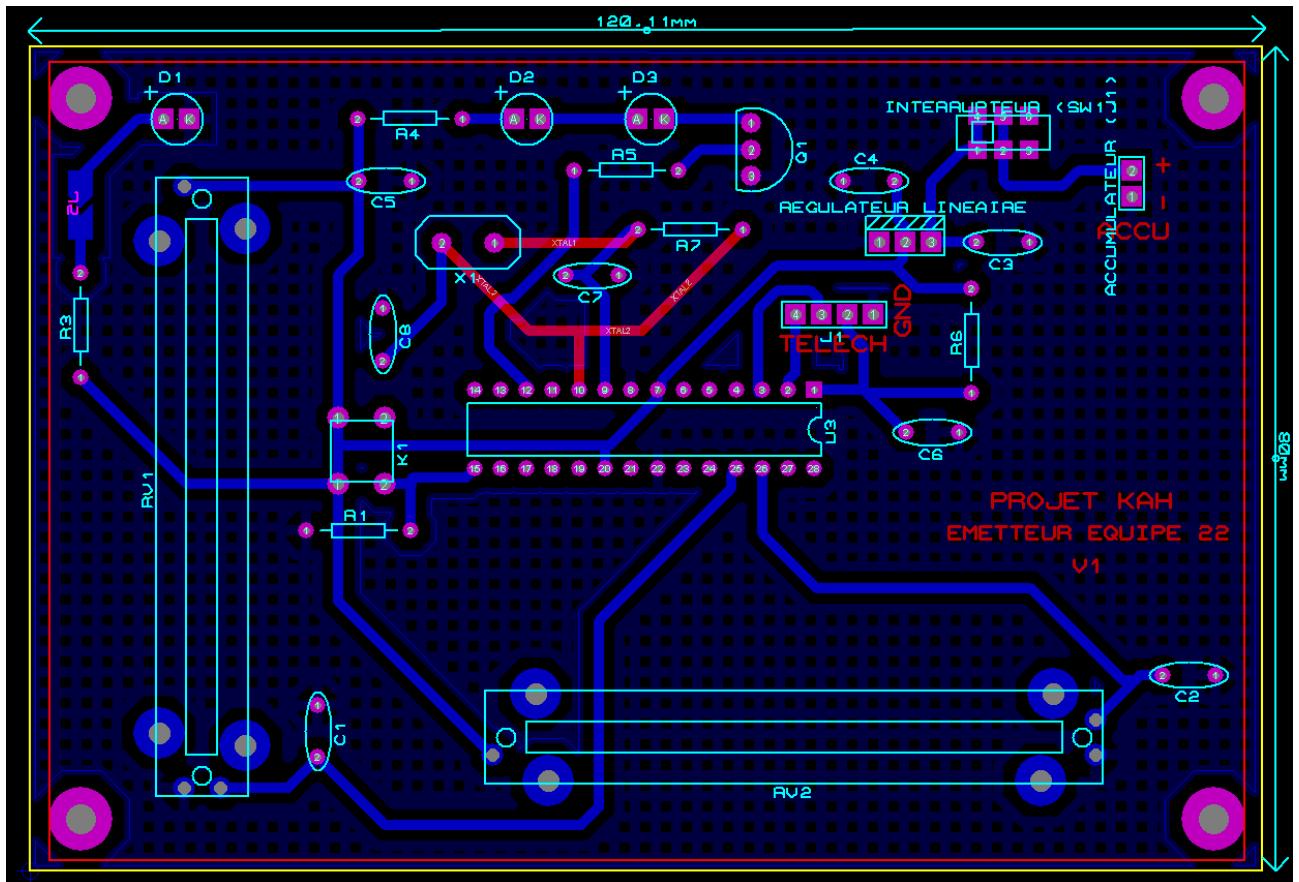


Figure 27 : Plan Détailé Mécanique de L'émetteur

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_CAPTEUR

Rédacteur : MOREAU William, MAURIN Elliot

Selecteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Exigences client vérifiées : EXIG_RCPT_CAPTEUR

Compétences GEII : C1-10, C1-11

En ce qui concerne la partie traitement de l'information, nous devons utiliser un capteur infrarouge. Pour cela, nous avons choisi la référence **TSOP4448**. Nous aurions pu opter pour le **TSOP58438**, mais notre récepteur démodulateur infrarouge est non seulement plus économique, mais il est également mieux adapté à notre projet, car il offre un angle de détection de 360°, ce qui lui permet de capturer les signaux infrarouges sur une zone plus large. En revanche, bien que l'autre modèle offre une portée de détection plus importante, il est limité en termes de zone de couverture pour capturer la lumière.

Référence du paragraphe : CDT_EMTT_LOGO

Rédacteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Selecteur : MOREAU William, MAURIN Elliot

Exigences client vérifiées : EXIG_EMTT_LOGO

Compétences GEII : C1-10

Emplacement logo : Nous allons graver au laser le logo ci-dessous sur le support en bois de la carte électronique. Le logo de l'IUT sera quant à lui placé sur la carte électronique directement.



Figure 28 : Logo de l'équipe

3.1.2. Mécanique - Récepteur

Référence du paragraphe : CDT_RCPT_ARCHI_MECA

Rédacteur : MOREAU William & MAURIN ELLIOT

Relecteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Exigences client vérifiées :

Compétences GEII :

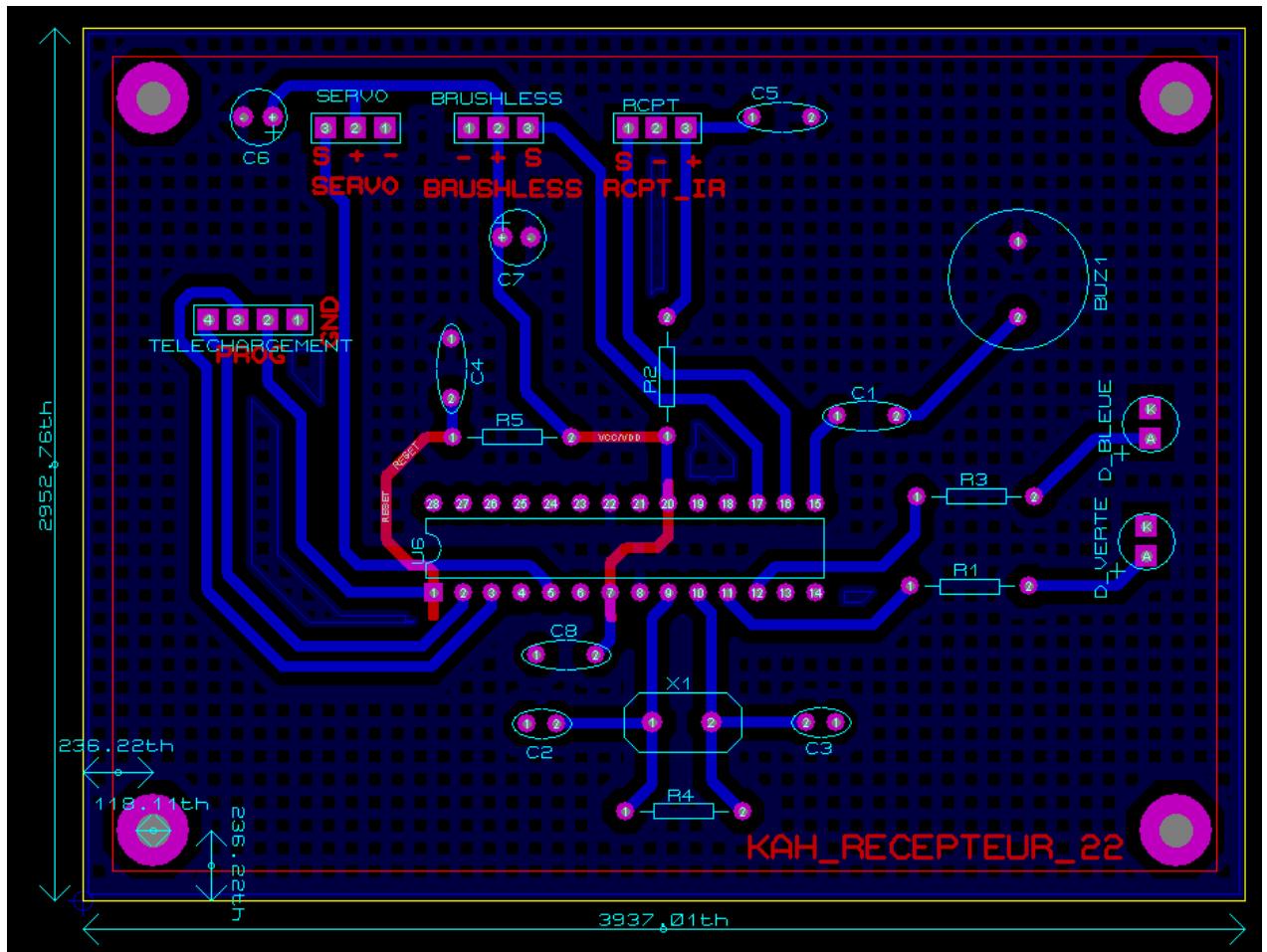


Figure 29 : Plan Détallé Mécanique du récepteur

Référence du paragraphe : CDT_RCPT_DIMENSIONS

Rédacteur : MOREAU William & MAURIN ELLIOT

Relecteur : Maelan BRASSIER, Marius FELICETTI

Exigences client vérifiées : EXIG_RCPT_DIMENSIONS

Compétences GEII : C1-10

Le cahier des charges nous exige une carte ayant comme dimension une longueur de 100 mm, une largeur de 75 mm, 4 trous de 3 mm situés au 4 côté de la carte, et le centre placé à 6 mm des côtés. Ce souhait a été respecté suite à un dimensionnement sur outil logiciel.

Référence du paragraphe : CDT_RCPT_LOGO

Rédacteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Selecteur : MOREAU William, MAURIN Elliot

Exigences client vérifiées : EXIG_RCPT_LOGO

Compétences GEII : C1-10

L'autocollant du logo sera collé sur le carter de la colonne de direction du kart.

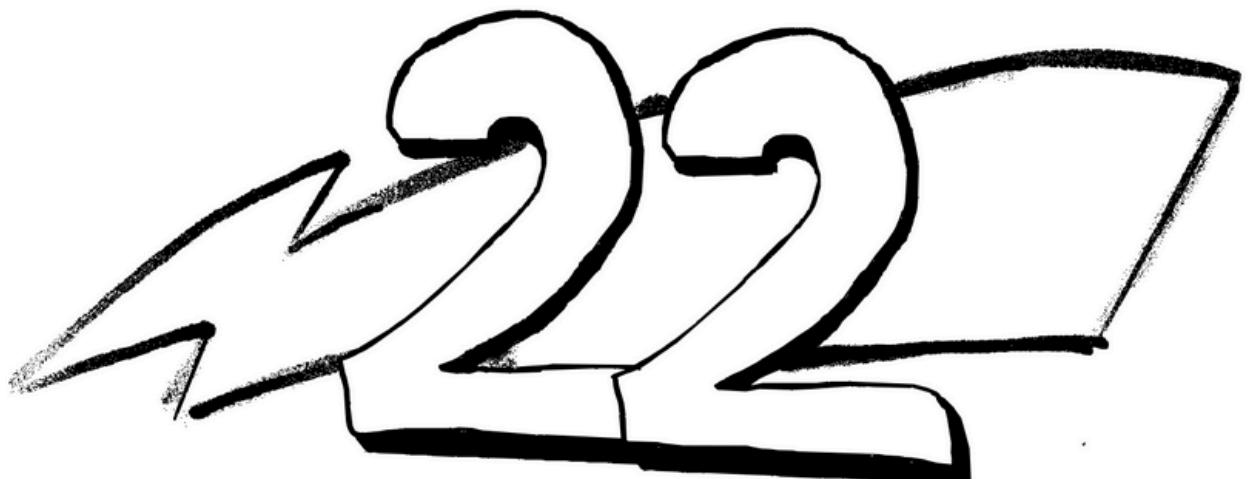


Figure 30 : Logo de l'équipe

3.2. Électronique

3.2.1. Électronique - Émetteur

Référence du paragraphe : CDT_EMTT_IHM

Rédacteur : MASLOVA Vitalia, HEBO Dionísio

Relecteur : DIAS Pascoal, LONGCHAMPS Alan

Exigences client vérifiées : EXIG_EMTT_IHM

Compétences GEII : C1-24, C1-25, C1-26

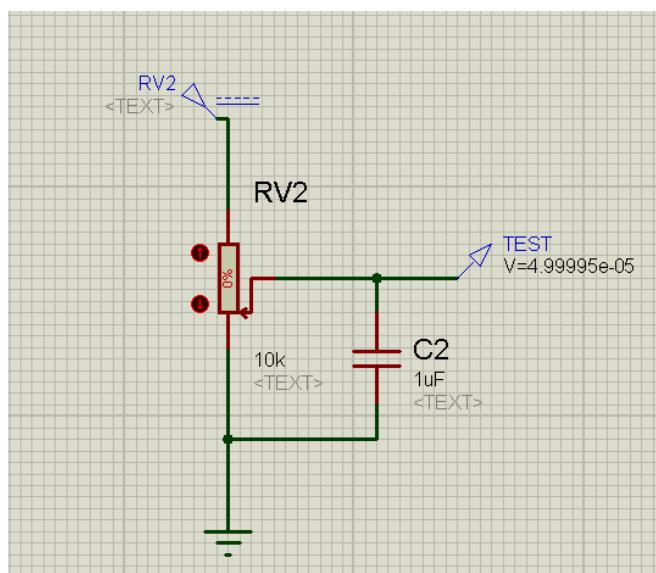


Figure 31 : Schéma des potentiomètres finale

Comme mentionné sur le conception préliminaire, sur le paragraphe CPR_EMTT_IHM, on a pris deux potentiomètres PTA4543-2015DP-B103 : un pour le puissance et un pour la direction des roues. La valeur de potentiomètres est 10 kΩ.

On a calculé les pertes en utilisant la formule de puissance : $P = \frac{U^2}{R}$

$$P = \frac{5^2}{10 \times 10^3} = 0,0025 W = 2,5 mW$$

Pour stabiliser la tension on a besoin d'ajouter le condensateur. Pour choisir la valeur de condensateur on utilise la formule de fréquence de coupure :

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

Comme f_c On prend 10 Hz car nous voulons émettre un signal toutes les 100ms..

$$10 = \frac{1}{2\pi \times 10 \times 10^3 \times C}$$

On trouve que $C = 1.59155 \mu F$. Nous avons normalisé la valeur et décidé de prendre le condensateur de 1μF. Sur le stock on a trouvé le condensateur 489D105X0025A ± 20%.

Kart À Hélice

Nous avons fait la série des simulations pour vérifier le fonctionnement de la solution qu'on a trouvé.

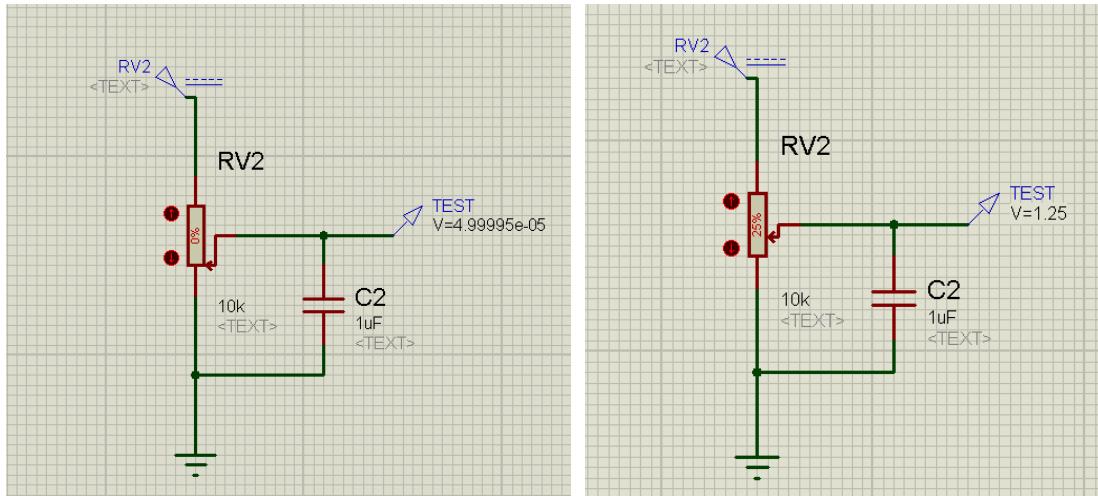


Figure 32 : Les simulations de potentiomètre sur position de 0% et 25%

Quand on met la potentiomètre sur la position de 0%, en résultat nous attendons la tension en sortie qui doit être égale 0V. Pendant la simulation nous avons obtenu une très petite valeur presque zéro.

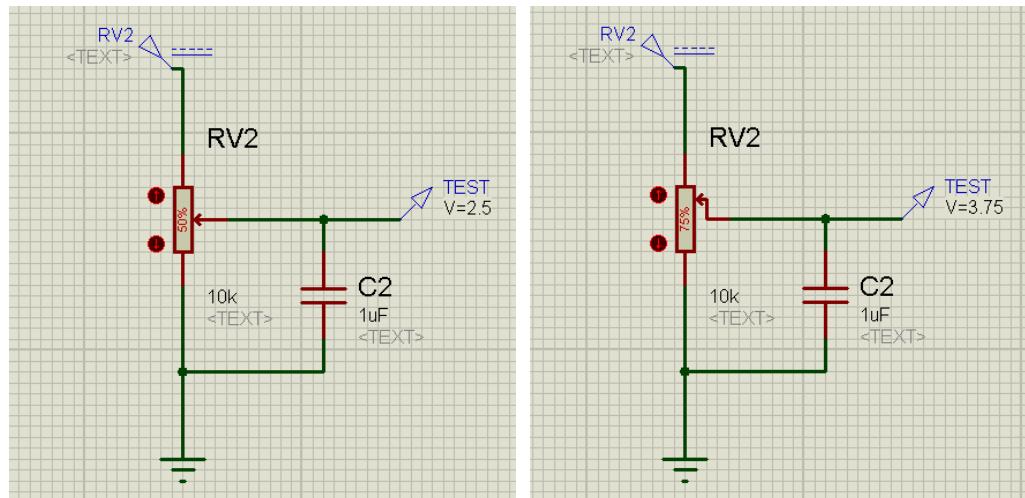


Figure 33 : Les simulations de potentiomètre sur position de 50% et 75%

Quand la position de potentiomètre met sur 50% on veut voir la tension de 2.5V. Cette valeur nous avons obtenu sur simulation.

Kart À Hélice

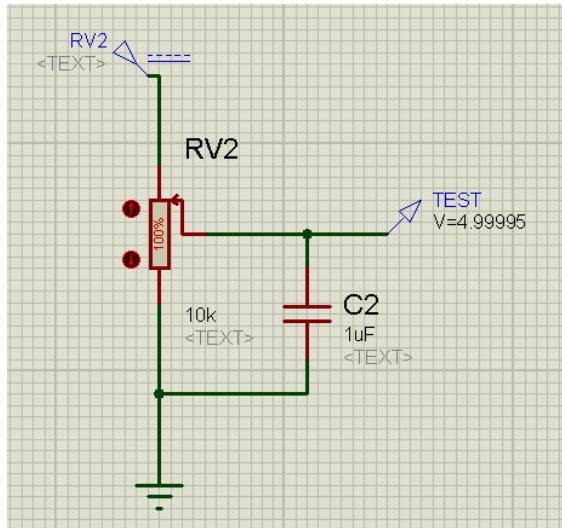


Figure 34 : La simulation de potentiomètre sur position de 100%

Enfin, sur la position de 100% on veut avoir 5V en sortie, la valeur que l'on voit sur simulation.

Référence du paragraphe : CDT_EMTT_KLAXON

Rédacteur : MASLOVA Vitalia, HEBO Dionísio

Selecteur : DIAS Pascoal, LONGCHAMPS Alan

Exigences client vérifiées : EXIG_EMTT_KLAXON

Compétences GEII : C1-24, C1-25

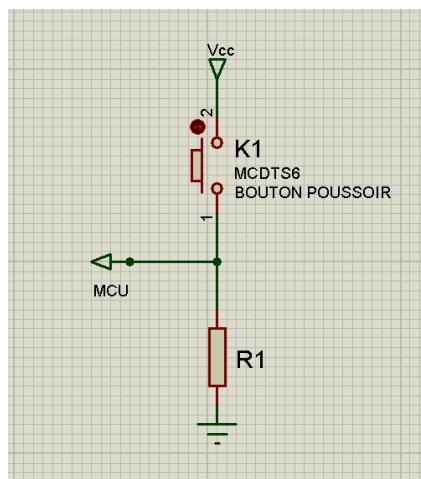


Figure 35 : L'étage de klaxon finale

Sachant qu'on va connecter cet étage à un des pins de l'ATMEGA328P on a dimensionné la résistance à utiliser dans cet étage avec les données retirées de la datasheet du MCU.

Ce microcontrôleur a une tension V_{il} égale à $0,3 \cdot V_{cc}$ et un courant de fuite de I_{il} égale à $1\mu A$. Si la tension dépasse V_{il} le microcontrôleur va lire un “1” logique dans l’entrée, donc on doit se débrouiller pour que la tension produite par le courant de fuite dans la résistance ne soit pas plus élevée que cette valeur :

$$- U_R = I_{il} \cdot R < V_{il}$$

Kart À Hélice

- $R < \frac{V_{IL}}{I_{IL}}$ donc $R < \frac{0,3*5}{1*10^{-6}} = 1,5M\Omega$
- Pour ne pas avoir des interférences avec la main humaine on prendra $R = 100K\Omega$

Avec la valeur trouvée, on a pu faire des simulations. Sachant que quand le bouton n'est pas appuyé on attend une valeur inférieure à V_{il} et quand il est appuyé on attend valeur égale à la tension de référence de l'étage (5V).

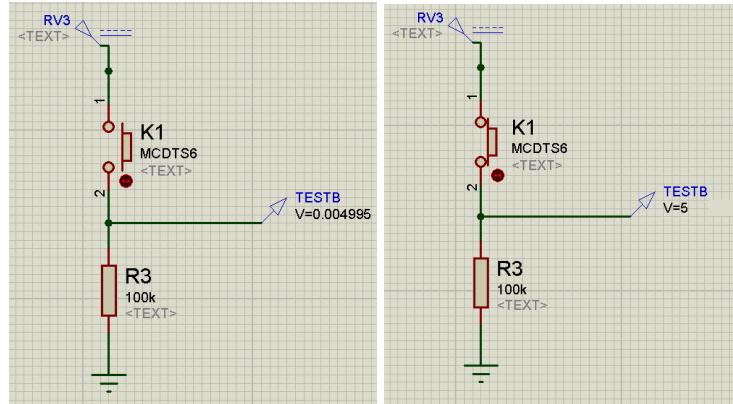
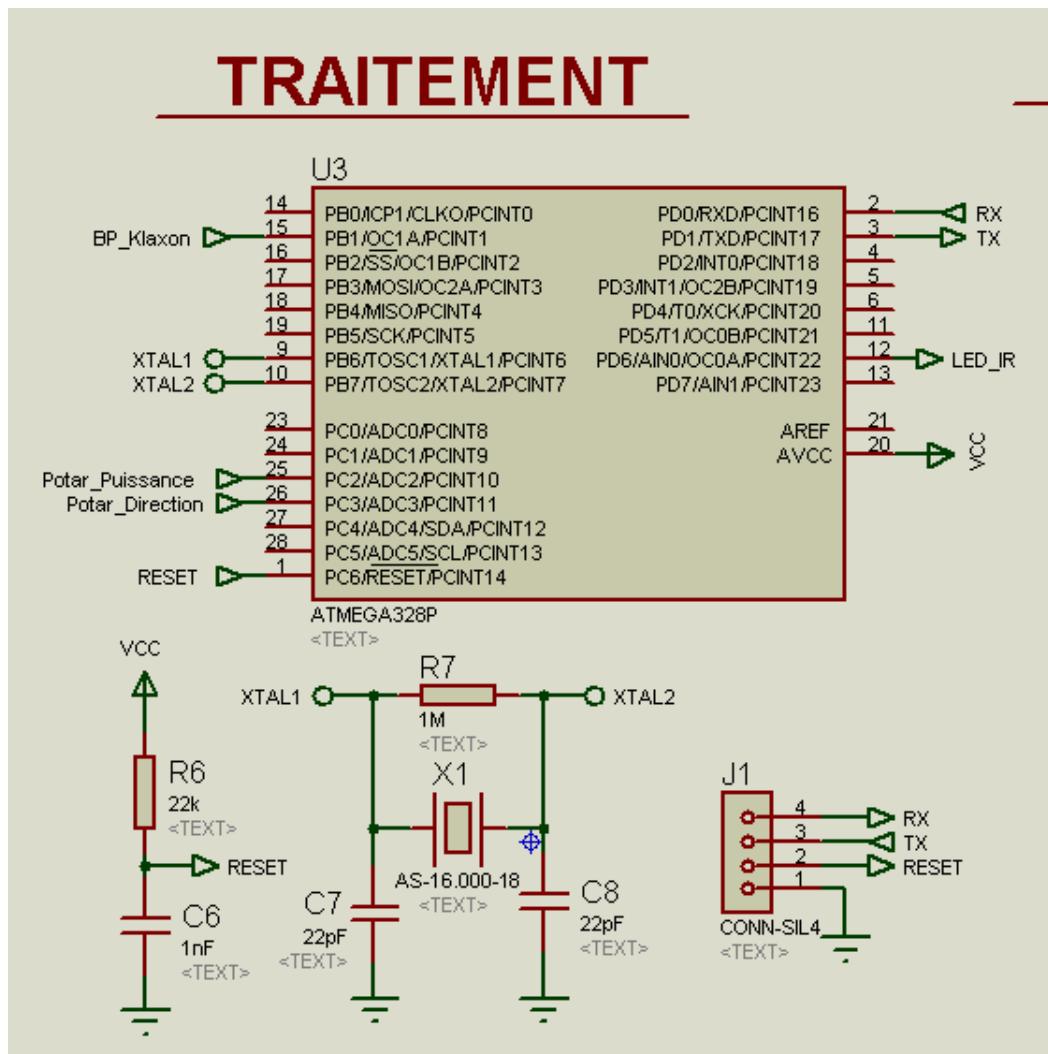


Figure 36 : simulation de l'étage EMTT_KLAXON

On a trouvé les valeurs qu'on attendait, 5v quand le bouton est appuyé et 0v quand le bouton n'est pas appuyé.

Référence du paragraphe : CDT_EMTT_TRAITEMENT**Rédacteur :** DIAS Pascoal, LONGCHAMPS Alan**Selecteur :** MASLOVA Vitaliia, HEBO Dionísio**Exigences client vérifiées :** EXIG_EMTT_TRAITEMENT**Compétences GEII :** C1-24, C1-25**Figure 37 : Schéma détaillé du bloc traitement**

On va utiliser un quartz AS-16.000-18 pour éviter l'horloge interne de l'ATMEGA328P qui est trop lente et pas assez stable.

Le quartz va fonctionner sur une fréquence de 16 MHz à condition que la capacité équivalente vue par le quartz est de 18pF.

Du point de vue du quartz la capacité équivalente est : $(22 // 12)$ série $(22 // 12) = (22 + 12) * (22 + 12) / ((22 + 12) * 2) = 17\text{pF} \approx 18\text{pF}$ donc la fréquence sera bien à 16 MHz avec une erreur négligeable avec une cadence stable.

Kart À Hélice

Une broche du quartz va aller sur la broche 9 et l'autre sur la broche 10.

Nous avons aussi un connecteur de programmation pour convertir la liaison USB en liaison UART. On pourra ainsi télécharger le programme depuis l'ordinateur sur la carte. Parmi les broches de ce connecteur, on a une broche de reset.

La broche 1 du connecteur va aller à la masse, la 2 (RESET), 3 (TX) et 4 (RX) du connecteur vont aller respectivement à la 1, 3 et 2 du microcontrôleur.

Pour fabriquer une tension de reset (RESET), nous allons créer un pont diviseur de tension entre une résistance et un condensateur. Dans la datasheet de l'ATMEGA328P, il est dit que la tension de reset est de 0,2 Vcc, pendant 2,5 μ s pour obtenir un 1 logique sur la broche 1 du microcontrôleur. En effet la logique est inversée donc le 0 sera interprété comme 1 sur la carte.

Nous allons déterminer la valeur de la résistance du reset donc on va commencer par prendre une valeur choisie arbitrairement pour le condensateur : 1nF.

On a donc la relation suivante : $V_c < V_{c\inf} - V_{c\inf} e^{-t/R*C}$ avec $t > 2,5\mu s \Leftrightarrow R > \frac{-t}{\ln(\frac{V_{c\inf}-V_c}{V_{c\inf}}) \times C}$

AN : $R > \frac{-2,5 \cdot 10^{-6}}{\ln(\frac{5-1}{5}) \times 1,10^{-9}} \Leftrightarrow R > 11,2 \text{ k}\Omega$

On normalise R à 22k Ω série E48 car ce sont les seules précisions disponibles en stock pour cette valeur.

Donc V_c au bout de 2,5 μ s vaut $5 - 5e^{-2,5E-6/22E3*1E-9}$ soit 0,54V, ce qui reste encore inférieur à 1V donc le 0 logique sera bien interprété.

La tension de reset fabriquée va aller à la broche 2 du connecteur de programmation.

Référence du paragraphe : CDT_EMTT_PUISSANCE

Rédacteur : MASLOVA Vitaliia, HEBO Dionísio

Selecteur : DIAS Pascoal, LONGCHAMPS Alan

Exigences client vérifiées : EXIG_EMTT_PUISSANCE

Compétences GEII : C1-24, C1-25, C1-26

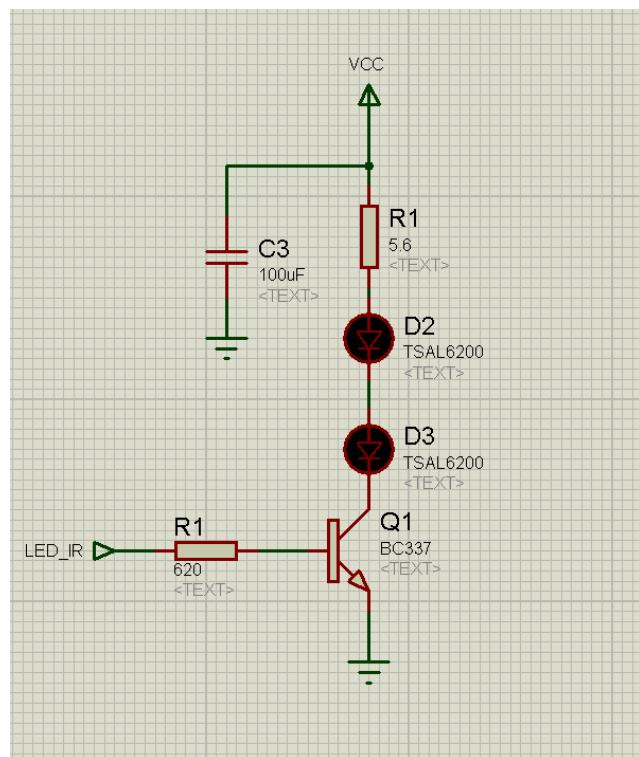


Figure 38 : Schéma d'étage de puissance final

Sur la base des conclusions du conception préliminaire, nous avons un courant $I_f = 200 \text{ mA}$. Pour ce courant la diode infrarouge besoin d'une tension $V_f = 1.4V$.

A la place de transistor on prend le transistor BC337, quand il convient mieux à nos exigences et coûte moins cher.

A l'aide de data sheets on trouve les valeurs suivant :

$$I_c = 200 \text{ mA}$$

$$V_{oh} = 4,2 \text{ V}$$

$$V_f = 1,45 \text{ V} \text{ (de LED infrarouge)}$$

$$V_{ce(sat)} = 0,7 \text{ V} \text{ (de transistor BC337)}$$

Kart À Hélice

$V_{be(sat)} = 1,2 \text{ V}$ (de transistor BC337)

Bêta ou h_{FE} : $h_{FE} = 60$

$V_{CC} = 5 \text{ V}$

On calcule la valeur de la résistance R_2 :

$$R_2 = \frac{V_{CC} - 2*V_f - V_{CE}}{I_c} = \frac{5 - 2*1,45 - 0,7}{200*10^{-3}} = 7\Omega$$

Nous avons normalisé la valeur et on va prendre la résistance de série E12 +/-10% de $5,6\Omega$.

On refait le calcul dans l'autre sens pour trouver quelle sera la nouvelle valeur du courant :

$$I_c = \frac{V_{CC} - 2*V_f - V_{CE}}{R_2} = \frac{5 - 2*1,45 - 0,7}{5,6} = 250 \text{ mA}$$

Pour trouver la valeur de R_1 on veut utiliser cette formule :

$$R_1 = \frac{V_{oh} - V_{be}}{I_b}$$

Mais on a la relation suivante : $I_b > I_c > \frac{I_c}{beta} \Rightarrow I_b > \frac{0.25}{60} > 4.2 \text{ mA}$

Donc on fait calculs:

$$R_1 < \frac{\beta(V_{oh} - V_{be})}{I_c} = \frac{60*(4,2 - 1,2)}{0.25} < 720\Omega$$

On normalise la résistance et on va prendre la résistance de série E24 +/-5% de 620Ω .

On fait le calcul dans le sens inverse pour trouver la nouvelle valeur du courant :

$$I_b = \frac{4.2 - 1.2}{620} = 4.8 \text{ mA}$$

Enfin on a besoin de connecter le condensateur pour stocker le courant.

On a les valeurs suivantes :

$$V_{CC} = 5 \text{ V}, dU_c = 0,01 \times V_{CC}, dt = 8,77 \mu\text{s}, I_c = 250 \text{ mA}$$

A la base de la formule $i_c = C \frac{dU_c}{dt}$ on calcule la minimum valeur de condensateur

$$C = \frac{I_c * dt}{0,01 * V_{CC}} = \frac{250 * 10^{-3} * 8,77 * 10^{-6}}{0,01 * 5} = 43,9 \mu\text{F}$$

Donc on a décidé de prendre un condensateur de $100\mu\text{F}$.

Kart À Hélice

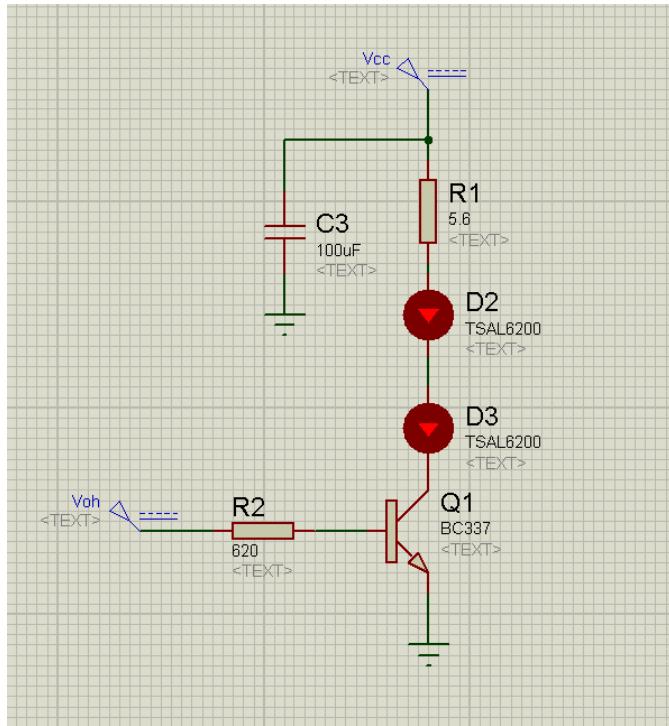


Figure 39 : Simulation d'étage de puissance, $V_{cc} = 5V$ et $V_{oh} = 4,2 V$

Pour répondre aux exigences on a fait la simulation d'étage. On a mis l'alimentation $V_{oh} = 4,2V$ et $V_{cc} = 5V$ et on attendait l'allumage de LEDs infrarouge. Comme on peut voir sur la figure 37, la simulation a réussi.

Référence du paragraphe : CDT_EMTT_INDICATEUR

Rédacteur : MASLOVA Vitalia, HEBO Dionísio

Relecteur : DIAS Pascoal, LONGCHAMPS Alan

Exigences client vérifiées : EXIG_EMTT_INDICATEUR

Compétences GEII : C1-24, C1-25

L'étage de la led verte a une tension de référence de 5V.

Pour un courant de 20mA, cette led présente une intensité lumineuse maximale de 21000 mcd et une intensité lumineuse minimale de 12000 mcd, donc on va considérer la moyenne entre ces deux valeurs qui est 16500 mcd pour les calculs.

Le courant et l'intensité lumineuse sont proportionnels et ils définissent une droite qui passe par zéro. Donc nous pouvons utiliser une règle de trois simples pour calculer le courant nécessaire pour avoir 50 mcd et on arrive à l'expression suivante :

$$I = \frac{50 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 10^{-3}}{16500 \cdot 10^{-3}} = 0,061mA \text{ pour } 50 \text{ mcd}$$

Et pour ce courant la led crée une tension $V_f = 2,6V$

IUT Bordeaux Département GEii	Référence : KAH_DDC_EQ22 Révision : 2 – 15/02/2025	53/80
----------------------------------	---	-------

Kart À Hélice

$$\text{Donc la résistance } R = \frac{V_{cc} - V_f}{I} = \frac{5 - 2,6}{0,061 \cdot 10^{-3}} = 39344\Omega$$

On prendra $R = 39 \text{ k}\Omega$ de série E24

Cette résistance nous servira pour limiter le courant qui arrive dans la led.

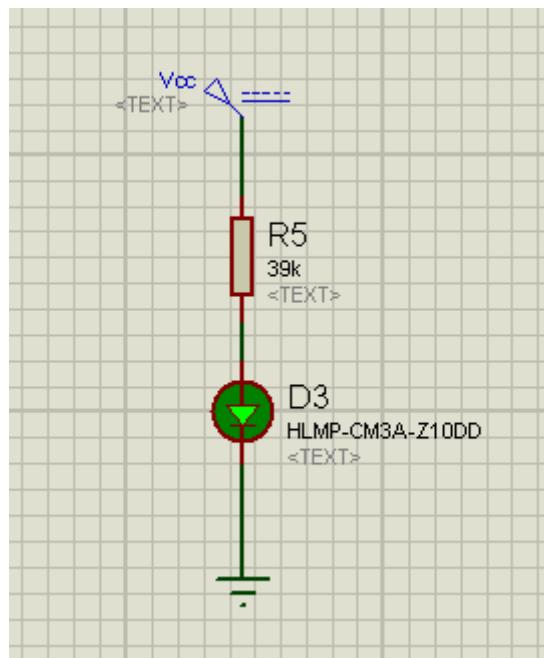


Figure 40 : Simulation d'étage d'indicateur , $V_{cc} = 5V$

Après avoir fait les calculs on a pu actualiser les valeurs dans l'étage et faire une simulation.
Simulation a réussi.

Référence du paragraphe : CDT_EMTT_REPEATITIVITE

Rédacteur : DIAS Pascoal & LONGCHAMPS Alan

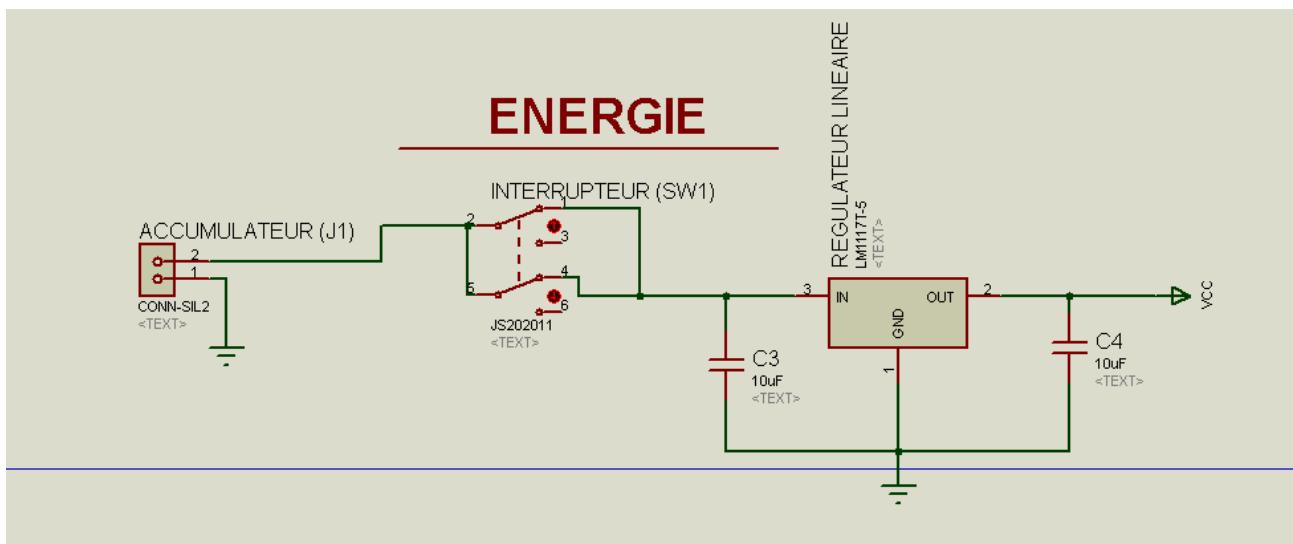
Selecteur : MASLOVA Vitalia & HEBO Dionísio

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_EMTT_REPEATITIVITE

Compétences GEII : C1-10, C1-11

```
Vitesse = AcquerirPotVitesse();
Direction = AcquerirPotDirection();
Klaxon = AcquerirBoutonPoussoir();
DonneeNEC = CalculerDonneeNEC(Vitesse, Direction);
AdresseNEC = CalculerAdresseNEC(Klaxon);
if(Vitesse != Vitessee && Direction != Directionn && Klaxon != Klaxonn) {
    GénérerTrameNEC(LEDInfrarouge_Pin, AdresseNEC, DonnéeNEC);
    Vitessee = Vitesse;
    Directionn = Direction;
    Klaxonn = Klaxon;
} else {
    delay(225);
    GénérerTrameNEC(LEDInfrarouge_Pin, AdresseNEC, DonnéeNEC);
}
```

Sachant qu'une trame du protocole NEC dure 108ms, grâce à un delay de 225 ms placé dans le cas où la vitesse, la direction et l'état du klaxon sont les mêmes que les états précédents, on constatera un délai total de 333 ms +/- 10% comme réclamé en exigence.

Référence du paragraphe : CDT_EMTT_ENERGIE**Rédacteur :** DIAS Pascoal, LONGCHAMPS Alan**Selecteur :** MASLOVA Vitaliia, HEBO Dionísio**Exigences client vérifiées :** EXIG_EMTT_ENERGIE**Compétences GEII :** C1-10, C1-11**Figure 41 : Bloc énergie détaillé**

Les composants qui composent le bloc énergie sont les suivants:

1. Regulateur linéaire LM78L05ACZ ⇒ [LM78L05ACZ.pdf](#)
2. Jumper HE14 MH100 ⇒ [HE14 MH100 sécable.pdf](#)
3. Interrupteur JS202011CQN ⇒ [JS202011CQN.pdf](#)

Dans la famille de régulateur linéaire qu'on a choisi, on va prendre LM78L05ACZ qui nous permettra d'avoir 5V en sortie. Sur la datasheet de ce composant, il nous dit qu'il faut utiliser deux condensateurs de 10µF en entrée et en sortie pour que le régulateur fonctionne bien.

Le régulateur linéaire que nous avons choisi pour nous permettre d'avoir en sortie 5 V, avec une tolérance de ±5%. Comme le courant de sortie max du régulateur linéaire c'est de 100mA, il faut que tous les composants peuvent supporter cette valeur, voici le calcul détaillé:

Consommation électrique moyenne des LEDs Infrarouge

⇒ En se basant sur le protocole NEC, nous avons identifié que les LEDs Infrarouge vont avoir 1/9 du courant total, donc:

$$\frac{1}{9} * 200mA = 22mA$$

Donc, comme nous avons deux LEDs Infrarouge,

$$22mA * 2 = 44 mA$$

Consommation électrique moyenne du MCU

En lisant le datasheet de l'ATMEGA 328P, on trouve que le courant max est de 9,5mA

Consommation électrique du Potentiomètre

Nous avons choisi deux potentiomètres rectilignes, chacun peut avoir un courant max de 1mA. De cette façon, sur le potentiomètre on va avoir $1mA * 2$ et donc 2mA.

Maintenant, il faut vérifier que l'interrupteur et le jumper supportent le courant qui vient du régulateur linéaire

Consommation électrique du l'Interrupteur

Max de courant 0.3A, donc vu que le courant max en sortie sur le régulateur linéaire c'est de 100mA, l'interrupteur n'aura aucun souci pour fonctionner.

Consommation électrique du Jumper (Optionnel)

Le jumper peut supporter 3A de courant max en sortie, donc ça ne va pas causer de problème.

Une fois que nous avons la consommation électrique de chaque composant, il nous suffit de les sommer et après calculer l'énergie totale sur l'émetteur pour pouvoir choisir le bon accumulateur sur le stock de SAE.

Nom du Composant	Référence	Courant Consommé (mA)
LEDs Infrarouge	TSAL6200	44
MCU	ATMEGA328P	9.5
Potentiomètres	PTA4543-2015DP-B103	2

Courant total consommé : 55,5mA

En prenant l'équation $E(mAh) = I(mA) * t(h)$, on peut calculer l'énergie total consommé par l'émetteur

$$E = 55,5mA * 1h$$

$$E = 55,5 mAh$$

Commentaires sur l'exigence : L'accumulateur Lithium-Polymère est considéré comme étant déchargé lorsque l'énergie qui y est stockée est inférieure à 20 % de sa capacité maximale.

On va donc choisir un accumulateur avec **350mAh** qui permettra l'émetteur de fonctionner 6h (5h si on considère comme étant décharge lorsque l'énergie qui y est stockée est inférieure à 20%)

Référence du paragraphe : CDT_EMTT_INTERRUPTEUR

Rédacteur : Dias Pascoal & Alan Longchamps

Selecteur : MASLOVA Vitalia & HEBO Dionísio

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_EMTT_INTERRUPTEUR

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Rien à ajouter

Référence du paragraphe : CDT_EMTT_SCHEMA

Rédacteur : Dias Pascoal & Alan Longchamps

Selecteur : MASLOVA Vitalia & HEBO Dionísio

Exigences client vérifiées : EXIG_EMTT_ENERGIE, EXIG_EMTT_INTERRUPTEUR, et EXIG_EMTT_TRAITEMENT

Compétences GEII : C1-10, C1-11

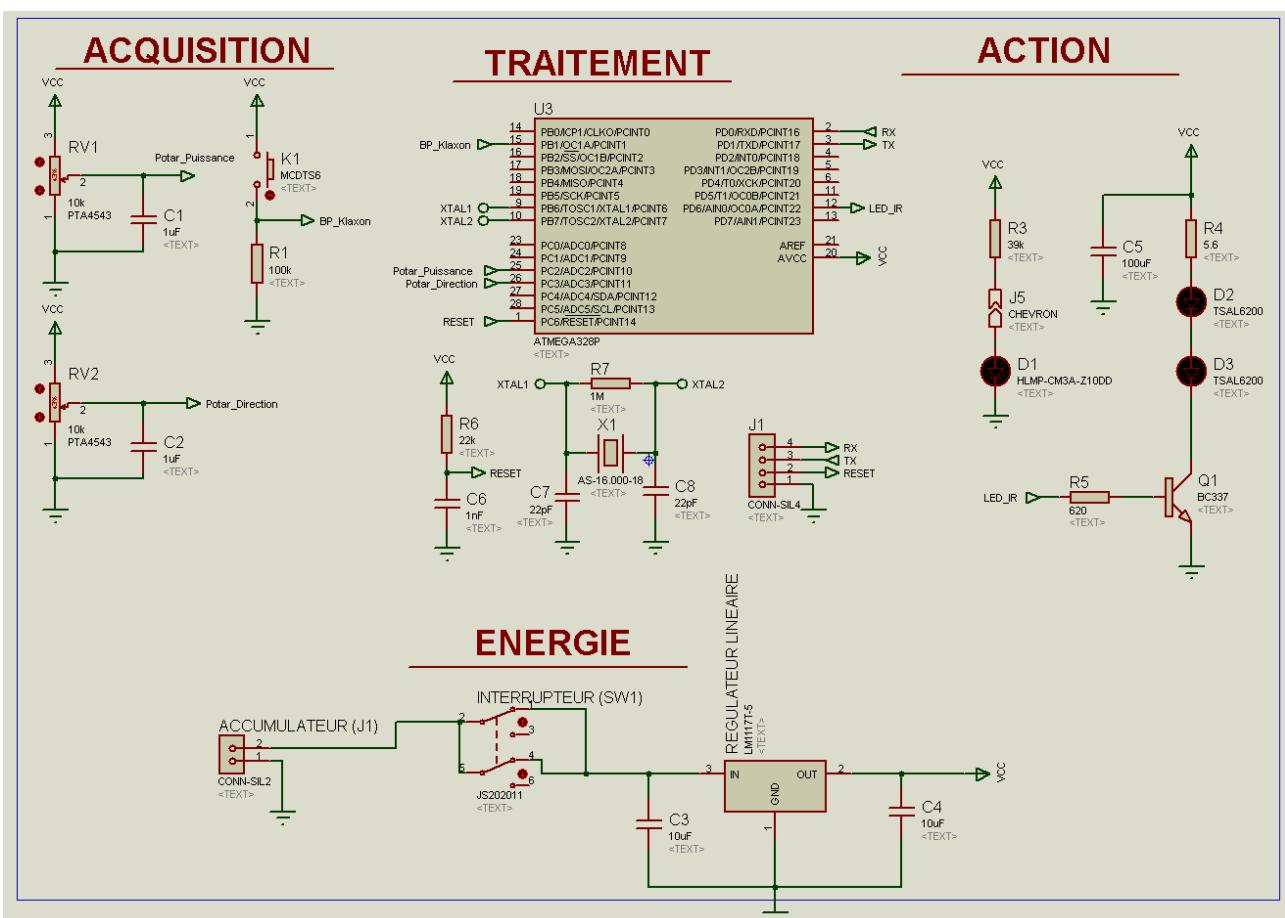


Figure 42 : Schéma électrique détaillé de l'émetteur

3.2.2. Électronique - Récepteur

Référence de conception : **CDT_RCPT_ARCHI_ELEC**

Référence du paragraphe : **CDT_RCPT_ARCHI_ELEC**

Rédacteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Selecteur : MAURIN Elliot, MOREAU William

Exigences client vérifiées : sans objet

Compétences GEII : C1-3, C1-9, C1-11

Nous avons ici complété grâce au bloc **CPR_RCPT_ARCHI_ELEC** de la conception préliminaire, le diagramme d'architecture du récepteur, nous y avons ajouté les références des appareils que nous utiliserons lors de la phase de fabrication et nous y avons apporté quelques modifications suite à des changement au cours de la phase de conception détaillé. Notamment sur la partie énergie :

- Le régulateur est intégré au driver du moteur brushles (*voir paragraphe CDT_RCPT_ENERGIE*)
- L'interrupteur qui a été remplacé par un bouton poussoir classique rond

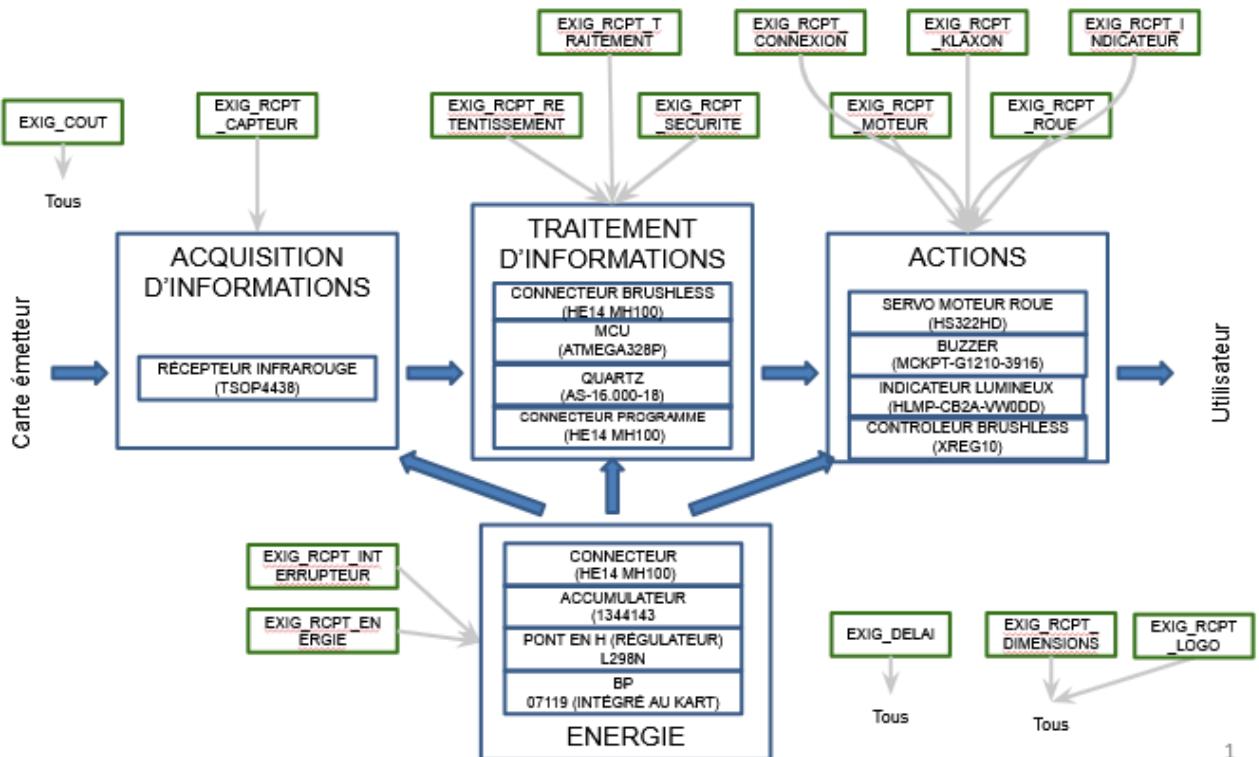


Figure 42 : diagramme d'architecture du récepteur

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_CAPTEUR

Rédacteur : MOREAU William, MAURIN Elliot

Selecteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Exigences client vérifiées : EXIG_RCPT_CAPTEUR

Compétences GEII : C1-10, C1-11

En ce qui concerne la partie traitement de l'information, nous devons utiliser un capteur infrarouge. Pour cela, nous avons choisi la référence **TSOP4448**. Nous aurions pu opter pour le **TSOP58438**, mais notre récepteur démodulateur infrarouge est non seulement plus économique, mais il est également mieux adapté à notre projet, car il offre un angle de détection de 360°, ce qui lui permet de capturer les signaux infrarouges sur une zone plus large. En revanche, bien que l'autre modèle offre une portée de détection plus importante, il est limité en termes de zone de couverture pour capturer la lumière.

Référence de conception : CDT_RCPT_TRAITEMENT

Référence du paragraphe : CDT_RCPT_TRAITEMENT

Rédacteur : Maëlan Brassier & Marius Felicetti

Selecteur : MAURIN Elliot, MOREAU William

Exigences client vérifiées : EXIG_RCPT_TRAITEMENT

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Nous avons choisi l'ATMEGA328P, de par sa polyvalence et sa capacité à effectuer les tâches exigées dans le cahier des charges.

L'ATMEGA fonctionne sur 8 bits contrairement au ATSAMD21 qui fonctionne sur 32 bits. Sachant que nous avons des entiers à manipuler, les deux conviennent.

L'ATMEGA fonctionne en 20MHz contrairement au ATSAMD21 qui fonctionne en 48MHz. Sachant que la fréquence maximum que nous aurons à manipuler est celle du protocole NEC, 38 KHz, Les deux conviennent.

Nous pouvons donc en conclure, que les deux microcontrôleurs conviennent pour ce projet. Pour des raisons de coût et de praticité, nous avons choisi l'ATMEGA328P : étant donné que les deux MCU conviennent nous choisissons le moins puissant et donc par conséquent, le moins cher, enfin nous avons déjà rencontré auparavant l'ATMEGA328P dans notre cours d'informatique avec la carte arduino.

Référence de conception : CDT_RCPT_SECURITE1

Rédacteur : Maëlan Brassier & Marius Felicetti

Selecteur : MAURIN Elliot, MOREAU William

Exigences client vérifiées : EXIG_RCPT_SECURITE

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Nous avons prévu une sécurité comme le demande le cahier des charges : si aucun signal n'est reçu ou si la réception est invalide, la puissance du moteur est fixée à zéro, le moteur ne sera actif dès lors qu'un signal valide sera reçu. (voir paragraphe **CDT_RCPT_ARCHI_INFO**)

Référence de conception : CDT_RCPT_RETENTISSEMENT

Référence du paragraphe : EXIG_RCPT_RETENTISSEMENT

Rédacteur : MAURIN Elliot, MOREAU William

Selecteur : Maëlan Brassier & Marius Felicetti

Exigences client vérifiées : EXIG_RCPT_RETENTISSEMENT

Compétences GEII : Sigle de la ou des compétences

Pour l'exigence retentissement rien n'a changé par rapport à la phase préliminaire, nous avons juste programmé le décodage de la trame venant de l'émetteur pour le mettre en lien avec le microcontrôleur qui pilotera le buzzer, pour avoir plus d'informations, il faut aller voir la partie informatique du récepteur (figure 50, figure 55).

Référence du paragraphe : CDT_RCPT_MOTEUR

Rédacteur : MOREAU William, MAURIN Elliot

Selecteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Exigences client vérifiées : EXIG_RCPT_MOTEUR

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Pour cette exigence nous avons récupéré la valeur du courant max du moteur à courant continu et nous avons pris la tension de l'accumulateur que nous avons sélectionner

Tension Accumulateur : 7.4 V

Courant Max = 5A

Calcul de la Puissance

$$P = U * I$$

$$P = 7.4 * 5 = 37W$$

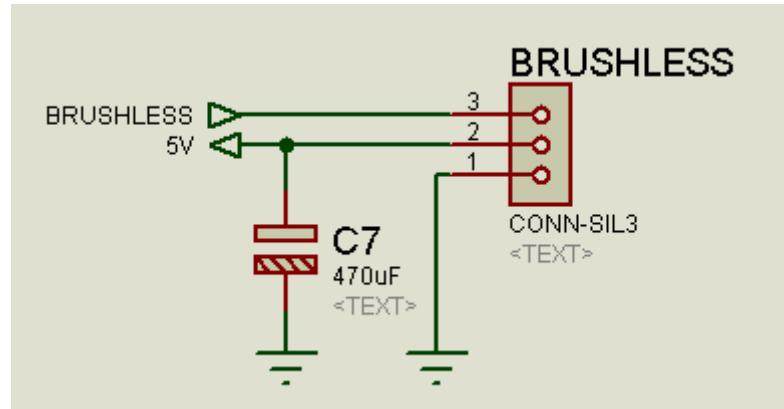


Figure 42 : Schéma de la connexion avec la partie moteur

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_ROUE

Rédacteur : MOREAU William, MAURIN Elliot

Selecteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Exigences client vérifiées : EXIG_RCPT_ROUE

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Nous avons un débattement au niveau des roues de 30°

Référence de conception : CDT_RCPT_INDICATEUR

Référence du paragraphe : **CDT_RCPT_INDICATEUR**

Rédacteur : MOREAU William, MAURIN Elliot

Selecteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Exigences client vérifiées : EXIG_RCPT_INDICATEUR

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Pour cette exigence nous avons donc dimensionné une résistance pour adapter le courant électrique en fonction des caractéristiques de la led bleue :

Sur la datasheet on trouve que la led a une luminosité de 5700 mcd Pour 20 mA

Nous voulons 50 mcd

Calcul du courant pour 50 mcd :

$$\text{Courant pour } 50 \text{ mcd} = \frac{50 * 20}{5700} = 0.350mA$$

Calcule de la résistance :

$$\text{Résistance} = \frac{5 - 2.7 - 0.8}{0.350 * 10^{-3}} = 4285 \text{ ohm}$$

Résistance = 4 285 ohm

IUT Bordeaux Département GEii	Référence : KAH_DDC_EQ22 Révision : 2 – 15/02/2025	63/80
----------------------------------	---	-------

Résistance normalisé = 4 300 ohm série E24

Nous avons choisi la série E24 pour bien respecter l'exigence des +/- 20%
nous avons le droit à une erreur de 3 428 ohm à 5 350 ohm

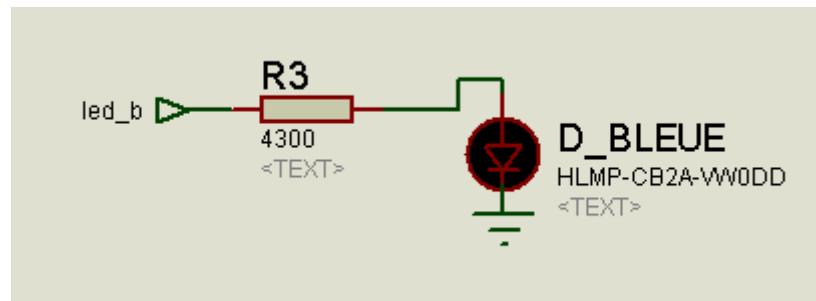


Figure 43 : Schéma LED bleue

Référence du paragraphe : CDT_RCPT_CONNEXION

Rédacteur : MOREAU William, MAURIN Elliot

Selecteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Exigences client vérifiées : EXIG_RCPT_CONNEXION

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Calcul du courant pour une luminosité de 50 mcd

Nous avons la relation suivante pour le calcul du courant :

$$\text{Courant pour } 50 \text{ mcd} = \frac{50 \text{ mcd} \times 20 \text{ mA}}{16500 \text{ mcd}} = 0.0606 \text{ mA}$$

Calcul de la résistance

À partir du calcul du courant nécessaire pour une luminosité de 50 mcd, nous pouvons calculer la résistance à utiliser :

$$\text{Résistance} = \frac{5 - 2.6 - 0.8}{0.0606 \times 10^{-3}} = 26\,402 \text{ ohms}$$

Résistance normalisée

La résistance normalisée la plus proche de 26 402 ohms dans la série E24 est de **27 000 ohms**. Cette résistance permet de s'assurer que le courant sera adapté à la LED verte, en respectant une tolérance de +/- 20%.

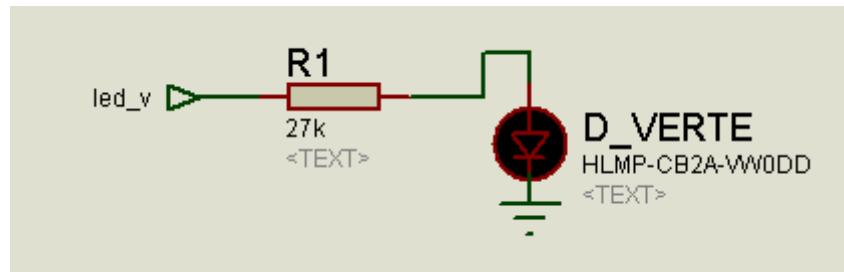


Figure 44 : Schéma LED verte

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_KLAXON**Rédacteur :** MOREAU William, MAURIN Elliot**Selecteur :** BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius**Exigences client vérifiées : EXIG_RCPT_KLAXON****Compétences GEII :** C1-10, C1-11

on trouve que la fréquence de résonance minimal du buzzer (MCKPT-G1210-3916) est de 4000hz dans la datasheet donc nous avons sélectionné ce buzzer car il peut bien répondre à l'exigence de 4000hz +/- 100hz

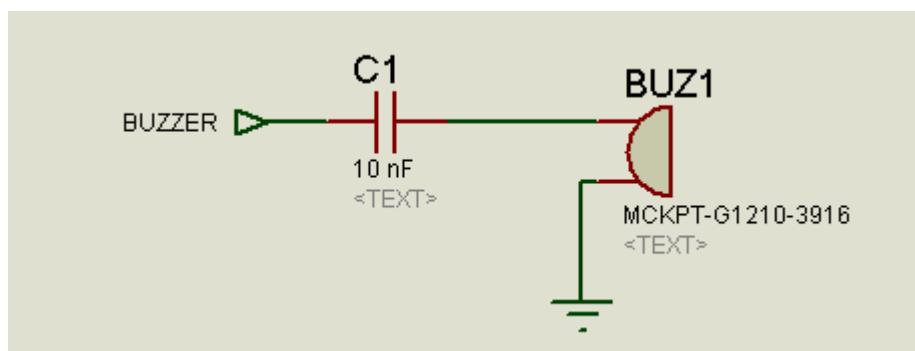
Pour que le buzzer fonctionne correctement il faut mettre un condensateur en série avec celui-ci nous avons donc dimensionner ce condensateur.

Un buzzer fonctionne par principe comme une résistance alors pour un buzzer qui vibre à 4 khz est équivalent à une résistance de 6000 ohm avec un courant le traversant de 2mA

Dimensionnement du condensateur :

$$C = \frac{1}{2\pi*f*R} = \frac{1}{2\pi*4000*6000} = 6.6nF$$

Valeur normalisée 10nF Série e3



Référence de conception : CDT_RCPT_ENERGIE

Rédacteur : BRASSIER Maëlan & Felicetti Marius

Selecteur : MOREAU William, MAURIN Elliot

Exigences client vérifiées : EXIG_RCPT_ENERGIE

Compétences GEII :

Nous avons dimensionné notre accumulateur, bien qu'il ne soit pas présent sur la carte électronique, l'accumulateur va permettre de respecter l'exigence "EXIG_RCPT_ENERGIE" qui nous impose un accumulateur d'énergie électrique de type Lithium-Polymère 2S, assurant un bon fonctionnement pendant au moins 15 minutes. Voici les calculs du dimensionnement de l'accumulateur :

Nous considérons que le moteur consomme 2.5 A car il nous est précisé que l'utilisation est 15min minimum à mi-puissance (CDC)

Nous calculons donc notre courant total :

$$I_{total} = I_{buzzer} + I_{led\ bleu} + I_{led\ verte} + I_{CPU} + I_{Rcpt\ infrarouge} + I_{servomoteur\ Moteur\ brushless}$$
$$\Leftrightarrow 2+30+30+0,2+0,7+170+2500 = 2.732A$$

Puis notre puissance totale :

$$P_{totale} = 5 * 2,732 = 13,66 \text{ W}$$

$$C = \frac{P_{total} * t}{V} = \frac{13,66 * 0,25}{5} = 0,683 \text{ Ah} = 683 \text{ mAh}$$

en ajoutant la marge sécurité $\gg 0,683 * 1,2 = 0,8196 \text{ Ah} = 819.6 \text{ mAh}$

Nous avons donc un accumulateur de 819,6 mAh.

Nous choisissons donc : Accumulateur retenu : 1000mAh

De plus, nous utilisons un driver moteur pour contrôler le moteur brushless. Ce driver contient un régulateur qui permet d'avoir une sortie 5V. Nous allons donc faire passer l'alimentation dans ce composant pour avoir une sortie de 5V qui va permettre d'alimenter tout le circuit.

Référence de conception : CDT_RCPT_INTERRUPTEUR

Référence du paragraphe : CDT_RCPT_INTERRUPTEUR

Rédacteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Selecteur : MOREAU William, MAURIN Elliot

Exigences client vérifiées : EXIG_RCPT_INTERRUPTEUR

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Aucun interrupteur n'a été retenu car il y a déjà un présent sur le châssis du kart. Il devra être relié à l'alimentation pour pouvoir allumer et éteindre le kart.

Référence du paragraphe : CDT_RCPT_SCHEMA

Rédacteur : MOREAU William, MAURIN Elliot

Selecteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Exigences client vérifiées :

Compétences GEII : C1-10, C1-11

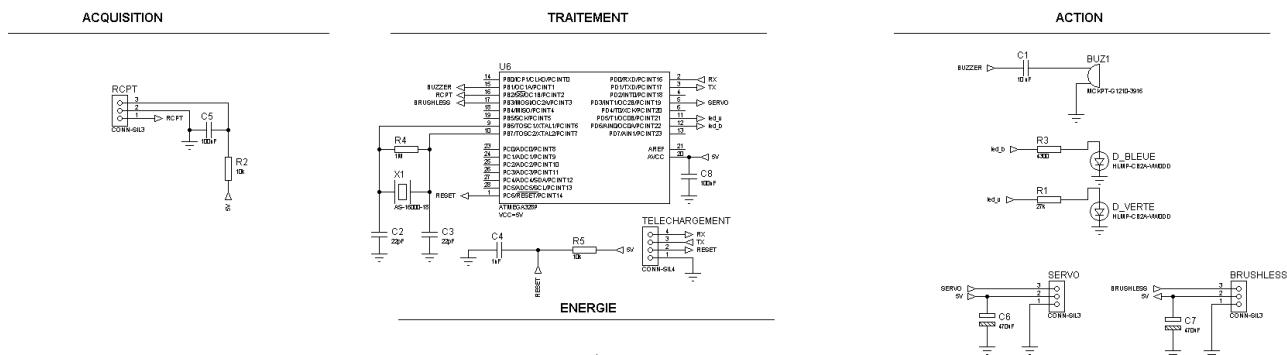


Figure 45 : Schéma électrique global de la carte récepteur

3.3. Informatique

3.3.1. Informatique - Émetteur

Référence du paragraphe : CDT_EMTT_ARCHI_INFO

Rédacteur : MOREAU William, MAURIN Elliot

Selecteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Exigences client vérifiées : EXIG_EMTT_REPEATITIVITE,

EXIG_EMTT_TRAITEMENT

Compétences GEII : C1-3, C1-9, C1-10, C1-11

Voici le lien vers notre code : [KAH_EMTT_EQ22.ino](#)

Ce code va permettre tout d'abord d'acquérir les valeurs des deux résistances variables contrôlant respectivement la vitesse mais également la direction du kart, nous avons également récupéré l'état du bouton poussoir qui aura pour but de contrôler le klaxon.

Ensuite nous avons coder les différente valeur des résistance variable et du bouton poussoir

Vitesse (codé sur 3 bits)

IUT Bordeaux Département GEii	Référence : KAH_DDC_EQ22 Révision : 2 – 15/02/2025	67/80
----------------------------------	---	-------

Direction (coder sur 5 bits)

Klaxon (coder sur 1 bits)

Après avoir coder ses éléments sur différents bits, nous avons fait une fonction pour pouvoir envoyer un tram au récepteur.

Explication détaillée du code :

```
// inclusion des fichiers header des bibliothèques de fonctions Arduino
#include <stdint.h>
#include <arduino.h>
#include "NEC.h"
```

Figure xx : Déclaration des bibliothèque

La figure xx correspond à la déclaration des bibliothèques nécessaire au bon fonctionnement du code.

```
// definition des constantes du projet
#define PotentiometreVitesse_Pin      A2
#define PotentiometreDirection_Pin    A3
#define BoutonPoussoir_Pin           9
#define LEDInfrarouge_Pin          6
#define NumeroEquipe                0x22
```

Figure xx : déclaration des pins

Dans la figure XX nous avons déclaré les pins qui correspondent au différents élément dont nous nous servirons dans ce code comme les résistance variable le bouton poussoir mais également la led rouge.

```
// definition des fonctions d'acquisition
uint8_t AcquerirPotVitesse(void) {      // retourne une valeur : [ 0 ; 7 ]
  int PotentiometreVitesse = map(analogRead(PotentiometreVitesse_Pin), 0, 1023, 0, 7);
  return PotentiometreVitesse ;        // à compléter
}

uint8_t AcquerirPotDirection(void) {     // retourne une valeur : [ 0 ; 30 ]
  int PotentiometreDirection = map(analogRead(PotentiometreDirection_Pin), 0, 1023, 0, 30);
  return PotentiometreDirection ;       // à compléter
}

uint8_t AcquerirBoutonPoussoir() {           // retourne : 0 (BP relâché), 1 (BP enfoncé)
  int BoutonPoussoir = digitalRead(BoutonPoussoir_Pin);
  if (BoutonPoussoir == LOW) {
    return 1;
  }
  if (BoutonPoussoir == HIGH) {
    return 0;   // à compléter
  }
}
```

Figure xx : Fonction utilisé

Dans la figure xx si trouve les différentes fonctions permettant de lire les différent état de composant que nous allons utiliser il vont lire ces élément est nous donner pour les potentiomètre des valeur entre 0 et 1023 et pour le bouton une valeur 0 ou 1, 1 lors de la pression du bouton.

puis nous étalonnons ces valeur en fonction des valeur dont nous avons besoin comme pour les position de vitesse allant de 0 à 7 ou encore de l'angle des roue avec le potentiomètre direction qui sera de 0 à 30.

```
// définition des fonctions de traitement
uint8_t CalculerDonneeNEC(uint8_t Vitesse, uint8_t Direction) { // retourne un octet (8 bits) : Vitesse sur les 4 MSB, Direction sur les 4 LSB

    return (Direction << 3) | Vitesse;
}

// définition des fonctions de traitement
uint8_t CalculerAdresseNEC(uint8_t Klaxon) { // retourne un octet (8 bits) : Klaxon sur le MSB, NuméroEquipe sur les 7 LSB

    return (Klaxon << 7) | 0x22 ;
}

// définition des fonctions d'action
// inclus dans la bibliothèque NEC
```

Figure xx : Fonction de traitement en octet des information

Dans cette partie du code (figure xx) nous avons codé les information récupérer des différen composant (bouton est résistance variable) sur un nombre d'octets définit :

3 bits pour la vitesse

5 bits pour la direction

1 bits pour le numéro d'équipe (servira de vérification pour le récepteur)

7 bits pour le bouton poussoir qui dirigera le klaxon

```
// déclaration des différentes variables
uint8_t Vitesse;
uint8_t Direction;
uint8_t Klaxon;
uint8_t DonnéeNEC;
uint8_t AdresseNEC;
uint8_t Vitessee = 0;
uint8_t Directionn = 0;
uint8_t Klaxonn = 0;
```

Figure xx : déclaration des variable utilisé

Dans la figure xx nous déclarons les variable que nous allons utiliser au cour de ce programme

```

void setup(void) {
    pinMode(PotentiometreVitesse_Pin, INPUT);
    pinMode(PotentiometreDirection_Pin, INPUT);
    pinMode(BoutonPoussoir_Pin, INPUT);
    pinMode(LEDInfrarouge_Pin, OUTPUT);
}

```

Figure xx : Déclaration des entrée / sortie

Dans cette figure xx nous avons déclarer les sortie / entrée des différente pins que nous utilisons.

```

void loop(void) {
    Vitesse = AcquerirPotVitesse();
    Direction = AcquerirPotDirection();
    Klaxon = AcquerirBoutonPoussoir();
    DonneeNEC = CalculerDonneeNEC(Vitesse, Direction);
    AdresseNEC = CalculerAdresseNEC(Klaxon);
    if(Vitesse != Vitessee && Direction != Directionn && Klaxon != Klaxonn){
        GenererTrameNEC(LEDInfrarouge_Pin, AdresseNEC, DonneeNEC);
        Vitessee = Vitesse;
        Directionn = Direction;
        Klaxonn = Klaxon;
    } else {
        delay(225);
        GenererTrameNEC(LEDInfrarouge_Pin, AdresseNEC, DonneeNEC);
    }
}

```

Figure xx : partie active du programme

Cette partie est la partie active qui s'exécutera à l'infini c'est ici que nous appelons nos fonction à s'exécuter mais nous avons également ajouter la fonctionnalité de sauvegarde des éléments qui change le fonctionnement du programme :

Si les informations précédemment envoyées sont les mêmes que les informations récupérées alors nous les envoyons 225 ms plus tard.

3.3.2. Informatique - Récepteur

Référence du paragraphe : CDT_RCPT_ARCHI_INFO

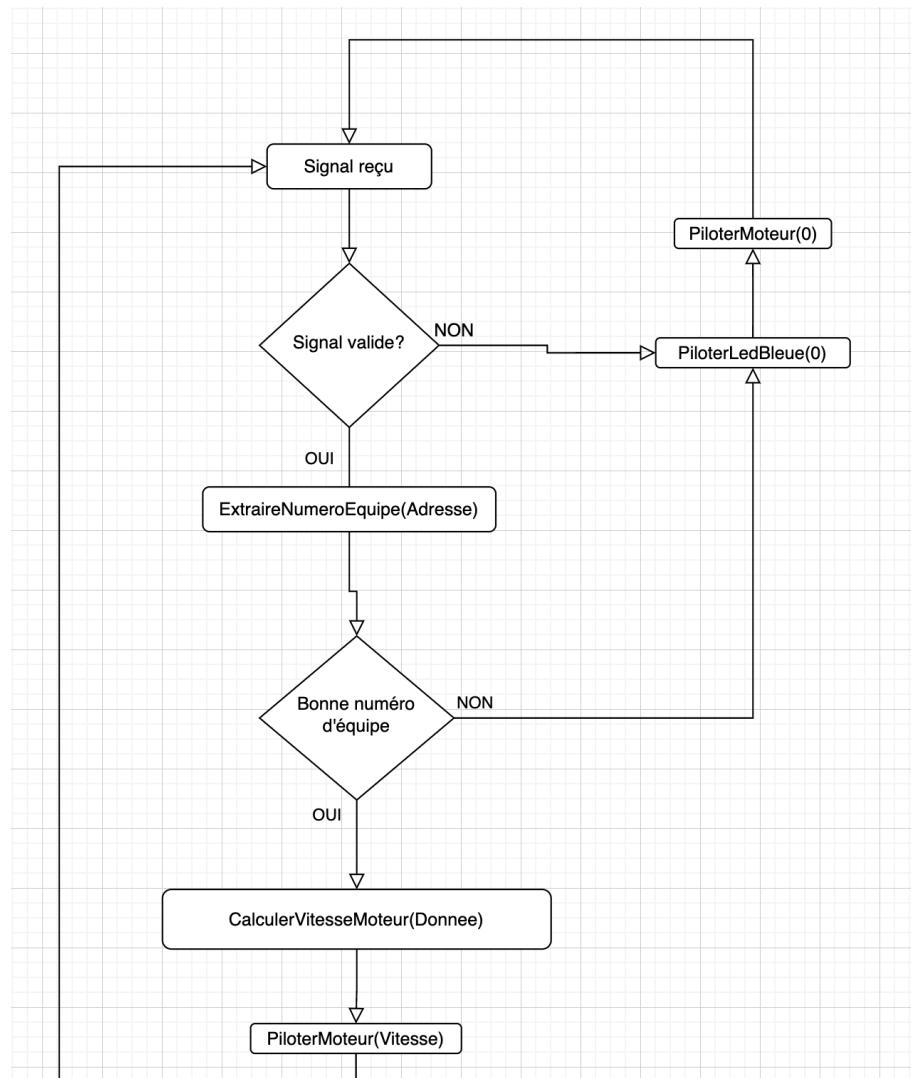
Rédacteur : Dias Pascoal / Alan Longchamps / MASLOVA Vitalia / HEBO Dionisio

Selecteur : MASLOVA Vitalia / HEBO Dionisio / Dias Pascoal / Alan Longchamps

Exigences client vérifiées : EXIG_RCPT_TRAITEMENT, EXIG_RCPT_KLAXON

Compétences GEII : C1-3, C1-9, C1-10, C1-11

Voici le lien vers le code sur arduino du récepteur: [KAH_RCPT_EQ22_v4.ino](#)



Kart À Hélice

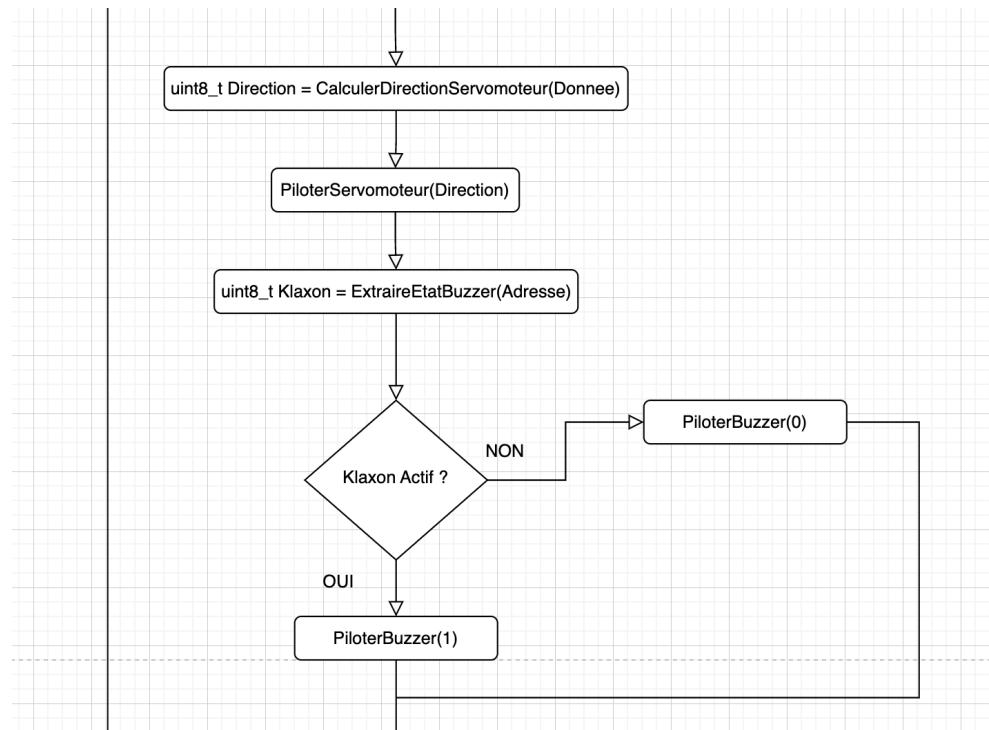


Figure 46 : Algorigramme de traitement du récepteur

La détaillée description de la code du récepteur :

```

// inclusion des fichiers header des bibliothèques de fonctions
#include <stdint.h>           // bibliotheque de type de variable
#include <arduino.h>            // bibliotheque de fonctions arduino
#include "NEC.h"                // bibliotheque de fonctions NEC
#include <Servo.h>              // bibliotheque de fonctions Servo

// definition des constantes du programme
#define RECEPTEUR_INFRAROUGE_Pin     8      // n° de broche du recepteur de trame infrarouge
#define NumeroEquipe                 0x22    // Equipe 22

#define Servomoteur_Pin 5 // à modifier
#define Moteur_Pin 6 // à modifier
#define Buzzer_Pin 8 // à modifier
#define LedBleue_Pin 10 // à modifier

int Broche_Recepteur = 3; // pin of recepteur infrarouge

Servo Servomoteur; // servo
Servo Moteur; //moteur vitesse
// declaration des fonctions du programme
uint8_t ExtraireNumeroEquipe(uint8_t Adresse); // fonction de traitement
uint8_t ExtraireEtatBuzzer(uint8_t Adresse); // fonction de traitement
uint8_t CalculerDirectionServomoteur(uint8_t Donnee); // fonction de traitement
uint8_t CalculerVitesseMoteur(uint8_t Donnee); // fonction de traitement
void PiloterMoteur(uint8_t Vitesse); // fonction d'action
void PiloterServomoteur(uint8_t Direction); // fonction d'action
void PiloterBuzzer(uint8_t EtatBuzzer); // fonction d'action
void PiloterLedBleue(uint8_t EtatLedBleue); // fonction d'action
  
```

Figure 47 : inclusion des fichiers et déclaration de broches et fonctions

Avant le code on a défini toutes les bibliothèques que l'on va utiliser sur projet, toutes les broches auxquelles les composants sont connectés et on a déclaré toutes les fonctions de programme.

Partie Acquisition :

```
Erreurs = AcquerirTrameNEC(RECEPTEUR_INFRAROUGE_Pin, &Adresse, &Donnee); // Acquisition Trame
if (Erreurs == 0) {
    uint8_t NumEquipe = ExtraireNumeroEquipe(Adresse);
    if (NumEquipe == NumeroEquipe) {
        PiloterLedBleue(1);
        uint8_t Vitesse = CalculerVitesseMoteur(Donnee);
        PiloterMoteur(Vitesse);
        uint8_t Direction = CalculerDirectionServomoteur(Donnee);
        PiloterServomoteur(Direction);
        uint8_t Klaxon = ExtraireEtatBuzzer(Adresse);
        if (Klaxon == 1) {
            PiloterBuzzer(1);
        } else {
            PiloterBuzzer(0);
        }
    } else {
        PiloterLedBleue(0);
        PiloterMoteur(0);
    }
} else {
    PiloterLedBleue(0);
    PiloterMoteur(0);
}
```

Figure 48 : code de main fonction void loop()

La fonction AcquerirTrameNEC() fait partie de la bibliothèque NEC et elle vérifie s'il y a une erreur dans la trame NEC reçue. Cette fonction récupère l'adresse et la donnée comprise dans la trame NEC. Dans le cas où l'erreur est égale à zéro (absence d'erreur dans la trame NEC), on vérifie si le numéro d'équipe est bon et si oui on allume la led bleue qui indique que la trame NEC reçue est valide et on peut appeler les fonctions qui vont calculer les valeurs à utiliser pour commander le kart. Ces fonctions se trouvent sur la partie traitement (ci-dessous) et pour envoyer les commandes au kart on utilise les fonctions de partie d'action (ci-dessous).

Partie Traitement :

```
uint8_t ExtraireNumeroEquipe(uint8_t Adresse) {
    uint8_t val = Adresse & 0b01111111;
    return val;
}
```

Figure 49 : code de fonction ExtraireNumeroEquipe()

Cette fonction est la première qu'on appelle quand il n'y a pas d'erreur dans la trame et elle calcule le numéro d'équipe sur 7 bits.

```
uint8_t ExtraireEtatBuzzer(uint8_t Adresse) {
    uint8_t val = (Adresse & 0b10000000) >> 7;
    return val;
}
```

Figure 50 : code de fonction ExtraireEtatBuzzer()

La fonction ci-dessus extrait l'état du klaxon compris sur la partie adresse de la trame NEC codée sur 1 bit.

```
uint8_t CalculerDirectionServomoteur(uint8_t Donnee) {
    uint8_t val = Donnee & 0b00011111;
    return val;
}
```

Figure 51 : code de fonction CalculerDirectionServomoteur()

La fonction CalculerDirectionServomoteur() reçoit comme paramètre la donnée extraite de la trame NEC et récupère les 5 bits de poids plus faible qui correspondent à la direction qu'on va utiliser pour commander les roues du servomoteur.

```
uint8_t CalculerVitesseMoteur(uint8_t Donnee) {
    uint8_t val = (Donnee & 0b11100000) >> 5;
    return val;
}
```

Figure 52 : code de fonction CalculerVitesseMoteur()

La fonction CalculerVitesseMoteur() reçoit comme paramètre la donnée récupérée de la trame NEC et récupère les 3 bits de poids plus forts qu'on va utiliser pour commander la vitesse du moteur.

Partie Action :

```
void PiloterServomoteur(uint8_t Direction) { // génère un signal PWM
    Direction = map(Direction, 0, 30, 60, 120); //on map entre les limites du servo
    Servomoteur.write(Direction); //write direction (angle) at servomotor
}
```

Figure 53 : code de fonction PiloterServomoteur()

Cette fonction PiloterServomoteur() est dédiée à génération de signal PWM qui on va envoyer à servomoteur en utilisant fonction .write() de bibliothèque Servo qui permet aux cartes de contrôler une variété de servomoteurs. On a aussi fait map() de direction entre les limites du servo. Fonction map() remappe un nombre d'une plage à une autre.

```

void PiloterMoteur(uint8_t Vitesse) { // génère un signal PWM
    Vitesse = map(Vitesse, 0, 7, 0, 180);
    Moteur.write(Vitesse); // write speed at motor
}

```

Figure 54 : code de fonction PiloterMoteur()

Fonction PiloterMoteur() envoie le signal PWM au moteur pour changer la valeur de vitesse. On utilise map() pour remapper la valeur en entrée de fonction en valeur de vitesse appropriée.

```

void PiloterBuzzer(uint8_t EtatBuzzer) { // génère un signal carré à 4kHz si EtatBuzzer = 1
    if (EtatBuzzer == 1) {
        tone(Buzzer_Pin, 4000); // 4kHz signal for duration of 50% (0.125 milliseconds)
        //or tone(Buzzer_Pin, 4000);
    }
    else if (EtatBuzzer == 0) {
        noTone(Buzzer_Pin);
    }
}

```

Figure 55 : code de fonction PiloterBuzzer()

La fonction PiloterBuzzer() est dédiée à génération d'un signal carré de 4kHz. On reçoit en entrée la valeur 1 ou 0. Si la valeur d'état de buzzer est égale à 1, on génère le signal pour 0.125 millisecondes. Pour ça on utilise la fonction tone() qui génère une onde carrée de la fréquence spécifiée sur une broche.

Si la valeur reçue est égale à 0, on ne fait rien, donc on ne génère pas le son. Pour ça on utilise la fonction noTone() qui arrête la génération d'une onde carrée déclenchée par fonction tone(). Il n'a aucun effet si aucune tonalité n'est générée.

```

void PiloterLedBleue(uint8_t EtatLedBleue) { // génère un signal binaire
    if (EtatLedBleue == 1) {
        digitalWrite(LedBleue_Pin, HIGH);
    } else if (EtatLedBleue == 0) {
        digitalWrite(LedBleue_Pin, LOW);
    }
}

```

Figure 56 : code de fonction PiloterLedBleue()

En fonction PiloterLedBleue() on génère un signal 1 ou 0 en dépendant de la valeur reçue en entrée. Si la valeur est égale 1, on allume la LED bleue, si l'état est égale à 0, on éteint la LED. Pour ça nous utilisons la fonction digitalWrite(), qui écrit une valeur HIGH ou LOW sur une broche numérique.

3.4. Coût - Délai

Référence du paragraphe : CDT_COUT

Rédacteur : BRASSIER Maëlan & FELICETTI Marius

Relecteur : MOREAU William, MAURIN Elliot

Exigences client vérifiées : EXIG_COUT

Compétences GEII : C1-10

Voici le coût du récepteur :

Composant	Quantité	Référence	Prix unitaire HT	Prix TTC
Carte de prototypage	1	AB60 Carte de prototypage	$\frac{7500}{180000} \times 43,05$ $\frac{1}{24} \times 43,05 \approx 1,$	2,16 €
Connecteur d'alimentation	1	HE14 MH100	$\frac{2}{36} \times 50$ $\approx 0,03\text{€}$	0,04 €
Buzzer	1	MCKPT-G12103916	0,67€	0,8 €
LED bleue	1	HLMP-CB2A-VW0DD	1,29€	1,55 €
LED verte	1	HLMP-CM3A-Z10DD	1,75€	2,1 €
Connecteur servomoteur	1	HE14 MH100	$\frac{2}{36} \times 50$ $\approx 0,03\text{€}$	0,04 €
Connecteur moteur brushless	1	HE14 MH100	$\frac{3}{36} \times 50$ $\approx 0,04\text{€}$	0,05 €
CPU	1	ATMEGA328P	2,62€	3,14 €
Connecteur téléchargement	1	HE14 MH100	$\frac{4}{36} \times 50$ $\approx 0,06\text{€}$	0,07 €
Quartz	1	AS-16.000-18	0,11€	0,13 €
Récepteur infrarouge	1	TSOP4438	1,11€	1,33€
Condensateurs	8	K103K15X7RF5UH5 0.01µF EEUFR1J441B 470µF K220J10C0GF5UH5 22pF	1,73€	2,07€

Kart À Hélice

		K102K15X7RF5TH5 1000pF K104K15X7RF5UH5 0.1µF		
Résistances	5	MP006919 4.3 kΩ MP006938 27 kΩ MCF 0.25W 1MΩ MP006928 kΩ	0,14€	0,16€

Coût total du récepteur : 13,64 €

Voici le coût de l'émetteur :

Composant	Quantité	Référence	Prix HT	Prix TTC
Led Infrarouge	2	TSAL6200	2*0,57€ = 1,14€	1,37€
MCU	1	ATMEGA328P	2,62€	3,14€
Led Vert	1	HLMP-CM3A-Z10DD	1,75€	2,1€
Potentiomètre Linéaire	2	PTA4543-2015DP-B10 3	2*1,3€ = 2,6€	3,12€
Bouton Poussoir	1	MCDTS6-3K	0,14€	0,17€
Regulateur Lineaire	1	LM78L05ACZ	0,39€	0,47€
Connecteur d'alimentation	1	HE14 MH100	$\frac{2}{36} \times 50$ ≈ 0,03€	0,04€
Interrupteur	1	JS202011CQN	0,38€	0,46€
Condensateurs	8	489D105X0025A 1µF EEUFR1H100 10µF EEUFR1J101LB 100µF K102K15X7RF5TH5 1000pF K220J10C0GF5UH5 22pF	1,7€	2,04€
Résistances	6	MP006950 100 kΩ MCF 0.25W 39 kΩ MCF 0.25W 5.6 kΩ MP006899 620 Ω MP006936 22kΩ MCF 0.25W 1MΩ	0,16€	0,2€

Kart À Hélice

Coût total de l'émetteur : 13,11€

Composant	Quantité	Référence	Prix HT	Prix TTC
Panneau médium haute densité (HDF)	0,25	3663602839408	4,15	4,98
Tige filetée acier zingué Diall	0,33	3454971107973	0,25	0,3
Écrou indesserrable acier zingué Diall	0,80	3101785023578	1,37	1,644
Tube rond aluminium brut	0,33	3232630604052	0,89	1,068
50 rondelles plates moyennes Diall acier zingué	0,20	3101785023790	0,82	0,984
10 boulons poêlier inox	0,20	3663602741336	0,95	1,14
10 entretoises lisses 10mm en plastique noir	0,40	11541	0,13	0,156
10 entretoises lisses 20mm en plastique noir	0,40	11543	0,23	0,276
10 vis acier	0,40	11521	0,20	0,24
10 vis acier	0,40	11522	0,20	0,24
10 écrous acier	0,80	11523	0,14	0,168
10 rondelles acier	0,80	11524	0,10	0,12
Hobbyking Propeller 6x3 Black	0,17	HCB-06	0,38	0,456

Coût des pièces mécaniques : 11,772 €

Référence du paragraphe : CDT_DELAY

Rédacteur : Marius Felicetti & Maëlan Brassier

IUT Bordeaux Département GEii	Référence : KAH_DDC_EQ22 Révision : 2 – 15/02/2025	78/80
----------------------------------	---	-------

Selecteur : William Moreau & Elliot Maurin

Exigences client vérifiées : EXIG_DELAI

Compétences GEII : C1-10

Le temps alloué pour réaliser le développement du kart à hélice (phase de conception + phase de fabrication + phase de vérification + phase de présentation/démonstration) est de 60h.

3.5 Conclusion de la conception détaillée du produit

Rédacteur : Marius Felicetti, Maëlan Brassier, William Moreau, Elliot Maurin, Dias Pascoal, Alan Longchamps, MASLOVA Vitalia & HEBO Dionisio

Selecteur : Marius Felicetti, Maëlan Brassier, William Moreau, Elliot Maurin, Dias Pascoal, Alan Longchamps, MASLOVA Vitalia & HEBO Dionisio

En travaillant sur l'émetteur et le récepteur, nous avons respecté l'ensemble des exigences du client, tout en respectant le planning de développement prévu. Les calculs nécessaires ont été effectués avec soin et validés par des simulations, garantissant ainsi la cohérence de notre conception avec le cahier des charges.

4. Matrice de conformité du produit

Ce chapitre synthétise par l'intermédiaire d'un tableau la conformité du produit développé par rapport aux exigences issues du Cahier des Charges.

Exigence	Méthodes de développement	Paragraphes en lien avec l'exigence	Statut
EXIG_xxxxx	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_xxxxx CDT_xxxxx	Conforme Conforme
EXIG_yyyyy	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_yyyyy CDT_yyyyy	Conforme Conforme
EXIG_zzzzz	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_zzzzz CDT_zzzzz	Conforme Conforme

Kart À Hélice

Exigence	Méthodes de développement	Paragraphes en lien avec l'exigence	Statut

IUT Bordeaux Département GEii	Référence : KAH_DDC_EQ22 Révision : 2 – 15/02/2025	80/80
----------------------------------	---	-------