

Dossier De Vérification (DDV)

du projet

Kart À Hélice

Responsabilité documentaire

Action	NOM Prénom	Fonction	Date	Signature
Rédigé par	Lestage Margot Cassany Marie Roboam Damien Jerez Elouan Frieh Mathieu L'Haridon Mathis Larjuzan Noah Bakas Laila (KartoFuel)	Techniciens	24/05/2024	
Approuvé par	F.AUGEREAU W.D'ANNA (IUT GEII Bdx)	Chefs de projet	JJ/MM/AAAA	
Approuvé par	S. AROUL (Toy Corporation)	Client	JJ/MM/AAAA	

Suivi des révisions documentaires

Indice	Date	Nature de la révision
1	01/09/2021	Publication préliminaire du DDV document à compléter par le Technicien.
2	14/06/2024	Première publication suite au test du produit.

Documents de références

Sigle	Référence	Titre	Rév.	Origine
[CDC]	KAH_CDC	Cahier des charges	1	Toy Corporation
[DDC]	KAH_DDC_EQ21	Dossier De Conception	2	IUT GEII Bdx
[DDF]	KAH_DDF_EMTC_EQ21	Dossier De Fabrication	2	IUT GEII Bdx
	KAH_DDF_RCPT_EQ21			

Table des matières

1. Nature du document	4
2. Vérification du produit développé	4
2.1. Récepteur	4
2.1.1. EXIG_RCPT_DIMENSIONS	4
2.1.2. EXIG_RCPT_LOGO	7
2.1.3. EXIG_RCPT_ENERGIE	8
2.1.4. EXIG_RCPT_INTERRUPTEUR	11
2.1.5. EXIG_ACQUISITION	12
2.1.6. EXIG_RCPT_TRAITEMENT	15
2.1.6.1. Test direction	15
2.1.6.2. Test trame NEC	17
2.1.7. EXIG_RCPT_SECURITE	25
2.1.8. EXIG_RCPT_RETENTISSEMENT	27
2.1.9. EXIG_RCPT_MOTEUR	28
2.1.10. EXIG_RCPT_ROUE	31
2.1.11. EXIG_RCPT_INDICATEUR	35
2.1.12. EXIG_RCPT_CONNEXION	37
2.1.13. EXIG_RCPT_KLAXON	41
2.2. Emetteur	42
2.2.1. EXIG_EMTT_DIMENSIONS	42
2.2.2. EXIG_EMTT_LOGO	45
2.2.3. EXIG_EMTT_ENERGIE	46
2.2.4. EXIG_EMTT_INTERRUPTEUR	49
2.2.5. EXIG_EMTT_IHM	50
2.2.6. EXIG_EMIT_KLAXON	52
2.2.7. EXIG_EMTT_TRAITEMENT	54
2.2.8. EXIG_EMTT_REPEATITIVITE	59
2.2.9. EXIG_EMTT_PUISSANCE	61
2.2.10. EXIG_EMTT_INDICATEUR	64
2.3. Coût et délai	66
2.3.1. EXIG_DELAY	66
2.3.2. EXIG_COUT	67
2.4. Conclusion de la vérification du produit	68

1. Nature du document

Ce document est un dossier de vérification et a pour but de décrire les essais et les résultats de vérification. Il apporte les preuves de la conformité du produit développé vis-à-vis 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. Vérification du produit développé

Ce chapitre détaille la vérification par essais du produit développé. Il constitue une preuve de la conformité du produit. Chaque paragraphe d'essai fait donc clairement référence aux exigences client issues du Cahier des Charges.*

2.1. Récepteur

2.1.1. EXIG_RCPT_DIMENSIONS

Référence du paragraphe : ESS_RCPT_DIMENSIONS

Rédacteur : Mathieu Frieh & Mathis L'HARIDON

Selecteur : Jerez Elouan et Roboam Damien

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_RCPT_DIMENSIONS

But de l'essai : Vérifier les dimensions de la carte émetteur

Moyens utilisés : Pied à coulisse

Procédure d'essai:

Nous avons utilisé un pied à coulisse pour mesurer la longueur, la largeur, le diamètre des trous de fixation et la distance entre le bord de la carte et le centre des trous.

Résultats attendus :

Nous devons trouver les valeurs suivantes :

Grandeur	Valeur attendue (mm)	Tolérance (+/- mm)
Longueur	100	1
Largeur	75	1
Diamètre des trous de fixation	3	0.5
Distance du bord au centre du trous de fixation	6	0.5

Résultats obtenus :

Nous avons obtenu les valeurs suivantes :

Grandeur	Valeur obtenue (mm)	Erreur absolue (mm)	Conf/Non conf
Longueur	97.68	- 1.32	Non conforme
Largeur	75.46	0.46	Conforme
Diamètre des trous de fixation	2.84	-0.16	Conforme
Distance du bord au centre	5.80	-0.20	Conforme

Statut de l'essai : Non conforme sur la longueur de la carte

Problèmes rencontrés : La longueur de la carte est trop petite, notre fournisseur nous a livré des cartes trop petites pour les prototypes.

Longueur :

$99 < 97.68 < 101$ mm

Erreur absolue de 1.32 mm.

La longueur de la carte est non conforme.

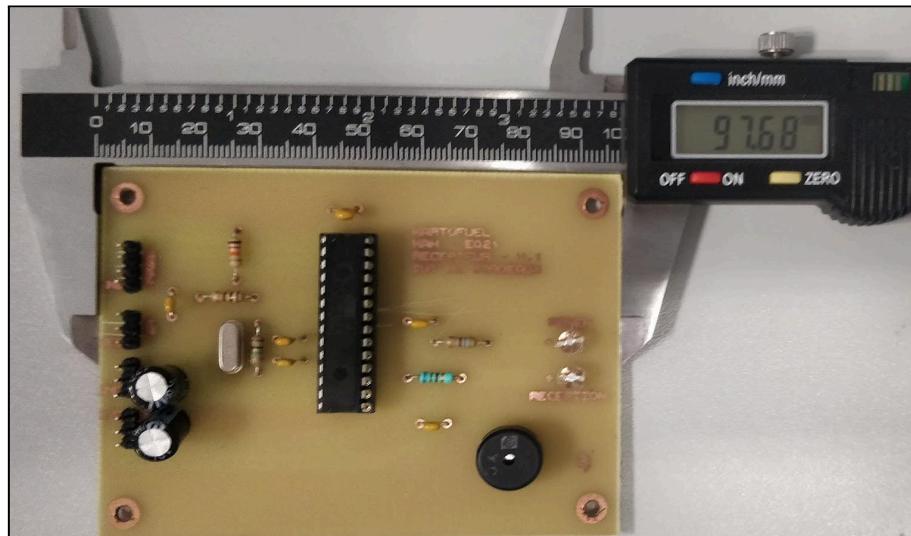


Figure 1 : Photo de la mesure de la longueur

Largeur :

$74 < 75.46 < 76$ mm

La largeur est conforme.

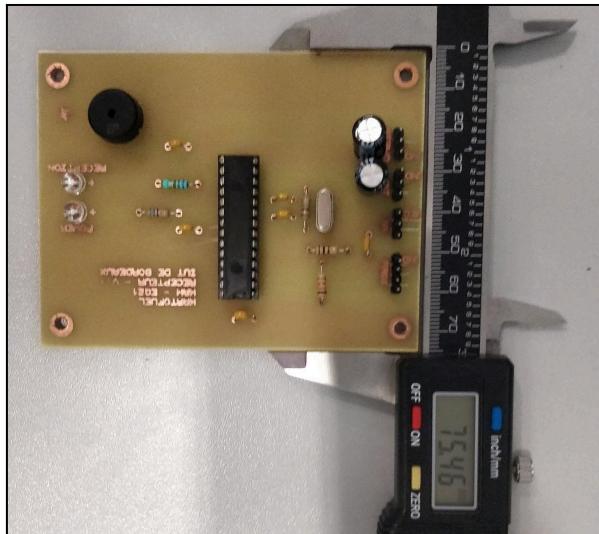


Figure 2 : Photo de la mesure de la largeur

Diamètre des trous de fixation :

$$2.5 < 2.84 < 3.5 \text{ mm}$$

Le diamètre des trous de fixation est conforme.

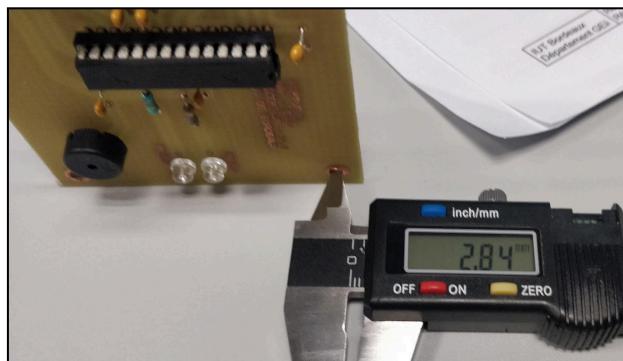


Figure 3 : Photo de la mesure du diamètre des trous de fixation

Distance du bord au centre :

$$5.5 < 5.80 < 6.5 \text{ mm}$$

La distance du bord au centre est conforme.

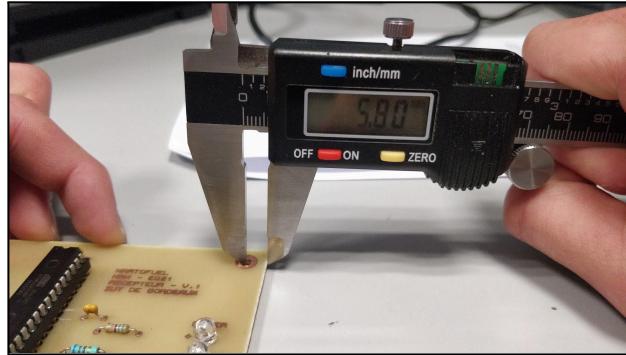


Figure 4 : Photo de la mesure de la distance du bord au centre

2.1.2. EXIG_RCPT_LOGO

Référence du paragraphe : ESS_RCPT_LOGO

Rédacteur : Mathieu Frieh & Mathis L'HARIDON

Selecteur : Jerez Elouan et Roboam Damien

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_RCPT_LOGO

But de l'essai : Vérifier la présence et des dimensions du logo

Moyens utilisés : Pied à coulisse

Procédure d'essai :

Nous allons vérifier la présence du logo composé du numéro de l'équipe (police : arial ; taille : 40 ; effet : gras), le nom de l'équipe et le logo du département GEII de l'IUT de Bordeaux sur le carter de la colonne de direction .

Résultats attendus :

Le kart doit avoir sur le carter de la colonne de direction le numéro de l'équipe (police : Arial ; taille : 40 ; effet : gras), le nom de l'équipe et le logo du département GEII de l'IUT de Bordeaux.

Résultats obtenus :

Sur le carter de la colonne de direction du kart, le logo (Figure 5) est bien présent. Il comporte le numéro de l'équipe (21), le nom de l'équipe (KartOfuel) et le logo du département GEII de l'IUT de Bordeaux.

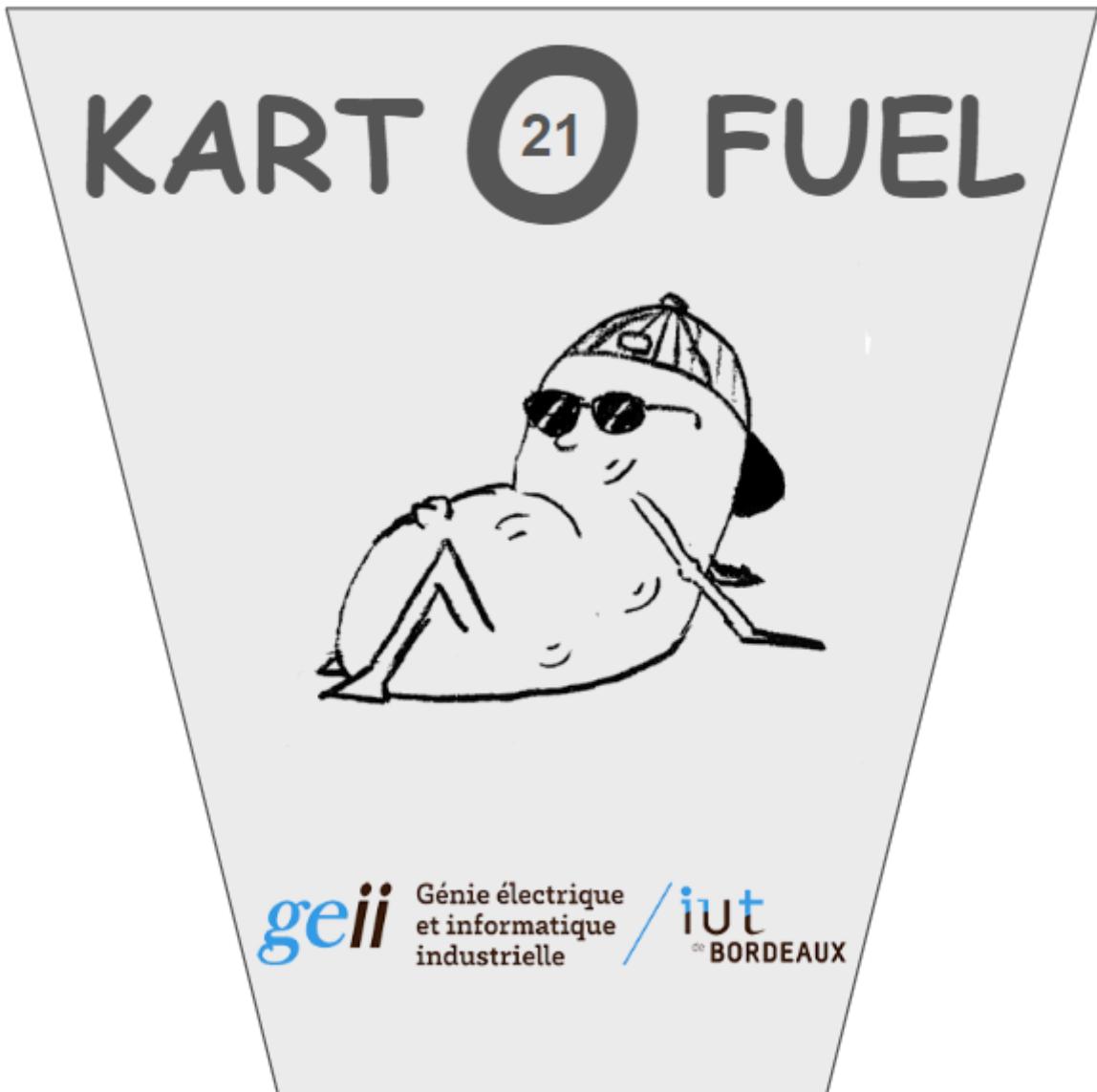


Figure 5 : Logo présent sur le carter de la colonne de direction du kart

Statut de l'essai : Conforme

Problèmes rencontrés : Aucun problème rencontré

2.1.3. EXIG_RCPT_ENERGIE

Référence du paragraphe : ESS_RCPT_ENERGIE

Rédacteur : Mathieu Frieh & Mathis L'HARIDON

Selecteur : Jerez Elouan et Roboam Damien

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_RCPT_ENERGIE

But de l'essai : Vérifier de l'autonomie de la carte récepteur

Moyens utilisés :

- Ampèremètre
- Câbles fiches bananes et mini grippe-fils
- Alimentation de table
- Calculatrice

Procédure d'essai:

Nous avons branché la carte émetteur et récepteur à l'alimentation de table (Figure 6) réglée à 7,4 V et 0,2 A pour l'émetteur et 7,4 V et 2 A pour le récepteur. Il faut régler l'ampèremètre sur le calibre courant continu 10 A. Puis, nous avons alimenté les cartes et réglé les potentiomètres à mi-puissance. Enfin, nous avons relevé la valeur du courant de la carte récepteur grâce à l'ampèremètre.

Une fois la mesure prise, nous avons calculé la consommation de la carte au bout de 15 minutes grâce à la formule suivante, où I_c est le courant mesuré en A et E la valeur en Ah du Lipo 2S avec les -20 % (comme demandé dans l'exigence) et t l'autonomie en heure.

$$E = I_c \times t \Leftrightarrow t = \frac{E}{I_c}$$

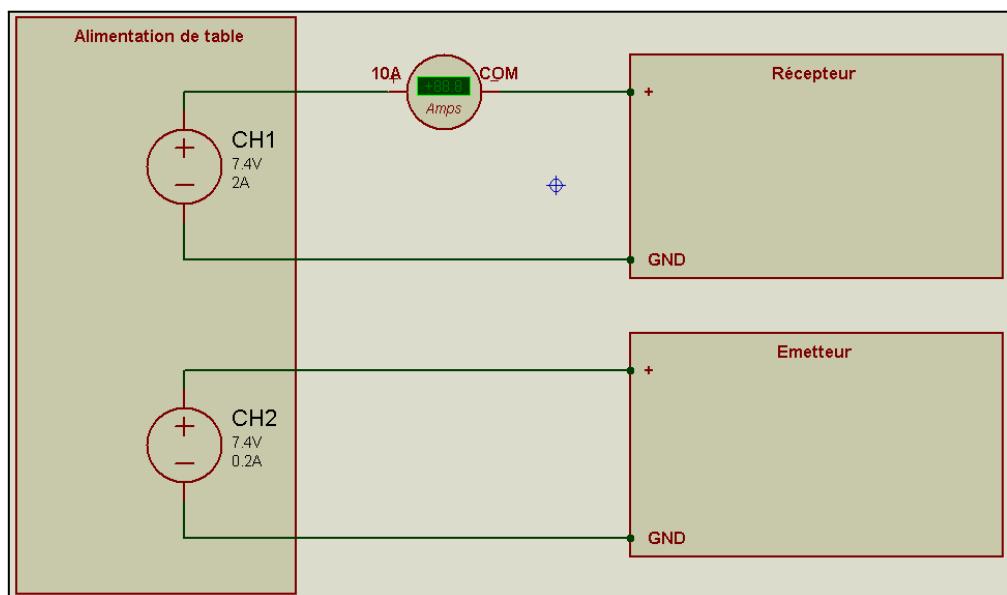


Figure 6 : Schéma de branchement de la procédure d'essai

Résultats attendus :

L'exigence du cahier des charges nous demande une autonomie d'au moins 15 mins.

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Autonomie	15 mins	Au moins

Résultats obtenus :

Nous avons mesuré un courant I_c de 1.71 A (Figure 7). De plus, l'énergie de la Lipo 2S est de 800 mAh (1000 mAh * 0.8) parce que nous ne pouvons décharger la Lipo 2S à plus de 80%. Cela nous donne le calcul suivant :

$$E = I_c \times t \Leftrightarrow t = \frac{E}{I_c} = \frac{800 \times 10^{-3}}{1.71} = 0.47 \text{ h}$$

Soit $0.47 \times 60 = 28.2$ mins

Nous obtenons une autonomie de 0.47 h soit 28.2 minutes.

Grandeur	Valeur obtenue	Conf/Non conf.
Autonomie	28.2 mins	Conforme

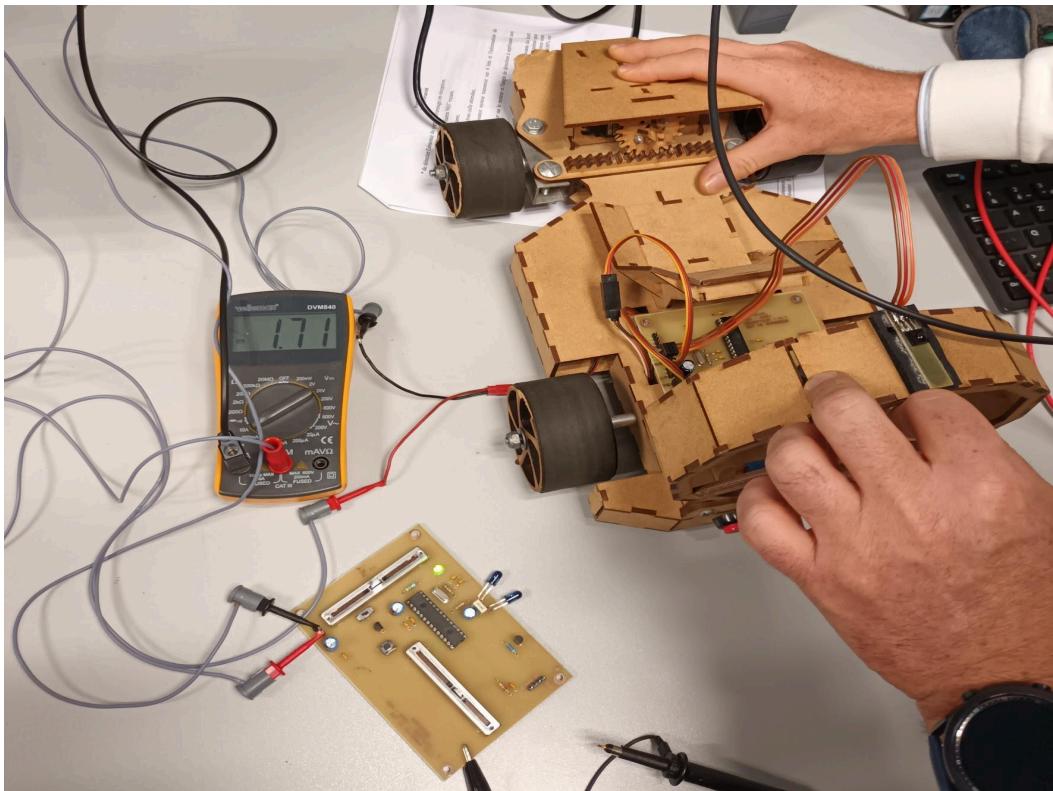


Figure 7 : Photo de la procédure d'essai

Pour aller plus loin, nous avons en stock, en plus de la Lipo 2 S de 1 000 mAh, une de 350 mAh et une autre de 500 mAh. En réalisant la même démarche avec la Lipo 2S de 500 mAh, nous obtenons une autonomie de 14.1 mins, ce qui est non conforme. Nous concluons que seule la Lipo 2S de 1 000 mAh permet de remplir l'exigence.

$$E = Ic \times t \Leftrightarrow t = \frac{E}{Ic} = \frac{(500 \cdot 10^{-3} \cdot 0.8)}{1.71} = 0.235 \text{ h}$$

Soit $0.235 \cdot 60 = 14.1$ mins

Statut de l'essai : Conforme

Problèmes rencontrés :

Aucun problème rencontré

2.1.4. EXIG_RCPT_INTERRUPTEUR

Référence du paragraphe : ESS_RCPT_INTERRUPTEUR

Rédacteur : Mathieu Frieh & Mathis L'HARIDON

Selecteur : Jerez Elouan et Roboam Damien

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_RCPT_INTERRUPTEUR

But de l'essai : Vérifier le fonctionnement de l'interrupteur

Moyens utilisés :

- Câbles fiche bananes et mini grippe-fil
- Alimentation de table

Procédure d'essai :

Nous avons alimenté la carte récepteur avec 7,4 V et 2 A. Puis, nous avons vérifié l'état de la LED verte lorsque l'interrupteur est fermé (LED allumé). Et, lorsque l'interrupteur est ouvert, nous devons voir un changement d'état de la LED verte (LED éteinte).

Résultats attendus :

L'interrupteur doit éteindre/couper l'alimentation de la carte récepteur.

Résultats obtenus :

Lorsque l'interrupteur est ouvert, nous voyons que la LED verte est éteinte (Figure 8).

Kart à hélices

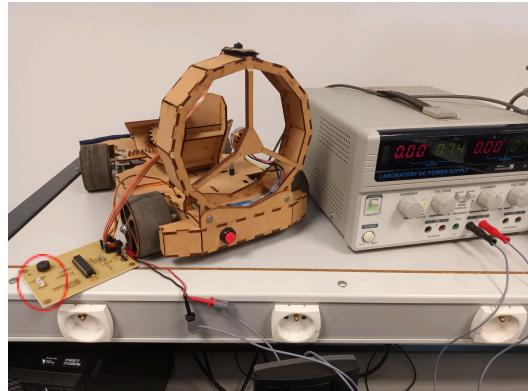


Figure 8 : Photo du récepteur éteint

Et lorsque l'interrupteur est fermé, nous voyons que la LED verte est allumée (Figure 9).

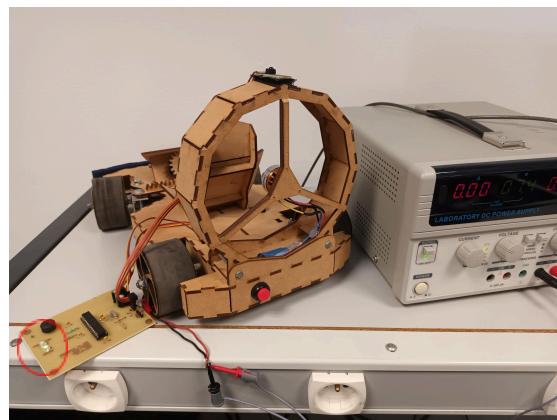


Figure 9 : Photo du récepteur allumé

Statut de l'essai : Conforme

Problèmes rencontrés : Aucun problème rencontré

2.1.5. EXIG_ACQUISITION

Référence du paragraphe : ESS_RCPT_CAPTEUR

Rédacteur : Jerez Elouan et Roboam Damien

Selecteur : Mathieu Frieh & Mathis L'HARIDON

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_RCPT_CAPTEUR

But de l'essai : Vérifier la bonne réception des trames protocolaires (générées par l'émetteur) à l'aide d'un composant d'un capteur à infrarouge.

Moyens utilisés :

- Carte émetteur
- Carte récepteur
- Kart

Procédure d'essai:

Alimentez la carte récepteur à 5V et 3A et la carte émetteur à 7,4 V et 2A, puis allumez-les. Vérifiez la bonne réception du signal à l'aide de la LED bleue du récepteur. Si elle est allumée, cela signifie la réception de la bonne trame protocolaire. Si elle est éteinte, cela signifie qu'elle ne reçoit pas la bonne trame.

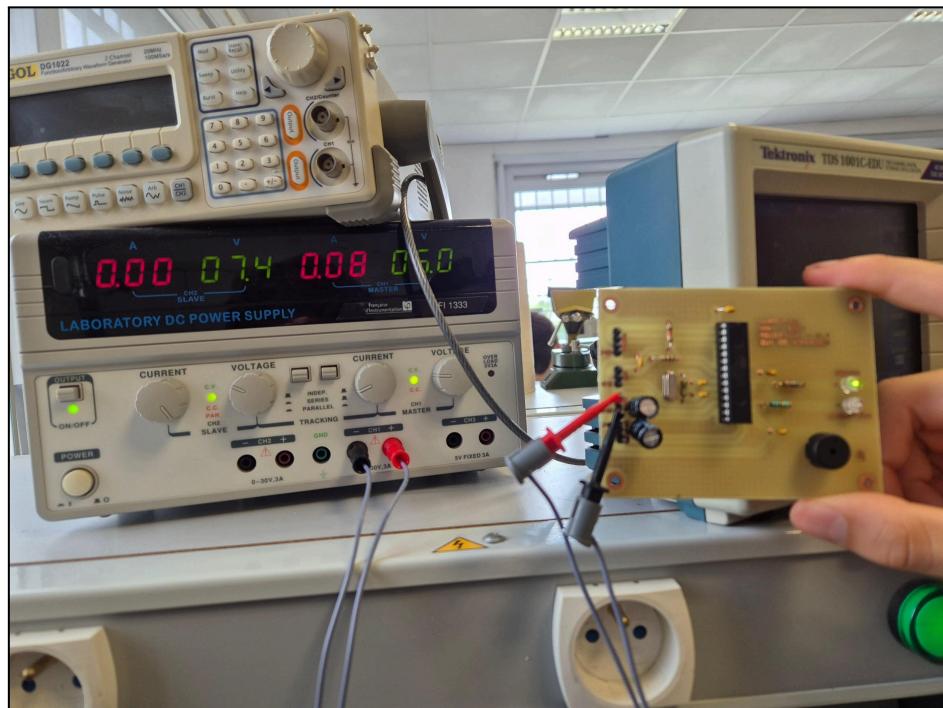


Figure 10 : Branchements à effectuer

Résultats attendus :

Nous nous attendons à avoir la led bleu allumée :

Résultat attendue	Résultat obtenue
led bleu	allumée

Résultats obtenus :

La led s'allume, ce n'est possible qu'après le déchiffrement d'une trame NEC reçue. Par conséquent, le capteur reçoit bien un signal NEC.

Kart à hélices



Figure 11 : Led éteinte, signal non reçu

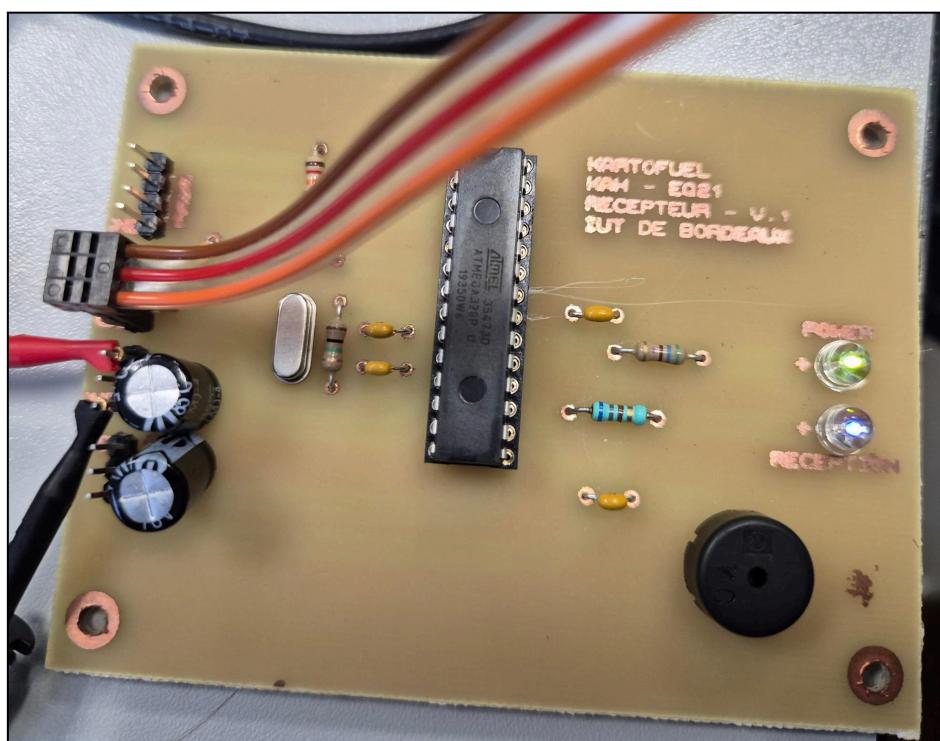


Figure 12 : Led allumée, signal reçu

Grandeur	Valeur obtenue	Conf/Non conf.
led bleu	allumée	Conforme

Statut de l'essai : Conforme**Problèmes rencontrés :** Aucun.

2.1.6. EXIG_RCPT_TRAITEMENT

2.1.6.1. Test direction

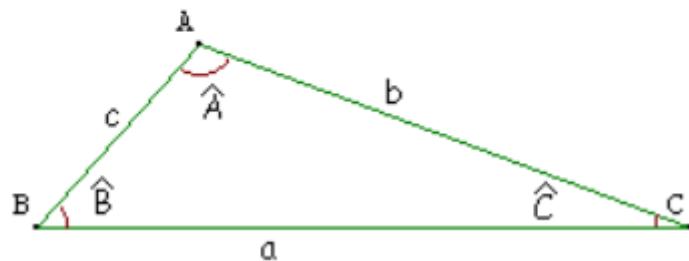
Référence du paragraphe : ESS_RCPT_TRAITEMENT**Rédacteur :** Jerez Elouan, Roboam Damien,**Selecteur :** Mathieu Frieh & Mathis L'HARIDON**Exigences client vérifiées par l'essai :** EXIG_RCPT_TRAITEMENT**But de l'essai :** Vérifier la conformité de l'angle du servomoteur.**Moyens utilisés :**

- Alimentation de table
- 4 câbles grippé fil
- calculatrice
- feuille de papier
- crayon

Procédure d'essai:

Pour cela, nous avons placé la feuille de papier en dessous du kart (Figure 13). Nous avons tracé avec un crayon les amplitudes maximales de l'angle du support de l'axe de roue. Ensuite, nous avons tracé le dernier côté du triangle formé par l'amplitude de l'axe des roues. Cela nous permet d'obtenir un triangle, et nous pouvons utiliser le théorème d'Al-Kashi pour calculer les angles.

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2b \cdot c \cos(\hat{A}).$$



$$\cos(\hat{A}) = (a^2 - b^2 - c^2) / 2bc$$

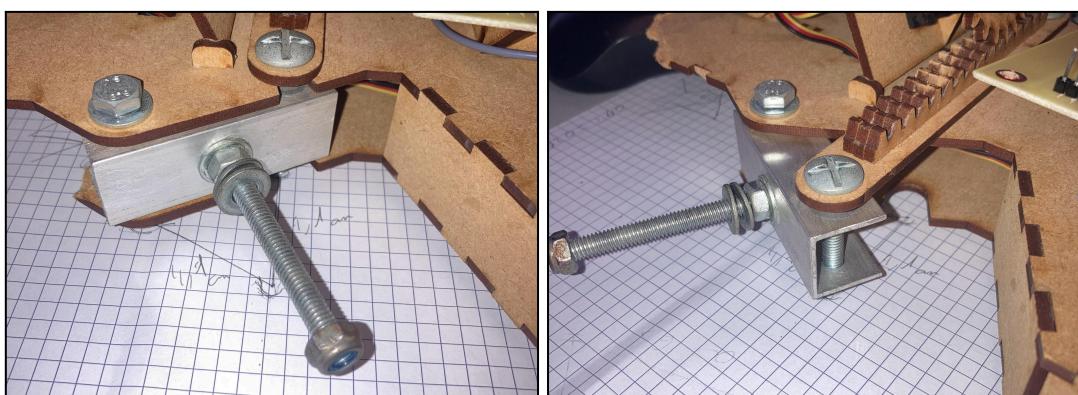


Figure 13 : Positions TG et TD

Résultats attendus :

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Angle roues	+/- 30° soit 60°	minimum

Résultats obtenus :

On a pu tracer les trois angles du triangle avec pour référence le boulon fixé dans le carter du kart. Suite à cela, on trace les côtés du triangle, et la mesure de ces traits révèle qu'ils mesurent tous les trois 4,1 cm. Cela fait de ce triangle un triangle équilatéral, et par conséquent, l'angle total des roues est de 60°.

Grandeur	Valeur obtenue	Conf/Non conf.
Angle roues	+/- 30° soit 60°	Conforme

Statut de l'essai : Conforme.

Problèmes rencontrés : Aucun.

2.1.6.2. Test trame NEC

Référence du paragraphe :

Rédacteur : L'HARIDON Mathis et FRIEH Mathieu

Selecteur : ROBOAM Damien et JEREZ Elouan

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_RCPT_TRAITEMENT

But de l'essai :

- Déetecter l'absence de signal infrarouge en réception
- Décoder les trames protocolaires NEC reçues
- Contrôler la validité de la trame
- Identifier si l'adresse NEC est bien celle attendue
- Extraire l'information de puissance moteur transmise sur 4 bits et l'information de direction de roue sur 4 bits
- Calculer la puissance à appliquer sur le moteur et l'angle de direction à appliquer aux roues avant

Moyens utilisés :

- Alimentation de table
- Oscilloscope avec sonde
- Câbles fiche bananes et mini grippe-fil

Procédure d'essai :

Nous avons d'abord alimenté les cartes émetteur (7.4 V et 0.2A) et récepteur (7.4 V et 2A) avec l'alimentation de table.

Puis, pour la validité de la trame NEC, nous avons émis une trame valide avec la carte émetteur et observé l'état de la LED bleue. Si elle est allumée, le récepteur arrive bien à reconnaître une trame NEC valide. Pour être vraiment sûr, nous avons éteint l'émetteur et re observé l'état de la LED bleue. Si, cette fois-ci, elle est éteinte, le récepteur détecte bien l'absence de signal infrarouge (NEC). En fonction des résultats, nous pourrons conclure sur la conformité de cette partie.

Par ailleurs, pour la validité des informations transmises, nous avons sélectionné six tests significatifs qui permettent de commander une majorité d'action (Tableau ci-dessous). A l'aide d'un oscilloscope, nous avons mesuré les signaux que le récepteur envoie après avoir reçu une trame NEC. Pour le buzzer, il faut placer la sonde de l'oscilloscope sur la pin 11 du microcontrôleur. Pour la puissance (Moteur), il faut se placer sur la pin 12 et pour la direction, il faut se placer sur la pin 15. Pour être certain d'être sur la bonne pin, nous avons ouvert le fichier Ares de la carte récepteur.

Kart à hélices

Après toutes les mesures, nous pourrons conclure sur la bonne transmission des informations en l'émetteur et le récepteur.

Numéro de test	Trame NEC Adresse / Donnée	Buzzer (Pin 11)	Puissance (Pin 12)	Direction (Pin 15)
1	0x21;0x07	Non	Minimum	Milieu
2	0x21;0x00	Non	Minimum	Gauche
3	0x21;0x0E	Non	Minimum	Droite
4	0x21;0xF7	Non	Maximum	Milieu
5	0x21;0x87	Non	Milieu	Milieu
6	0xA1;0x87	Oui	Milieu	Milieu

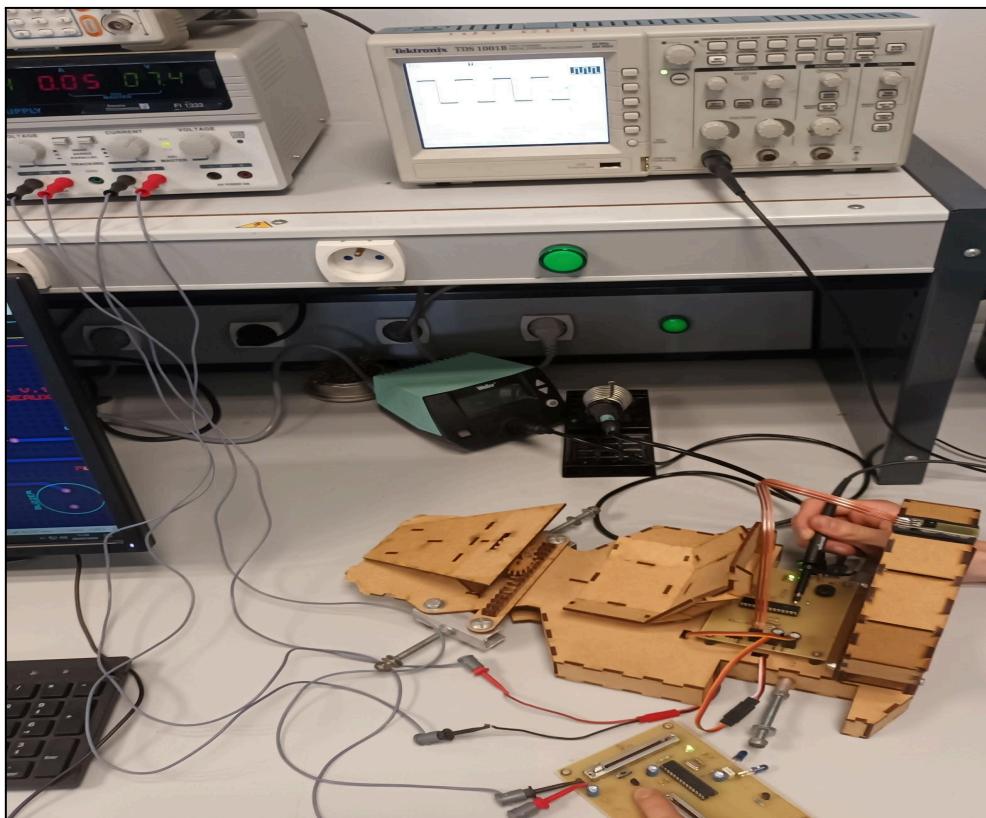


Figure 14 : Photo de la vérification des signaux en sortie du microcontrôleur

Résultats attendus :

Pour la validité de la trame, nous devons obtenir les résultats suivants :

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Etat de la led bleue pour trame NEC valide	Allumée	Ø
Etat de la led bleue pour trame NEC invalide	Eteinte	Ø

Pour la bonne transmission des informations, nous devons obtenir les résultats suivants :

Numéro de test	Trame NEC Adresse / Donnée	Buzzer	Moteur	Servo
1	0x21;0x07	0	T_h : 1 ms	T_h : 1,5 ms
2	0x21;0x00	0	T_h : 1 ms	T_h : 1 ms
3	0x21;0x0E	0	T_h : 1 ms	T_h : 2 ms
4	0x21;0xF7	0	T_h : 2 ms	T_h : 1,5 ms
5	0x21;0x87	0	T_h : 1 + $\frac{8}{15}$ ms = 1,53 ms	T_h : 1,5 ms
6	0xA1;0x87	1	T_h : 1 + $\frac{8}{15}$ ms = 1,53 ms	T_h : 1,5 ms

Résultats obtenus :

Nous avons tout d'abord vérifié la validité de la trame NEC. Lorsque nous émettons une trame NEC conforme en direction de notre récepteur, nous voyons la LED bleue allumée (Figure 15). Puis, lorsque nous n'émettons pas de trame NEC, nous voyons la LED bleue éteinte (Figure 16).

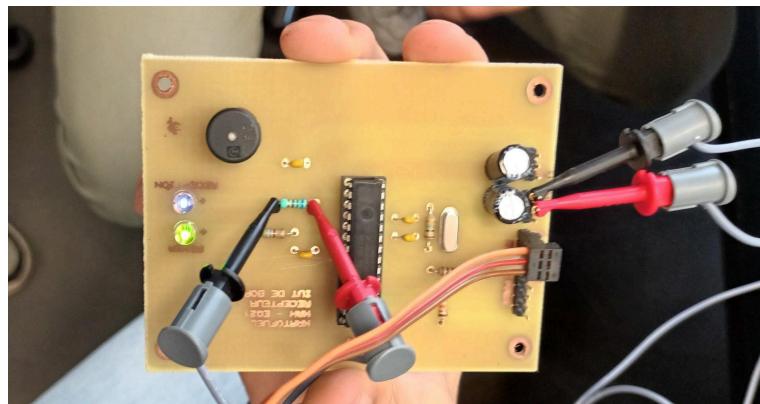


Figure 15 : Récepteur led bleue allumée

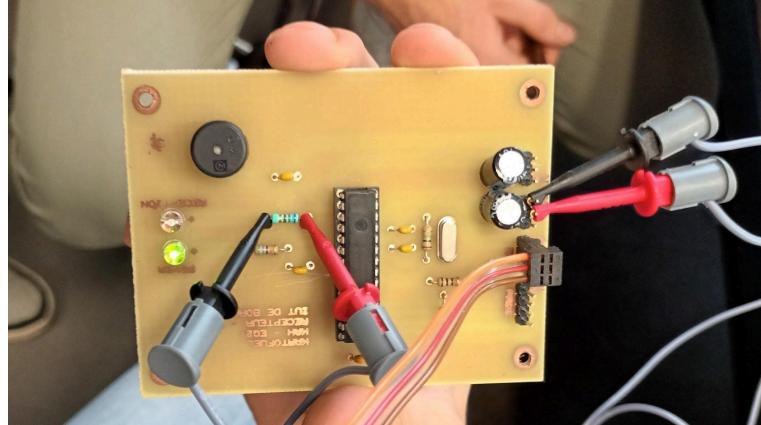


Figure 16 : Récepteur led bleue éteinte

Nous pouvons statuer sur la conformité de la réception d'une trame NEC valide ou non.

Grandeur	Valeur obtenue	Conf/Non conf.
Etat de la led bleue pour trame NEC valide	Allumée	Conforme
Etat de la led bleue pour trame NEC invalide	Eteinte	Conforme

Puis, nous avons vérifié la bonne transmission des informations entre la carte émetteur et récepteur. Grâce aux signaux observés à l'oscilloscope, nous avons dressé le tableau suivant :

Numéro de test	Trame NEC Adresse / Donnée	Buzzer	Moteur	Servo	Conf/Non conf
1	0x21;0x07	0	T_h : 960 µs	T_h : 1,44 ms	Conforme
2	0x21;0x00	0	T_h : 960 µs	T_h : 960 µs	Conforme
3	0x21;0x0E	0	T_h : 960 µs	T_h : 2,04 ms	Conforme
4	0x21;0xF7	0	T_h : 2,04 ms	T_h : 1,44 ms	Conforme
5	0x21;0x87	0	T_h : 1,52 ms	T_h : 1,44 ms	Conforme
6	0xA1;0x87	1	T_h : 1,52 ms	T_h : 1,44 ms	Conforme

Nous constatons que les temps à l'état haut du PWM du moteur et du servomoteur et l'état du buzzer sont conformes pour chacune des commandes. Les signaux rattachés aux tests et observés à l'oscilloscope sont détaillés ci-dessous.

Kart à hélices

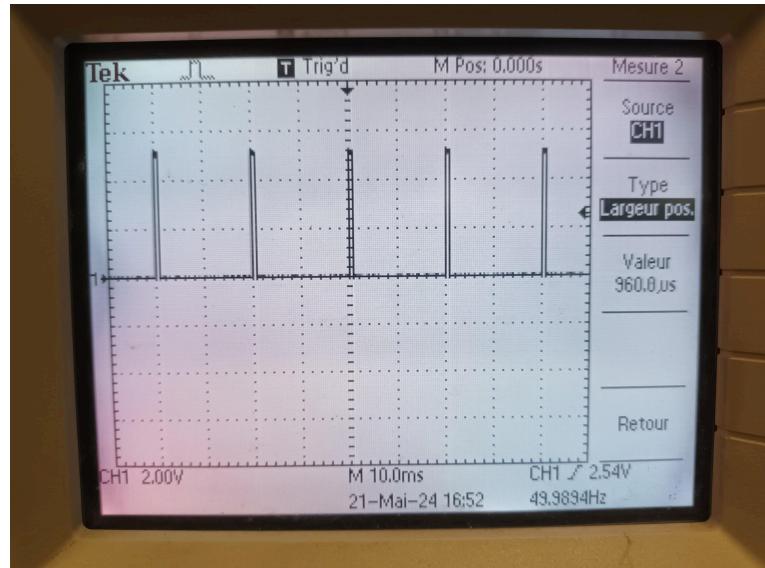


Figure 17 : Signal PWM du moteur à puissance minimale correspondant aux tests numéros 1, 2 et 3



Figure 18 : Signal PWM du moteur à mi-puissance correspondant aux tests numéros 5 et 6



Figure 19 : Signal PWM du moteur à pleine puissance correspondant au test 4

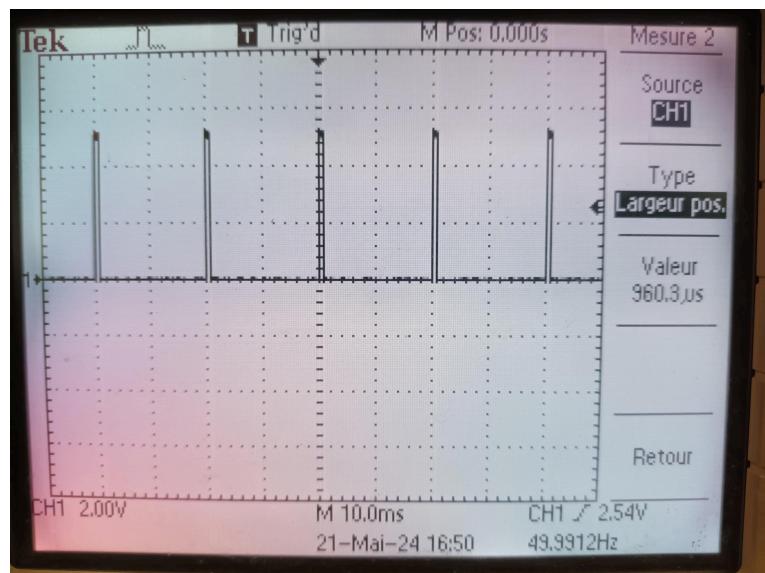


Figure 20 : Signal PWM du servomoteur orienté à gauche correspondant au test 2

Kart à hélices

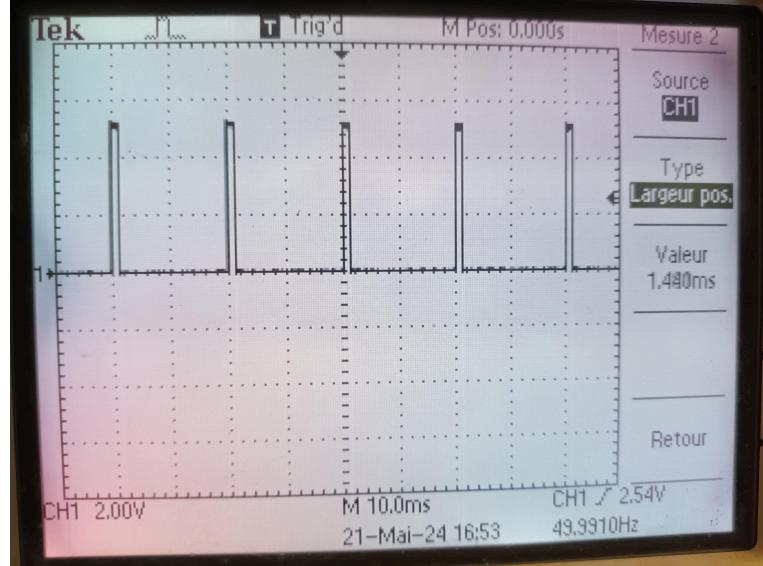


Figure 21 : Signal PWM du servomoteur au centre correspondant aux tests 1, 4, 5 et 6

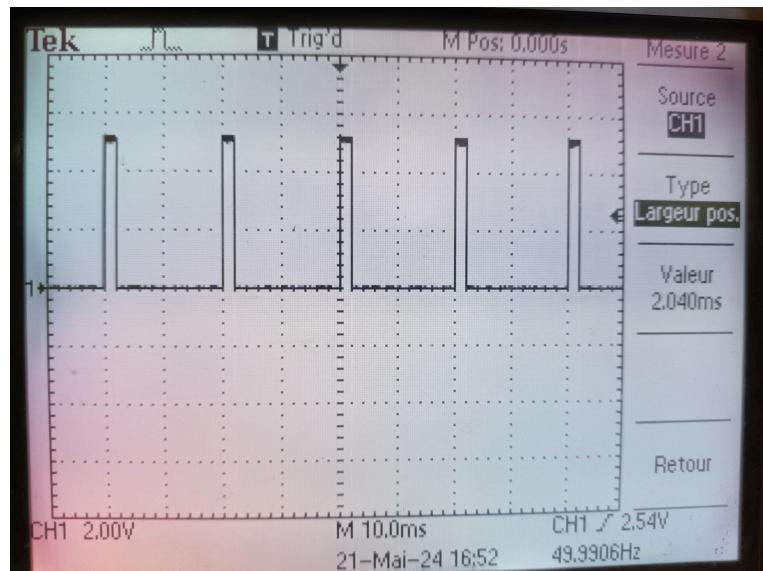


Figure 22 : Signal PWM du servomoteur orienté à droite correspondant au test 3

Kart à hélices

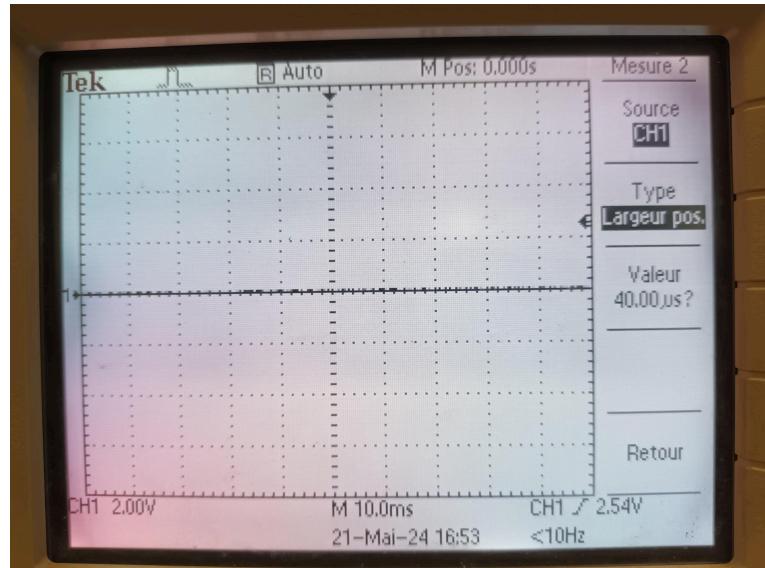


Figure 23 : Signal du klaxon éteint correspondant aux tests 1, 2, 3, 4 et 5

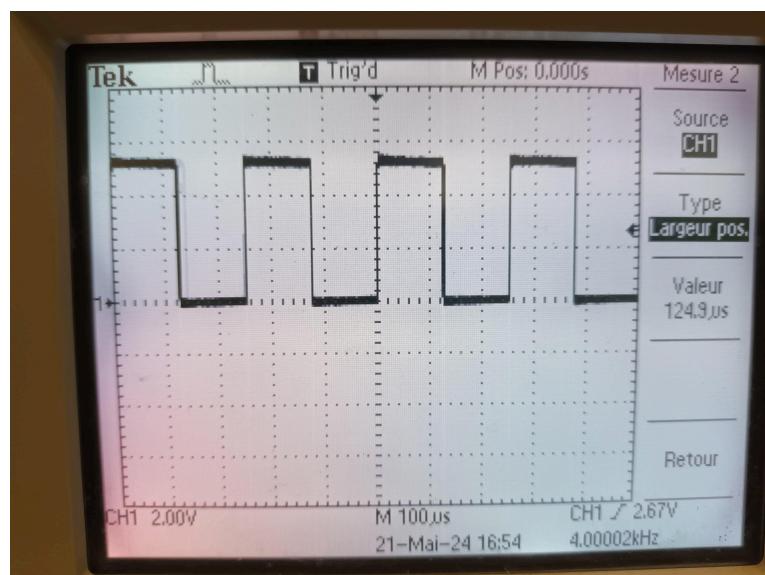


Figure 24 : Signal carré de klaxon allumé correspondant au test 6

Statut de l'essai : Conforme

Problèmes rencontrés : Aucun problème n'a été rencontré durant cette phase de vérification.

2.1.7. EXIG_RCPT_SECURITE

Référence du paragraphe : ESS_RCPT_SECURITE

Rédacteur : L'HARIDON Mathis et FRIEH Mathieu

Selecteur : ROBOAM Damien et JEREZ Elouan

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_RCPT_SECURITE

But de l'essai : Vérifier que lors d'une réception incorrecte de trame NEC, la puissance du moteur est fixée à 0.

Moyens utilisés :

- Alimentation de table
- Oscilloscope avec sonde
- Câbles fiche bananes et mini grippe-fil

Procédure d'essai:

Nous avons alimenté les cartes émetteur (7.4V et 0.2A) et récepteur (5V et 2A). Ensuite, nous avons réglé le potentiomètre associé à la puissance du moteur sur une position différente de zéro. Nous avons ensuite orienté la carte émetteur à l'opposé et caché les LEDs infrarouges pour être sûr que le récepteur ne reçoit pas de trame NEC. Enfin, nous avons vérifié que la LED bleue (LED de conformité de la trame NEC) s'éteigne bien et que la puissance du moteur soit mise à 0. Nous avons vérifié cela grâce à la vue (le moteur brushless tourne-t-il encore ?) et à l'oscilloscope en mettant la sonde sur le pin 12 du microcontrôleur du récepteur (le signal PWM envoyé au moteur correspond-t-il à un zéro moteur ?).

Résultats attendus :

Nous devons voir le moteur éteint (LED bleue éteinte) et, sur l'oscilloscope, un signal PWM avec un temps à l'état haut de 1 000 µs.

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Etat LED bleue	Eteinte	∅
Temps à l'état haut du signal PWM	1 000 µs	∅
Puissance	0	∅

Résultats obtenus :

Lorsque le récepteur reçoit une trame non conforme, nous observons que le moteur et la LED bleue s'éteignent (Figure 25 et 26). Sur l'oscilloscope (Figure 26), nous observons le signal PWM correspondant au moteur à la puissance minimale (zéro) avec un temps à l'état haut de 960 µs. Le temps à l'état haut est proche de celui attendu, nous pouvons le considérer conforme.

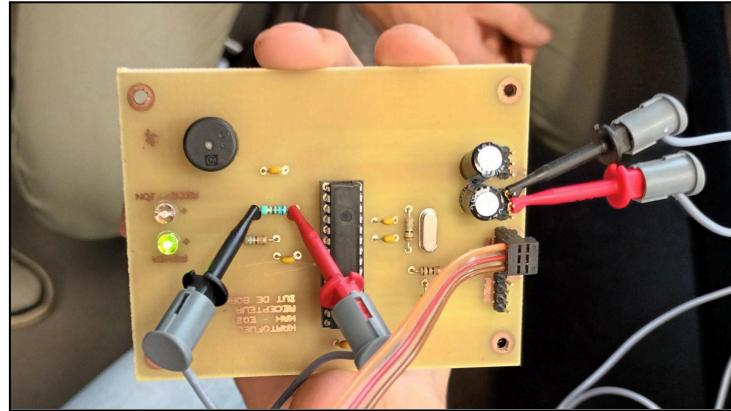


Figure 25 : Récepteur avec led bleue éteinte (Trame NEC non conforme)

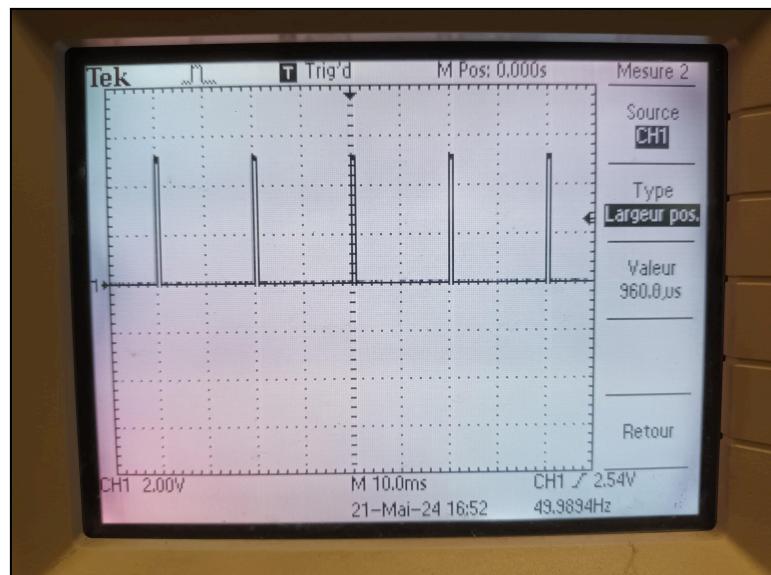


Figure 26 : Signal PWM du moteur à la puissance minimale lorsque la trame NEC non conforme

Grandeur	Valeur attendue	Conf/Non conf.
Etat LED bleue	Eteinte	Conforme
Temps à l'état haut du signal PWM	960 μ s	Conforme
Puissance	0	Conforme

Statut de l'essai : Conforme

Problèmes rencontrés : Aucun problème rencontré.

2.1.8. EXIG_RCPT_RETENTISSEMENT

Référence du paragraphe : ESS_RCPT_RETENTISSEMENT

Rédacteur : L'HARIDON Mathis et FRIEH Mathieu

Selecteur : ROBOAM Damien et JEREZ Elouan

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_RCPT_RETENTISSEMENT

But de l'essai : Vérifier que le microcontrôleur envoie bien un signal PWM au buzzer

Moyens utilisés :

- Alimentation de table
- Oscilloscope avec sonde
- Câbles fiche bananes et mini grippe-fil

Procédure d'essai :

Nous avons alimenté les deux cartes émetteur et récepteur avec l'alimentation de table réglée sur 7,4 V en tension, 200 mA pour l'émetteur et 2 A pour le récepteur. Avec une sonde, nous nous sommes placés sur la broche du buzzer et la masse pour pouvoir visualiser le signal PWM que le microcontrôleur du récepteur envoie au buzzer lorsque le bouton poussoir du klaxon (sur la carte émetteur) est appuyé. Pour vérifier la validité de l'exigence, nous avons effectué un contrôle sonore (le buzzer retentit-il bien ?) et un contrôle visuel (le signal PWM sur l'oscilloscope est-il conforme lorsque le bouton poussoir du klaxon est appuyé?).

Résultats attendus :

Lorsque le bouton poussoir du klaxon est appuyé, nous devons entendre le buzzer et, sur l'oscilloscope, nous devons voir le signal PWM de 4 000 Hz et de rapport cyclique 50%.

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Signal PWM (Bouton appuyé)	Oui	∅
Rapport cyclique	50 %	+/- 10 %
Fréquence	4 000 Hz	+/- 100 Hz

Résultats obtenus :

Nous avons obtenu un signal PWM de fréquence 4 000 Hz et de rapport cyclique 50 %.

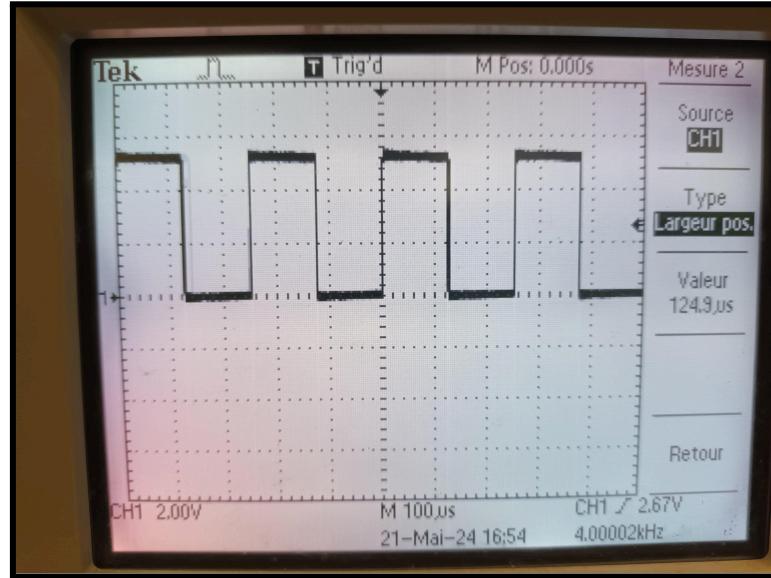


Figure 27 : Signal PWM du klaxon lorsque le BP klaxon est appuyé

Grandeur	Valeur obtenue	Conf/Non conf.
Signal PWM (Bouton appuyé)	Oui	Conforme
Rapport cyclique	50 %	Conforme
Fréquence	4 000 Hz	Conforme

Statut de l'essai : Conforme

Problèmes rencontrés :

Aucun problème rencontré

2.1.9. EXIG_RCPT_MOTEUR

Référence du paragraphe : ESS_RCPT_MOTEUR

Rédacteur : Jerez Elouan et Roboam Damien

Selecteur : L'HARIDON Mathis et FRIEH Mathieu

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_RCPT_MOTEUR

But de l'essai : A partir de la valeur de puissance moteur calculée, vérifier que le récepteur génère un signal PWM (tolérance de -/+5% sur le temps à l'état haut) afin de piloter le contrôleur brushless.

Moyens utilisés :

- Carte récepteur

- Carte émetteur
- Oscilloscope TDS 1001C-EDU
- Alimentation de table
- Grippe-fils
- Sonde pour oscilloscope

Procédure d'essai:

Alimenter les cartes avec le générateur de table à 5V et 3A. A l'aide d'une sonde pour oscilloscope préalablement SET(setting/paramétrée) nous mesurons les signaux carrés. Nous plaçons la sonde sur la broche PWM et pouvons observer l'émission du signal PWM envoyé au moteur. Nous mesurons le temps à l'état haut à puissance minimale et à puissance maximale du signal pour vérifier l'exigence, ce temps doit être compris entre 1 ms et 2 ms sur une période totale de 20 ms (période liée au 50Hz).

Résultats attendus :

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Temps à l'état haut puissance min	950µs	+/- 5 %
Temps à l'état haut puissance max	2050µs	+/- 5 %

Résultats obtenus :

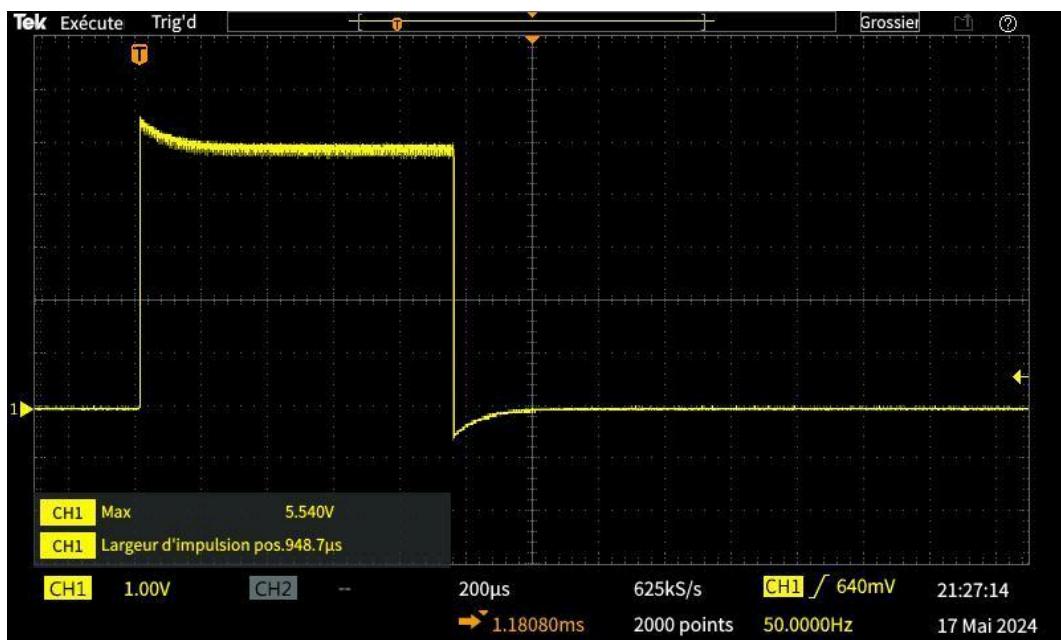


Figure 28 : Temps à l'état haut du PWM minimum

Kart à hélices

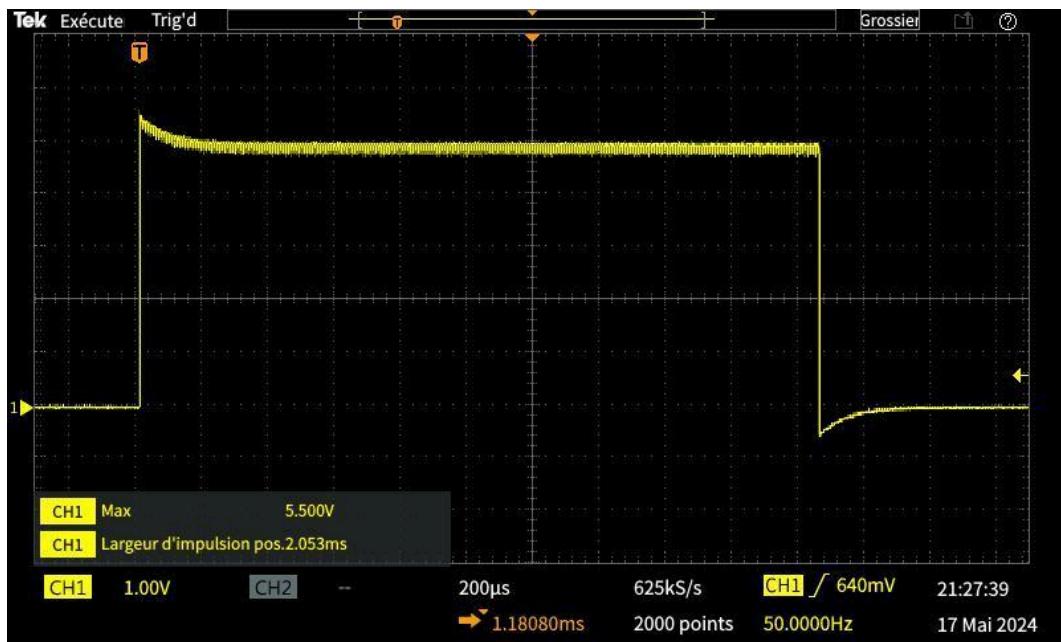


Figure 29 : Temps à l'état haut du PWM maximum



Figure 30 : Temps d'une période du PWM

Grandeur	Valeur obtenue	Conf/Non conf.
Temps à l'état haut puissance min	948.7 µs	Conforme
Temps à l'état haut puissance max	2053 µs	Conforme

Tolérance :

position 0 :

$$T_1 = (950-948.7)/950 = 0.00136 \text{ soit } 0.14\% \text{ d'erreurs.}$$

position 15 :

$$T_2 = (2050-2053)/2050 = 0.00146 \text{ soit } 0.15\% \text{ d'erreurs.}$$

$$T_1 < T_2 < 5\%$$

Statut de l'essai : Conforme

Problèmes rencontrés : Aucun.

2.1.10. EXIG_RCPT_ROUE

Référence du paragraphe : ESS_RCPT_ROUE

Rédacteur : Jerez Elouan et Roboam Damien

Selecteur : L'HARIDON Mathis et FRIEH Mathieu

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_RCPT_ROUE

But de l'essai : A partir de la valeur d'angle de direction de roues calculée, vérifier que le récepteur génère un signal PWM (tolérance de $-/+5\%$ sur le temps à l'état haut) afin de commander le servomoteur de roue.

Moyens utilisés :

- Carte récepteur
- Carte émetteur
- Oscilloscope TDS 1001C-EDU
- Alimentation de table
- Grippe-fils
- Sonde pour oscilloscope

Procédure d'essai:

Alimenter les cartes avec le générateur de table à 5V et 3A. A l'aide d'une sonde pour oscilloscope préalablement SET(setting/paramétrée) nous mesurons les signaux carrés. Nous plaçons la sonde sur la broche PWM et pouvons observer l'émission du signal PWM envoyé au moteur. Nous mesurons le temps à l'état haut à puissance minimale et à puissance maximale du signal pour vérifier l'exigence, ce temps doit être compris entre 1 ms et 2 ms sur une période totale de 20 ms (période liée au 50Hz).

Résultats attendus :

Dans notre code, les résultats attendus sont 950 μ s et 2050 μ s:

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Temps à l'état haut p0	950 μ s	+/- 5 %
Temps à l'état haut p7	1500 μ s	+/- 5 %
Temps à l'état haut p14	2050 μ s	+/- 5 %

Résultats obtenus :

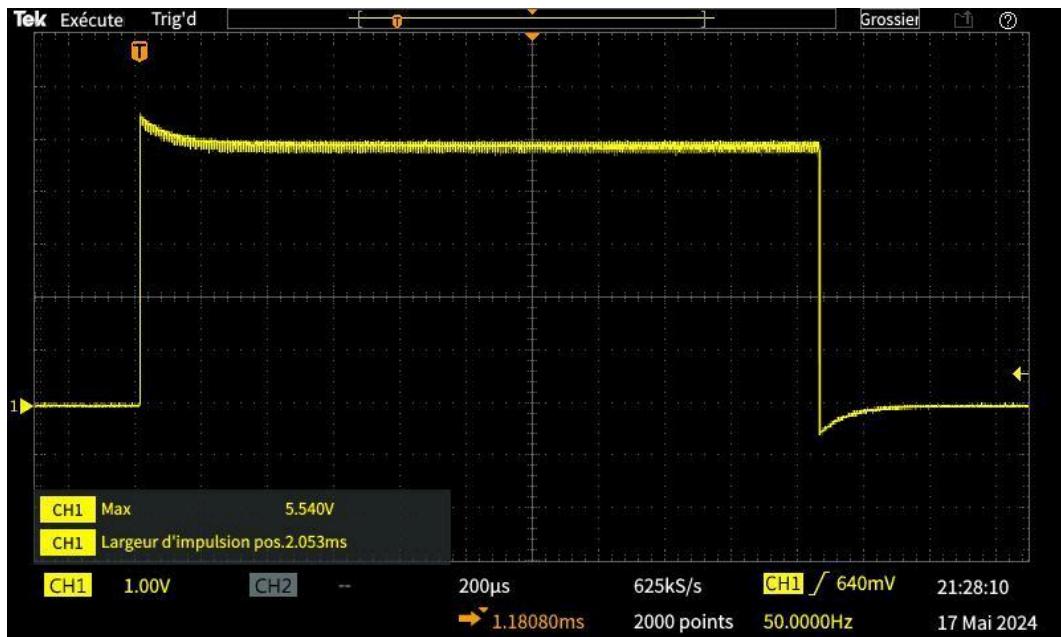


Figure 31 : Temps à l'état haut du PWM maximum

Kart à hélices

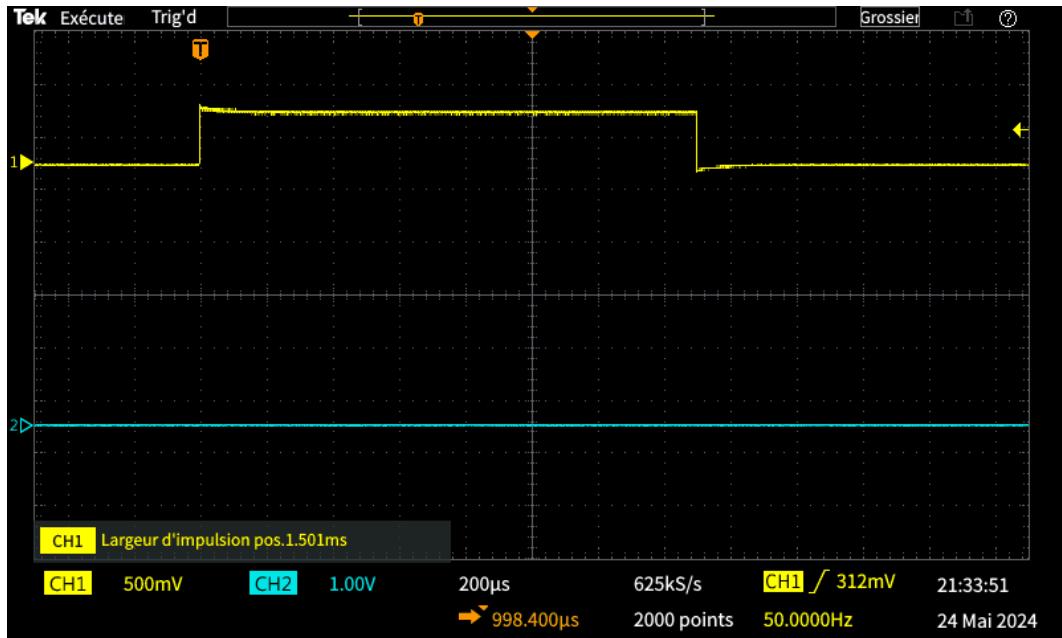


Figure 32 : Temps à l'état haut du PWM position 7

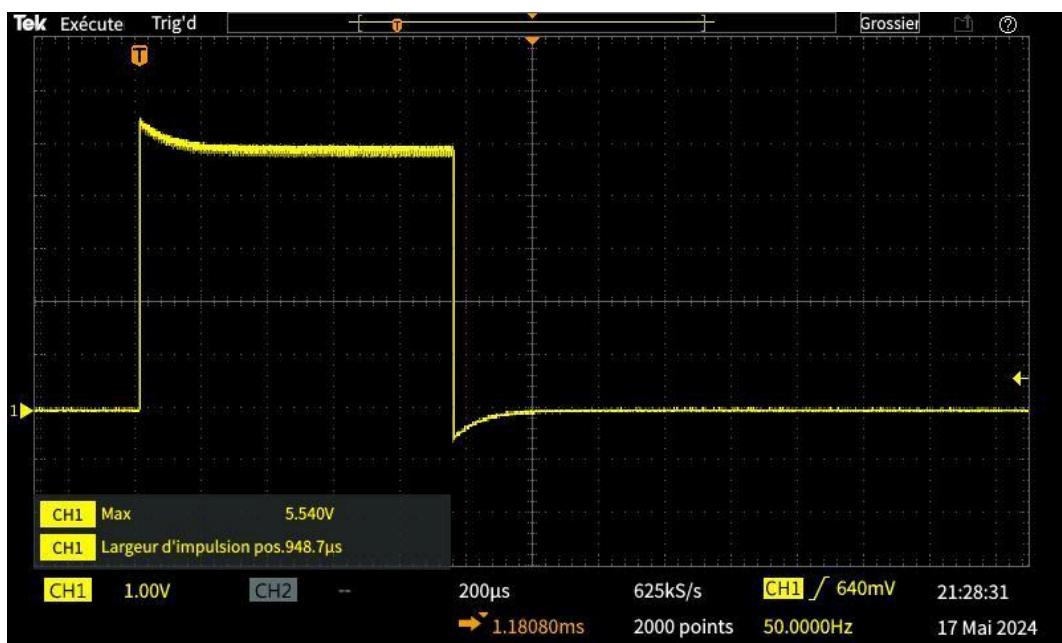


Figure 33 : Temps à l'état haut du PWM minimum

Kart à hélices

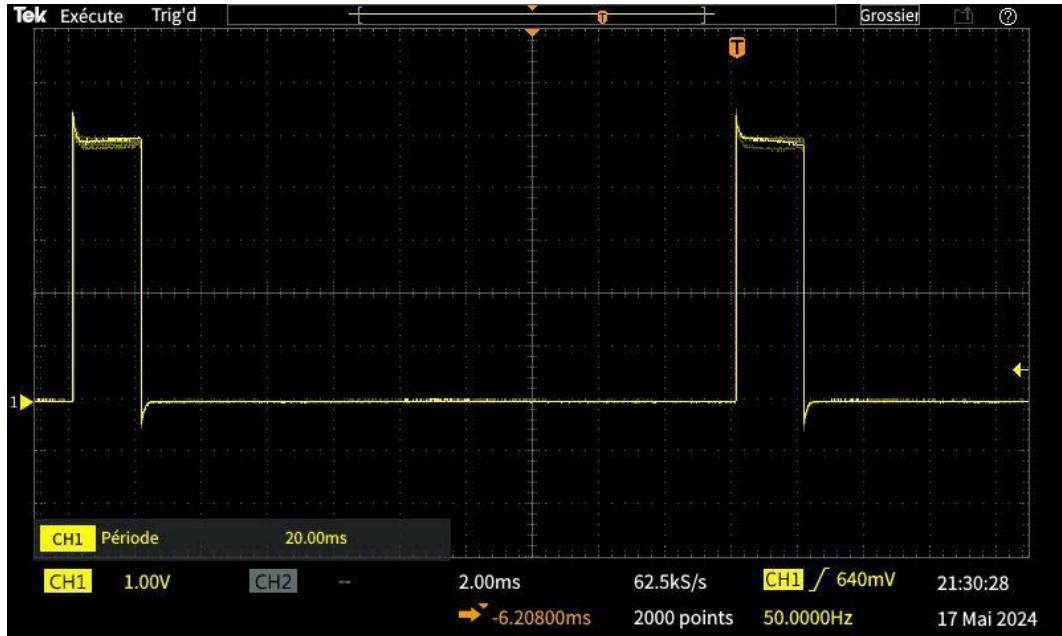


Figure 34: Temps d'une période du PWM

Grandeur	Valeur obtenue	Conf/Non conf.
Temps à l'état haut p0	948.7µs	Conforme
Temps à l'état haut p7	1501µs	Conforme
Temps à l'état haut p14	2053µs	Conforme

Tolérance :

position 0 :

$$T_1 = (950 - 948.7) / 950 = 0.00136 \text{ soit } 0.14\% \text{ d'erreurs.}$$

position 7 :

$$T_2 = (1500 - 1501) / 1500 = 0.00136 \text{ soit } 0.007\% \text{ d'erreurs.}$$

position 14 :

$$T_3 = (2050 - 2053) / 2050 = 0.00146 \text{ soit } 0.15\% \text{ d'erreurs.}$$

$$T_1 < T_2 < T_3 < 5\%$$

Statut de l'essai : Conforme

Problèmes rencontrés : Aucun.

2.1.11. EXIG_RCPT_INDICATEUR

Référence du paragraphe : ESS_RCPT_INDICATEUR

Rédacteur : Jerez Elouan et Roboam Damien

Relecteur : L'HARIDON Mathis et FRIEH Mathieu

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_RCPT_INDICATEUR

But de l'essai : Le récepteur du kart comporte un indicateur lumineux vert (50mcd -/+20%) informant l'utilisateur que le récepteur est sous tension.

Moyens utilisés :

- Carte récepteur
- Générateur de table
- Grippe-fils
- Multimètre

Procédure d'essai:

Allumer la carte via le générateur de table à 5V et 3A. Mesurer la tension au bornes de la résistance R4 ($560\ \Omega$ en théorie), mesurer la résistance R4. Calculer l'intensité lumineuse en fonction de la tension de la résistance via le lien entre courant et l'intensité lumineuse de la datasheet de la LED verte.

Résultats attendus :

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Intensité lumineuse	50mCd	+/- 20%

Résultats obtenus :

Kart à hélices

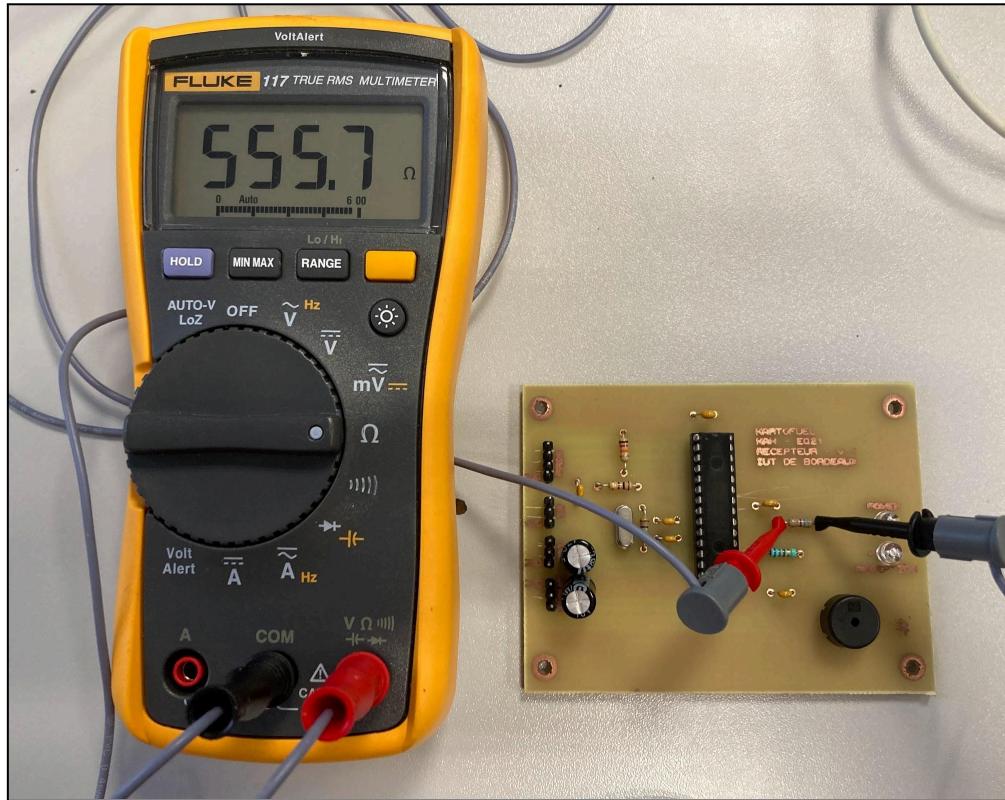


Figure 35 : Mesure de la résistance de la LED verte

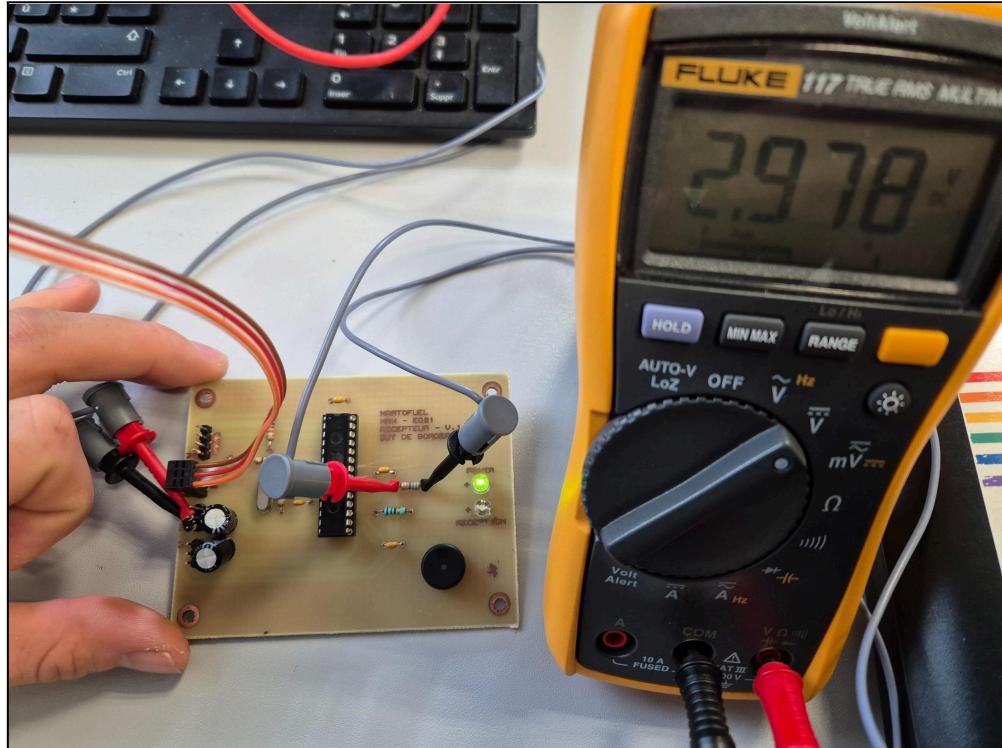


Figure 36 : Mesure de la tension au borne de la résistance de la LED verte

Pour calculer l'intensité lumineuse, nous calculons d'abord le courant $I = U/R = 2.98/555.7 = 5.36$ mA, puis nous regardons la datasheet pour avoir la relation entre courant et intensité lumineuse.

Grandeur	Valeur obtenue	Conf/Non conf.
Tension	2.98 V	Conforme
Intensité lumineuse	40.27mCd	Conforme

Statut de l'essai : Conforme

Problèmes rencontrés : Aucun problème n'a été rencontré

2.1.12. EXIG_RCPT_CONNEXION

Référence du paragraphe : ESS_RCPT_CONNEXION

Rédacteur : Jerez Elouan et Roboam Damien

Selecteur : L'HARIDON Mathis et FRIEH Mathieu

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_RCPT_CONNEXION

But de l'essai : Vérifier que le récepteur du kart comporte un indicateur lumineux bleu de 100mcd (-/+20%).

Moyens utilisés :

- Carte récepteur
- Carte émetteur
- Télécommande universelle
- Alimentation de table
- Grippe-fils
- Multimètre

Procédure d'essai:

Alimentez la carte récepteur à 5V et 3A et la carte émetteur à 7,4 V et 2A, et attendre la connexion. Une fois la connexion faite, mesurer la taille exacte de la résistance de la LED Bleue, mesurer la tension au borne de la résistance de la LED Bleue, puis calculer le courant grâce à la relation $I = U/R$, qui arrive dans la LED Bleue, pour en déterminer d'après la datasheet l'intensité lumineuse. Eteindre la carte émettrice.

Émettre avec la télécommande universelle (du prof) différentes trames NEC, et vérifier l'état de la LED en fonction des données envoyées.

Résultats attendus :

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
intensité lumineuse	100mCd	+/- 20%

Grandeur	Valeur attendue
bonne trame NEC	Led bleue allumée
mauvaise trame NEC	Led bleue éteinte

Résultats obtenus :

Kart à hélices

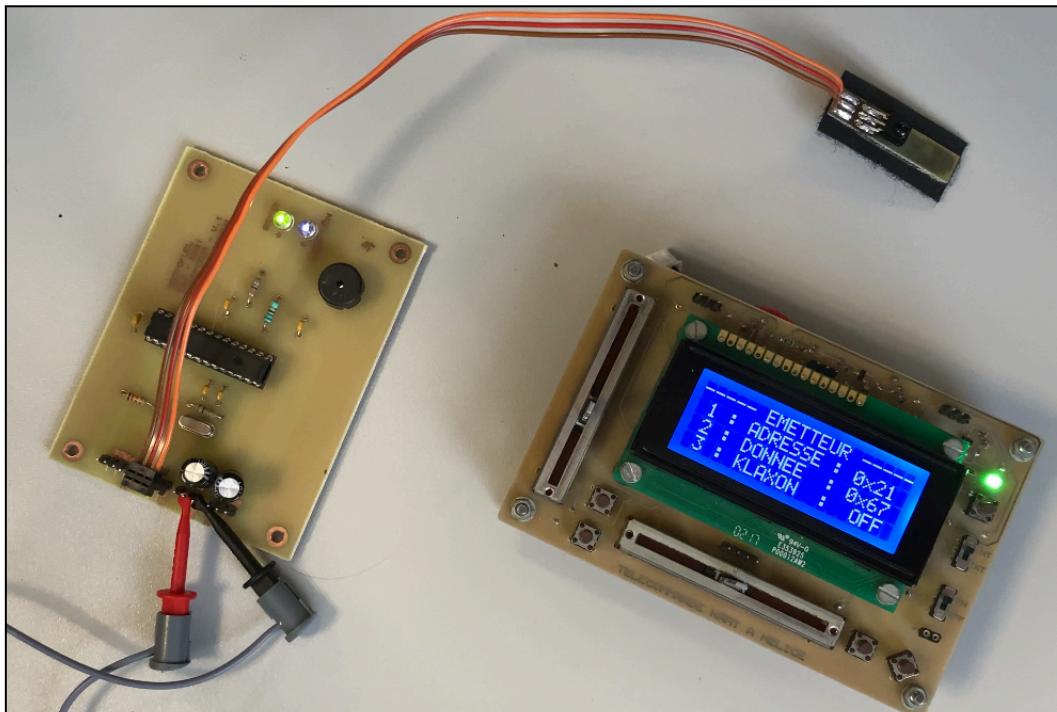


Figure 37 : Bonne trame NEC, LED verte allumée

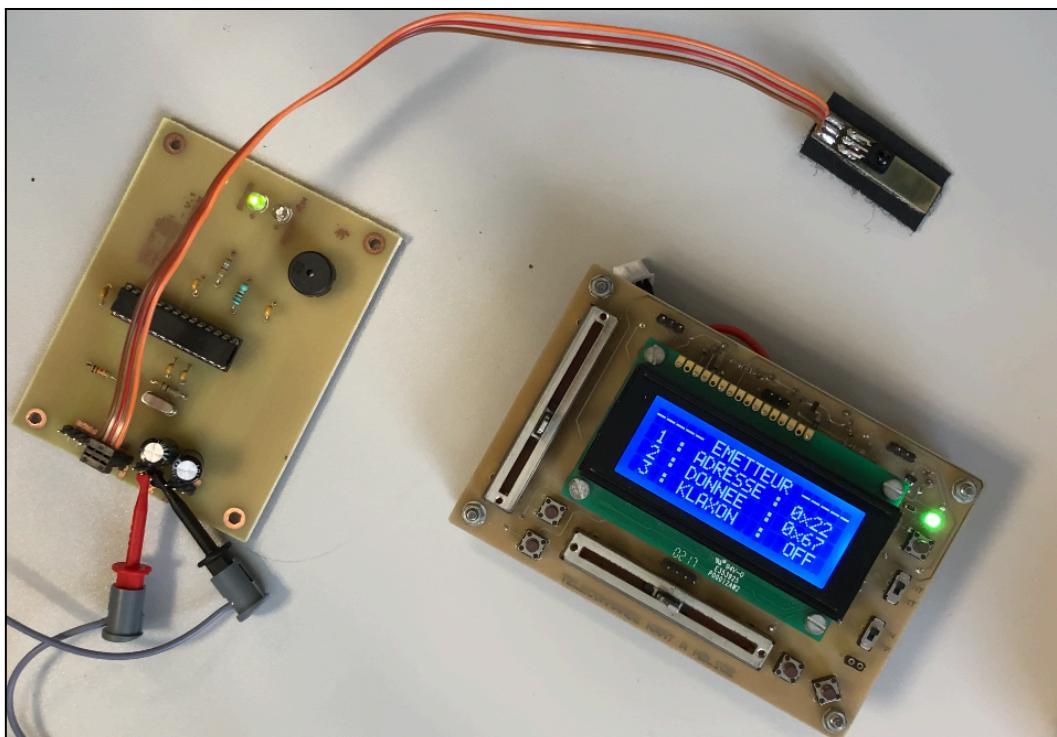


Figure 38 : Mauvaise trame NEC, LED verte éteinte

Kart à hélices

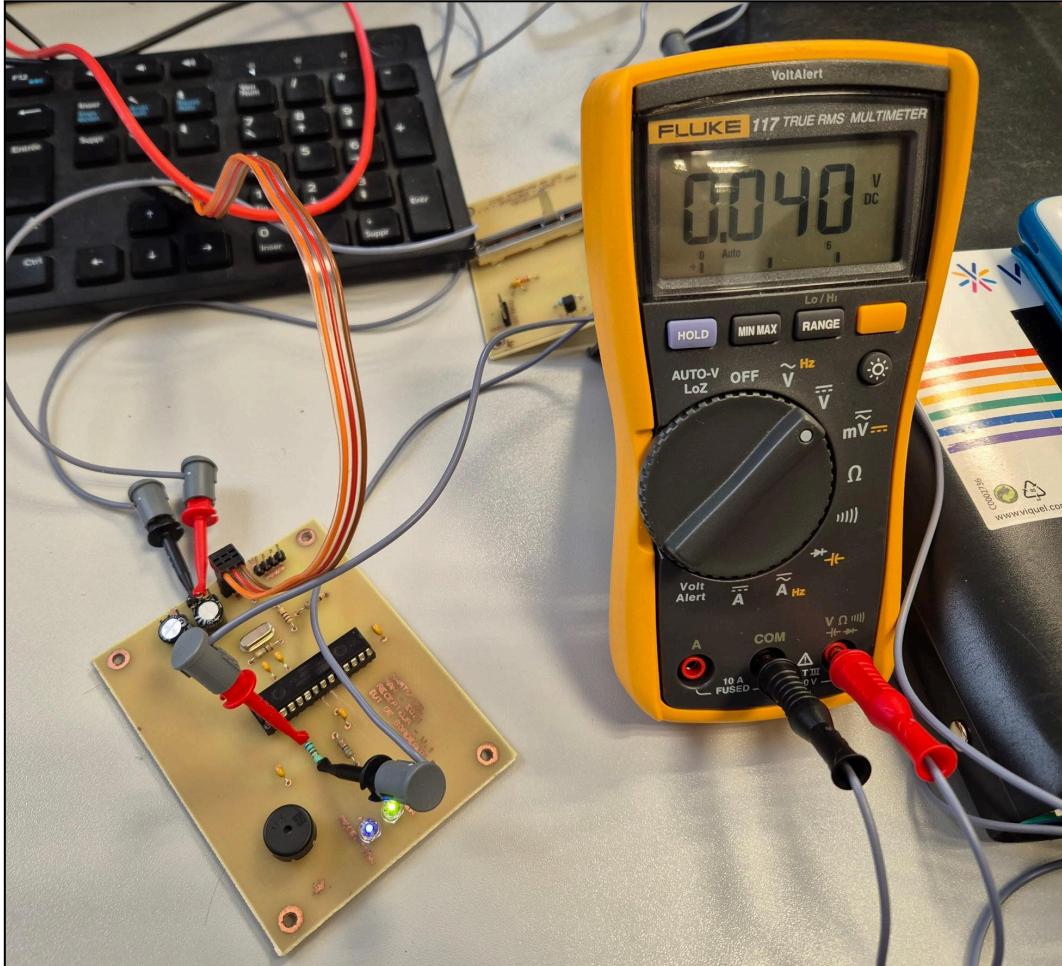


Figure 39 : Tension mesurée au borne de la résistance de la led bleue

Grandeur	Valeur obtenue	Conf/Non conf.
Tension	0.040 V	Non conforme
Intensité lumineuse	1.47mCd	Non conforme

Calculs : $U/R = 0.04/679 = 57\mu\text{A}$ puis datasheet de la LED Bleue pour avoir la relation entre intensité lumineuse et courant.

Grandeur	Valeur obtenue	Conf/Non conf.
Bonne tram NEC	Led allumée	Conforme
Mauvaise tram NEC	Led éteinte	Conforme

Statut de l'essai : Non conforme.

Problèmes rencontrés : Erreur de dimensionnement, la résistance de la LED Bleue était trop importante. D'après la datasheet de la LED Bleue, il faut prendre un Vf de 2.7V et un If de 4mA et cela permet de faire le calcul suivant :

$$R = (Vcc - Vf) / I_f$$

$$R = (5 - 2.7) / (4 * 10^{-3}) = 575\Omega \text{ soit } 560\Omega \text{ E24 normalisée.}$$

Nous avons donc changé la résistance et cela est conforme

2.1.13. EXIG_RCPT_KLAXON

Référence du paragraphe : ESS_RCPT_KLAXON

Rédacteur : Jerez Elouan et Roboam Damien

Selecteur : L'HARIDON Mathis et FRIEH Mathieu

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_RCPT_KLAXON

But de l'essai : Le récepteur du kart doit générer un signal carré de 4kHz (-/+100Hz) de rapport cyclique de 50 % (-/+10%) qui sera appliqué à l'entrée d'un composant sonore afin de permettre au kart de klaxonner.

Moyens utilisés :

- Carte récepteur
- Carte émetteur
- Oscilloscope TDS 1001C-EDU
- Générateur de table
- Grippe-fils
- Sonde pour oscilloscope

Procédure d'essai:

Alimentez la carte récepteur à 5V et 3A et la carte émetteur à 7,4 V et 2A, et attendre la connexion. Une fois la connexion faite, appuyer sur le bouton de l'émetteur, puis l'éteindre en le maintenant. Normalement, le buzzer continue de fonctionner. Placer la sonde au niveau de la patte du buzzer qui dépasse au dos de la carte, puis vérifier le signal PWM.

Résultats attendus :

Un signal carré de 4kHz (-/+100Hz) de rapport cyclique de 50 % (-/+10%) est attendu:

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Fréquence	4kHz	+/- 100Hz
Rapport cyclique	50%	+/- 10%

Résultats obtenus :

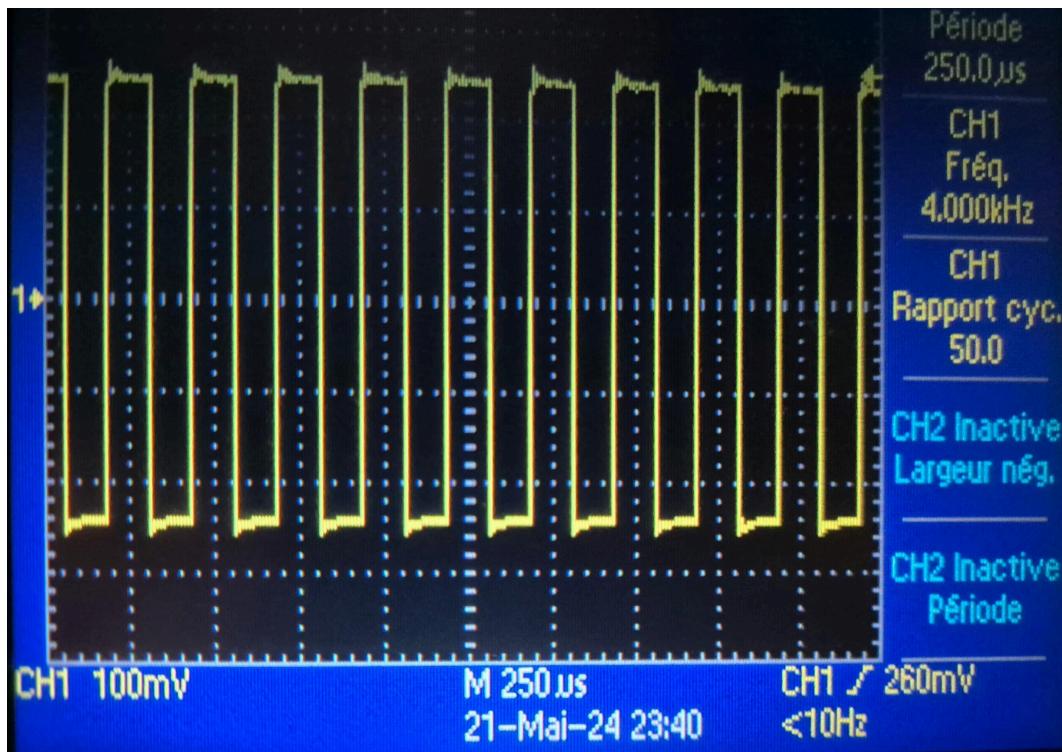


Figure 40 : Signal carré mesuré

Grandeur	Valeur obtenue	Conf/Non conf.
Fréquence	4kHz	Conforme
Rapport cyclique	50%	Conforme

Statut de l'essai : Conforme.

Problèmes rencontrés : Aucun.

2.2. Emetteur

2.2.1. EXIG_EMTT_DIMENSIONS

Référence du paragraphe : ESS_EMTT_DIMENSIONS

Rédacteur : Lestage Margot et Cassany Marie

Selecteur : Larjuzan Noah et Bakas Laila

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_EMTT_DIMENSIONS

But de l'essai : Vérifier la conformité des dimensions de l'émetteur

Moyens utilisés : Pied à coulisse

Procédure d'essai:

Nous avons utilisé un pied à coulisse pour mesurer la longueur, la largeur, le diamètre des trous de fixation et la distance entre le bord de la carte et le centre des trous.

Résultats attendus :

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Longueur	120 mm	± 1 mm
Largeur	80 mm	± 1 mm
Diamètre trous de fixation	3 mm	± 0.5 mm
Centre des trous	5 mm	± 0.5 mm

Résultats obtenus :

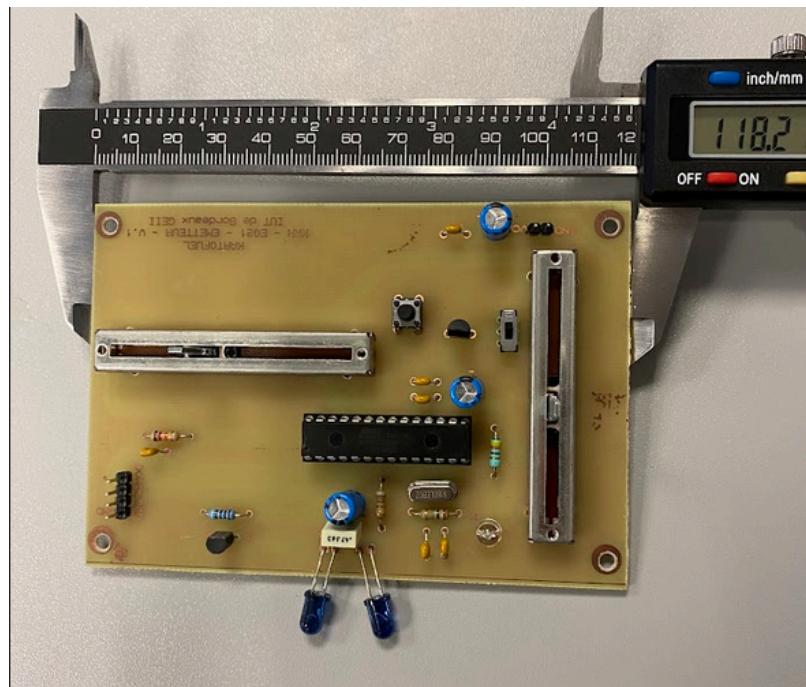


Figure 41 : Longueur de la carte émetteur

Kart à hélices

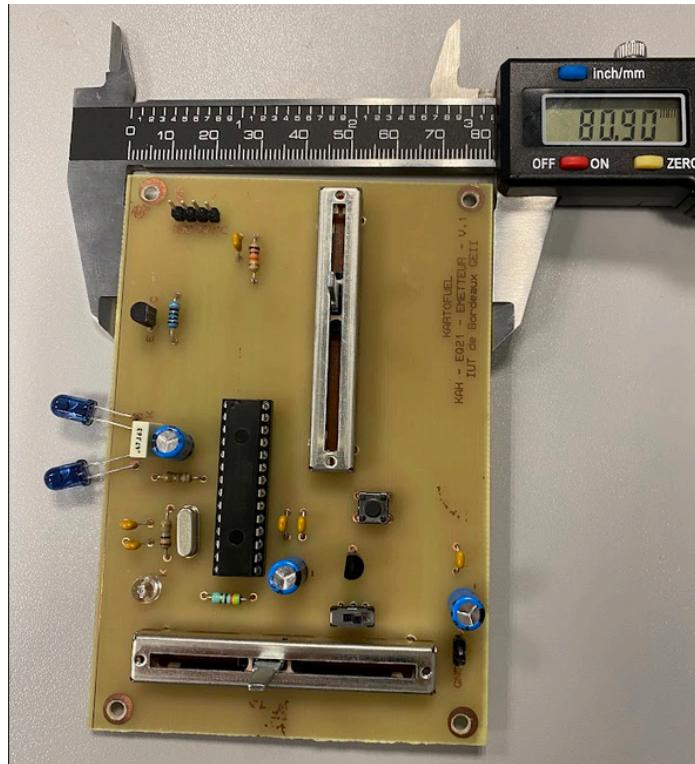


Figure 42 : Largeur de la carte émetteur

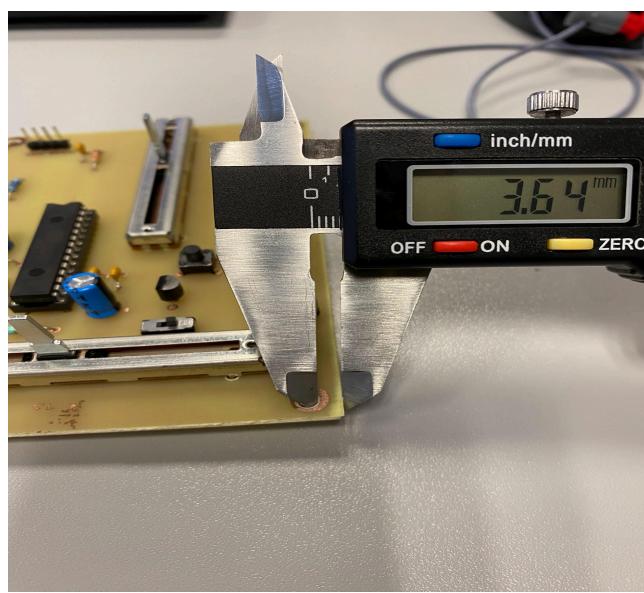


Figure 43 : Distance entre le bord de la carte et l'intérieur du trou

Centre des trous : distante extérieur + rayon = 3.64 + 1.5 = 5.14 mm

Grandeur	Valeur obtenue	Erreur absolue	Conf/Non conf.
Longueur	118.21 mm	-1.79 mm	Non conforme
Largeur	80.90 mm	0.9 mm	Conforme
Diamètre trous de fixation	3.02 mm	0.02 mm	Conforme
Centre des trous	5.14 mm	0.14 mm	Conforme

Statut de l'essai : L'essai complet est non conforme car la longueur est trop petite. Les autres critères de l'exigence sont conformes.

Problèmes rencontrés : La longueur de la carte est trop petite, notre fournisseur nous a livré des cartes trop petites pour les prototypes.

2.2.2. EXIG_EMTT_LOGO

Référence du paragraphe : ESS_EMTT_LOGO

Rédacteur : Lestage Margot et Cassany Marie

Selecteur : Larjuzan Noah et Bakas Laila

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_EMTT_LOGO

But de l'essai : Vérifier la présence du logo du département GEII et de notre équipe

Moyens utilisés :

- Découpeuse laser
- Inkscape

Procédure d'essai: Nous avons réalisé au préalable un logo sur papier pour représenter notre équipe. Puis sur Inkscape, nous avons regroupé notre logo d'équipe et celui de l'IUT avant de la faire graver et découper au laser.

Résultats attendus : Un logo personnalisé à notre groupe et le logo de l'IUT de Bordeaux et du GEII.

Résultats obtenus :

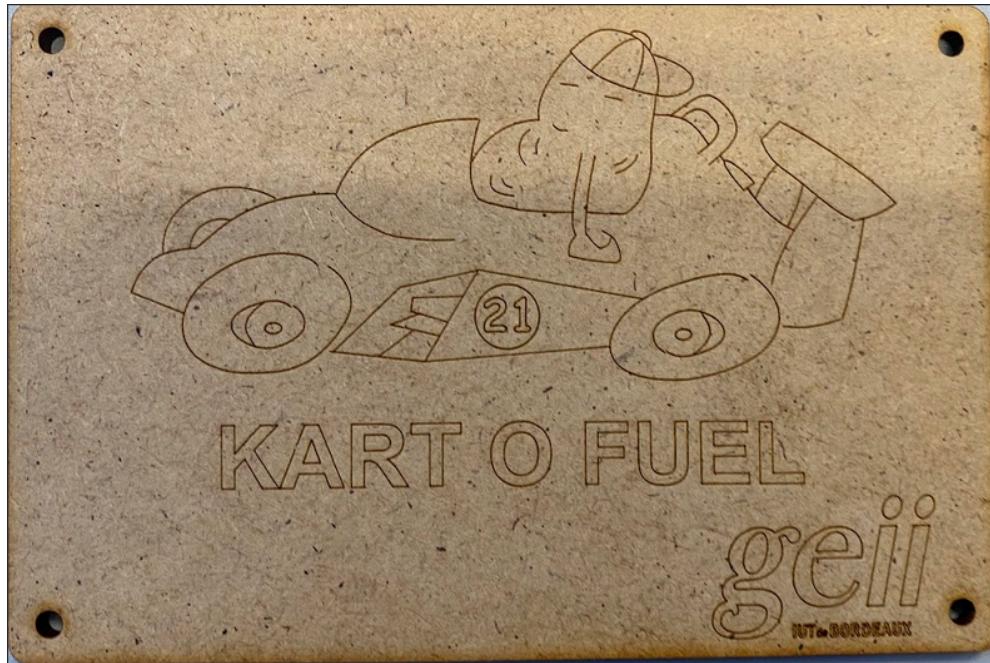


Figure 44 : Logo de la carte émetteur

Statut de l'essai : Essai conforme

Problèmes rencontrés : Aucun problème rencontré

2.2.3. EXIG_EMTT_ENERGIE

Référence du paragraphe : ESS_EMTT_ENERGIE

Rédacteur : Lestage Margot et Cassany Marie

Selecteur : Larjuzan Noah et Bakas Laila

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_EMTT_ENERGIE

But de l'essai : S'assurer que l'autonomie de l'émetteur est supérieure ou égale aux 60 minutes stipulées dans le cahier des charges.

Moyens utilisés :

- Multimètre en mode ampèremètre
- Alimentation de table
- 2 câbles grip fils
- Cable banane

Procédure d'essai:

Nous connectons l'ampèremètre sur le calibre 200mA en série entre la carte et l'alimentation de table et nous mesurons le courant consommé par notre carte. Pour obtenir la consommation maximum nous ferons varier rapidement la vitesse, la direction et activons de façon répétée le klaxon pour nous rapprocher le plus possible de la consommation maximum de l'émetteur. A l'aide de la capacité de l'accumulateur et la consommation maximum, il nous est possible de calculer l'autonomie totale de notre carte à l'aide de la formule $\frac{E[\text{mA/h}]}{I[\text{mA}]} = t[\text{h}]$ où E est la capacité de notre accumulateur en mA/h et I est la consommation de notre carte en milliampère.

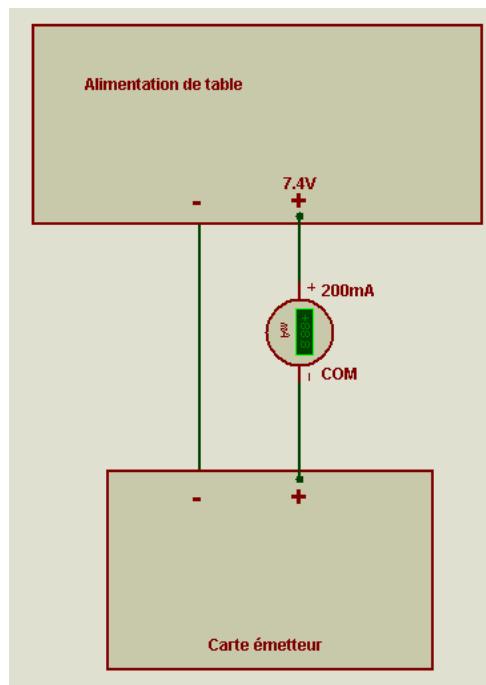


Figure 45 : Schéma de l'essai

Résultats attendus :

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Autonomie	1h	> à 1h

Résultats obtenus :

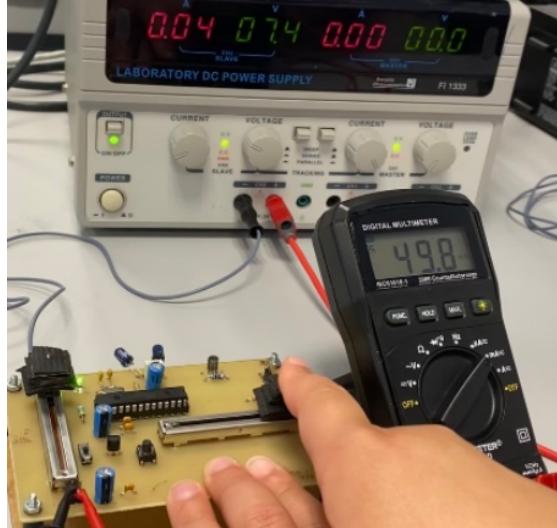


Figure 46 : Mesure de la consommation réelle de la carte

Consommation maximale mesurée : 49.8 mA

$$\frac{E}{I} = t \Leftrightarrow \frac{0.8 \times 350 [mA/h]}{49.8 [mA]} = 5.62 h = 5h37min$$

On n'utilise pas les derniers 10% et nous prenons une marge de 10% pour préserver son intégrité et éviter d'abîmer l'accumulateur.

Grandeur	Valeur obtenue	Conf/Non conf.
Autonomie	5h37	Conforme

Statut de l'essai : Nous sommes bien au dessus de l'heure mandatée par le cahier des charges nous sommes donc bien conforme à l'exigence.

Problèmes rencontrés : Nous avions eu un problème de précision car nous n'avions accès uniquement à des ampèremètres 10A moins précis pour notre consommation mais nous avons finalement récupéré un ampèremètre plus précis.

2.2.4. EXIG_EMTT_INTERRUPTEUR

Référence du paragraphe : ESS_EMTT_INTERRUPTEUR

Rédacteur : Laruzan Noah et Bakas Laila

Selecteur : Lestage Margot et Cassany Marie

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_EMTT_INTERRUPTEUR

But de l'essai : S'assurer que l'émetteur comporte un interrupteur de mise sous/hors tension placé de manière à être ergonomique.

Moyens utilisés :

- Multimètre en mode voltmètre
- Câbles banane
- Câbles grippe fils
- Alimentation de table

Procédure d'essai:

- Alimenter la carte en 7.4 V avec un limitation de courant égale à 0.2A à l'aide d'une alimentation de table
- Mettre l'interrupteur sur la position ON
- Observer si la LED verte est allumé
- Mettre l'interrupteur sur la position OFF
- Observer si l'indicateur de tension est éteint

Résultats attendus :

Grandeur	Valeur attendue
Tension fermé	4.955V
Tension ouvert	0V

Résultats obtenus :

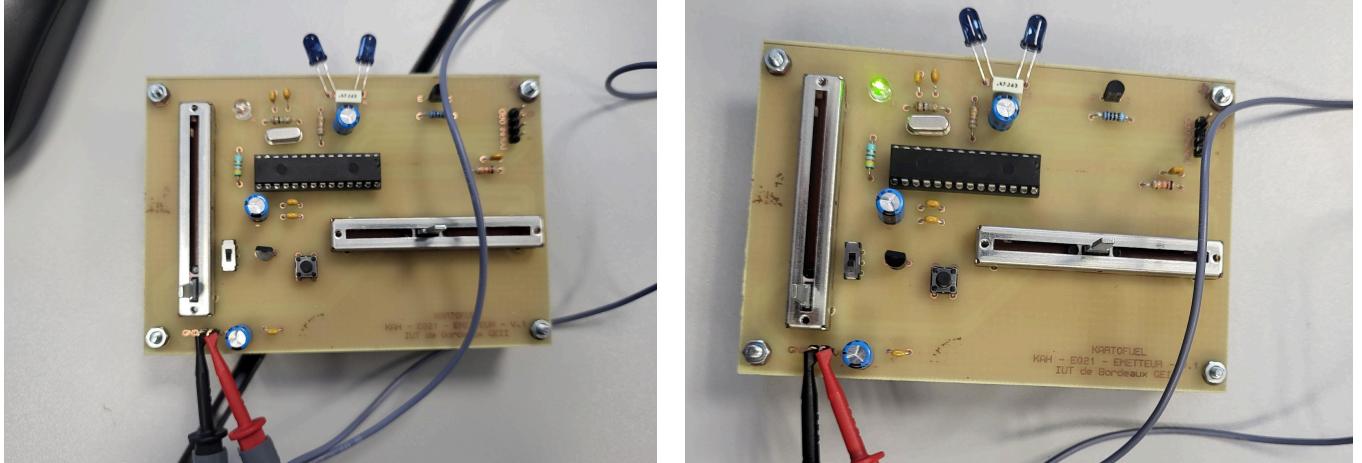


Figure 47 : Test de l'interrupteur deux positions (hors tension/sous tension)

Nous voyons que le l'émetteur comporte bien un interrupteur capable de mettre sous/hors tension placé de manière ergonomique.

Grandeur	Valeur obtenue	Conf/Non conf.
Tension fermé	4.955V	Conforme
Tension ouvert	0V	Conforme

Statut de l'essai : Conforme

Problèmes rencontrés : Aucun problème n'a été rencontré pendant la vérification de cette exigence.

2.2.5. EXIG_EMTT_IHM

Référence du paragraphe : ESS_EMTT_IHM

Rédacteur : Laruzan Noah et Bakas Laila

Selecteur : Lestage Margot et Cassany Marie

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_EMTT_IHM

But de l'essai : S'assurer que les deux interfaces homme machine fonctionne bien comme attendu. C'est-à-dire avoir une chute de tension linéaire et avoir une précision suffisante pour offrir 16 valeurs distinctes.

Moyens utilisés :

- Multimètre en mode voltmètre
- Câbles banane
- Câbles grip fils
- Alimentation de table

Procédure d'essai :

- Alimenter la carte en 7.4 V avec un limitation de courant supérieure ou égale à 0.2A à l'aide une alimentation de table
- Mesurer à l'aide d'un multimètre en mode voltmètre continu la tension en sortie du potentiomètre à 0% d'extension
- Mesurer à l'aide d'un multimètre la tension continu en sortie du potentiomètre à 50% d'extension
- Mesurer à l'aide d'un multimètre la tension continu en sortie du potentiomètre à 100% d'extension

Résultats attendus :

Potentiomètre vitesse	Valeur attendue	Potentiomètre direction	Valeur attendue	Tolérance
Tension à 0%	0V	Tension à 0%	0V	+/- 154mV
Tension à 50%	2.478V	Tension à 50%	2.478V	+/- 154mV
Tension à 100%	4.955V	Tension à 100%	4.955V	+/- 154mV

Résultats obtenus :

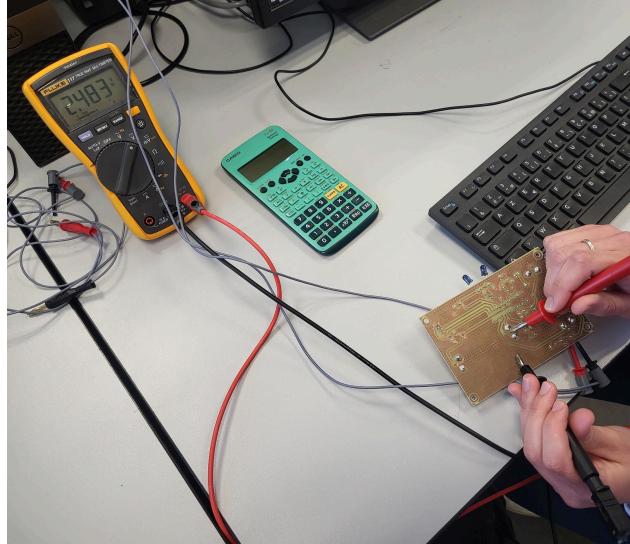


Figure 48 : Mesure de tension à 50%

Potentiomètre vitesse	Valeur obtenue	potentiomètre direction	Valeur obtenue	Conf/Non conf.
Tension à 0%	0V	Tension à 0%	0V	Conforme
Tension à 50%	2.439V	Tension à 50%	2.515V	Conforme
Tension à 100%	4.955V	Tension à 100%	4.955V	Conforme

Statut de l'essai : Les deux potentiomètres sont capable de remplir leurs fonctions. Notre solution est donc bien conforme au cahier des charges.

Problèmes rencontrés : Aucun problème n'a été rencontré pendant la vérification de cette exigence.

2.2.6. EXIG_EMIT_KLAXON

Référence du paragraphe : ESS_EMTT_KLAXON

Rédacteur : Laruzan Noah et Bakas Laila

Selecteur : Lestage Margot et Cassany Marie

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_EMTT_KLAXON

But de l'essai : S'assurer que l'émetteur comporte un bouton-poussoir sur lequel l'utilisateur peut appuyer pour indiquer qu'il souhaite faire retentir le klaxon du kart. Nous nous attendons à 0V pour l'état appuyer et Vcc pour l'état relâcher.

Moyens utilisés :

- Multimètre en mode Voltmètre
- 2 sondes à câble banane
- Alimentation de table

Procédure d'essai:

- Alimenter la carte en 7.4 V avec une limitation de courant supérieure ou égale à 0.2 A avec une alimentation de table
- Mesurer à l'aide d'un multimètre en mode voltmètre continu de la tension en sortie du bouton à l'état pressé
- Mesurer à l'aide d'un multimètre en mode voltmètre continu de la tension en sortie du bouton à l'état relâché

Résultats attendus :

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Tension pressé	0V	N/A
Tension relâché	4.955V	N/A

Résultats obtenus :

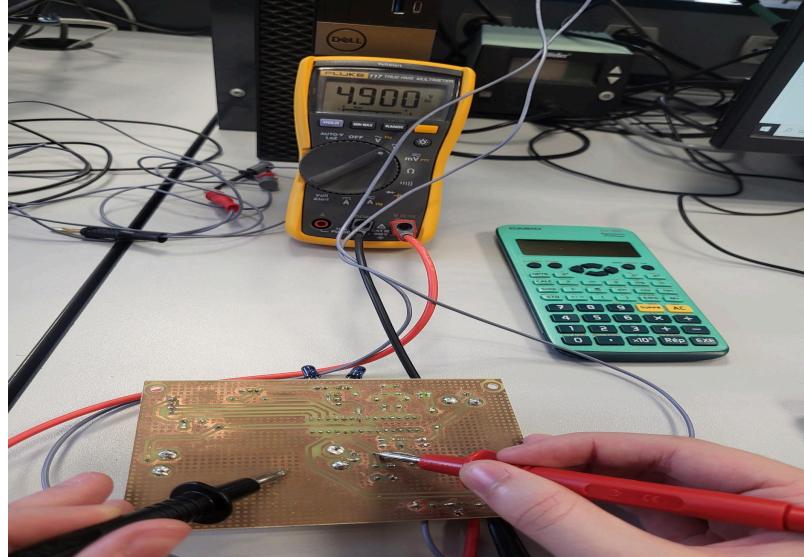


Figure 49 : Mesure du potentiel à l'état relâché

Grandeur	Valeur obtenue	Conf/Non conf.
tension pressé	0V	Conforme
tension relâché	4.929V	Conforme

Statut de l'essai : L'émetteur comporte bien un boutons poussoir qui possède deux états logiques. L'exigence est donc bien conforme.

Problèmes rencontrés : Aucun problème n'a été rencontrées pendant la vérification

2.2.7. EXIG_EMTT_TRAITEMENT

Référence du paragraphe : ESS_EMTT_TRAITEMENT

Rédacteur : Lestage Margot et Cassany Marie

Selecteur : Larjuzan Noah et Bakas Laila

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_EMTT_TRAITEMENT

But de l'essai : Vérifier que le microcontrôleur permet de changer les valeurs analogiques des potentiomètres en informations numériques. Vérifier que la donnée numérique comprend 4 bits de vitesse et 4 bits de direction et que le tout soit conforme au protocole NEC. Ainsi que vérifier si l'exigence retentissement est conforme, c'est à dire que le bit de poids fort de l'adresse correspond à l'état du klaxon (1 activé).

Moyens utilisés :

- Oscilloscope
- Sonde 1X
- Alimentation de tension
- Câble embout fiche banane (5 mm) et mini grippe fil

Procédure d'essai:

Pour tester l'exigence de traitement, nous avons d'abord alimenté la carte avec une tension de 7,4V en utilisant un câble banane grippe-fil connecté à un générateur de tension. Ensuite, nous avons effectué un autoset sur l'oscilloscope pour bien capturer le signal carré. L'entrée de l'oscilloscope a été connectée à la sortie de l'ATMEGA pour visualiser les trames NEC. Nous avons ensuite décodé les trames observées afin d'analyser leur contenu. Enfin, nous avons vérifié que les trames observées correspondaient aux trames attendues, validant ainsi le bon fonctionnement de l'exigence de traitement.

Résultats attendus :

Vitesse	Direction	Klaxon	Valeur attendue pour l'adresse et la donnée
0h	0h	0h	0010 0001 0000 0000
0h	7h	0h	0010 0001 0000 0111
0h	Eh	0h	0010 0001 0000 1110
9h	0h	0h	0010 0001 1001 0000
9h	7h	0h	0010 0001 1001 0111
Fh	Eh	1h	1010 0001 1111 1110
Fh	0h	1h	1010 0001 1111 0000

Pour la direction à droite complètement nous avons Eh pour avoir 15 valeurs et donc avoir une valeur médiane

Résultats obtenus :

Kart à hélices

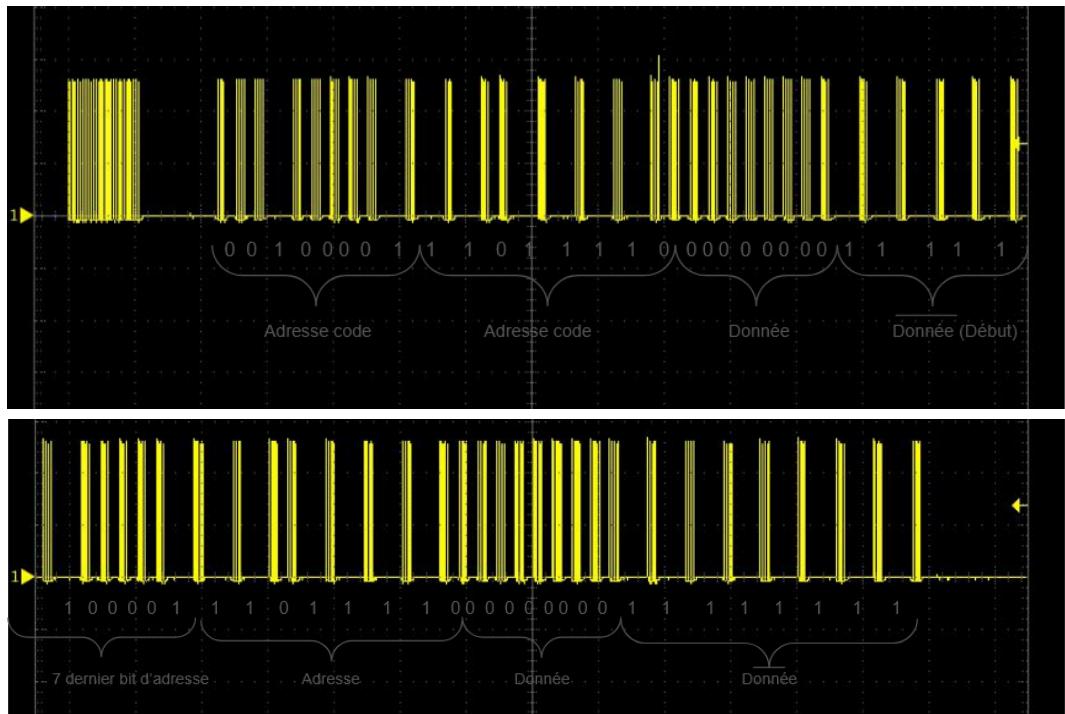


Figure 50 : Vérification de la première ligne

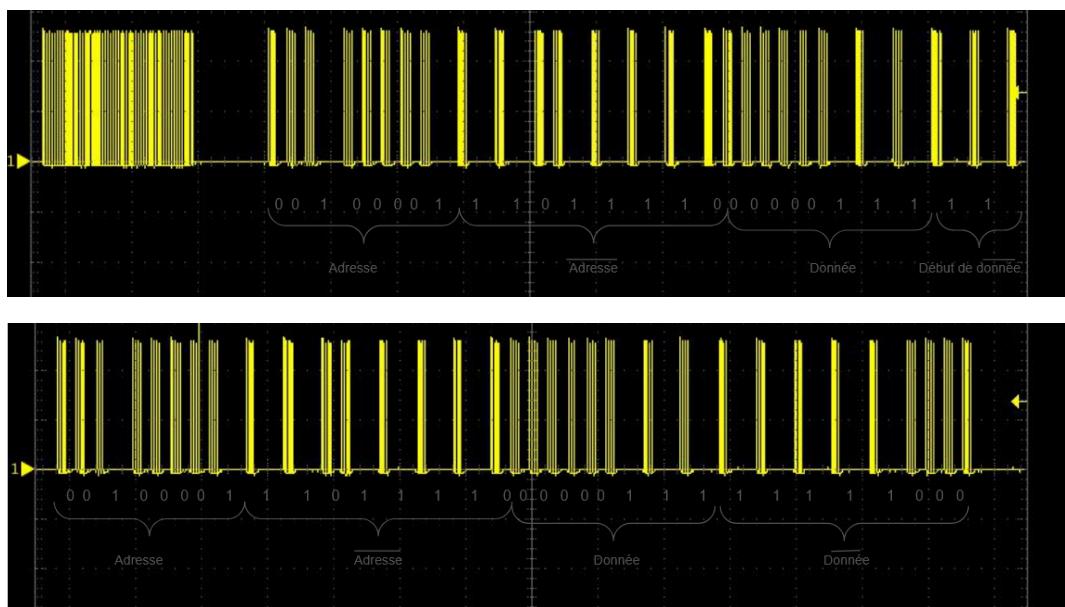


Figure 51 : Vérification de la seconde ligne

Kart à hélices

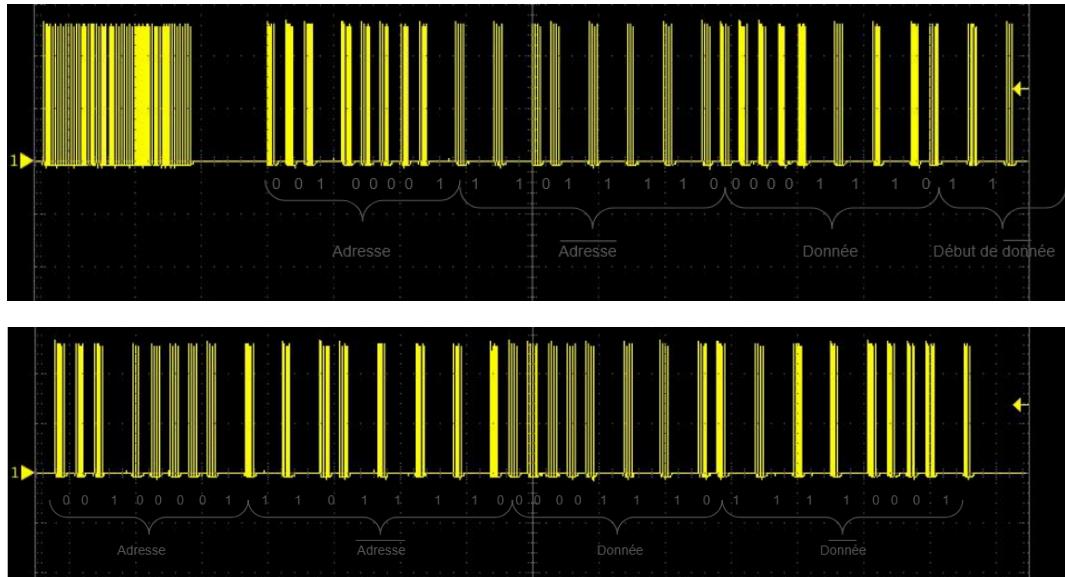


Figure 52 : Vérification de la troisième ligne

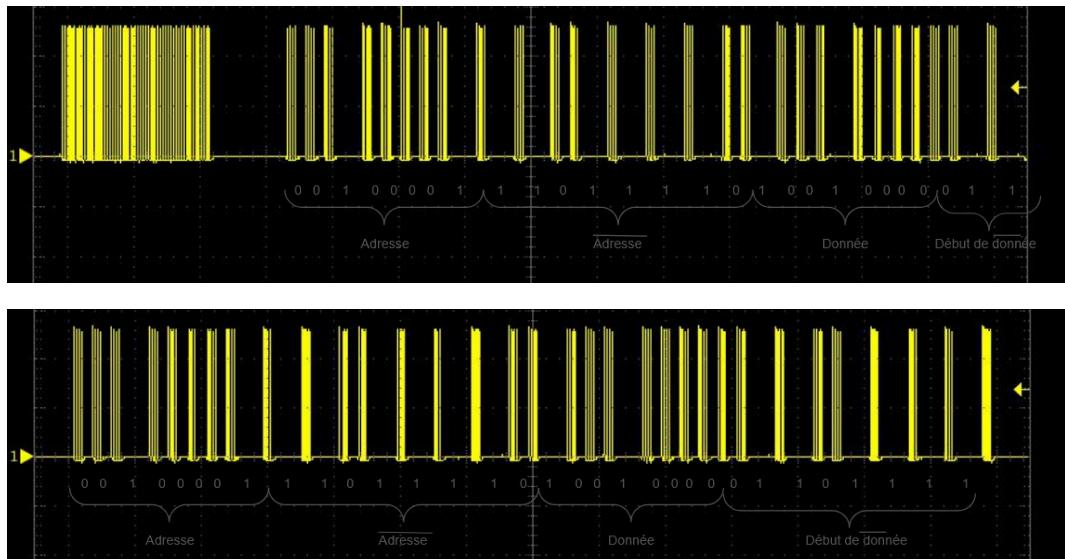


Figure 53 : Vérification de la quatrième ligne

Kart à hélices

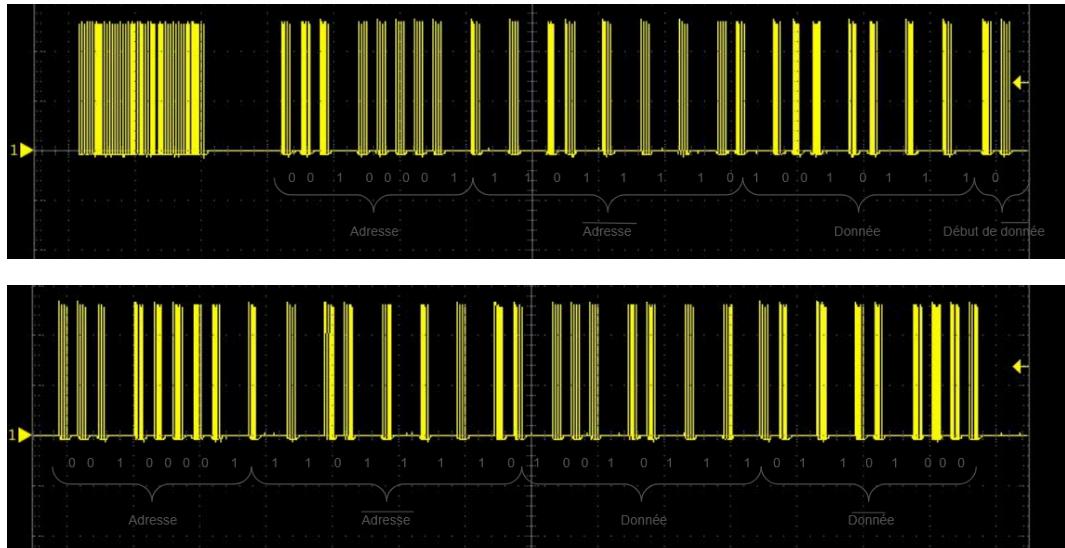


Figure 54 : Vérification de la cinquième ligne

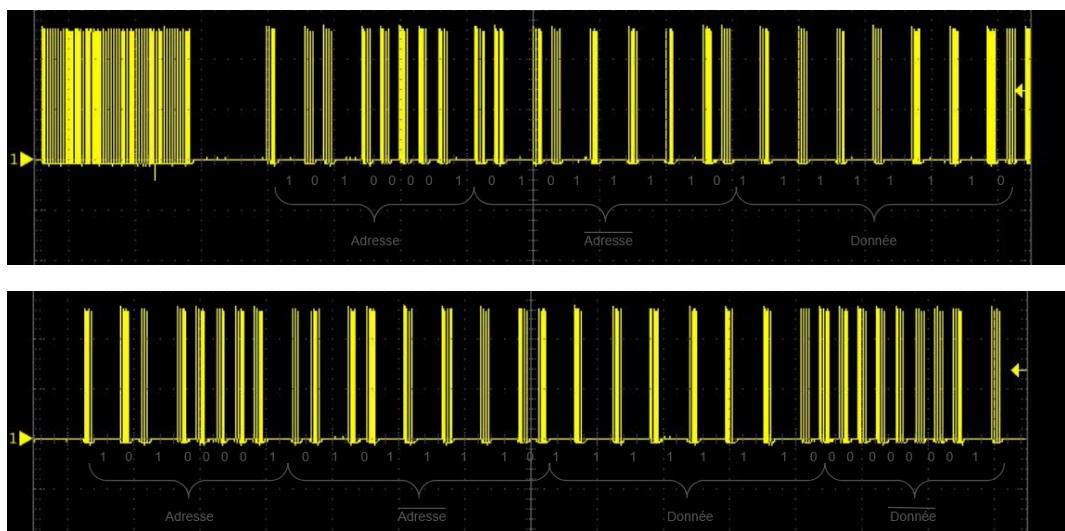
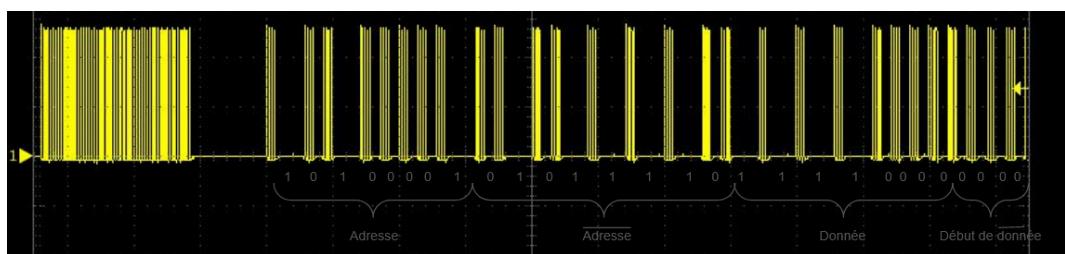


Figure 55 : Vérification de la sixième ligne



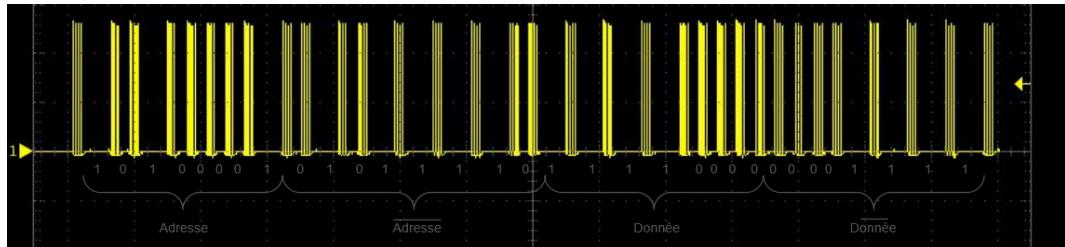


Figure 56 : Vérification de la septième ligne

Vitesse	Direction	Klaxon	Valeur obtenue pour l'adresse et la donnée	Conf/Non conf.
0h	0h	0h	0010 0001 0000 0000	Conforme
0h	7h	0h	0010 0001 0000 0111	Conforme
0h	Fh	0h	0010 0001 0000 1110	Conforme
9h	0h	0h	0010 0001 1001 0000	Conforme
9h	7h	0h	0010 0001 1001 0111	Conforme
Fh	Fh	1h	1010 0001 1111 1110	Conforme
Fh	0h	1h	1010 0001 1111 0000	Conforme

Statut de l'essai : L'essai est conforme nous retrouvons les mêmes trames que celle attendu

Problèmes rencontrés : Aucun problème rencontré

2.2.8. EXIG_EMTT_REPEATITIVITE

Référence du paragraphe : ESS_EMTT_REPEATITIVITE

Rédacteur : Lestage Margot et Cassany Marie

Selecteur : Larjuzan Noah et Bakas Laila

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_EMTT_REPEATITIVITE

But de l'essai : Vérifier les périodes d'émission des trames NEC.

Moyens utilisés :

- Oscilloscope
- Sonde 1X
- Alimentation de tension

Procédure d'essai:

- Mettre la carte sous tension à 7.4V avec un limitation de courant égale à 0.2A à l'aide d'une alimentation de table
- Mesurer avec l'oscilloscope la période en changeant les valeurs des potentiomètres
- Mesurer sans changer les valeurs des potentiomètres
- Vérifier que cela correspond aux résultats attendus

Résultats attendus :

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Période d'émission avec de nouvelles données	108 ms	$\pm 10\%$
Période d'émission avec des données identiques	333 ms	$\pm 10\%$

Résultats obtenus :

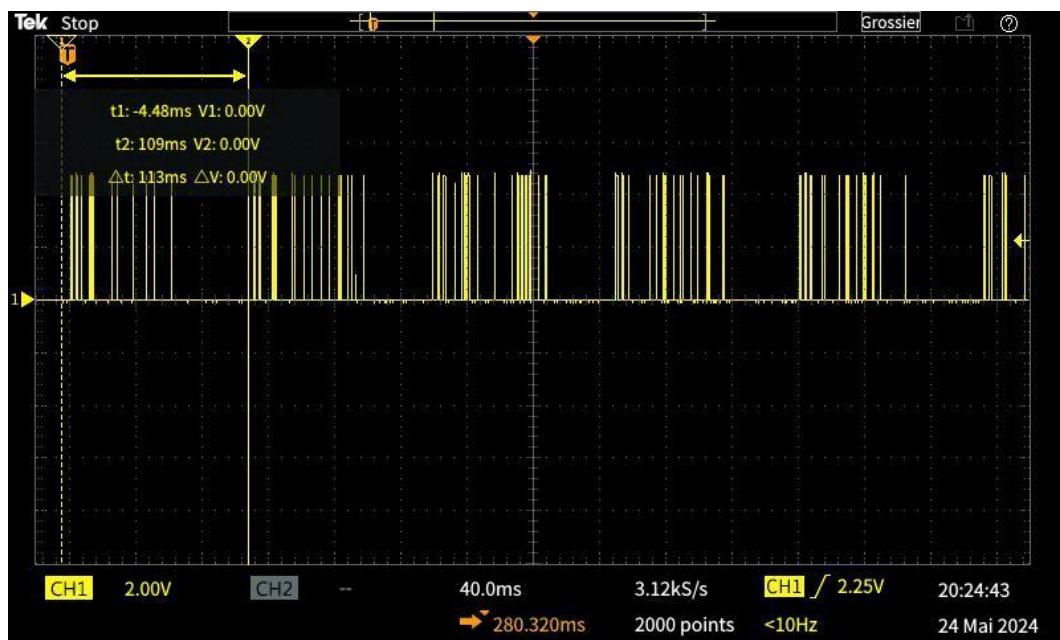


Figure 57 : Période d'émission avec des nouvelles données

Kart à hélices

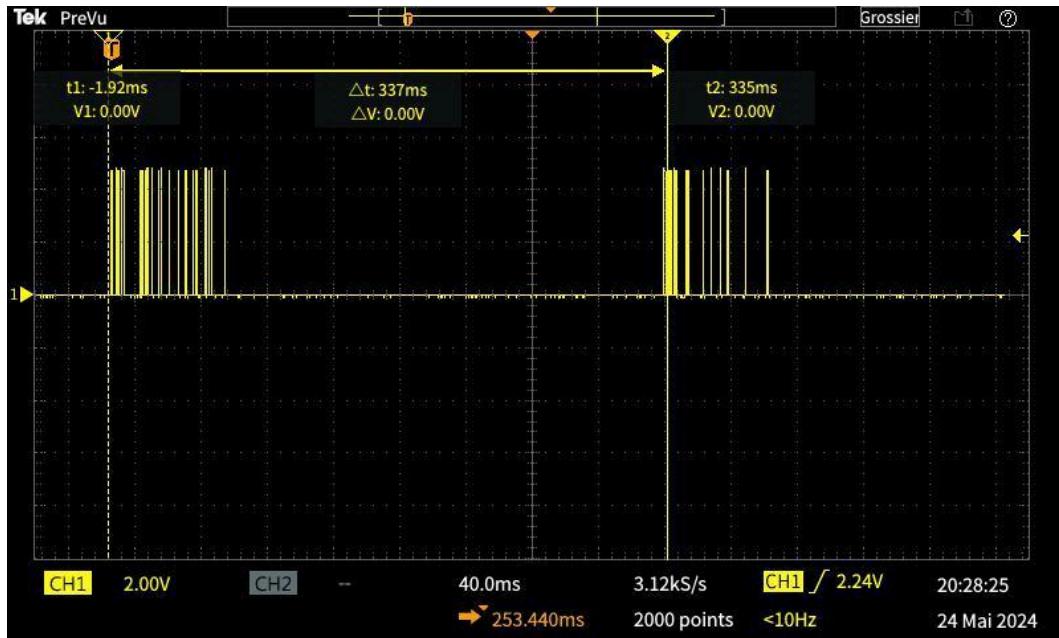


Figure 58 : Période d'émission avec des données identiques

Grandeur	Valeur obtenue	Erreur relative	Conf/Non conf.
Période d'émission avec des nouvelles données	113 ms	4.6%	Conforme
Période d'émission avec des données identiques	337 ms	1.2%	Conforme

Nous attendions des résultats entre 92.7ms et 118.8ms pour la période d'émission lorsque les données sont différentes ainsi que des résultats entre 303.3ms et 370.7ms pour la période d'émission lorsque les données n'ont pas changé.

Nous avons : 92.7ms < 113 ms > 118.8ms et 303.3ms < 337 ms > 370.7ms

Statut de l'essai : Essai conforme

Problèmes rencontrés : Aucun problème rencontré

2.2.9. EXIG_EMTT_PUISSANCE

Référence du paragraphe : ESS_EMTT_PUISSANCE

Rédacteur : Laruzan Noah et Bakas Laila

Selecteur : Lestage Margot et Cassany Marie

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_EMTT_PUISSANCE

But de l'essai : L'émetteur émet les trames protocolaires à l'aide de deux LED infrarouge, nous devons nous assurer qu'elles garantissent une distance d'émission d'au moins 10 m. De plus, le client demande que les LED infrarouge soient traversées par un courant de 200mA minimum.

Moyens utilisés :

- Oscilloscope
- 2 sonde avec clip crocodile 1 X
- Calculatrice

Procédure d'essai:

Mesure du courant traversant les LEDs:

- Alimenter la carte en 7.4 V avec un limitation de courant supérieure ou égale à 0.2A avec une alimentation de table
- Mesurer le potentiel a chaque bornes de la résistance à l'aide de deux sondes à clips alligator
- Utiliser la fonction math intégré de l'oscilloscope pour calculer la tension aux bornes de la résistance
- Utiliser la formule $I = \frac{U}{R}$ pour calculer le courant traversant la résistance

Mesure de la distance d'émission:

- Installer la carte récepteur sur le kart en connectant la batterie, le composant de réception infrarouge, le moteur et le servomoteur
- Placer la kart a 10 m de l'émetteur
- Observer si l'indicateur de réception s'allume toujours
- Eloigner le kart de l'émetteur le kart de l'émetteur jusqu'à ce que l'interrupteur ne s'allume plus

Résultats attendus :

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Courant traversant les LEDs infrarouges	200 mA	Supérieur
Distance d'émission	10 m	Supérieur

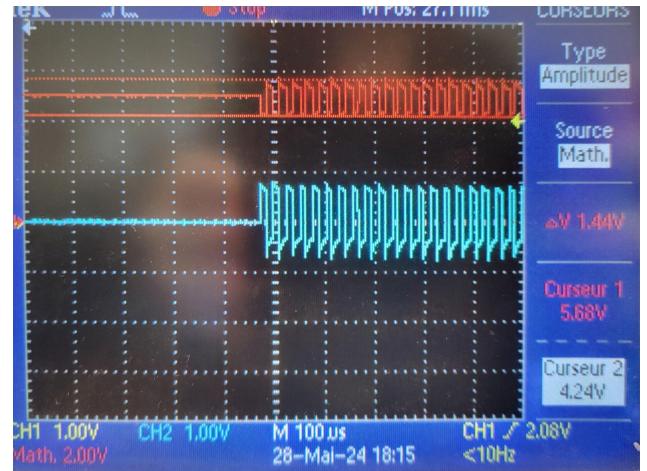
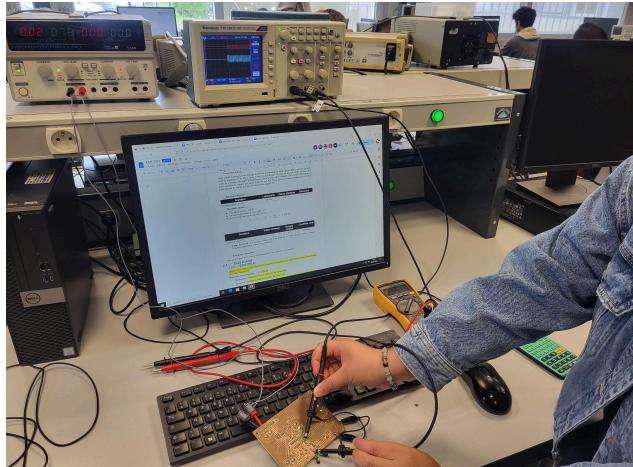


Figure 59 : Mesure de la tension aux bornes de la résistance d'alimentation des LEDs

- Tension au borne de la résistance d'alimentation des LEDs: 1.44V

$$I = \frac{U}{R} = \frac{1.44}{6.2} = 0.232A = 232mA$$

avec U la tension mesuré à l'oscilloscope au borne de la résistance d'alimentation des LEDs

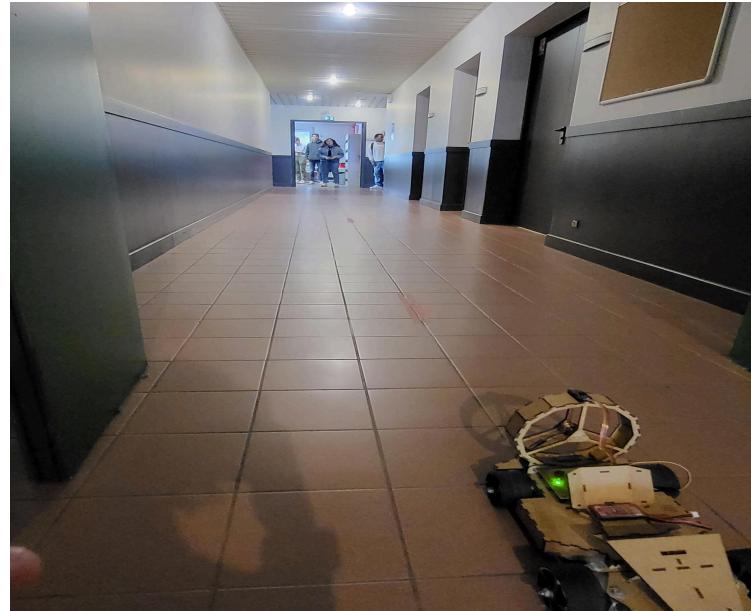


Figure 60 : Mesure de la distance de de réception maximum du kart

Résultats obtenus :

Grandeur	Valeur obtenue	Erreure relative	Conf/Non conf.
Courant traversant les LED	232 mA	+16 %	Conforme
Distance d'émission	13.6 m	+36 %	Conforme

Statut de l'essai : Le courant obtenus est bien supérieur aux 200 mA de l'exigence, donc nous sommes bien conformes et le courant est inférieur à 300mA donc il n'y a pas de risque d'abîmer les leds infrarouges.

Problèmes rencontrés :

Quand nous avons voulu mesurer la distance d'émission de l'émetteur, il n'a pas émis. Nous avons donc commencé par des mesure de tension qui ont éventuellement révélé que les LED infrarouges ne recevaient qu'une tension mineure de l'ordre de 20 mV. Nous avons ensuite inspecté visuellement la carte à l'aide de binoculaires ce qui a révélé qu'une soudure mal faite a cédé ce qui a déconnecter la résistance de protection des LED. Après avoir ressoudé la résistance, l'émetteur a fonctionné comme prévu.

2.2.10. EXIG_EMTT_INDICATEUR

Référence du paragraphe : ESS_EMTT_INDICATEUR

Rédacteur : Larjuzan Noah et Bakas Laila

Relecteur : Lestage Margot et Cassany Marie

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_EMTT_INDICATEUR

But de l'essai : S'assurer que le courant délivré à la LED est bien le courant qui lui permet de briller à 50 mCd ± plus ou moins 20%.

Moyens utilisés :

- Oscilloscope
- Sonde d'oscilloscope avec clip alligator
- Multimètre
- Calculatrice
- Alimentation de table

Procédure d'essai:

- Alimenter la carte en 7.4 V avec un limitation de courant supérieure ou égale à 0.2A avec une alimentation de table
- Attacher le clips alligator de la sonde au plan de masse.
- Placer la sonde entre la résistance et la LED verte
- Placer la sonde entre la masse et la LED verte
- Soustraire la tension traversant la LED verte
- Diviser le résultat par la valeur de la résistance d'alimentation des LEDs pour obtenir le courant

Résultats attendus :

Grandeur	Luminosité	Valeur attendue	Tolérance
courant traversent la LED	50 mcd	6.67 mA	+/- 20 %

Résultats obtenus :

- Resistance associé: 428 Ω
- Tension d'alimentation de la LED : 5V
- Perte de tension causée par la LED: 2V

$$I = \frac{U}{R} = \frac{U-V}{R} = \frac{5-2}{428} = 0.007 \text{ A}$$

Grandeur	Valeur obtenue	Erreure relative	Conf/Non conf.
courant traversent la LED	7 mA	4.9%	Conforme

Statut de l'essai : Le courant obtenu est bien dans les +/- 20% des 6.67 mA qu'implique l'exigence donc nous sommes bien conforme.

Problèmes rencontrés : Aucun problème n'a été rencontré pendant la vérification de cette exigence.

2.3. Coût et délai

2.3.1. EXIG_DELAI

Référence du paragraphe : ESS_DELAI

Rédacteur : Jerez Elouan et Roboam Damien

Relecteur : Larjuzan Noah et Bakas Laila

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_DELAI

But de l'essai : Vérifier que le développement du kart à hélice (phase de conception + phase de fabrication + phase de vérification + phase de présentation/démonstration) est de 60h.

Procédure d'essai: Comptabilisation des heures passées sur le projet.

Résultats attendus :

	Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Temps	60 h	<	

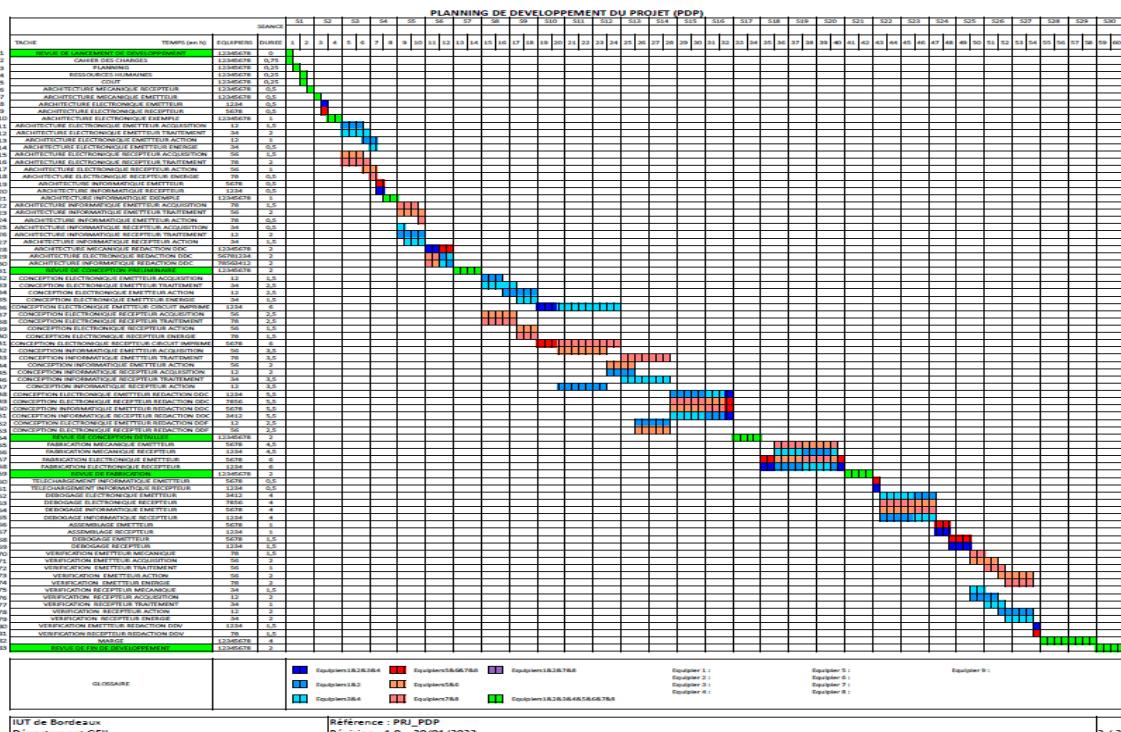


Figure 61 : Planning

Résultats obtenus :

Le temps de développement et de vérification à pris 58h et laisse 2h de présentations de fin de projet ce qui permet d'obtenir les 60h.

Grandeur	Valeur obtenue	Conf/Non conf.
Temps	58h + 2h	Conforme

Statut de l'essai : Conforme

Problèmes rencontrés : Aucun

2.3.2. EXIG_COUT

Référence du paragraphe : ESS_COUT

Rédacteur : Jerez Elouan et Roboam Damien

Selecteur : Larjuzan Noah et Bakas Laila

Exigences client vérifiées par l'essai : EXIG_COUT

But de l'essai : Vérifier si le coût du projet ne dépasse pas les 160 euros accordés

Procédure d'essai:

Aller dans le dossier de fabrication, faire le compte des ressources utilisées et en établir le coût.

KAH_CDP.xlsx

Résultats attendus :

Grandeur	Valeur attendue	Tolérance
Coût	82.23€	<160€ TTC

Résultats obtenus :

Grandeur	Valeur obtenue	Conf/Non conf.
Coût	25,06€	Conforme

Statut de l'essai : Conforme.

Problèmes rencontrés : Aucun.

2.4. Conclusion de la vérification du produit

Rédacteur : Mathis L'Haridon et Margot Lestage

Selecteur : Larjuzan Noah et Bakas Laila

Pour conclure, nous avons rencontré trois non-conformités : deux concernant les longueurs des cartes émettrices et réceptrices et une concernant la luminosité de la led bleu. Pour les longueurs, la cause est un problème d'approvisionnement en plaque de cuivre qui nous a empêché d'avoir une dimension conforme aux exigences. La solution est d'anticiper l'arrivée de plaque en amont.

Pour la led bleu, il était question d'un problème de calcul dans l'étape de dimensionnement de la résistance en série avec la led. La solution est de refaire les calculs de dimensionnement en évitant les erreurs.

Sinon, le reste des exigences sont conformes au cahier des charges. Après avoir réglé les problèmes de non-conformité, nous sommes prêts à la phase de commercialisation.

3. Matrice de conformité du produit développé

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_EMTT_DIMENSIONS	Vérification par mesure	ESS_EMTT_DIMENSIONS	Non Conforme
EXIG_EMTT_LOGO	Vérification par essai	ESS_EMTT_LOGO	Conforme
EXIG_EMTT_ENERGIE	Vérification par mesure	ESS_EMTT_ENERGIE	Conforme
EXIG_EMTT_INTERRUPTEUR	Vérification par essai	ESS_EMTT_INTERRUPTEUR	Conforme
EXIG_EMTT_IHM	Vérification par essai	ESS_EMTT_IHM	Conforme
EXIG_EMTT_KLAXON	Vérification par essai	ESS_EMTT_KLAXON	Conforme
EXIG_EMTT_TRAITEMENT	Vérification par mesure	ESS_EMTT_TRAITEMENT	Conforme
EXIG_EMTT_REPEATITIVITE	Vérification par mesure	ESS_EMTT_REPEATITIVITE	Conforme
EXIG_EMTT_RETENTISSEMENT	Vérification par mesure	ESS_EMTT_TRAITEMENT	Conforme
EXIG_EMTT_PUISSANCE	Vérification par essai	ESS_EMTT_PUISSANCE	Conforme
EXIG_EMTT_INDICATEUR	Vérification par calcul	ESS_EMTT_INDICATEUR	Conforme
EXIG_RCPT_DIMENSIONS	Vérification par mesure	ESS_RCPT_DIMENSIONS	Non Conforme
EXIG_RCPT_LOGO	Vérification par essai	ESS_RCPT_LOGO	Conforme
EXIG_RCPT_ENERGIE	Vérification par mesure	ESS_RCPT_ENERGIE	Conforme
EXIG_RCPT_INTERRUPTEUR	Vérification par essai	ESS_RCPT_INTERRUPTEUR	Conforme
EXIG_RCPT_CAPTEUR	Vérification par essai	ESS_RCPT_CAPTEUR	Conforme

Exigence	Méthodes de développement	Paragraphes en lien avec l'exigence	Statut
EXIG_RCPT_TRAITEMENT	Vérification par mesure	ESS_RCPT_TRAITEMENT	Conforme
EXIG_RCPT_SECURITE	Vérification par mesure	ESS_RCPT_SECURITE	Conforme
EXIG_RCPT_RETENTISSEMENT	Vérification par mesure	ESS_RCPT_RETENTISSEMENT	Conforme
EXIG_RCPT_MOTEUR	Vérification par essai	ESS_RCPT_MOTEUR	Conforme
EXIG_RCPT_ROUE	Vérification par essai	ESS_RCPT_ROUE	Conforme
EXIG_RCPT_INDICATEUR	Vérification par essai	ESS_RCPT_INDICATEUR	Conforme
EXIG_RCPT_CONNEXION	Vérification par essai	ESS_RCPT_CONNEXION	Conforme
EXIG_RCPT_KLAXON	Vérification par essai	ESS_RCPT_KLAXON	Conforme
EXIG_DELAI	Vérification par planification	ESS_DELAI	Conforme
EXIG_COUT	Vérification par budgétisation	ESS_COUT	Conforme