

Dossier De Conception (DDC)

du projet

Kart À Hélice (KAH)

Responsabilité documentaire

Action	NOM Prénom	Fonction	Date	Signature
Rédigé par	Omar El Fayad, BAYRAKOGLU Burak, BACHAR Sofiane, TARDIF Benoit, TROUDI Ramy, GUINOT MATHIS, Adam EL FAZAZY, Alexandre Fourcade	Technicien	13/02/2024	
Approuvé par	F. AUGEREAU (IUT GEII Bdx)	Chef de projet	13/02/2024	
Approuvé par	S. AROUL (Toy Corporation)	Client	13/02/2024	

IUT Bordeaux Département GEii	Référence : KAH_DDC_EQ34 Révision : 2 – 13/02/2024	1/46
----------------------------------	---	------

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	13/02/2024	Première publication

Documents de références

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

Table des matières

1. Nature du document	5
2. Conception préliminaire du produit	5
2.1 Mécanique	5
2.1.1 Mécanique - Émetteur	5
Référence du paragraphe : CPR_EMTT_ARCHI_MECA	5
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	9
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_REPETITIVITE	12
Référence du paragraphe : CPR_EMTT_RETENTISSEMENT	13
Référence du paragraphe : CPR_EMTT_PUISSANCE	13
Référence du paragraphe : CPR_EMTT_INDICATEUR	14
Référence du paragraphe : CPR_EMTT_ENERGIE	14
Référence du paragraphe : CPR_EMTT_INTERRUPTEUR	15
Référence du paragraphe : CPR_EMTT_SCHEMA	15
2.2.2 Électronique - Récepteur	17
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_ARCHI_ELEC	17
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_CAPTEUR	18
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_TRAITEMENT	18
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_SECURITE	19
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_RETENTISSEMENT	19
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_MOTEUR	20
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_ROUE	20
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_INDICATEUR	20
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_CONNEXION	21
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_KLAXON	21
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_ENERGIE	22
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_INTERRUPTEUR	22

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_SCHEMA	22
2.3 Informatique	23
2.3.1 Informatique - Émetteur	23
Référence du paragraphe : CPR_EMTT_ARCHI_INFO	23
figure 8 : Logigramme du traitement de l'émetteur informatique	25
2.3.2 Informatique - Récepteur	26
Référence du paragraphe : CPR_RCPT_ARCHI_INFO	26
2.4 Coût - Délai	28
Référence du paragraphe : CPR_COUT	28
Référence du paragraphe : CPR_DELAI	29
2.5 Conclusion de la conception préliminaire du produit	30
3. Conception détaillée du produit	31
3.1. Électronique récepteur	31
Référence du paragraphe : CDT_EXIG_RCPT_CAPTEUR	31
3.2. Informatique récepteur	33
Référence du paragraphe : CDT INFO	34
3.3. Électronique émetteur	37
Référence du paragraphe : CDT_EXIG_EMTT_CAPTEUR	37
3.4. Informatique émetteur	40
3.5. Conclusion de la conception détaillée du produit	43
4. Conclusion de la conception du produit	44
5. Matrice de conformité du produit	44

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

Pour apporter les premiers éléments de preuve de la faisabilité du produit vis-à-vis des exigences client. Nous avons débuté en examinant le cahier des charges établi par le client, identifiant ainsi les contraintes qu'il avait spécifiées. Ensuite, pour trouver les solutions techniques répondant à ses besoins, nous avons exploré la datasheet afin de sélectionner les meilleures options en accord avec ses demandes, étant donné la diversité des solutions techniques disponibles. Une fois les solutions techniques choisies, nous avons vérifié s'il était nécessaire d'ajouter des composants supplémentaires. Une fois toutes ces étapes achevées, nous avons confirmé la faisabilité du projet car on avait trouvé toutes les solutions techniques.

2.1 Mécanique

2.1.1 Mécanique - Émetteur

Référence du paragraphe : CPR_EMTT_ARCHI_MECA

Rédacteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU, Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Relecteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU, Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Compétences GEII : C1-9

Kart À Hélice

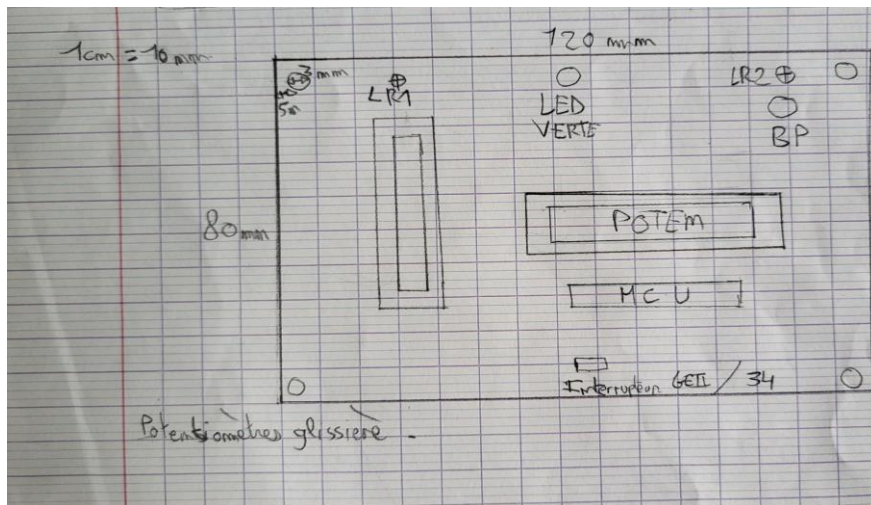
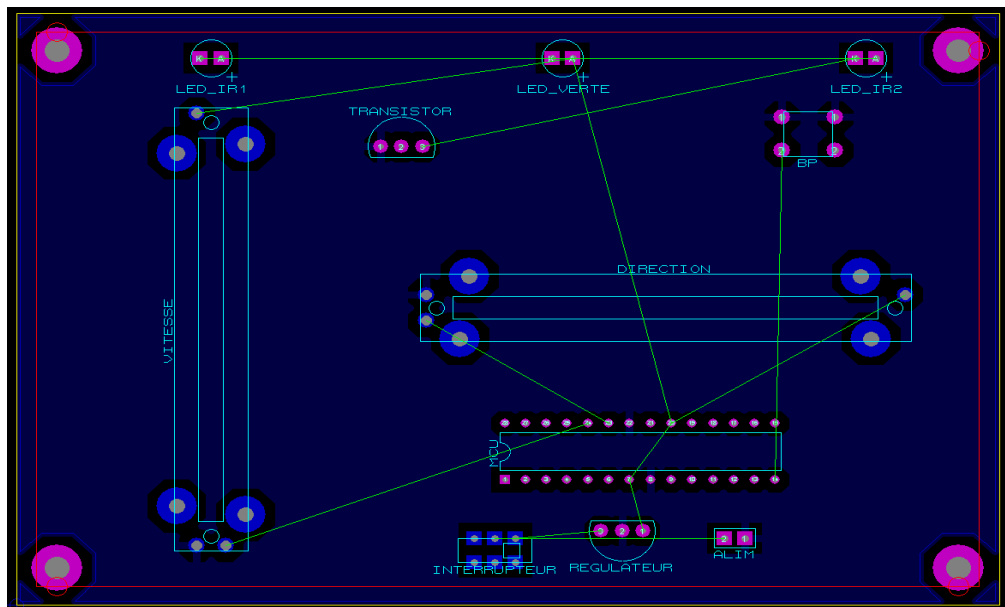


figure 1 : plan mécanique de l'émetteur



Architecture mécanique ARES

Référence du paragraphe : CPR_EMTT_DIMENSIONS

Rédacteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU, Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Relecteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU, Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_EMTT_DIMENSIONS

L'émetteur a des dimensions égales à 120mm (-/+1mm) en largeur, 80mm (-/+1mm) en longueur. Il y a des trous de fixation de 3 mm (-/+0,5mm) situés dans chaque coin pour fixer celui-ci au reste de la mécanique de l'émetteur. Le centre de ces trous sont placés à 5mm (-/+0,5mm) des bords du circuit imprimé.

Compétences GEII : C1-10

L'interrupteur est placé judicieusement sur le circuit imprimé de l'émetteur pour avoir une bonne ergonomie d'utilisation. Les potentiomètres ont été placés de façon ergonomique sur l'émetteur afin de faciliter le pilotage du kart. Le bouton-poussoir a été placé judicieusement sur le circuit imprimé de l'émetteur afin d'avoir une bonne ergonomie d'utilisation.

Référence du paragraphe : CPR_EMPTT_LOGO

Rédacteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU, Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Relecteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU, Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_EMPTT_LOGO

L'émetteur comporte sur une de ses faces visibles le nom (ou le logo) du département GEII de Bordeaux et le nom (ou le logo) de l'équipe de conception.

Compétences GEII : C1-10

Nous allons graver sur la face avant du kart le nom du département GEII le nom et logo de l'équipe de conception. Cela répond à l'exigence LOGO car notre émetteur doit comporter une face visible avec le nom du département GEII de Bordeaux et le nom de l'équipe de conception.

2.1.2 Mécanique - Récepteur

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_ARCHI_MECA

Rédacteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU, Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Relecteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU, Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Compétences GEII : C1-9

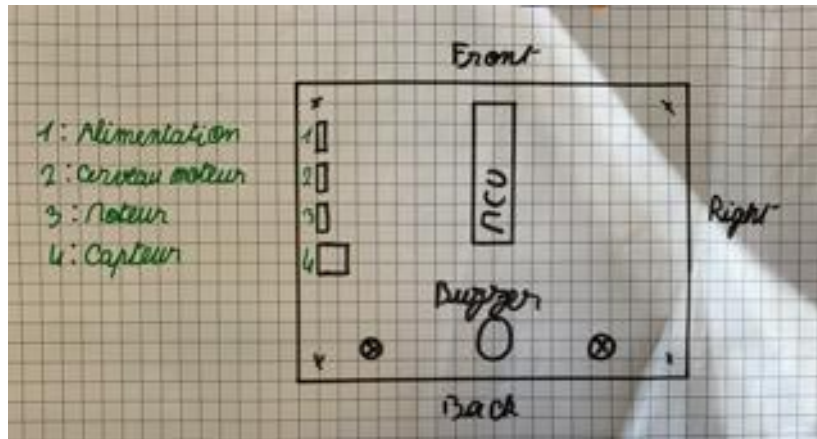


figure 2 : plan mécanique du récepteur

Nous avons choisi de mettre les ports pour la connectique sur la gauche pour faciliter les branchements. Nous avons mis les LED de part et d'autre pour pouvoir les voir. Nous avons mis le MCU au centre pour avoir la place de mettre les futurs composants autour.

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_DIMENSIONS

Rédacteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU, Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Relecteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU, Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_RCPT_DIMENSIONS

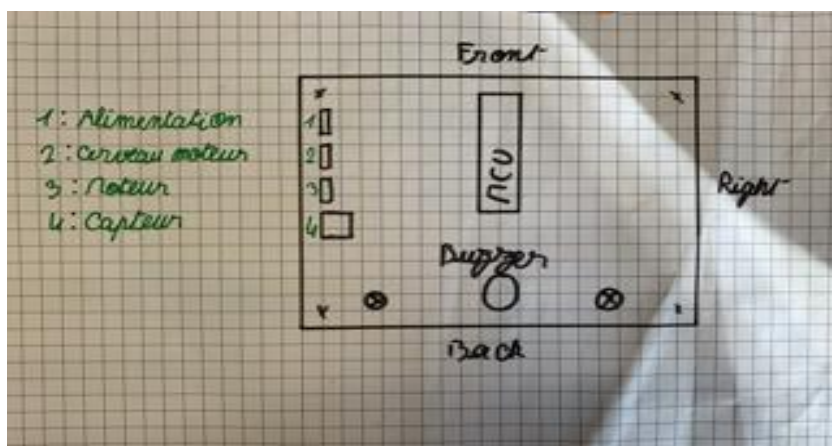
Le circuit imprimé du récepteur a des dimensions de 100 mm (-/+ 1 mm) en largeur et 75 mm (-/+ 1 mm) en longueur et comporte des trous de fixation de 3 mm (-/+ 0,5 mm) situés dans chaque coin pour fixer celui-ci au reste de la mécanique du kart. Le centre de ces trous sont placés à 6mm (-/+ 0,5 mm) des bords du circuit imprimé.

Compétences GEII : C1-10

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_LOGO

Rédacteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU, Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Relecteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU,



Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_RCPT_LOGO

L'émetteur comporte sur une de ses faces visibles le nom (ou le logo) du département GEII de Bordeaux et le nom (ou le logo) de l'équipe de conception.

Compétences GEII : C1-10

Nous allons graver sur la face avant du kart le nom du département GEII le nom et logo de l'équipe de conception. Cela répond à l'exigence LOGO car notre émetteur doit comporter une face visible avec le nom du département GEII de Bordeaux et le nom de l'équipe de conception.

2.2 Électronique

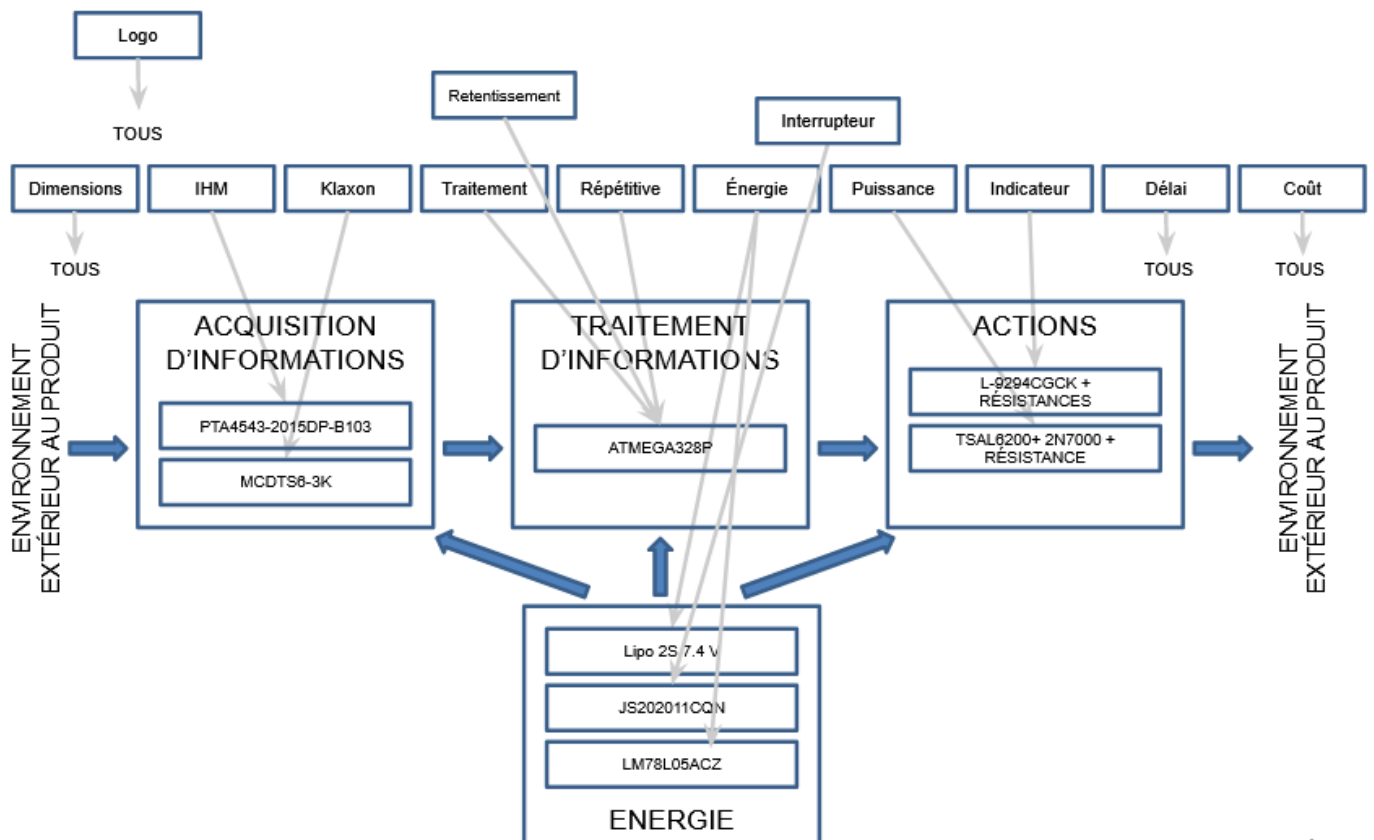
2.2.1 Électronique - Émetteur

Référence du paragraphe : CPR_EMTT_ARCHI_ELEC

Rédacteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU

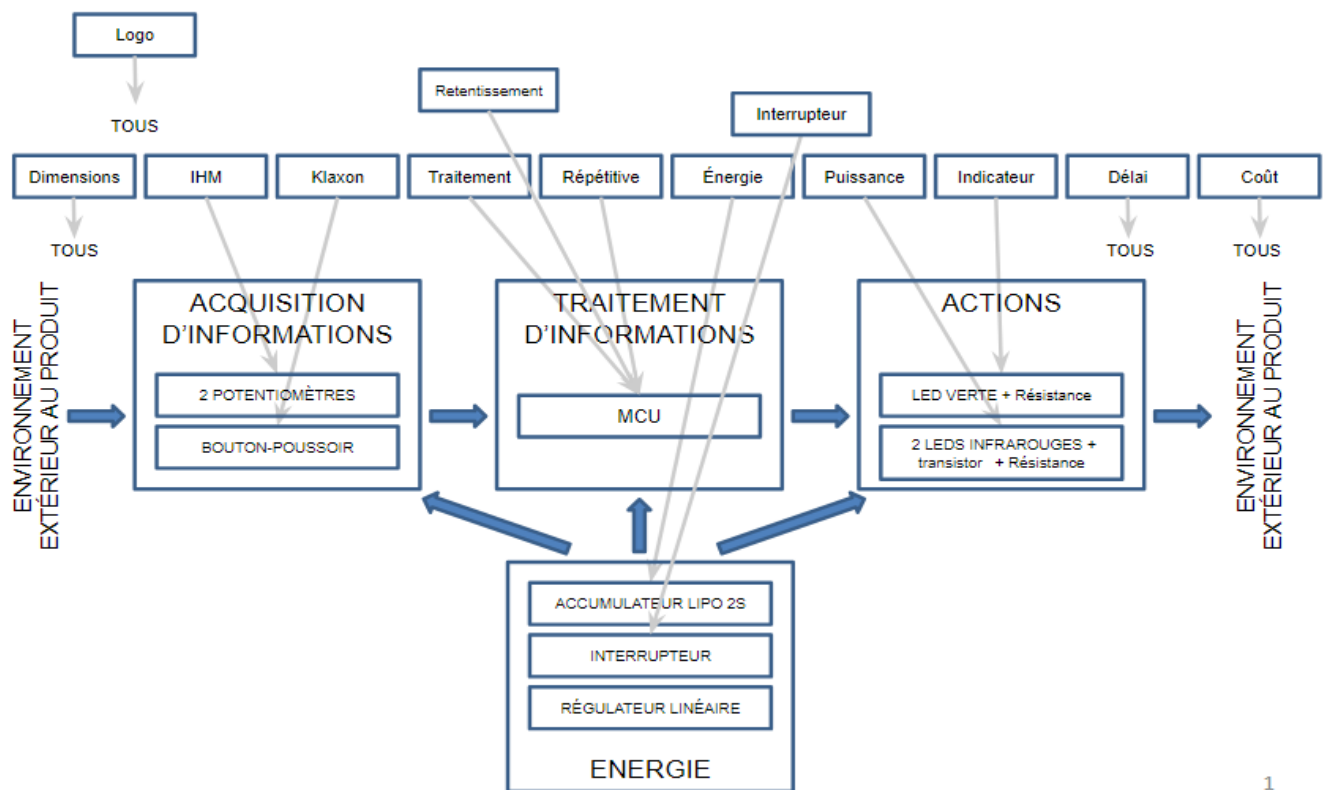
Relecteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Compétences GEII : C1-3, C1-9, C1-11



1

Kart À Hélice



1

figure 3 : synoptique architecture électronique de l'émetteur

Référence du paragraphe : CPR_EM TT_IHM

Rédacteur : El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU

Relecteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_EM TT_IHM

L'émetteur comporte 2 interfaces homme-machine qui permettent de contrôler respectivement la puissance du moteur et la direction des roues avant du kart. Ces 2 interfaces sont des potentiomètres de type rotatif et rectiligne.

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Les potentiomètres PTA4543-2015DP-B103 sont placés de façon ergonomique sur l'émetteur pour faciliter le pilotage du kart. Nous avons choisi de prendre deux potentiomètres linéaires afin de pouvoir répondre aux cahiers des charges, le type de potentiomètre n'étant pas imposé. Pour l'ergonomie nous avons choisi de mettre un potentiomètre linéaire horizontalement et un potentiomètre linéaire verticalement.

Référence du paragraphe : CPR_EMTT_KLAXON

Rédacteur : El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU

Relecteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_EMTT_KLAXON

L'émetteur comporte un bouton-poussoir sur lequel l'utilisateur peut appuyer pour indiquer qu'il souhaite faire retentir le klaxon du kart.

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Le bouton-poussoir est placé judicieusement sur le circuit imprimé de l'émetteur afin d'avoir une bonne ergonomie d'utilisation. Pour cela, nous avons choisi le bouton-poussoir MCDTS6-3K car c'est un bouton-poussoir sur lequel l'utilisateur peut appuyer pour indiquer qu'il souhaite faire retentir le klaxon du kart, de plus c'est le moins chers 0.19 €

Référence du paragraphe : CPR_EMTT_TRAITEMENT

Rédacteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR

Relecteur : El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_EMTT_TRAITEMENT

L'émetteur comporte un cœur de traitement numérique permettant :

- * d'acquérir les informations analogiques en provenance des interfaces homme-machine potentiométriques,
- * de numériser ces informations analogiques pour les transformer en des informations numériques,
- * d'encoder la donnée numérique de puissance moteur sur 4 bits et la donnée numérique de direction de roues sur 4 bits, afin de créer un octet de donnée,
- * de construire les trames de transmission conformément au protocole NEC en y intégrant l'octet de donnée précédemment calculé.

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Les 2 microcontrôleurs correspondent aux différentes exigences, donc nous avons donc fait le choix du moins cher des deux, soit l'ATMEGA328P de fréquence 20 MHz et qui est codé sur 8 bits avec un prix de 2.62 €. Au niveau des performances de notre microcontrôleur, le nombre de bits est suffisant car nous avons que des nombres entiers donc pour l'ATMEGA238P cela convient. Concernant la fréquence, le microcontrôleur supporte jusqu'à 20 MHz, la fréquence la plus haute dans notre circuit est de 38 kHz donc cela répond bien à la demande.

Référence du paragraphe : CPR_EMTT_REPETITIVITE

Rédacteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR

Relecteur : El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU

IUT Bordeaux Département GEii	Référence : KAH_DDC_EQ34 Révision : 2 – 13/02/2024	12/46
----------------------------------	---	-------

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_EM TT_REPETITIVITE

Par le biais de son cœur de traitement, l'émetteur émet une trame NEC à chaque fois que les données sont nouvelles (c-à-d différentes de la trame précédente) et ceci sans délai autre que le délai minimum inter-trame imposé par le protocole NEC (108 ms). Dans le cas où les données de trames NEC consécutives sont identiques, la période d'émission des trames NEC est alors fixée à 333 millisecondes. La tolérance pour ces 2 périodes d'émission de trame est de +/- 10 %.

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Nous utiliserons un microcontrôleur qui aura un timer incorporé en lui.

Référence du paragraphe : CPR_EM TT_RETENTISSEMENT

Rédacteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR

Relecteur : El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_EM TT_RETENTISSEMENT

Par le biais de son cœur de traitement, l'émetteur intègre aux trames protocolaires l'information que le bouton-poussoir de klaxon est appuyé par l'utilisateur.

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Le bouton-poussoir est programmé en logique négative car nous avons fait le choix de garder la résistance qui est dans le microcontrôleur (MCU) qui correspond parfaitement pour le bouton poussoir.

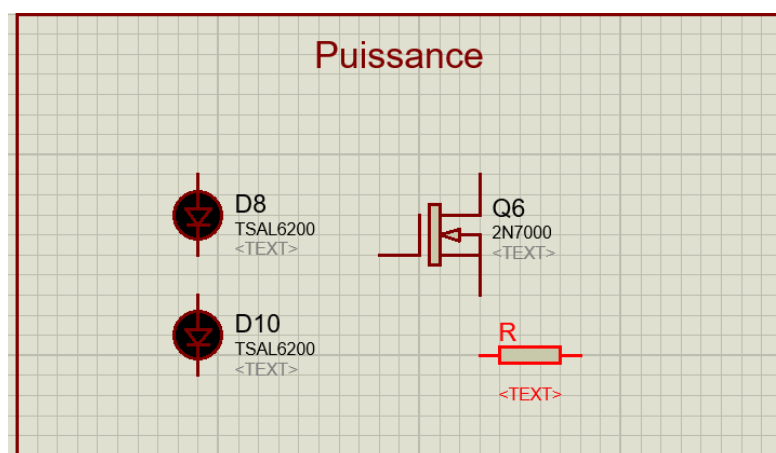
Référence du paragraphe : CPR_EM TT_PUISSANCE

Rédacteur : El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU

Relecteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_EM TT_PUISSANCE

L'émetteur émet les trames protocolaires à l'aide d'un composant d'émission infrarouge. La puissance crête d'émission infrarouge permet d'assurer à l'émetteur une émission infrarouge décodable par le récepteur à une distance minimum de 10 m

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Pour garantir une telle distance de transmission, il est nécessaire de faire circuler un courant crête supérieur à 200 mA par LED dans au moins 2 LEDs infrarouges de 5 mm. L'émission d'une LED infrarouge TSAL6200 étant relativement directive, les LEDs sont placées et orientées judicieusement sur le circuit imprimé de l'émetteur afin d'optimiser la distance et l'angle de transmission. L'émetteur émet les trames protocolaires à l'aide d'un composant d'émission infrarouge. La puissance crête d'émission infrarouge permet d'assurer à l'émetteur une émission infrarouge décodable par le récepteur à une distance minimum de 10 m.

Pour pouvoir alimenter nos LEDS infrarouges à 200 mA nous avons choisi de prendre un transistor 2N7000 afin d'avoir le courant requis.

Référence du paragraphe : CPR_EMTT_INDICATEUR

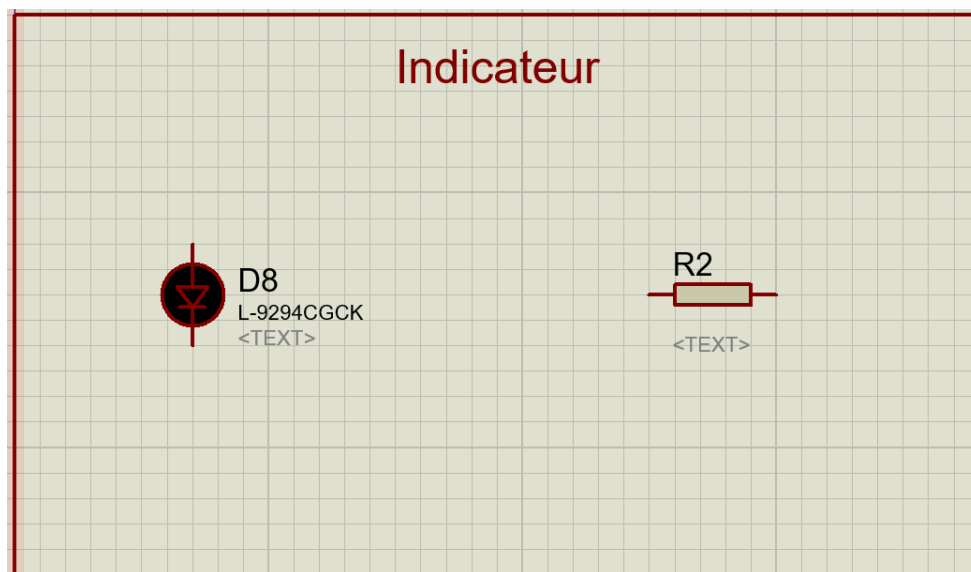
Rédacteur : El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU

Relecteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_EMTT_INDICATEUR

L'émetteur du kart comporte un indicateur lumineux (50mcd \pm 20%) informant l'utilisateur que l'émetteur est sous tension.

Compétences GEII : C1-10, C1-11



Pour l'indicateur lumineux informant l'utilisateur que l'émetteur est sous tension, nous avons choisi la LED de référence L-9294CGCK . La couleur est habituellement utilisée en modélisme. Pour pouvoir avoir 50 mcd \pm 20% il faut alimenter notre LED verte avec 10 mA.

Référence du paragraphe : CPR_EMTT_ENERGIE

Rédacteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR

Relecteur : El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_EM TT_ENERGIE

Le kart utilise un accumulateur d'énergie électrique de type Lithium-Polymère 2S pour fonctionner. Cet accumulateur est d'une capacité assurant une autonomie de fonctionnement du kart d'au moins 15 minutes à mi-puissance.

Compétences GEII : C1-10, C1-11

A noter que l'accumulateur est considéré comme étant déchargé lorsque l'énergie qui y est stockée est inférieure à 20 % de sa capacité maximale. Une régulation de tension 5V est assurée par le contrôleur brushless (étage BEC) et permet d'alimenter l'ensemble de l'électronique (servomoteur compris) du récepteur. Nous vérifions si la tension fournie par l'accumulateur est compatible avec tous les composants (7,4 V).

Nous notons que pour la LED verte et les LEDs infrarouges, nous aurons besoin d'un régulateur linéaire pour réguler la tension à son entrée.

Aussi, nous observons dans la datasheet du microcontrôleur une tension maximum de 5,5 V donc cela ne supportera pas la tension du LiPo 2S. Nous aurons également besoin d'un régulateur linéaire pour réguler la tension entre l'accumulateur et le microcontrôleur. Pour choisir le régulateur linéaire dont on aura besoin nous regardons dans les datasheets des deux. Ils distribuent une tension quasiment similaire, nous regardons ainsi la valeur du courant maximum. Nous choisissons le régulateur de référence LM78L05ACZ avec un courant maximum de 100 mA, car le deuxième régulateur a un courant de 800 mA. Or, nous n'avons pas besoin de plus de 100 mA.

Référence du paragraphe : CPR_EM TT_INTERRUPTEUR

Rédacteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR

Relecteur : El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU

Exigences client vérifiées par pré-conception : EXIG_EM TT_INTERRUPTEUR

Le récepteur comporte un interrupteur afin de le mettre sous/hors tension son circuit électronique.

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Nous allons utiliser un interrupteur de référence JS202011CQN. Cet interrupteur répond à l'exigence "INTERRUPTEUR", avec ce dernier nous pouvons mettre sous/hors tension le circuit électronique.

Référence du paragraphe : CPR_EM TT_SCHEMA

Rédacteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU

Relecteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Kart À Hélice

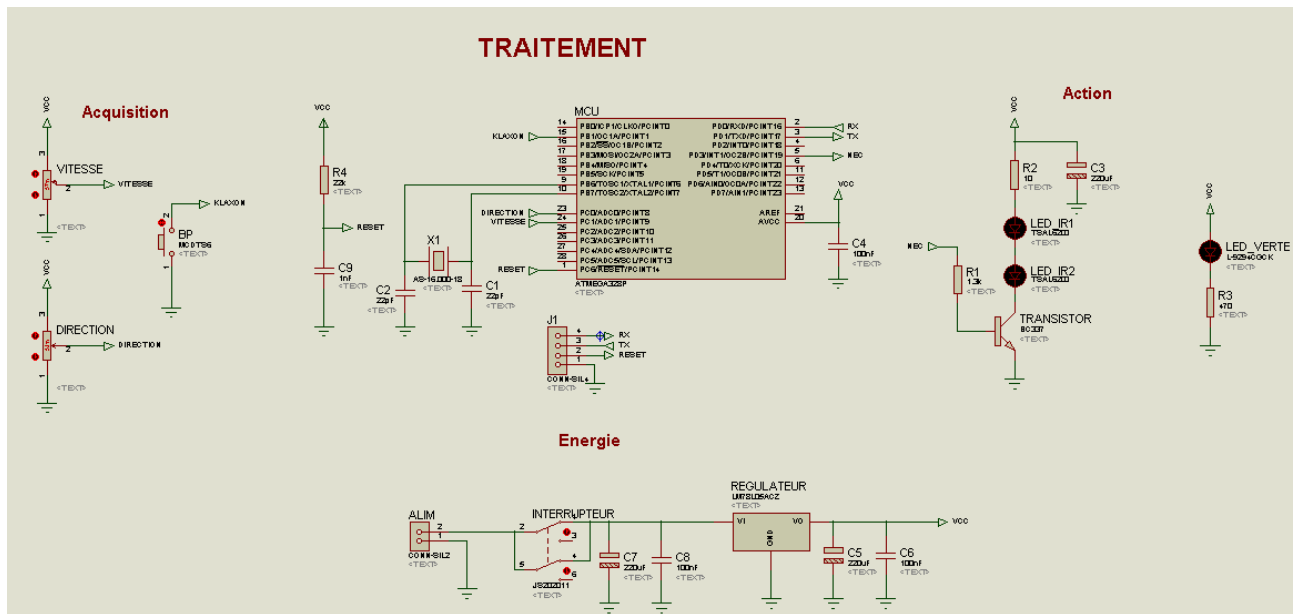


figure 4 : schéma électrique préliminaire de l'émetteur

2.2.2 Électronique - Récepteur

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_ARCHI_ELEC

Rédacteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Relecteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Compétences GEII : C1-3, C1-9, C1-11

Exigences client vérifiées par pré-conception : Le récepteur doit pouvoir lire les informations données par l'émetteur. Il doit lire le numéro d'équipe, la puissance du moteur, l'angle des roues et l'état du buzzer. De plus, nous devons savoir si les informations sont bien prises en compte.

Pour ce faire nous avons disposé les éléments de la manière suivante :

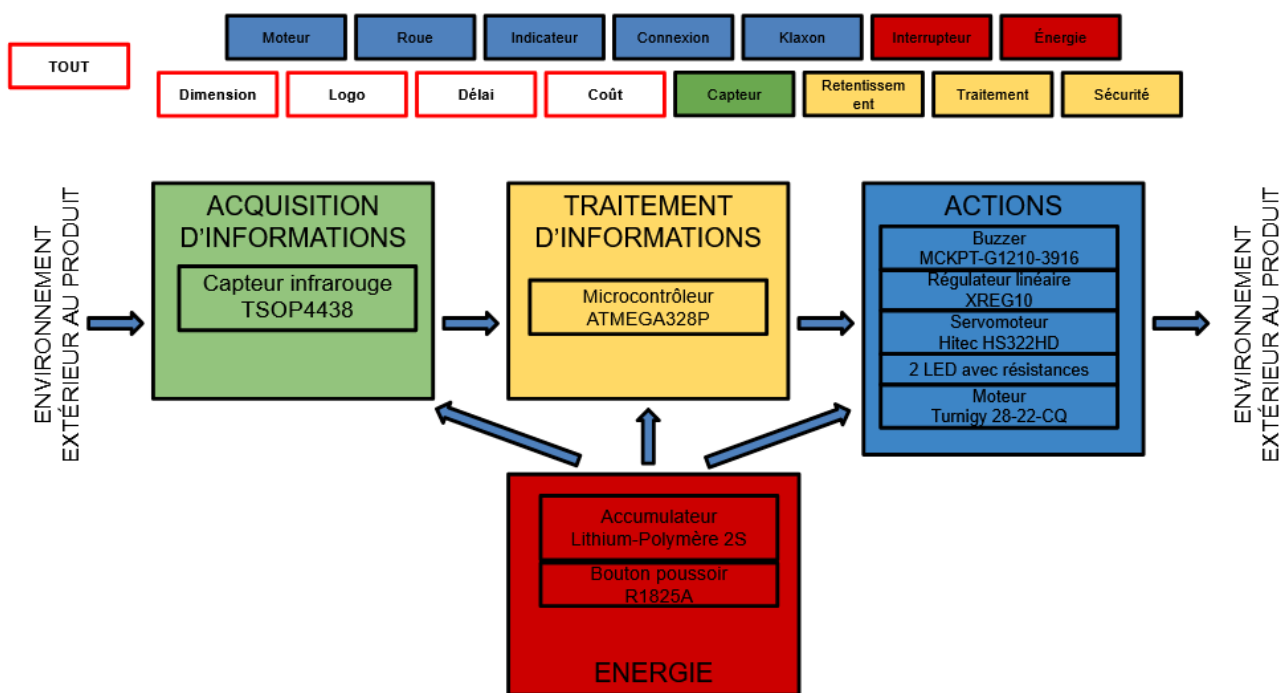


figure 5 : synoptique architecture électronique du Récepteur

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_CAPTEUR

Rédacteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY

Relecteur : Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Exigences client vérifiées par pré-conception :

Le capteur doit être un capteur infra-rouge qui doit pouvoir récupérer les informations où qu'il soit tant qu'il n'y ait pas d'obstacle.

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Nous avons opté pour le capteur infra-rouge TSOP4438 car la transmission d'information de ce capteur a une portée de 45 mètres qui reste plus grande que l'autre capteur qui a une portée de 40 mètres. Il se trouvera au point le plus haut du kart, donc au-dessus de l'hélice. On utilise un périphérique timer pour la clock ce qui est nécessaire à son bon fonctionnement.

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_TRAITEMENT

Rédacteur : Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Relecteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY

Exigences client vérifiées par pré-conception :

Le récepteur comporte un cœur de traitement numérique permettant :

- * de détecter l'absence de signal infrarouge en réception,
- * de décoder les trames protocolaires NEC reçues,
- * de contrôler la validité de la trame,
- * d'identifier si l'adresse NEC est bien celle attendue,
- * d'extraire l'information de puissance moteur transmise sur 4 bits et l'information de direction de roue sur 4 bits,
- * de calculer la puissance à appliquer sur le moteur et l'angle de direction à appliquer aux roues avants.

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Nous avons choisi le microcontrôleur ATMEGA328P pour sa liberté au niveau des ports pouvant accueillir le nombre de PWM qui nous est nécessaire pour le cerveau moteur.

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_SECURITE

Rédacteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Relecteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Exigences client vérifiées par pré-conception :

Il faut que le kart soit bien connecté au bon émetteur, sinon il ne se met pas en marche.

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Le numéro d'équipe doit être émis et reçu. S'il ne reçoit rien, où qu'il ne reçoit pas le bon numéro d'équipe, il se bloque. S'il reçoit les bonnes informations, il se connecte, la LED bleu s'allume sur le kart pour montrer la connexion et il exécute ce qu'on lui demande par le biais de la télécommande, le CPU avec le timer sera utilisé pour traiter les informations.

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_RETENTISSEMENT

Rédacteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Relecteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Exigences client vérifiées par pré-conception :

Par le biais de son cœur de traitement, le récepteur extrait des trames protocolaires infrarouges l'information de retentissement du klaxon et détermine si le klaxon doit être activé ou non.

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Le MCU va extraire les informations du récepteur puis les lire grâce au CPU et son timer. Il va traiter l'information qui correspond à l'état du buzzer, à l'état haut ou à l'état bas, pour le transmettre ensuite au buzzer.

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_MOTEUR

Rédacteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Relecteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Exigences client vérifiées par pré-conception :

À partir de la valeur de puissance moteur calculée, le récepteur génère un signal PWM (tolérance de $\pm 5\%$ sur le temps à l'état haut) afin de piloter le contrôleur brushless.

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Pour répondre à cette exigence nous avons choisi un moteur Brushless, le Turnigy 28-22-CQ 1400Kv. Le contrôleur Brushless XREG 10 est donc nécessaire pour piloter le moteur pour sa vitesse et sa puissance. Pour piloter le moteur brushless nous devons récupérer les données du capteur infra-rouge. Le MCU, grâce aux fronts montants du timer, va faire les calculs dans le CPU et transférer les données au servomoteur.

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_ROUE

Rédacteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Relecteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Exigences client vérifiées par pré-conception :

À partir de la valeur d'angle de direction de roues calculée, le récepteur génère un signal PWM (tolérance de $\pm 5\%$ sur le temps à l'état haut) afin de commander le servomoteur de roue.

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Afin de répondre à cette exigence, nous avons choisi un servomoteur, le Hitec HS322HD.

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_INDICATEUR

Rédacteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Relecteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Exigences client vérifiées par pré-conception :

Le récepteur du kart comporte un indicateur lumineux (50mcd $\pm 20\%$) informant l'utilisateur que le récepteur est sous tension.

Compétences GEII : C1-10, C1-11

De manière à informer l'utilisateur de la mise sous tension du kart, nous utiliserons une diode électroluminescente verte (L-9294CGCK, 50mcd $\pm 20\%$).

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_CONNEXION

Rédacteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

IUT Bordeaux Département GEii	Référence : KAH_DDC_EQ34 Révision : 2 – 13/02/2024	20/46
----------------------------------	---	-------

Relecteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Exigences client vérifiées par pré-conception :

Le récepteur du kart comporte un indicateur lumineux (100mcd $\pm 20\%$) informant l'utilisateur par son éclairage que le récepteur a reçu une nouvelle trame infrarouge valide avec adresse NEC correcte. Dans tous les autres cas (trame absence, trame incorrecte, adresse NEC incorrecte), l'indicateur lumineux est éteint.

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Nous utiliserons une diode électroluminescente bleue (L-9294QBC-D) et une diode électroluminescente verte (L-9294CGCK). Elles nous permettront de signaler la réception d'une nouvelle trame infrarouge valide avec adresse NEC correcte du kart (100mcd $\pm 20\%$). La led verte indique la mise en tension du kart et la led bleue sert à confirmer si la trame protocolaire est bonne.

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_KLAXON

Rédacteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Relecteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Exigences client vérifiées par pré-conception :

Le récepteur du kart génère un signal carré de 4kHz ($\pm 100\text{Hz}$) de rapport cyclique de 50 % ($\pm 10\%$) qui sera appliqué à l'entrée d'un composant sonore afin de permettre au kart de klaxonner.

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Le kart aura un buzzer (MCKPT-G1210-3916), qui a pour intervalle $4.5\text{KHz} \pm 0.5\text{ KHz}$ dans le but de pouvoir klaxonner. De plus, nous utiliserons le CPU muni de son timer pour générer le signal carré.

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_ENERGIE

Rédacteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Relecteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Exigences client vérifiées par pré-conception :

Le kart utilise un accumulateur d'énergie électrique de type Lithium-Polymère 2S pour fonctionner. Cet accumulateur est d'une capacité assurant une autonomie de fonctionnement du kart d'au moins 15 minutes à mi-puissance. Une régulation de tension 5V est assurée par le contrôleur brushless (étage BEC) et permet d'alimenter l'ensemble de l'électronique (servomoteur compris) du récepteur.

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Un accumulateur Lipo 2S sera utilisé pour que le kart puisse fonctionner à mi-puissance pour une durée de 15 minutes. L'ajout du régulateur linéaire LM78L05ACZ est nécessaire pour stabiliser la tension (qui est de 5V), pour 2 raisons :

- Le MCU ATMEGA328P a besoin d'une tension allant de 1,8V à 5,5V.
- La luminosité de la LED varie avec sa tension alors il faut une tension correcte et fixe.

Nous constatons que choisir une tension de 5V serait plus favorable au bon fonctionnement du système qu'une tension de 7.4V.

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_INTERRUPTEUR

Rédacteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Relecteur : Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU

Exigences client vérifiées par pré-conception :

Le Kart comporte un interrupteur afin de le mettre sous/hors tension son circuit électronique.

Compétences GEII : C1-10, C1-11

L'interrupteur de référence R1825A servira à alimenter ou non le kart.

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_SCHEMA

Rédacteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Relecteur : Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU

Compétences GEII : C1-10, C1-11

Kart À Hélice

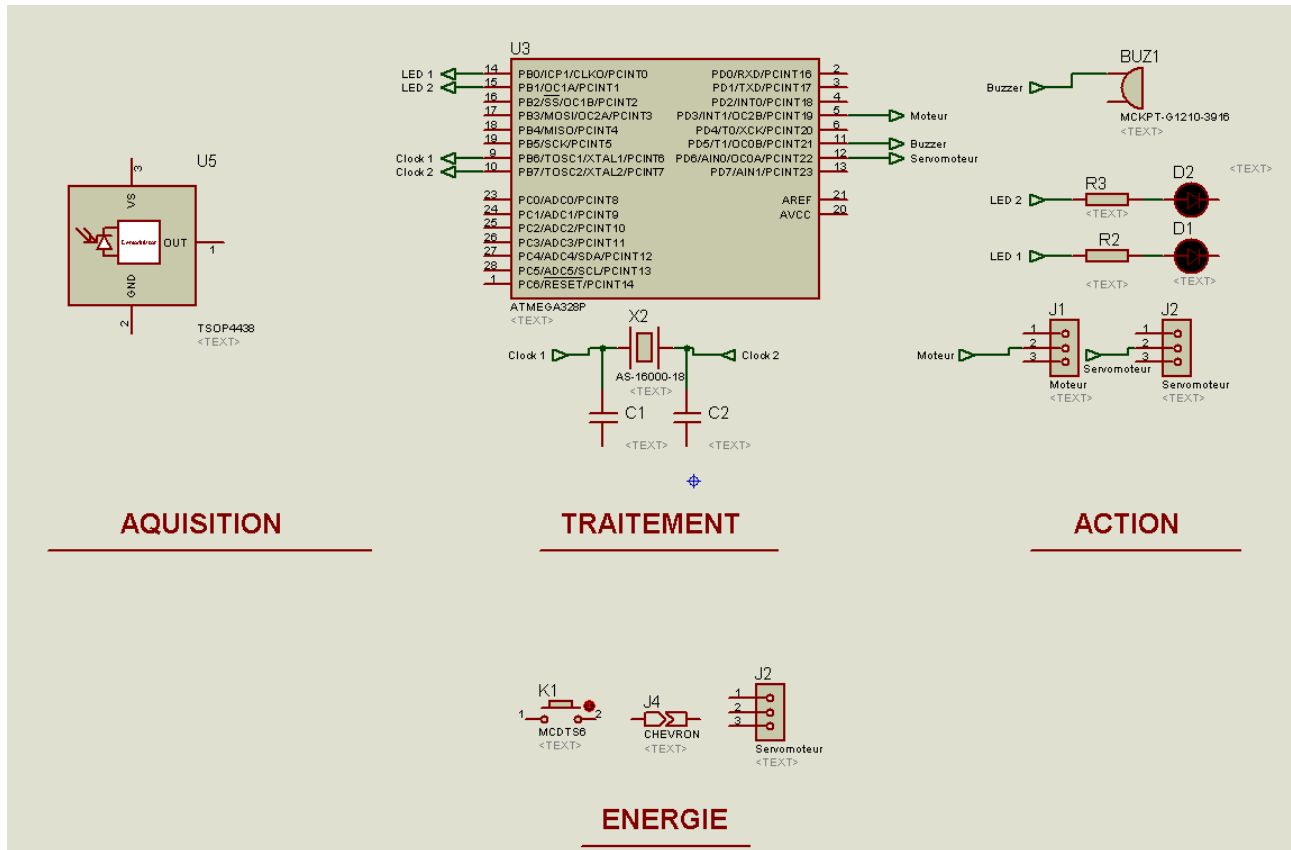


figure 6 : schéma électrique préliminaire du récepteur

2.3 Informatique

2.3.1 Informatique - Émetteur

Référence du paragraphe : CPR_EMTT_ARCHI_INFO

Rédacteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Relecteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU

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

Kart À Hélice

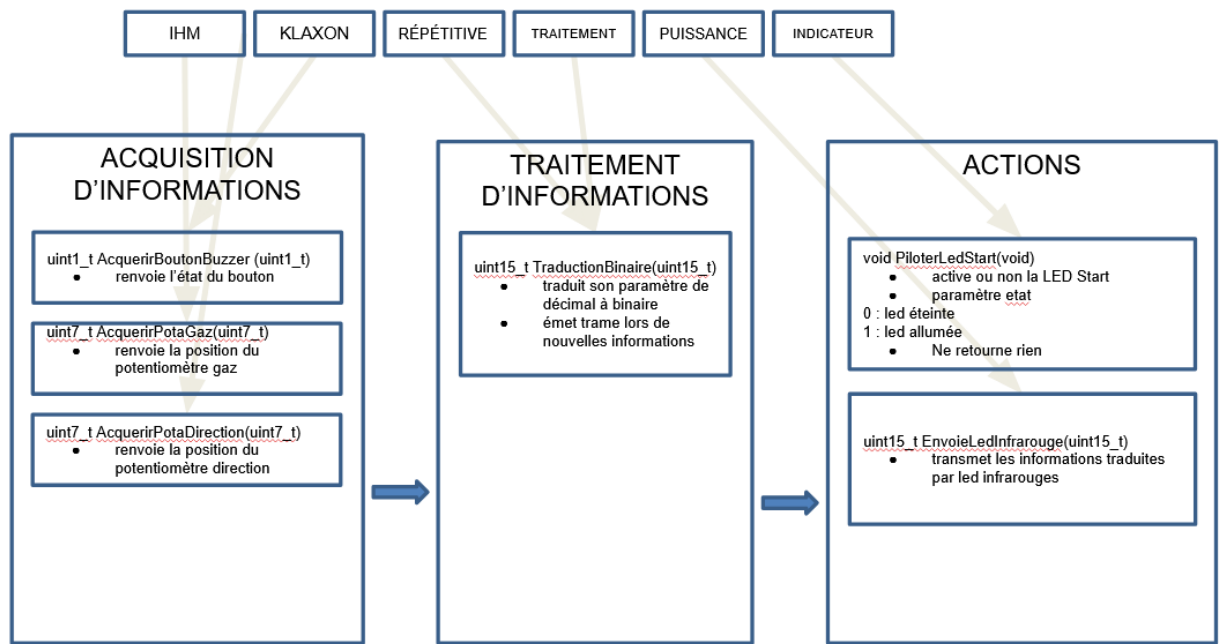


figure 7 : synoptique architecture informatique de l'émetteur

Kart À Hélice

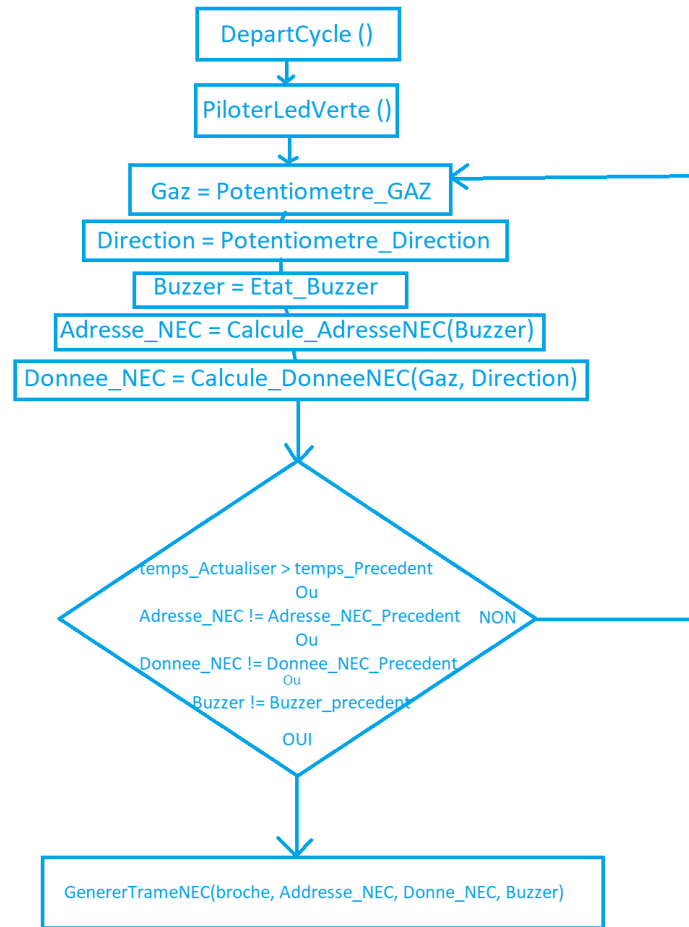


figure 8 : Logigramme du traitement de l'émetteur informatique

2.3.2 Informatique - Récepteur

Référence du paragraphe : CPR_RCPT_ARCHI_INFO

Rédacteur : Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU

Relecteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

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

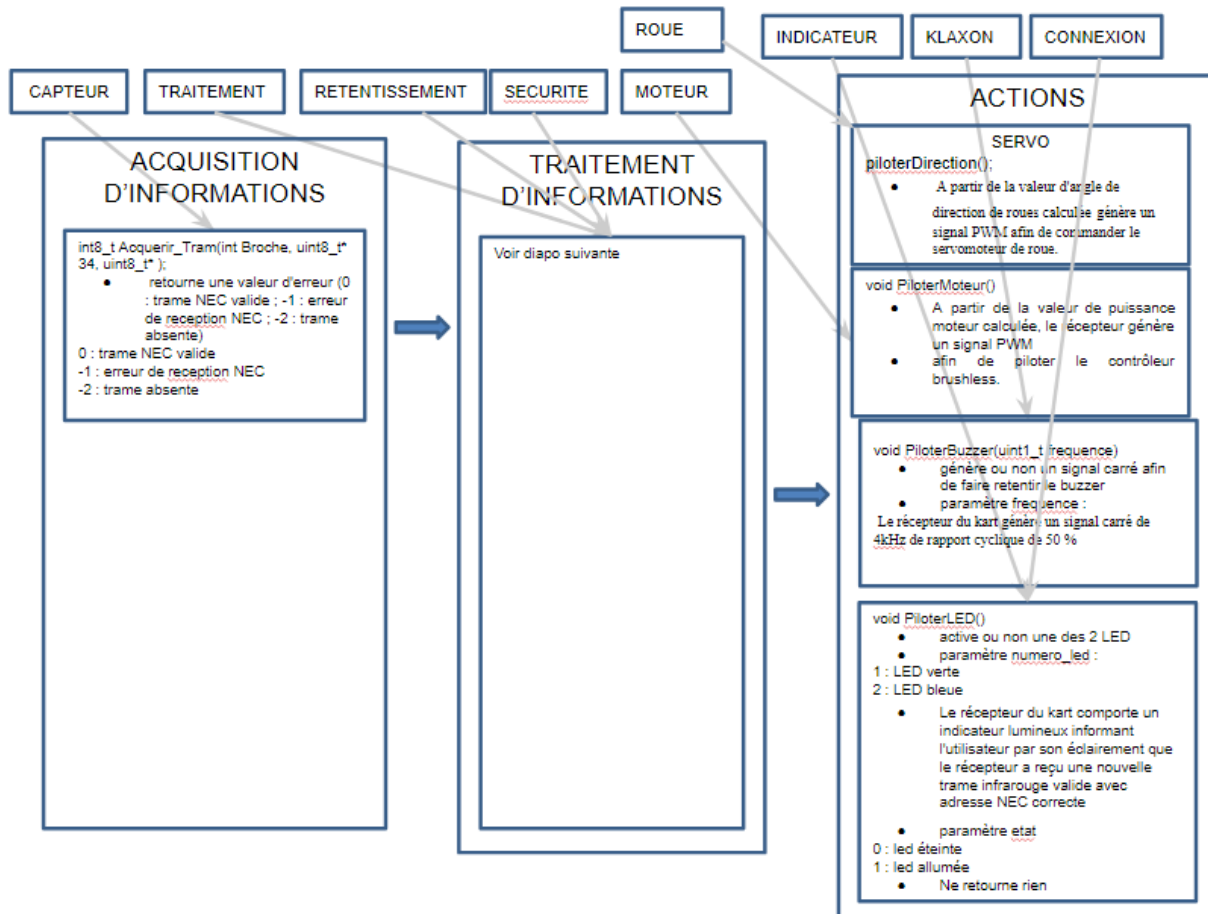


figure 9 : synoptique architecture informatique du récepteur

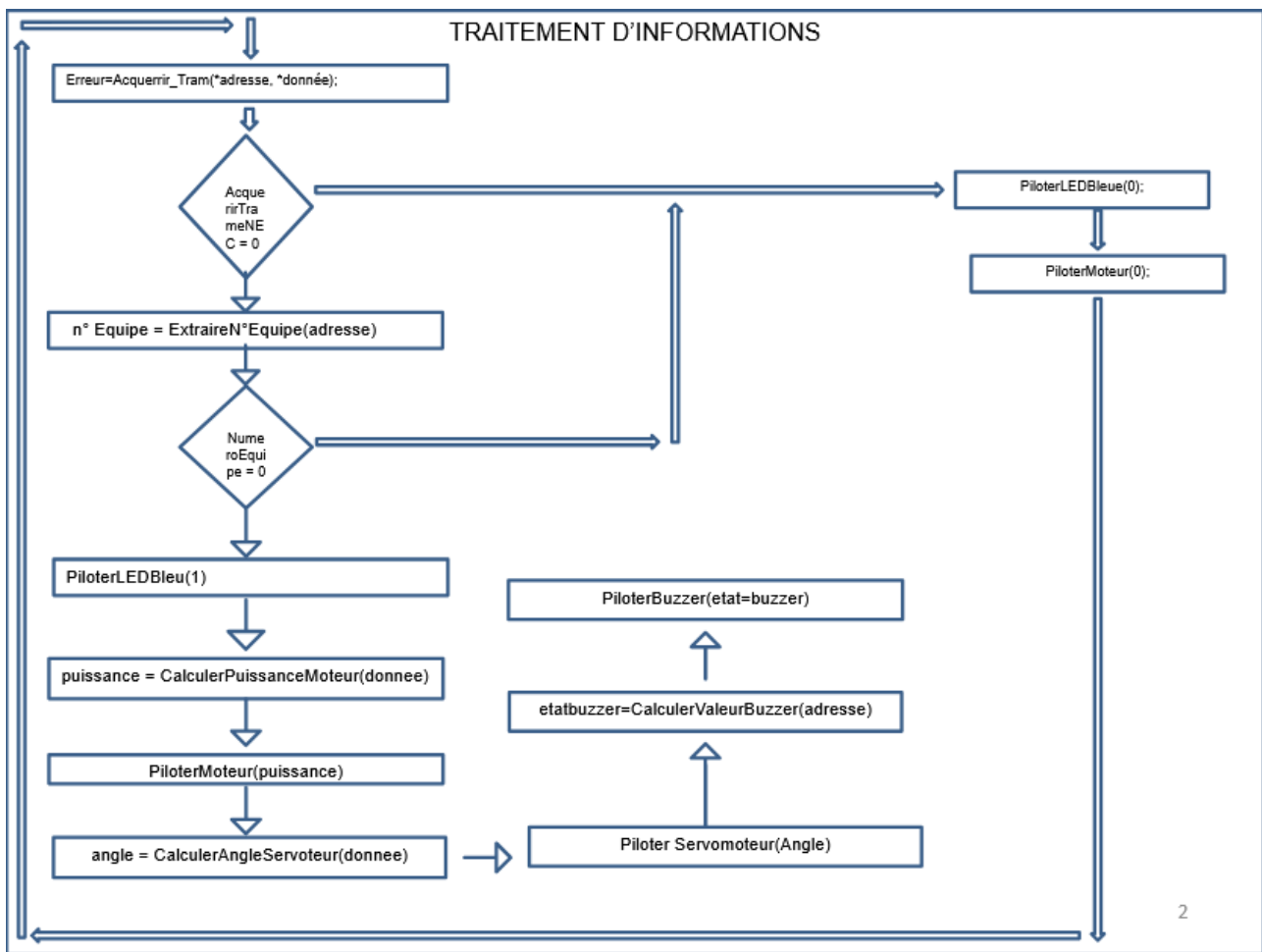


figure 10 : algorithme de traitement du récepteur

2.4 Coût - Délai

Référence du paragraphe : CPR_COUT

Rédacteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU, Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Relecteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU, Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Exigences client vérifiées par pré-conception :

Afin de répondre à l'exigence EXIG_COUT, une estimation préliminaire du coût d'un prototype a été réalisée. Le coût total de l'ensemble des composants (mécaniques et électroniques) nécessaires pour la fabrication d'un seul prototype du kart à hélice est inférieur à 160 euros TTC.

Compétences GEII : C1-10

Composant	Valeur / référence constructeur	Quantité	Prix en € (hors taxes)
Microcontrôleur	ATMEGA328P	2	5.24
Potentiomètre	PTA4543-2015DP-B103	2	2.60
Bouton poussoir	MCDTS6-3K	1	0,19
Bouton poussoir	R1825A	1	1,25
Accumulateur LiPo 2S	LiPo 7.4 V 1000 mAh Conrad energy 1344143	2	14.16
Interrupteur	JS202011CQN	1	0,38
Régulateur linéaire	LM78L05ACZ	1	0,39
LED verte	L-9294CGCK	2	0,30
LED bleue	L-9294QBC-D	1	0,25
LEDs infrarouges	TSAL6200	2	0,57
Capteur infrarouge	TSOP4438	1	1,11
Transistor	2N7000	1	0,23
Buzzer	MCKPT-G1210-3916	1	0,67
Moteur	Turnigy 28-22-CQ	1	11,44
Servomoteur	Hitec HS322HD	1	10,75

Kart À Hélice

Nous faisons la somme de tous les composants 49,33 €(sans le circuit imprimé), puis nous ajoutons le coût partiel hors taxes du projet qui est de 35,65 €

$$49,33 + 35,65 = 84,98 \text{ €}$$

$$84,98 + 20\% = 101,98 \text{ €}$$

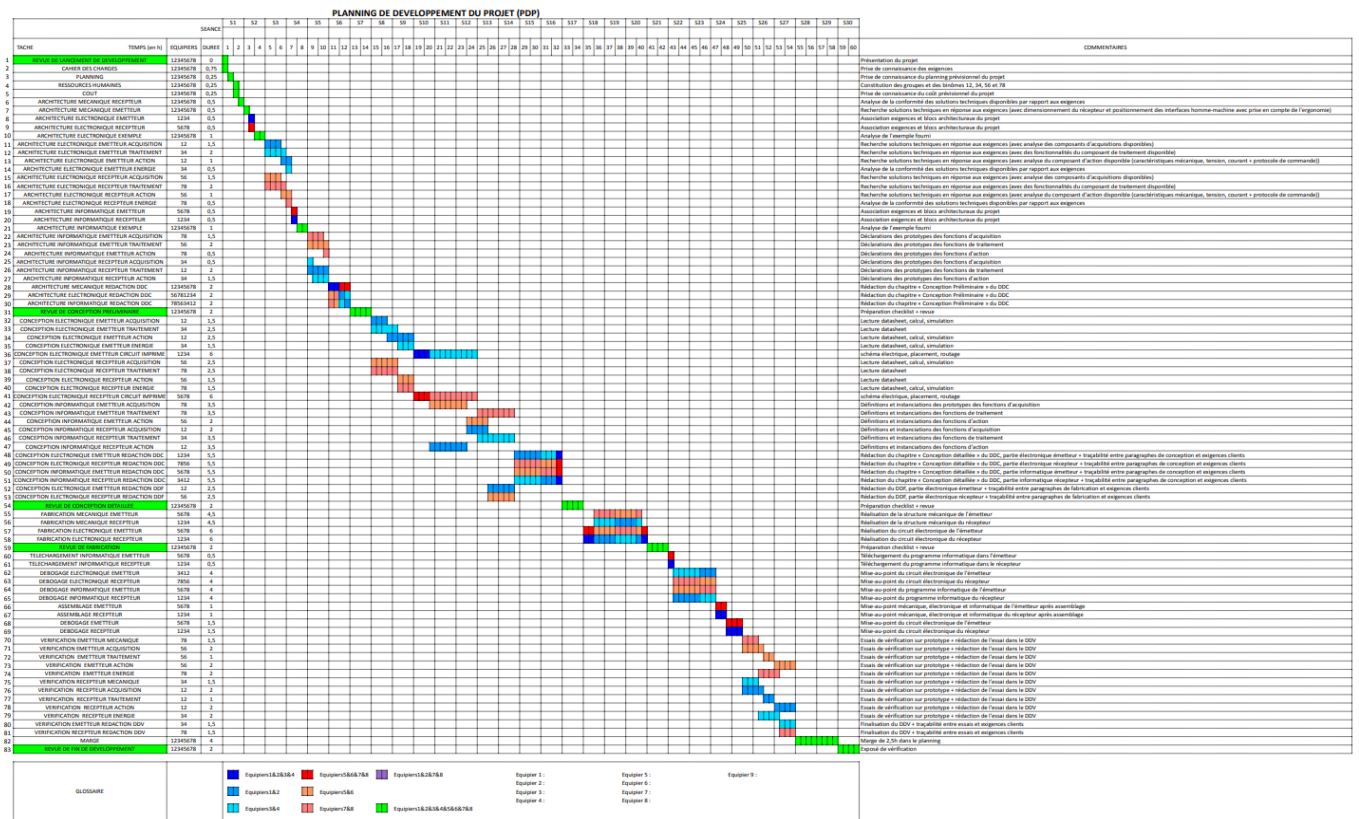
Le projet nous coûterait 101,98 € TTC

Référence du paragraphe : CPR_DELAI

Rédacteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU, Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Relecteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU, Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Exigences client vérifiées par pré-conception :



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.

Compétences GEII : C1-10

Pour le moment le délai est respecté, nous n'avons pas eu besoin de faire de modification dans le planning.

2.5 Conclusion de la conception préliminaire du produit

Rédacteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU, Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Relecteur : Benoît TARDIF, Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU, Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Suite à la conception préliminaire du produit, nous avons identifié les besoins dans le cahier des charges. L'ensemble des exigences clients du cahier des charges ont été vérifiées. Le prototypage physique de certains étages fonctionnels du produit a permis de confirmer le dimensionnement de chacun des composants. Nous pouvons donc passer à l'étape de la conception détaillée.

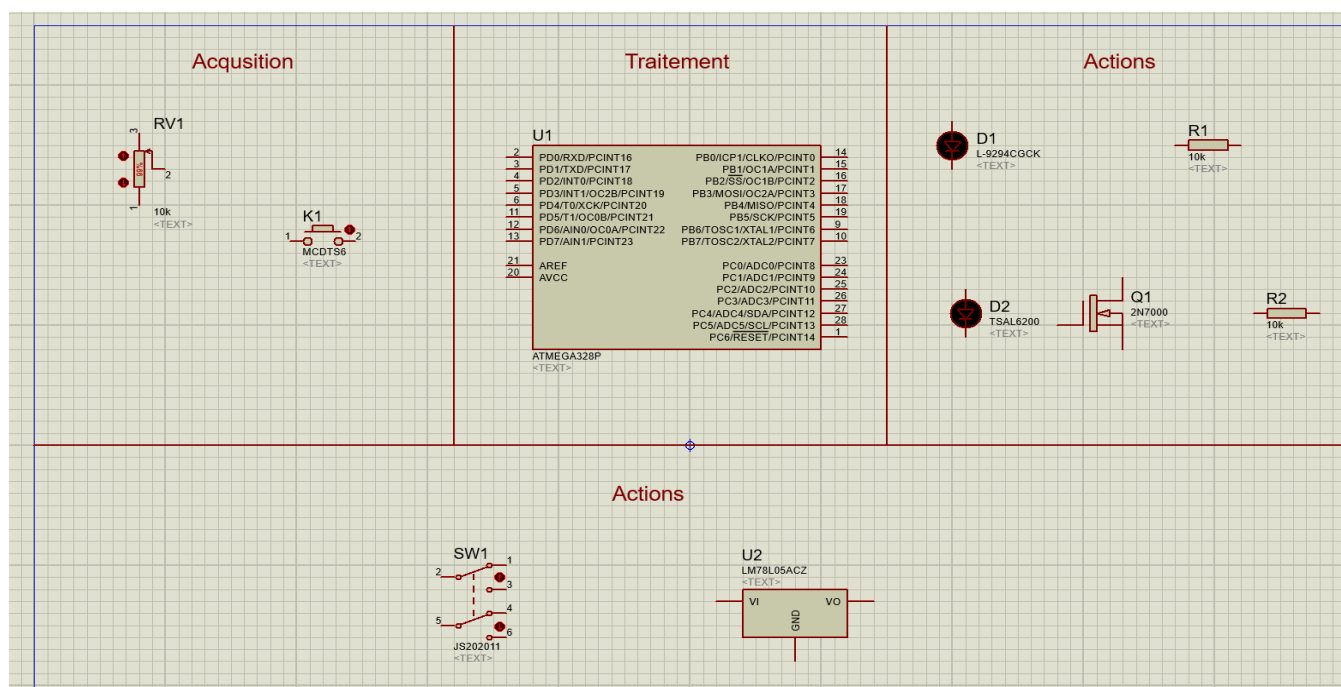


Schéma électrique préliminaire de l'émetteur issu de la conception préliminaire du produit

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. Électronique récepteur

Référence du paragraphe : CDT_EXIG_RCPT_CAPTEUR

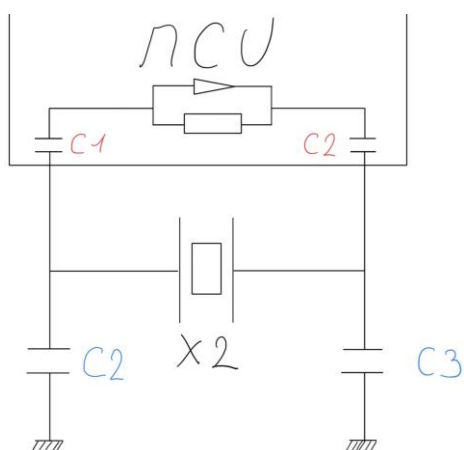
Rédacteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Relecteur : Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU

Exigences client vérifiées : EXIG_RCPT_TRAITEMENT

Compétences GEII : C1b-22, C1b-24 et C1b-26

X2 est une clock de 16 MHz, nous avons besoin pour faire fonctionner le micro contrôleur et nous avons besoin du 16 MHz pour que nous puissions utiliser la bibliothèque arduino sans problème. Pour que la clock fonctionne, il faut des condensateurs. Comme nous savons qu'il y a déjà des condensateurs intégrés au MCU, nous avons pu déterminer par calculs les valeurs des condensateurs C2 et C3 qui sont de 0,022 nF chacun.



montage de la clock

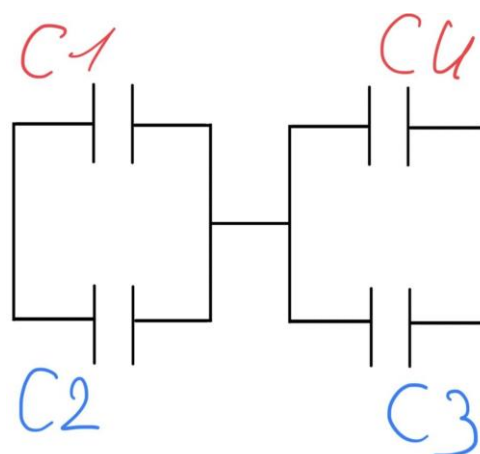


schéma équivalent

Nous savons grâce à la datasheet que C_{tot} est égale à 18 pF et que $C1=C2=14$ pF

$$C_{tot} = 18 \text{ pF}$$

$$C_{tot} = \frac{C_{eq}^2}{2C_{eq}}$$

$$2C_{tot} = C_{eq}$$

$$C_{eq} = 36 \text{ pF}$$

$$C_2 = C_3 = 22 \text{ pF}$$

$$C_{eq} = C_1 + C_2$$

$$36 \text{ pF} = 14 \text{ pF} + C_2$$

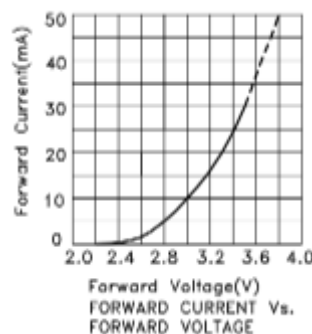
$$C_2 = 22 \text{ pF}$$

Les condensateurs C6 et C5 sont des condensateurs de lissage que nous avons mis à 470 μF comme énoncé par le fabricant. C4 aussi est un condensateur de lissage, mais lui est à 100 nF. Pour le reset nous avons un exemple à reprendre, le condensateur C7 est donc à 1 nF, pas plus car ça pourrait dérégler le MCU. Quand on appuie sur le reset, les registres ne sont pas forcément mis à 0. Donc on utilise un condensateur et la résistance R4 qui vaut 10 kOhm pour laisser le condensateur dans une plage défini pour bien reset l'ensemble des registres. Les LED ont besoin d'une résistance pour fonctionner. Nous avons utilisé les graphiques de la datasheets sur les LED électroLuminescent. Pour la LED bleue il faut faire un produit en croix pour déterminer la tension de la Led en fonction des millicandela :

$$\text{Si } 20\text{mA} = 500 \text{ mcd alors } 100\text{mcd} = ?$$

$$\text{Donc : } \frac{20\text{mA} \times 100\text{mcd}}{500\text{mcd}} \text{ soit } \frac{0.02 \times 100}{500} = 0.004\text{A soit } 4\text{mA}$$

Ce qui permet d'aller voir le graphique dans la datasheet du courant en fonction de la tension



Pour déterminer la tension de la résistance il faut soustraire la tension totale à la tension LED

$$5\text{V} - 2.7\text{V} = 2.3\text{V}$$

$$\text{On utilise la loi d'ohm : } U = RI \Leftrightarrow R = \frac{U}{I} \Leftrightarrow R = \frac{2.3}{0.004} = 575\Omega$$

Puis on la normalise la résistance en divisant par 2 la tolérance soit $20\%/2 = 10\%$

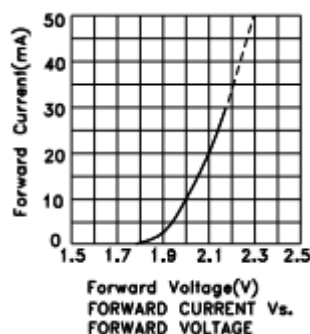
On a une intervalle de $[517\Omega \text{ à } 632\Omega]$, ainsi on sélectionne la résistance 560Ω dans E12

Pour la LED verte il faut faire un produit en croix pour déterminer la tension de la Led en fonction des millicandela :

Si $20\text{mA} = 150\text{ mcd}$ alors $50\text{ mcd} = ?$

$$\text{Donc : } \frac{20\text{mA} \times 50\text{ mcd}}{150\text{ mcd}} \text{ soit } \frac{0.02 \times 50}{150} = 0.0066\text{A soit } 6.6\text{mA}$$

Ce qui permet d'aller voir le graphique dans la datasheet du courant en fonction de la tension



Pour déterminer la tension de la résistance il faut soustraire la tension totale à la tension LED

$$5\text{V} - 1.95\text{V} = 3.05\text{V}$$

$$\text{On utilise la loi d'ohm : } U = RI \Leftrightarrow R = \frac{U}{I} \Leftrightarrow R = \frac{3.05}{0.0066} = 462\Omega$$

Puis on la normalise la résistance en divisant par 2 la tolérance soit $20\%/2 = 10\%$

On a une intervalle de $[415\Omega \text{ à } 508\Omega]$, ainsi on sélectionne la résistance 470Ω dans E6.

Le buzzer actuellement le moins cher et qui rentre dans les exigences souhaitée est le MCKPT-G1210-3916.

Les résistances R3 et R2 sont des résistances pour les diodes électroluminescentes

Pour dimensionner la batterie, nous devons savoir quel composants consomme le plus. Les condensateurs sont négligeables et c'est la même pour les connecteurs. Il n'y a que les résistances, les servomoteurs et le moteur qui consomment. La résistance R1 consomme 54 mA, R4 consomme 0,54 mA, R3 consomme 4 mA, R2 consomme 6,6 mA. Le moteur consomme 5A, le servomoteur consomme 160 mA. Le buzzer consomme 2 mA. La carte consomme à peu près 5227,14 mA. Soit 5,22 A. La carte doit tenir 15 min soit $\frac{1}{4}$ d'heure. Donc il faut que la batterie soit de 1,3 Ah mais avec la marge de 1,2 nous prendrons une batterie de 1,56 Ah.

3.2. Informatique récepteur

Référence du paragraphe : CDT INFO

Rédacteur : Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU

Relecteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Exigences client vérifiées : EXIG_RCPT_TRAITEMENT, nEXIG_RCPT_SECURITE, EXIG_RCPT_RETENTISSEMENT, EXIG_RCPT_KLAXON

Parti informatique récepteur :

Voici le programme réparti en 3 images.

Dans ce code nous pouvons voir que nous définirons les différents pin que nous allons utiliser ,la partie traitement et acquisition

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

// definition des constantes du projet
#define Servomoteur_Pin      5      // à modifier
#define Moteur_Pin          6      // à modifier
#define Buzzer_Pin          8      // à modifier
#define LedBleue_Pin        10     // à modifier
#define RecepteurIR_Pin     9      // à modifier
#define NumeroEquipe        0x34   // à modifier

// definition des fonctions d'acquisition
// inclus dans la bibliothèque NEC

// definition des fonctions de traitement
uint8_t ExtraireNumeroEquipe(uint8_t Adresse) { // retourne une valeur : [ ? ; ? ]
    return Adresse & 0b01111111;
}

// definition des fonctions de traitement
uint8_t CalculerAngleServomoteur(uint8_t Donnee) { // retourne une valeur : [ ? ; ? ]
    return Donnee & 0b00001111;
}

// definition des fonctions de traitement
uint8_t CalculerPuissanceMoteur(uint8_t Donnee) { // retourne une valeur : [ ? ; ? ]
    return Donnee >> 4;
}

// definition des fonctions de traitement
uint8_t CalculerValeurBuzzer(uint8_t Adresse) { // retourne : 0 (inactif), 1 (actif)
    return Adresse >> 7;
}

// definition des fonctions d'action
Servo Servomoteur;
void PiloterServomoteur(uint8_t Angle) { // génère un signal PWM
    // ...
}
```

```

    if (EtatBuzzer == 1) {
        tone(Buzzer_Pin, 4000);
    } else {
        noTone(Buzzer_Pin);
    }
    // return ... ;    // à compléter
}

void PiloterLedBleue(uint8_t EtatLedBleue) { // génère un signal binaire
    digitalWrite(LedBleue_Pin, EtatLedBleue);
    return ;
}

// definition des fonctions principales
void setup(void) {

    pinMode(Servomoteur_Pin, OUTPUT);
    Servomoteur.attach(Servomoteur_Pin);
    pinMode(Moteur_Pin, OUTPUT);
    Moteur.attach(Moteur_Pin);
    pinMode(Buzzer_Pin, OUTPUT);
    pinMode(LedBleue_Pin, OUTPUT);
    Servomoteur.write(90);
    Moteur.write(0);
    pinMode(RecepteurIR_Pin, INPUT);
    delay(7000);
}

void loop(void) {
    uint8_t Donnee;
    uint8_t Adresse;
    uint8_t Erreur;
    uint8_t NumeroEquipeExtrait;
    uint8_t Puissance;
    uint8_t Angle;
    uint8_t EtatBuzzer;
    // ...    // à compléter
    Erreur = AcquerirTrameNEC(RecepteurIR_Pin, &Adresse, &Donnee);
    if (Erreur == 0) {
        NumeroEquipeExtrait = ExtraireNumeroEquipe(Adresse);
        if (NumeroEquipeExtrait == NumeroEquipe) {
            PiloterLedBleue(1);
        }
    }
}

```

```

    Puissance = CalculerPuissanceMoteur(Donnee);
    PiloterMoteur(Puissance);
    Angle = CalculerAngleServomoteur(Donnee);
    PiloterServomoteur(Angle);
    EtatBuzzer = CalculerValeurBuzzer(Adresse);
    PiloterBuzzer(EtatBuzzer);
} else {
    PiloterLedBleue(0);
    PiloterMoteur(0);
}
} else {
    PiloterLedBleue(0);
    PiloterMoteur(0);
}
}
}

```

3.3. Électronique émetteur

Référence du paragraphe : CDT_EXIG_EM TT_CAPTEUR

Rédacteur : Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU

Relecteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Compétences GEII : C1-21, C1-22, C1-23, C1-24, C1-25, C1-26

Dans la partie action nous allons répondre aux exigences suivantes : EXIG_EM TT_IHM, EXIG_EM TT_KLAXON

Pour répondre à l'exigence EXIG_EM TT_IHM, nous avons dimensionné les potentiomètres.

Nous avons 2 potentiomètres PTA4543-2015DP-B103 de 10 kOhms pour la vitesse et la direction qui renvoie un code codé sur 10 bits $0V = 0$ et $5V = 1023$, $2.5V = 511$ octets Pour cela nous allons brancher les deux potentio dans les entrées analogiques de notre MCU ATMEGA328P.

Nous allons utiliser la formule suivant pour pouvoir dimensionner : $I_{pont} = VCC/R$, ce qui nous donne après les applications numériques : $5/10000 = 0.0005A = 0.5mA$

Nous savons que la vitesse = 4 bits donc $2^4 = 16$ octets.

Ce qui nous donne une précision $1/16$ donc $0.063 = 6.33\%$

$I/I_{pont} < \text{precision } I = 1\mu A$ (trouvé dans la datasheet du MCU)

$I/I_{pont} < 0.063$

$I_{pont} = I/\text{précision} = 1\mu A / 0.063$ environ $15.9\mu A$.

$P = VCC/I_{pont} = 5/15.9$ environ 314 kOhms. Sauf que nous, nous avons qu'une résistance de $10kOhms$ donc c'est les mêmes calculs mais en changeant la résistance.

Donc : $P = VCC/I_{pont}$,

ainsi : $I_{pont} = VCC/P = 5/10\text{ kOhms} = 5 \cdot 10^{-4}$ Ampère.

Dans la partie action nous allons répondre aux exigences suivantes : EXIG_EMTT_PUISSANCE, EXIG_EMTT_INDICATEUR

Pour pouvoir répondre à l'exigence EXIG_EMTT_PUISSANCE, nous avons dimensionné les résistances des LED infrarouges et dû prendre un transistor afin de garantir une puissance suffisante pour répondre aux cahiers des charges.

Pour dimensionner la résistance nous utilisons la formule suivante : $R_l = (V_{cc} - V_f) / I_f$

Après application numérique cela nous donne :

$$R_l = (5 - (1.45 * 2)) / 0.2$$

$$R_l = 10.5 \text{ Ohms E12 (+- 10\%)} = 10 \text{ Ohms Normalisé}$$

$$I = U/R$$

$$I = 2.1/10$$

$$I = 210 \text{ mA}$$

On prend le transistor BC337 car il est moins cher et moins volumineux.

$$V_{CE} \text{ du transistor} = 50V$$

$$I_c \text{ du transistor} = 800 \text{ mA}$$

$$V_{BE} \text{ transistor ouvert} = 5V$$

$$I_c = 210 \text{ mA}$$

$$I_B > I_c / \beta \text{ (dans le datasheet)}$$

$$> 210 * 10^{-3} / 80 \text{ (beta)}$$

$$> 2.63 \text{ mA}$$

$$V_{BE} = 1.2V \text{ (dans le datasheet)}$$

$$\text{donc Transistor} = (V_{CC} - V_{BE}) / I_B = (5 - 1.2) / 2.63 * 10^{-3} = 1444 \text{ Ohms}$$

Puis nous trouvons la résistance du transistor 1300 Ohms normalisé dans la série E24.

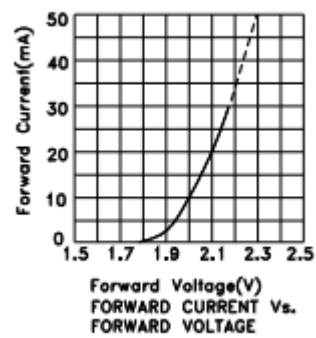
Pour pouvoir répondre à l'exigence EXIG_EMTT_INDICATEUR nous devons respecter une luminosité de 50 mCd +-20%.

Pour cela nous avons trouvé dans la datasheet de la LED verte que 150 mCd = 20 mA

donc nous pouvons ensuite trouver le courant qu'on a besoin, $20 * 50 / 150$ environ égale à 6.6 mA pour avoir 50 mCd il faut fournir 6.6 mA.

Dans la datasheet pour 6.6 mA on trouve une tension de 1.95

Kart À Hélice



Nous utilisons la loi d'Ohm pour trouver la résistance :

$$R = \frac{5 - 1.95}{6.6 \times 10^{-3}}$$

$$R = 457.5 \text{ Ohms}$$

$$E24 (+5\%) = R = 470 \text{ Ohms normalisé}$$

3.4. Informatique émetteur

```

1  /*****
2  // Sujet :   Programme de la telecommande NEC pour Kart           //
3  // Auteur :  EL FAZAZY.A   FOURCADE.A                             //
4  // Date :    12/03/2024                                           //
5  // Version : 1.1                                                  //
6  *****/
7  int Empiler = 0;
8  ///////////////////////////////////////////////////////////////////
9  // inclusion des fichiers header des bibliothèques de fonctions
10 #include <Arduino.h>        // bibliotheque de fonctions arduino
11 #include "NEC.h"            // bibliotheque de fonctions NEC
12
13 ///////////////////////////////////////////////////////////////////
14 // definition des constantes du programme
15 #define LED_INFRAROUGE_Pin    3      // n° de broche de la LED infrarouge
16 #define CMD_DIRECTION_Pin     A0      // n° de broche du potentiomètre pour la direction
17 #define CMD_PUISSANCE_Pin     A1      // n° de broche du potentiomètre pour la vitesse
18 #define BTN_Klaxon_Pin        9       // n° de broche du bouton poussoir klaxon
19 #define Numero_equipe         0x34    // Adresse du protocole NEC
20
21 ///////////////////////////////////////////////////////////////////
22 // declaration des fonctions du programme
23 uint8_t AcquerirCmdPotaDirection(void);
24 uint8_t AcquerirCmdPotaPuissance(void);
25 uint8_t AcquerirCmdKlaxon(void);
26 uint8_t CalculerDonneeNEC(uint8_t Direction, uint8_t Puissance);
27 uint8_t CalculerAdresseNEC(uint8_t Klaxon, uint8_t Num);
28 static uint8_t PotaDPrec=0;
29 static uint8_t PotaPPrec=0;
30 static uint8_t BuzzerPrec=0;
31 int t1 = millis();
32
33 ///////////////////////////////////////////////////////////////////
34 // DEFINITION DES FONCTIONS DU PROGRAMME
35 uint8_t AcquerirCmdPotaDirection(void){
36 // AcquerirCmdPotaDirection : fonction d'acquisition
37   return map(analogRead(CMD_DIRECTION_Pin),0,1024,0,16) << 4;
38 }

```

La fonction AcquerirCmdPotaDirection(void) sert à redéfinir la limite de valeur du potentiomètre direction qui était de 0 à 1024 pour devenir de 0 à 16, il fait aussi décaler les bits de mémoire de 4 vers les bits de poids forts pour ensuite laisser la place pour concaténer les autres données sur les poids faibles dans une autre fonction.

```

39 uint8_t AcquerirCmdPotaPuissance(void){
40 // AcquerirCmdPotaPuissance : fonction d'acquisition
41 return map(analogRead(CMD_PUISSANCE_Pin),0,1024,0,16);
42 }
43
44
45 uint8_t AcquerirCmdKlaxon(void){
46 // AcquerirCmdKlaxon : fonction d'acquisition
47 return !digitalRead(BTN_Klaxon_Pin) << 7;
48 }
49
50 ////////////////////////////////////////
51 //Concatenation des octets
52 uint8_t CalculerDonneeNEC(uint8_t Direction, uint8_t Puissance){
53     Empiler = Direction | Puissance;
54     return Empiler;
55 }
56
57 uint8_t CalculerAdresseNEC(uint8_t Klaxon, uint8_t Num){
58     Empiler = Klaxon | Num;
59     return Empiler;
60 }
61
62 ////////////////////////////////////////
63
64 void setup()
65 {
66     // Initialisation du sens de transfert de l'information des broches de type GPIO
67     pinMode(CMD_DIRECTION_Pin, INPUT);    // broche GPIO configuree en entree
68     pinMode(CMD_PUISSANCE_Pin, INPUT);    // broche GPIO configuree en entree
69     pinMode(BTN_Klaxon_Pin, INPUT_PULLUP); // broche GPIO configuree en entree
70     pinMode(LED_INFRAROUGE_Pin, OUTPUT);   // broche GPIO configuree en sortie
71     Serial.begin(9600);
72 }

```

AcquerirCmdPotaPuissance(void) fait la même chose que AcquerirCmdPotaDirection(void) avec la puissance sans décaler les bits.

AcquerirCmdKlaxon(void) lui sert à renvoyer l'état du bouton Klaxon en logique non inversée et décalé l'information de 7 bits vers le poids fort.

CalculerDonneeNEC concatène la direction et la puissance.

CalculerAdresseNEC concatène le Klaxon et le numéro d'équipe.

Kart À Hélice

```
73
74
75 void loop()
76 {
77     uint8_t PotaD = AcquerirCmdPotaDirection(), PotaP = AcquerirCmdPotaPuissance();
78     int Buzzer = AcquerirCmdKlaxon();
79     if ( ( ( PotaDPrec != PotaD ) || ( PotaPPrec != PotaP ) || ( BuzzerPrec != Buzzer ) && ( millis() - t1 > 108 ) ) || ( millis() - t1 >= 320 ) ) {
80         GenererTrameNEC(LED_INFRAROUGE_Pin, CalculerAdresseNEC(AcquerirCmdKlaxon(), Numero_equipe), CalculerDonneeNEC(AcquerirCmdPotaDirection(), AcquerirCmdPotaPuissance()));
81         BuzzerPrec=Buzzer;
82         PotaDPrec=PotaD;
83         PotaPPrec=PotaP;
84         Buzzer = AcquerirCmdKlaxon();
85         PotaD = AcquerirCmdPotaDirection();
86         PotaP = AcquerirCmdPotaPuissance();
87         t1 = millis();
88         Serial.println(Buzzer);
89     }
90 }
```

La condition if est remplie lorsqu'une nouvelle donnée à changer et que le temps écoulé depuis la dernière trame est au moins 108ms OU que le temps ait dépassé 320ms.

3.5. Conclusion de la conception détaillée du produit

Rédacteur : Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU

Relecteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

La conception a permis d'élaborer le schéma électrique du produit et de dimensionner tous les composants en les justifiant. A cette étape du projet, les dérisquages mis en œuvre montrent la conformité des dimensionnements réalisés.

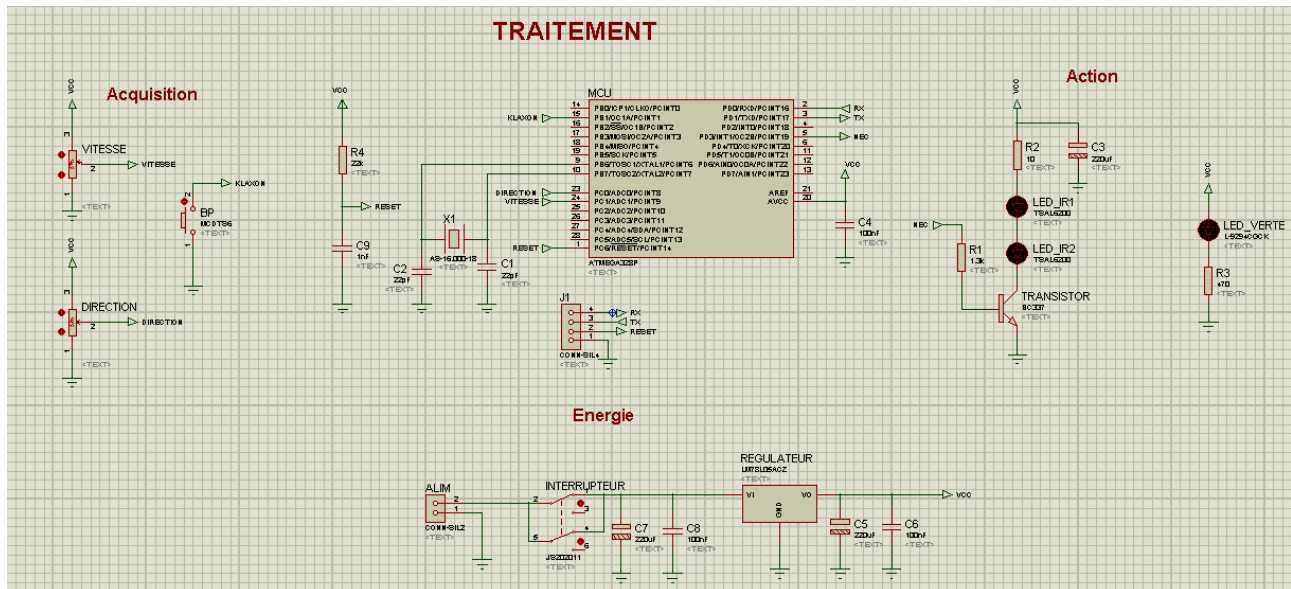


Schéma électrique émetteur

Kart À Hélice

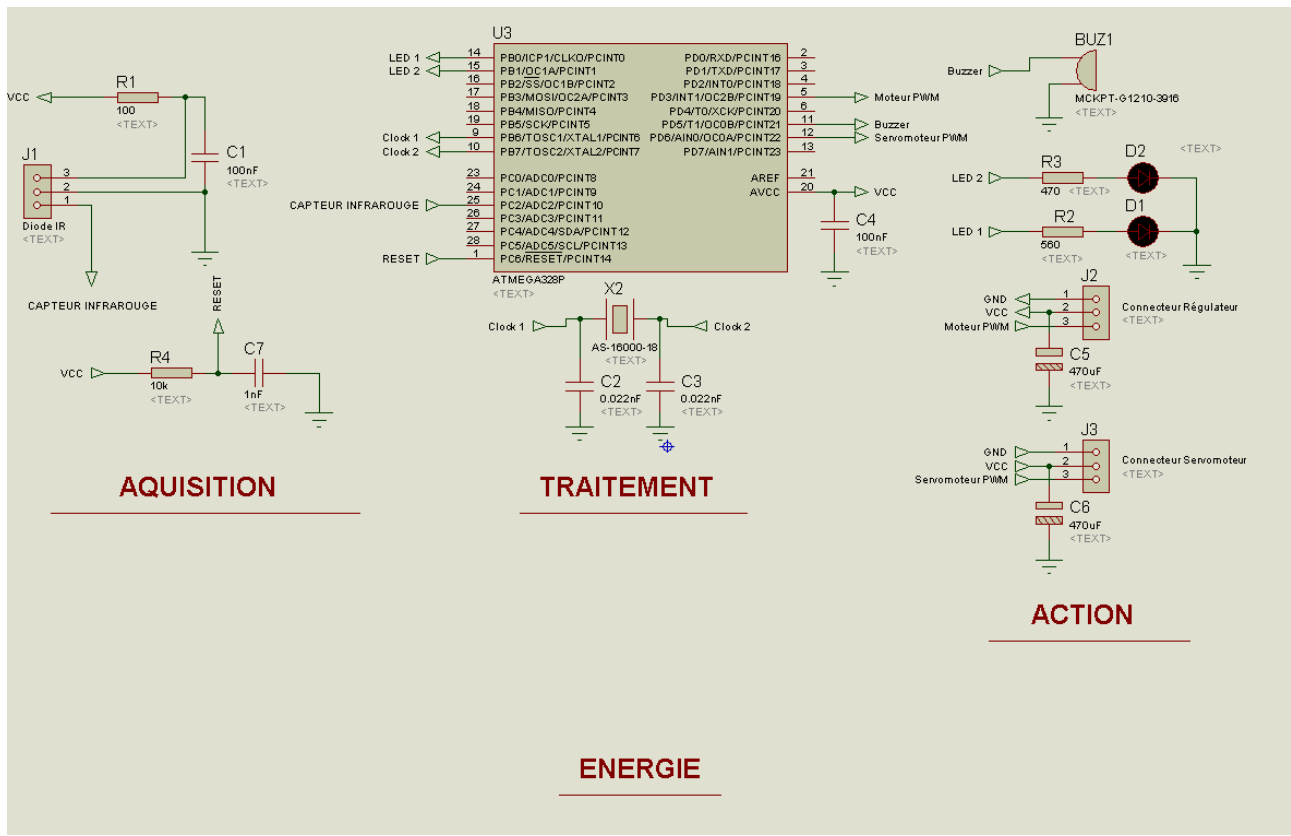


Schéma électrique récepteur

4. Conclusion de la conception du produit

Rédacteur : Sofiane BACHAR, El Fayad OMAR, Burak BAYRAKOGLU

Relecteur : Alexandre FOURCADE, Adam EL FAZAZY, Ramy TROUDI, Mathis GUINOT

Suite à la conception détaillée du produit, nous avons retenu toutes les solutions présentées dans le cahier de conception. L'ensemble des exigences clients du cahier des charges ont été vérifiées. Le prototypage physique de certains étages fonctionnels du produit a permis de confirmer le dimensionnement de chacun des composants.

5. 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.

IUT Bordeaux Département GEii	Référence : KAH_DDC_EQ34 Révision : 2 – 13/02/2024	43/46
----------------------------------	---	-------

Exigence	Méthodes de développement	Paragraphe en lien avec l'exigence	Statut
CPR_ARCHI_MECA	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_EMTT_ARCHI_MECA	Conforme
CPR_EMTT_DIMENSIONS	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_EMTT_DIMENSIONS	Conforme
CPR_EMTT_LOGO	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_EMTT_LOGO	Conforme
CPR_EMTT_ARCHI_ELEC	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_EMTT_ARCHI_ELEC	Conforme
CPR_RCPT_DIMENSIONS	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_RCPT_DIMENSIONS	Conforme
CPR_RCPT_LOGO	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_RCPT_LOGO	Conforme
CPR_EMTT_IHM	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_EMTT_IHM	Conforme
CPR_EMTT_KLAXON	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_EMTT_KLAXON	Conforme
CPR_EMTT_TRAITEMENT	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_EMTT_TRAITEMENT	Conforme
CPR_EMTT_REPETITIVITE	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_EMTT_REPETITIVITE	Conforme
CPR_EMTT_RETENTISSEMENT	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_EMTT_RETENTISSEMENT	Conforme
CPR_EMTT_PUISSANCE	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_EMTT_PUISSANCE	Conforme
CPR_EMTT_INDICATEUR	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_EMTT_INDICATEUR	Conforme
CPR_EMTT_ENERGIE	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_EMTT_ENERGIE	Conforme

Exigence	Méthodes de développement	Paragraphe en lien avec l'exigence	Statut
CPR_EMPT_INTERRUPTEUR	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_EMPT_INTERRUPTEUR	Conforme
CPR_EMPT_SCHEMA	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_EMPT_SCHEMA	Conforme
CPR_RCPT_ARCHI_ELEC	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_RCPT_ARCHI_ELEC	Conforme
CPR_RCPT_CAPTEUR	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_RCPT_CAPTEUR CDT_EXIG_RCPT_CAPTEUR	Conforme
CPR_RCPT_TRAITEMENT	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_RCPT_TRAITEMENT CDT_RCPT_TRAITEMENT	Conforme Conforme
CPR_RCPT_SECURITE	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_RCPT_SECURITE	Conforme
CPR_RCPT_RETENTISSEMENT	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_RCPT_RETENTISSEMENT	Conforme
CPR_RCPT_MOTEUR	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_RCPT_MOTEUR	Conforme
CPR_RCPT_ROUE	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_RCPT_ROUE	Conforme
CPR_RCPT_INDICATEUR	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_RCPT_INDICATEUR	Conforme
CPR_RCPT_CONNEXION	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_RCPT_CONNEXION	Conforme
CPR_RCPT_KLAXON	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_RCPT_KLAXON	Conforme
CPR_RCPT_ENERGIE	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_RCPT_ENERGIE	Conforme
CPR_RCPT_INTERRUPTEUR	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_RCPT_INTERRUPTEUR	Conforme

Exigence	Méthodes de développement	Paragraphes en lien avec l'exigence	Statut
CPR_RCPT_SCHE MA	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_RCPT_SCHEMA	Conforme
CPR_EMPTT_ARCHI _INFO	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_EMPTT_ARCHI_INFO	Conforme
CPR_RCPT_ARCHI _INFO	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_RCPT_ARCHI_INFO	Conforme
CPR_COUT	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_COUT	Conforme
CPR_DELAI	Conception préliminaire Conception détaillée	CPR_DELAI	Conforme