

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد – تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : Electronique

Spécialité : Instrumentation

Par : GHORFATI Abir et LARBI Sara

Sujet

**Etude et Simulation d'une Commande d'un Système
motorisé par Infra-Rouge (IR)**

Soutenu publiquement, le 25 / 06 / 2025, devant le jury composé de :

Mr BOUANATI Sidi Mohamed
Mme SLAMI Ahmed
Mr LACHACHI Djamel
Mme GHEFIR F. Djazia

MCB
MCB
MCA
MAA

Université de Tlemcen
Université de Tlemcen
Université de Tlemcen
Université de Tlemcen

Président
Examineur
Encadreur
Co-Encadreur

Année universitaire : 2024 /2025

إهداء:

أهدي هذا العمل إلى « عائلتي الكريمة »، سندي و عوني ومصدر إلهامي الدائم.
إلى « أمي الغالية » التي كانت قوتها وصبرها مصدر شجاعتي، وإلى « أبي الحبيب » الذي غمرني بتشجيعه وحكمته.
و بعد ذلك أوجه شكري إلى إخوتي شعيب وزين الدين، وأخواتي كوثر وليلى، على ثقتهم وتحفيزهم لي في مسيرتي
الدراسية
بكل فخر أيضا أهدي هذا الإنجاز إلى ابنة عمي « العربي مريم » ، لدعمها المعنوي والمادي الذي لا يقدر بثمن.
. كم تمنيت لو كنتي هنا لتشاركني فرحة التخرج. سيبقى حبك و نصحك نبراسا يضيء دربي دائما
و أشكر كذلك صديقتي الوفية غرفاتي عبير على دعمها وتعاونها معي وعلى نقاشاتها الثرية
. و في الأخير الشكر لدفعة [2024-2025] على روح الصداقة والتعاون التي جعلت هذه المغامرة أجمل

العربي سارة

إهداء:

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله وكفى والصلاة على الحبيب المصطفى وأهله ومن وفى أما بعد:

أهدي هذا التخرج إليّ أنا:

إلى نفسي التي لم تنكسر رغم التعب إلى عيوني التي سهرت الليالي تبحث عن نور الحلم، أهديك هذا الإنجاز لأنك استحققتَه، ولأنك واصلتِ الطريق رغم كل العثرات، فاستحقيتِ ما وصلتِ إليه بعرقكِ وصبركِ وإصراركِ لم يبقَ للآخرين ما يقدّمونه لي ... فإن والدي قد فعل كل شيء، إلى سندي وملجئي الآمن.. داعمي ومشجعي الدائم. حين ينادونني باسمه أسعد وأزدهي بأبني ابنته، إلى من جعل نفسه شمعة محترقة ليضيء لي درب الحياة. من رأيت انعكاس نجاحي وفرحي واضحًا في عينيه. لا أستطيع أن أقول لك شكرًا فكلمة شكر لا تكفي ولا توفي. أرجو من الله أن يمد لي بعمرِكَ.

« إلى أبي أحمد عرفاتي »

"إذا رُزقت بفرحة. فابدأ بها مع أمك"

رفيقتي وأماني... بطلتي ومعلمتي الأولى.. من علمتني معنى الحنان والعطاء.. معنى الصبر والقوة والحب، من كان دعاؤها ورضاها وصلتي في المسير، حفظك الله ورعاك غاليتي و أرجو من الله أن يمد لي بعمرِكَ.

« إليك سعادتي الجميلة رشيدة »

إلى أول من آمن بي، وساندني في لحظات التعب والشك إلى من كانت كلماتهم النابعة من القلب بلسماً يهدئ خوفي، ودعاؤهم النقي يرافقني في كل خطوة أهدي لكم هذا العمل، فهو ثمرة دعمكم ووجودكم في حياتي

« إلى إخوتي الأحبة أنس و عماد »

وإلى أستاذتي الفاضلة من كانت النور الذي أنار لي دربي إلى من لم تبخل بعلمها، ولا بتشجيعها، ولا بكلماتها التي كانت بلسماً في لحظات الشك أهديك هذا النجاح، فلك فيه من الفضل ما لا ينكر دمت مثلاً يُحتذى به، واسمًا لا يُنسى.

« إليك أستاذتي غفير جازية »

وإلى أستاذتي الفاضل، إلى من لم يبخل بعلمه ولا بتوجيهه ولا بدعمه الصادق في كل مرحلة أهديك هذا النجاح فلك فيه من الفضل ما لا يقدر دمت قدوة في العطاء، وعنوانًا للعلم والتواضع.

« إليك أستاذتي العشعاشي جمال »

إلى أستاذتي الأفاضل الذين كان لهم الفضل الكبير في توجيهي ودعمي خلال مسيرتي العلمية إلى من نقلوا لي العلم والمعرفة، وصلقوا مهاراتي بالصبر والاهتمام لكم مني كل الاحترام والتقدير والامتنان.

إلى صديقتي التي ساعدتني في إنجاز هذا العمل على أحسن وجه، وكانت سنداً لي

« العربي سارة »

إلى زملائي لما تحلّوا به من روح التعاون والأخوة وللأوقات الجميلة التي جمعتنا وجعلت من هذه الرحلة تجربة لا تُنسى.

« دفعة [2024-2025] »

عرفاتي عبير

Remerciements

Je ne peux que m'en remettre à dieu, et c'est à lui que je m'adresse, alors merci, seigneur, pour ce succès qui est le fruit de ta bonté et de ta générosité.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre encadrant, Mr **LACHACHI Djamel**, pour ses conseils éclairés, sa disponibilité constante et son accompagnement tout au long de la préparation de ce projet. Son encadrement rigoureux et attentif a été essentiel à la concrétisation de notre travail.

Nos sincères remerciements vont également à Mme **GHEFIR Fatiha Djazia**, notre Co-encadrante, pour son soutien précieux, sa bienveillance et ses encouragements permanents. Sa présence à nos côtés a été un véritable moteur de motivation.

Nous remercions chaleureusement Mr **BOUANATI Sidi Mohammed**, président du jury, pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant d'évaluer notre travail. Sa participation témoigne de l'intérêt qu'il accorde à notre projet, et nous lui en sommes profondément reconnaissantes.

Nous sommes également très honorées de la participation de Mr **SLAMI Ahmed** en tant que membre du jury, et nous le remercions sincèrement pour le temps et les efforts qu'il a consacrés à l'examen de ce projet.

Nos remerciements s'adressent enfin à **l'Université Abou Bekr Belkaïd de Tlemcen**, pour avoir su créer un environnement d'apprentissage stimulant, enrichissant et propice à notre développement académique et personnel.

À toutes celles et ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réussite de ce projet, nous disons merci, du fond du cœur.

Résumé :

Les systèmes de contrôle à distance sont devenus un élément fondamental de nombreuses applications modernes. Parmi les différentes technologies utilisées, notre mémoire a abordé un sujet important parle de l'étude et la simulation d'une commande d'un système motorisé qui concerne l'utilisation de la technologie sans fil (infrarouge). Donc ce système est composé de deux parties : partie émettrice envoie des signaux lumineux infrarouge et partie réceptrice reçoit et détecte les signaux IR. C'est pour le développement d'un système capable de transmettre et de recevoir plusieurs commandes d'un véhicule (avant/arrière/gauche/droit) de manière fiable.

Mots clés : émetteur -récepteur- infrarouge-moteur-commande-codage-décodage-générateur d'impulsion.

Abstract:

Remote control systems have become a fundamental element of many modern applications. Among the various technologies used, our dissertation dealt with an important subject: the study and simulation of a motorized system control system using wireless (infrared) technology. This system is made up of two parts: a transmitter that sends out infrared light signals, and a receiver that receives and detects the IR signals. The aim is to develop a system capable of reliably transmitting and receiving multiple commands from a vehicle (forward/backward/left/right) reliably.

Key words: emitter-receiver-infrared-motor—control-coding-decoding-pulse generator

ملخص:

أصبحت أنظمة التحكم عن بعد جزءا أساسيا من العديد من التنظيمات الحديثة. ومن بين التقنيات المختلفة المستخدمة تناولت رسالتنا موضوعا مهما وهو دراسة ومحاكاة التحكم في نظام الي باستخدام تقنية (الاشعة تحت الحمراء) اللاسلكية لذا يتكون هذا النظام من جزأين: جزء الارسال يرسل إشارات ضوئية بالأشعة تحت الحمراء ويكشفها. والهدف هو تطوير نظام قادر على ارسال واستقبال اوامر متعددة (امامي/ خلفي / يسار/ يمين) بطريقة مرنة.

الكلمات المفتاحية:

جهاز الارسال -جهاز الاستقبال- الاشعة تحت الحمراء – المحرك- التحكم -ترميز- فك ترميز- مولد النبضات.

Table des matières

Dédicace.....	2
Remerciements.....	4
Résumé.....	5
Abstract.....	5
ملخص.....	5
Table des matières.....	6
Listes des figures	10
Listes des tableaux	15
Listes des abréviations.....	16
Introduction Générale	17
• L'infra-Rouge dans le spectre électromagnétique	18
Chapitre 01 : Schéma synoptique du Système de commande IR Motorisé.....	19
1. <u>Introduction</u>	20
2. <u>Synoptique de fonctionnement de l'ensemble Emetteur – Récepteur</u>	20
3. <u>Description de la partie Emetteur IR</u> :	21
3.1 <i>Génération basse fréquence</i>	21
3.2 <i>Comptage d'impulsions</i>	21
3.3 <i>Codage</i>	21
3.4 <i>Synchronisation</i>	22
3.5 <i>Bouton de commande</i>	22
3.6 <i>Génération moyenne fréquence</i>	22
3.7 <i>Amplification</i>	22
3.8 <i>Rayonnement infrarouge</i>	22
4. <u>Description de la partie Récepteur IR</u> :	22
4.1 <i>Réception et Amplification</i>	22
4.2 <i>Filtrage et récupération des impulsions</i>	22
4.3 <i>Mise en forme des signaux</i>	22
4.4 <i>Détection des pauses</i>	22
4.5 <i>Remis à zéro</i>	23
4.6 <i>Compteur</i>	23
4.7 <i>Décodage</i>	23
4.8 <i>Circuit de commutation</i>	23
4.9 <i>Relais d'utilisation</i>	23
5 <u>Conclusion</u>	23
Chapitre 02 : Etude des Composants essentiels du Montage.....	24
1. <u>Introduction</u>	25

2. <u>Compteur/Décodeur Décimale 4017:</u>	25
2.1 <i>Définition</i>	25
2.2 <i>Brochage</i>	25
2.3 <i>Mode de fonctionnement</i>	26
2.4 <i>Table de vérité et chronogramme</i>	26
3. <u>Portes logiques</u> :	26
3.1 <i>Définition</i>	26
3.2 <i>Le circuit intégré CD4001</i>	26
3.3 <i>Principe de fonctionnement</i>	27
3.4 <i>Le circuit intégré CD4011</i>	27
3.5 <i>Principe de fonctionnement</i>	27
3.6 <i>Le circuit intégré CD4081</i>	28
3.7 <i>Principe de fonctionnement</i>	28
3.8 <i>Le circuit intégré CD4584</i>	28
3.9 <i>Principe de fonctionnement</i>	28
4. <u>L'amplificateur opérationnel $\mu A741$:</u>	29
4.1. <i>Définition</i>	29
4.2. <i>Brochage</i>	29
4.3. <i>L'amplificateur opérationnelle comme inverseur</i>	29
5. <u>Transistor bipolaire</u>	30
5.1 <i>Définition</i>	30
5.2 <i>Transistor Darlington</i>	31
6. <u>Photodiode</u>	31
6.1 <i>Définition</i>	31
6.2 <i>Mode de fonctionnement de la photodiode</i>	32
6.3 <i>Les avantages et inconvénients</i>	32
6.4 <i>Application de la photodiode</i>	32
7. <u>LED Infra-rouge</u>	32
7.1 <i>Définition</i>	32
7.2 <i>Applications</i>	33
8. <u>Relais</u>	33
8.1 <i>Définition</i>	33
9. <u>Conclusion</u>	33
Chapitre 03 : Simulation du Circuit Système de Commande IR motorisé...	34
1. <u>Introduction</u>	35
2. <u>Présentation du logiciel de simulation</u>	35
2.1 <i>L'environnement de travail PROTEUS (ISIS)</i>	35
2.1.1 <i>Les barres principales du ISIS</i>	36

2.2 L'environnement de travail PROTEUS(ARES).....	38
2.2.1 Les barres principales du ARES	39
3. <u>Schéma électrique général du montage sous ISIS</u> :.....	40
3.1 Principe de fonctionnement de l'ensemble Emetteur – Récepteur	41
3.2 Fonctionnement de l'Emetteur IR :	41
3.2.1. Alimentation	42
3.2.2. Génération de la fréquence des signaux de codage	42
3.2.3. Réalisation du codage	44
a. Commande du canal « AV »	45
b. Commande du canal « AR »	46
c. Commande du canal « G »	47
d. Commande du canal « D »	48
3.2.4. Synchronisation :.....	49
a. Principe	49
3.2.5. Emission des rayonnements IR	50
3.2.6. Simulation : Génération des séries d'impulsions de codage	51
3.2.6.1. Commande Avant AV.....	52
3.2.6.2. Commande Arrière AR.....	53
3.2.6.3. Commande Gauche G.....	54
3.2.6.4. Commande Droit D.....	55
3.2.6.5. Commande Avant + Gauche « AV+G ».....	56
3.2.6.6. Commande Arrière + Gauche « AR+G ».....	57
3.2.6.7. Commande Avant + Droit « AV+D ».....	58
3.2.6.8. Commande Arrière + Droit « AR+D ».....	59
3.2.7. Simulation : Génération moyenne fréquence	60
3.3. Conception de la partie émetteur sous l'environnement ARES	61
3.4. Partie récepteur :.....	63
3.4.1. Alimentation	63
3.4.2. Réception des signaux et amplification	63
3.4.3. Mise en forme des signaux.....	64
3.4.4. Détection des pauses	64
3.4.5. Relevé périodique du compteur.....	65
3.4.6. Remise à zéro périodique du compteur	66
3.4.7. Récupération des signaux décodé	66
3.4.8. Commande des relais	67
3.4.9. Circuits de puissance	67
3.4.10. Simulation de la partie récepteur :.....	68
3.3.10.1 Amplification et mise en forme	68
3.3.10.2 Détection des pauses	72
3.3.10.3 Relevé périodique du compteur.....	74
3.3.10.4 simulation partie puissance	75
3.4.11. Conception de la partie récepteur sous l'environnement ARES	76
4. <u>Conclusion</u> :.....	79
Conclusion Générale :.....	80
Bibliographie	82

Liste des figures

Figure 01: spectre électromagnétique.....	18
Figure 02: synoptique de fonctionnement de l'ensemble émetteur – récepteur...	20
Figure 03 : CMOS 4017	25
Figure 04 : Brochage de CD4017	25
Figure 05 : chronogramme.....	26
Figure 06 : C.I 4001	26
Figure 07 : Brochage de CD4001	26
Figure 08 : symbole de la porte NOR.....	27
Figure 09 : C.I 4011	27
Figure 10 : Brochage de CD4011	27
Figure 11 : Symbole de la porte NAND... ..	27
Figure 12 : C.I 4081	28
Figure 13 : Brochage de CD4081	28
Figure 14 : Symbole de la porte AND	28
Figure 15 : C.I 4584	28
Figure 16 : Brochage de CD4584	28
Figure 17 : Symbole de la porte NON	29
Figure 18 : C.I μ A741	29
Figure 19 : Le brochage du μ A741	29
Figure 20: Amplificateur inverseur	30
Figure 21: Transistor bipolaire	30

Figure 22: Brochage de 2N1711	30
Figure 23: Transistor Darlington	31
Figure 24: symbole de Photodiode	31
Figure 25: BPW34	31
Figure 26: LED IR LD271	32
Figure 27: Les appareils électroménagers	33
Figure 28: Manette de Commande IR.....	33
Figure 29: Relais électrique	33
Figure 30: Logo du logiciel Proteus Professional	35
Figure 31: 1 ^{re} fenêtre du logiciel Proteus Professional.....	36
Figure 32: 2 ^e fenêtre du logiciel Proteus Professional... ..	36
Figure 33: l'environnement de travail	37
Figure 34: Logo ARES	38
Figure 35: ARES	39
Figure 36: Partie Emetteur	40
Figure 37: Partie Récepteur	40
Figure 38: multivibrateur astable à portes inverseuses	42
Figure 39: signaux de l'oscillateur astable	42
Figure 40: Circuit de Génération des séries d'impulsions de codage	44
Figure 41: commande du canal « AV ».....	45
Figure 42: commande du canal « AR ».....	46
Figure 43: commande du canal « G ».....	47
Figure 44: commande du canal « D ».....	48

Figure 45: montage de synchronisation.....	49
Figure 46: multivibrateur astable « moyenne fréquence ».....	50
Figure 47: <i>Montage d'émission des rayonnements IR</i>	51
Figure 48: <i>manette de commande à la position AV</i>	52
Figure 49: <i>signaux de commande à la position AV</i>	52
Figure 50: <i>manette de commande à la position AR</i>	53
Figure 51: <i>signaux de commande à la position AR</i>	53
Figure 52: <i>manette de commande à la position G</i>	54
Figure 53: <i>signaux de commande à la position G</i>	54
Figure 54: <i>manette de commande à la position D</i>	55
Figure 55: <i>signaux de commande à la position D</i>	55
Figure 56: <i>manette de commande à la position AV +G</i>	56
Figure 57: <i>signaux de commande à la position AV +G</i>	56
Figure 58: <i>manette de commande à la position AR +G</i>	57
Figure 59: <i>signaux de commande à la position AR+ G</i>	57
Figure 60: <i>manette de commande à la position AV+ D</i>	58
Figure 61: <i>signaux de commande à la position AV+ D</i>	58
Figure 62: <i>manette de commande à la position AR+D</i>	59
Figure 63: <i>signaux de commande à la position AR+D</i>	59
Figure 64: <i>montage de génération moyenne fréquence</i>	60
Figure 65: <i>zoom de signal MF « 20Khz »</i>	60
Figure 66: <i>schéma d'implantation de la partie Emetteur</i>	61

Figure 67: <i>typon de la partie Emetteur face inférieure</i>	62
Figure 68: <i>typon de la partie Emetteur face supérieure</i>	62
Figure 69: <i>image 3D du circuit Emetteur IR</i>	62
Figure 70: photodiodes.....	63
Figure 71 : étage d'amplification et de ltrage.....	63
Figure 72 : montage du trigger de schmitt.	64
Figure 73 : circuit de la détection des pauses.....	64
Figure 74 : montage monostable.....	65
Figure 75 : les sorties du compteur décodeur CD 4017.....	65
Figure 76: montage monostable.....	66
Figure 77 : commande « AR ».....	66
Figure 78 : Commande des relais.	67
Figure 79 : commande avant.....	68
Figure 80: commande arrière.....	69
Figure 81 : Commande gauche.....	69
Figure 82 : Commande droite.....	70
Figure 83: commande avant gauche.....	70
Figure 84 : commande avant droite.....	70
Figure 85 : commande arrière gauche.....	71
Figure 86 : commande arrière droite.....	71
Figure 87 : commande avant.....	72
Figure 88 : commande arrière.....	72
Figure 89 : commande gauche.....	73

Figure 90 : commande droite.....	73
Figure 91 : commande avant.....	74
Figure 92 : commande arrière.....	74
Figure 93 : Commande « AV ».....	75
Figure 94 : Commande « AR ».....	75
Figure 95 : Commande « G ».....	75
Figure 96 : Commande « D ».....	76
Figure 97 : schéma d'implantation de la partie Récepteur.....	76
Figure 98: typon de la partie Récepteur face supérieure.....	77
Figure 99 : typon de la partie Récepteur face inférieure.....	78
Figure 100 : image 3D du circuit Récepteur IR.....	79

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Commande et Codage	21
Tableau 2 : Listes des signaux	26
Tableau 3 : Table de vérité	27
Tableau 4 : Table de vérité porte NOR	28
Tableau 5 : Table de vérité porte NAND	29
Tableau 6 : Table de vérité porte AND	29
Tableau 7 : Table de vérité porte NON	30
Tableau 8 : Description du brochage du UA741.....	32
Tableau 9: Les barres principales d'ISIS.....	41
Tableau 10: Les barres principales d'ARES.....	42
Tableau 11 : Table de vérité	52

Liste des abréviations :

AOP	Amplificateur Opérationnel
ARES	Advanced Routing And Editing Software
BF	Basse Fréquence
CMOS	Complementary Metal Oxyde Semiconductor
C I	Circuit Intégré
B	Base
C	Collecteur
E	Emetteur
AR	Arrière
AV	Avant
D	Droite
G	Gauche
IR	Infra –Rouge
ISIS	Intelligent Schematic Input System
LED	Light Emitting Diode
MF	Moyenne Fréquence
PHD	Photodiode
PCB	Printed Circuit Board
RAZ	Remis à zéro

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

L'étude des systèmes motorisés commandés par infrarouge est importante car elle permettra de comprendre le fonctionnement de nombreux appareils électroniques connus, d'apprendre des compétences précieuses en électronique et instrumentation, et de concevoir des systèmes fiables et peu coûteux pour divers domaines d'application.

Il existe plusieurs formes de lumières, celle que nous connaissons, la lumière visible (400-800 nm). Mais dans ce projet, nous parlerons du rayonnement infrarouge, alors que le rayonnement IR est un rayonnement électromagnétique non visible par l'œil humain. Cependant, ses longueurs sont trop grandes pour être perçues par l'œil humain. Elles vont de 700 nm à 1 mm et sont plus grandes que celles de la lumière visible, mais plus petites que celles du domaine submillimétrique (micro-ondes).[1]

Un émetteur-récepteur infrarouge est un dispositif électronique qui utilise un rayonnement électromagnétique appelé infrarouge pour contrôler et transmettre des données par rayonnement infrarouge. Les dispositifs émetteurs et récepteurs d'infrarouge (IR) peuvent à la fois transmettre et emmagasiner des informations.[2]

Ce mémoire se concentre sur l'étude et simulation d'un système de commande par infrarouge destiné à piloter un dispositif motorisé à quatre axes de mouvement : avant, arrière, gauche et droite. L'ambition principale est de développer une solution à la fois fiable et performante, capable de répondre aux exigences de mobilité dans divers environnements, tout en analysant les avantages et les limitations de la technologie infrarouge.

Notre travail se décompose en plusieurs étapes : nous avons étudiée le principe de fonctionnement détaillé du montage émetteur récepteur et des composants matériels nécessaires (émetteur, codage, récepteur, décodage, circuits de puissance). Ensuite, nous modéliserons le système complet dans le logiciel de simulation PROTEUS. Enfin, nous procéderons à la conception du circuit imprimé (PCB) sous ARES.

Notre mémoire sera organisé selon la manière suivante :

- Chapitre 1 : Schéma synoptique du système de commande IR motorisé
- Chapitre 2 : Étude des composants essentiels du montage
- Chapitre 3 : Simulation du circuit : système de commande IR motorisé
- Conclusion générale

- **L'infra-Rouge dans le spectre électromagnétique :**

Le rayonnement IR est une onde électromagnétique non visible par l'œil humain, elle est caractérisée par sa longueur d'onde λ et sa fréquence f qui sont liées par la relation suivante :

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (1)$$

C : la vitesse de lumière

La figure 1 représente le spectre des ondes électromagnétique

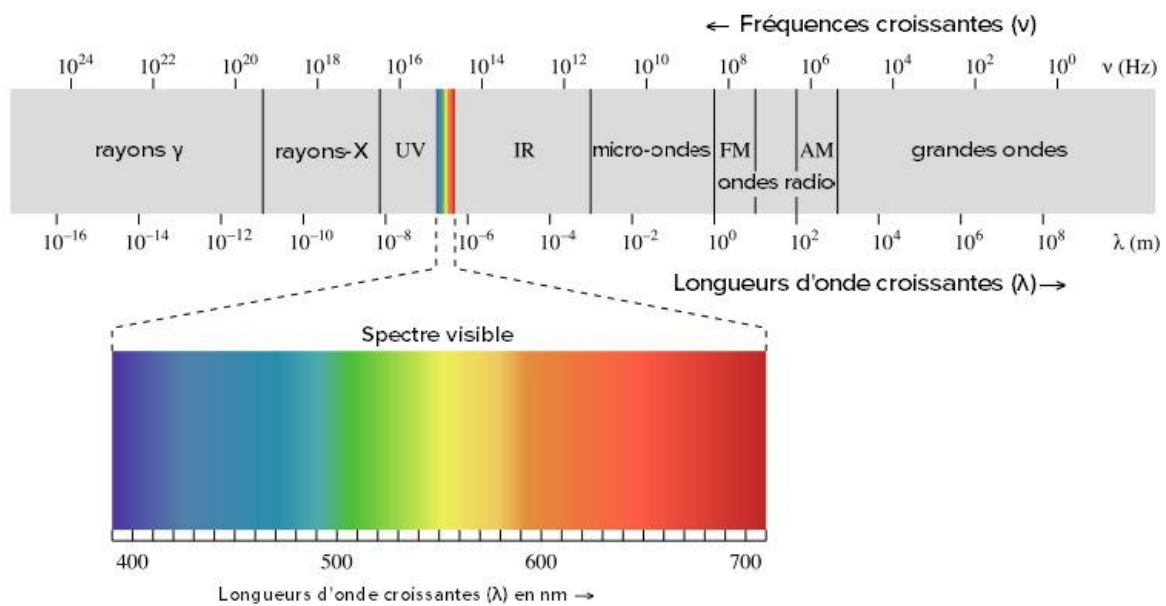


Figure 1 : spectre électromagnétique [3]

Bien qu'il existe de nombreux avantages, il existe également des inconvénients qui doivent être pris en considération.

Les avantages : [4]

- La transmission infrarouge nécessite une puissance minimale pour fonctionner.
- Disponibilité des composants.
- Faible coût.

Les inconvénients : [4]

- La vitesse de transfert de données dans l'infrarouge est lente.
- Utilisation de IR sur une courte distance.

Chapitre 1 :

Schéma synoptique du Système de commande IR Motorisé

Chapitre 01 : Schéma Synoptique du Système de Commande IR Motorisé

1. Introduction :

Dans le premier chapitre, nous présentons les différents éléments qui composent le schéma synoptique global du fonctionnement de l'ensemble du montage.

Ce schéma synoptique illustre un système de commande à distance Emetteur-Récepteur IR (Figure 2). Il présente les fonctions essentielles et donne une description succincte du circuit électronique qui est composé des 2 parties principales: partie Emetteur IR et partie Récepteur IR.

2. Synoptique de fonctionnement de l'ensemble émetteur /récepteur :

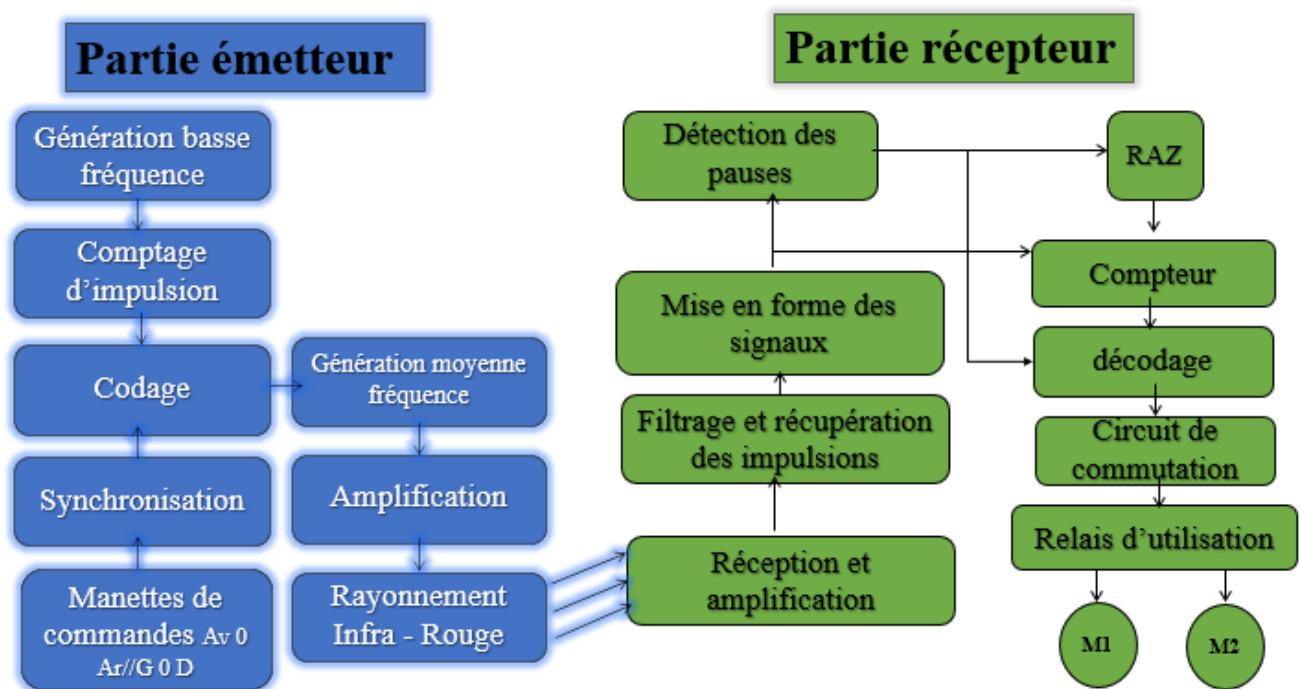


Figure 2 : Synoptique de Fonctionnement de l'ensemble Emetteur /Récepteur

3. Description de la partie émettrice :

L'émetteur Infra-Rouge est le point de départ de la communication sans fil. Ce dernier convertit un signal électrique en un signal lumineux infrarouge.

3.1 Génération Basse Fréquence :

Cette première étape consiste à créer des créneaux d'impulsion basse fréquence, produit par un montage astable à porte NAND ou à portes inverseuse générant une fréquence de 100 Hz. Ce signal est utilisé pour représenter l'information à transmettre sous forme de séries d'impulsions qui représentent le code à transmettre.

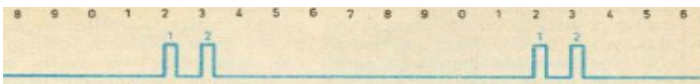
3.2 Comptage d'impulsions :

Le compteur d'impulsion est construit autour d'un circuit intégré le CD4017 qui reçoit un signal d'Horloge provenant de l'oscillateur BF de 100Hz. Il permet de fournir un état haut à chaque sortie parmi les 10 sorties du compteur et ceci toutes les 10ms. Sachant que le cycle complet se répète toutes les 100ms. Ce compteur permet, en combinaison avec l'ordre de commande qui arrive du circuit de commande de construire le signal codé.

3.3 Codage :

Le codage est une étape essentielle de la préparation des données pour la transmission ; cette étape dépend du CD4017. Il consiste à générer des séries d'impulsions de manière à ce qu'elles puissent être envoyées et reçues correctement.

Le tableau 1 représente les séries d'impulsions de codage en relation avec la commande actionnant 1 mouvement de traction ou 1 mouvement de direction ou 2 mouvements simultanés.

Commande	Nombre d'impulsions		Codage
	1 ^{re} série	2 ^e série	
AV	2	0	
AR	3	0	
G	0	4	
D	0	5	

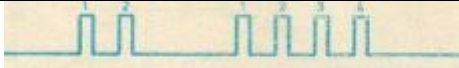
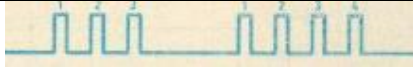
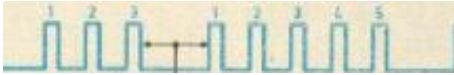
AV+G	2	4	
AV+D	2	5	
AR+G	3	4	
AR+D	3	5	

Tableau 1 : Commandes et Codage

3.4 Synchronisation :

La synchronisation est importante pour que la communication soit fiable. Elle s'assure que les données sont envoyées et reçues correctement. Pour cela, un dispositif de synchronisation est nécessaire entre les boutons de commande afin d'éviter que 2 ordres puissent arriver en même temps. A cet effet, un signal de synchronisation, est introduit entre les séries d'impulsions (au moment des pauses), et ensuite transmis en permanence avec le signal codé.

3.5 Bouton de commande :

Les boutons sur l'émetteur servent d'interface entre l'utilisateur et le système de commande IR. Ces boutons permettent à l'utilisateur de donner les actions à commander : telles que : AV ; 0 (repos) ; AR ; G ; 0 (repos) ; D ; AV+G ; AV+D ; AR+G ; AR+D.

3.6 Génération Moyenne Fréquence :

Pour améliorer le traitement et la transmission d'un signal, on effectue une conversion de fréquence. Le signal initial de 100 Hz est transporté par une fréquence de porteuse 20 kHz, ce qui rend sa manipulation et sa propagation plus simples.

3.7 Amplification :

Pour que le signal puisse être reçu à une plus grande distance, il est nécessaire d'augmenter sa Puissance. Dans cet étage, nous avons utilisé un montage Darlington comme amplificateur.

3.8 Rayonnement infrarouge :

Pour que le signal puisse être envoyé, il est converti en infrarouge grâce aux LED. Cette lumière invisible fait passer l'information.

4. Description de la partie réceptrice :

4.1 Réception et amplification :

Le cœur du récepteur est constitué de quatre photodiodes PHD. Elles sont disposées de manière à capter les signaux IR provenant de toutes les directions, il est donc nécessaire de l'amplifier, donc nous avons utilisé un amplificateur opérationnel (UA1) pour réaliser cette amplification.

4.2 Filtrage et récupération d'impulsions :

Cet étage construit à base de transistor bipolaire PNP permet non seulement d'amplifier les signaux sortant de l'étage précédent mais aussi de filtrer le signal de la porteuse MF de 20KHz afin de récupérer la série d'impulsions transmises.

4. 3 Mise en forme des signaux :

Le circuit de mise en forme construit à base d'un trigger de schmitt pour donner une forme carrée ou rectangulaire et un front vertical à la forme des impulsions.

4.4 Détection des pauses :

Le récepteur est capable de repérer les moments où le signal s'arrête. Ces pauses sont vraiment importantes, car elles permettent d'introduire la remise à zéro (RAZ) et d'identifier chaque série d'impulsion.

4.5 Remise à zéro :

Ce circuit se succède à celui de la détection des pauses, il permet de remettre le compteur décodeur à zéro entre deux séries consécutives d'impulsions élémentaires.

4.6 Compteur :

Le compteur construit autour du CD4017 permet de donner une information sur le nombre d'impulsions envoyées dans chaque série d'impulsions. Ce comptage s'appelle aussi relevé du nombre d'impulsions. Il subit à chaque fin de série d'impulsion une remise à zéro.

4.7 Décodage :

Le bloc décodeur est construit de 4 portes AND logique qui correspond à la validation de la commande principales AV ; AR ; G ; D. Cette validation est confirmée par une information arrive du compteur CD4017 et d'une information provenant du bloc détection de pause.

4.8 Circuit de Commutation :

Cet étage, comme son nom l'indique, consiste à transformer l'information reçu en un signal électrique et la transiter vers un transistor fonctionnant en commutation (c-à-d en deux état bloqué et saturé), celui -ci chargé par la bobine d'un relais à son collecteur va amorcer les contacts du relais. Les contacts faisant partie de la charge (ou de l'utilisation) vont à leur tour déclencher la rotation d'un moteur dans un sens ou dans l'autre.

4.9 Relais d'utilisation :

Une fois amplifiés, les signaux qui arrivent aux transistors sont envoyés vers quatre relais qui servent à commander, dans un sens ou dans l'autre, les deux moteurs électriques : l'un pour faire avancer (traction) le véhicule et l'autre pour diriger les roues (direction).

5. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté le schéma synoptique du montage proposé et étudier commande IR d'un système motorisé qui permet de donner un aperçu sur le principe de la transmission et la réception des signaux par rayonnement infrarouge. Par ailleurs nous avons données de brèves descriptions de chaque bloc constituant les 2 parties de notre montage notamment :la partie Emetteur et la partie Récepteur.

Chapitre 02 :

Étude des Composants essentiels du Montage

Chapitre 02 : Étude des Composants essentiels du Montage

1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous discuterons de certains éléments de base qui jouent un rôle important dans notre projet pour étudier et simuler le contrôle d'un système motorisé par infrarouge (IR). Nous soulignerons les plus importants en présentera leurs caractéristiques et leur fonctionnement.

2. Compteur/Décodeur Décimal 4017 :

2.1 Définition :

Le circuit intégré 4017 fait partie de la série des circuits intégrés 4000 utilisant la technologie CMOS. Le circuit intégré 4017 est un compteur décimal de type Johnson à 5 étages. Il possède 3 entrées (horloge, validation et Remise à Zéro) et dix sorties (Q0 à Q9). Une seule des sorties peut être active à un instant donné. Les sorties sont activées séquentiellement (c'est-à-dire l'une après l'autre) à chaque signal d'horloge. Une sortie additionnelle CO permet de chaîner les circuits les uns derrière les autres afin d'augmenter le nombre total de sorties. [5]

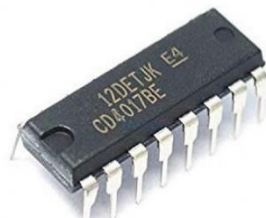


Figure 03 : CMOS 4017 [6]

2.2 Brochage :

Type	Broche	Nom	Description
Alimentation	8	V _{SS} « GND »	-
Alimentation	16	V _{DD} « V _{CC} »	Tension d'alimentation 5V – 15V
Entrée	13	Enable « E » ou Carry Inhibit « CI » ou validation « V »	Pour autoriser ou non le comptage
Entrée	14	Horloge « CLK »	Pour incrémenter le compteur
Entrée	15	Reste « RAZ » ou « MR »	Pour réinitialiser le compteur
Sortie	1	Q ₅	-
Sortie	2	Q ₁	-
Sortie	3	Q ₀	-
Sortie	4	Q ₂	-
Sortie	5	Q ₆	-
Sortie	6	Q ₇	-
Sortie	7	Q ₃	-
Sortie	9	Q ₈	-
Sortie	10	Q ₄	-
Sortie	11	Q ₉	-
Sortie	12	CO	Chainer les circuits les uns derrière les autres

Tableau 02 : Liste des signaux [5]

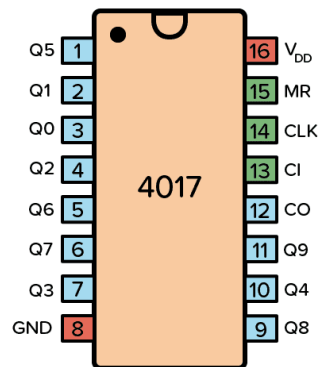


Figure 04 : Brochage du CD4017[7]

2.3: Mode de fonctionnement :

Il y a 2 modes de fonctionnement possible :

- ☐ Incréméntation du compteur sur front montant (mode par défaut).
- ☐ Incréméntation du compteur sur front descendant.

Dans le cas d'un front montant, la broche 13 sert de validation (V). Un niveau bas (0) autorise le comptage tandis qu'un niveau haut (1) bloque le comptage. Un front montant sur la broche 14 (horloge) incrémente le compteur lorsque le signal est validé.

Dans le cas d'un front descendant, le rôle des broches 13 et 14 est inversé. La broche 14 sert de validation (V). Un niveau haut (1) autorise le comptage tandis qu'un niveau bas (0) bloque le comptage. Un front descendant sur la broche 13 (horloge) incrémente le compteur lorsque le signal est validé.

2.4: Table de vérité et chronogramme :

Horloge		Sorties								
f.m	Q ₀	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆	Q ₇	Q ₈	Q ₉
f.m	1		0	0	0	0	0	0	0	0
f.m		1	0	0	0	0	0	0	0	0
f.m	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
f.m	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
f.m	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
f.m	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
f.m	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
f.m	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
f.m	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
f.m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tableau 03 : Table de vérité [5]

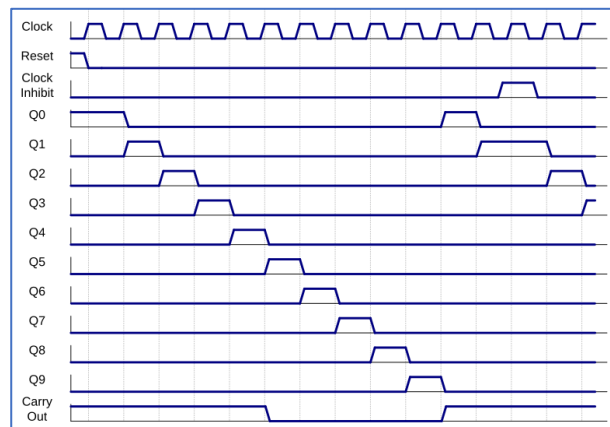


Figure 05 : Chronogramme [10]

3. Portes logiques :

3.1 Définition :

Les portes logiques sont des circuits électroniques réalisant des opérations booléennes logiques telles que la soustraction, l'addition etc. ; la construction des portes se fait par des diodes ou des transistors agissant comme des commutateurs électroniques.

3.2 Le circuit intégré CD4001 :

Le CD4001 est un circuit intégré appartenant à la famille CMOS qui contient 4 ports NOR « NON OU ». IL possède 14 broches. Deux broches d'alimentation V_{DD} et GND, 8 entrées A_i et B_i, 4 sorties Q₁ à Q₄.

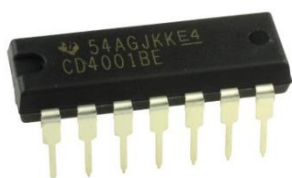


Figure 06 : C.I. 4001[11]

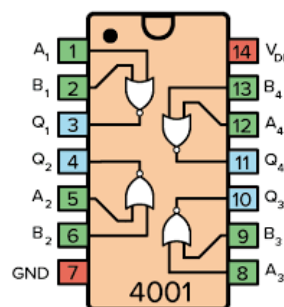


Figure 07 : Brochage de CD4001[12]

3.3 Principe de fonctionnement :

La porte logique NOR fait la négation de la somme entre les deux entrées et produit un état haut " 1" dans la sortie si les deux entrées sont en état bas "0 ". Sinon, la sortie produit est un état bas "0".

Voici la table de vérité de la porte NOR :

A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Tableau 04 : Table de vérité porte NOR

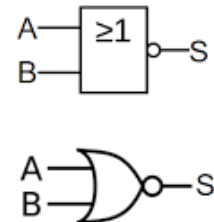


Figure 08 : symbole de la porte NOR [13]

3.4 Le circuit intégré CD4011 :

Le CD4011 fait partie de la famille 4000 utilisant la technologie CMOS. Contant 4 portes NAND " NOT - ET" IL possède 14 broches. Deux broches d'alimentation V_{DD} et GND, 8 entrées A_i et B_i , 4 sorties Q_1 à Q_4



Figure 09 : C.I. 4011[14]

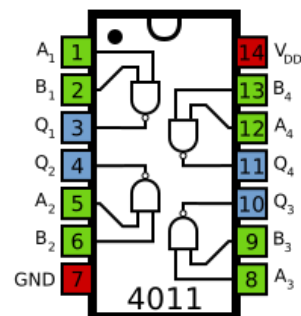


Figure 10 : Brochage de CD4011[15]

3.5 Principe de fonctionnement :

La porte logique NAND fait la négation de le produit entre les deux entrées et produit un état bas " 0" dans la sortie si les deux entrées sont en état haut "1". Sinon, la sortie produit est un état haut "1".

Voici la table de vérité de la porte NAND :

A	B	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

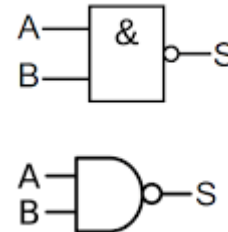


Tableau 05 : Table de vérité porte NAND

Figure 11 : Symbole de la porte NAND [16]

3.6 Le circuit intégré CD4081 :

Le CD4081 est un circuit intégré appartenant à la famille 4000 utilisant la technologie CMOS. Contant 4 portes AND " NOT- ET", possède 14 broches. Deux broches d'alimentation V_{DD} et GND, 8 entrées A_i et B_i , 4 sorties Q_1 à Q_4



Figure 12 : C.I. 4081 [17]

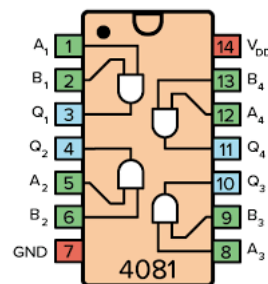


Figure 13 : Brochage de CD4081 [18]

3.7 Principe de fonctionnement :

La porte logique AND fait le produit entre les deux entrées et produit un état haut " 1 " dans la sortie si les deux entrées en état haut "1". Sinon, la sortie produit est un état bas "0".

Voici la table de vérité de la porte AND :

A	B	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tableau 06 : Table de vérité porte AND

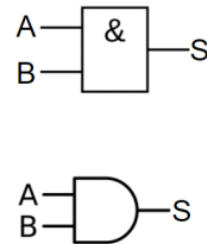


Figure 14 : symbole de la porte AND [19]

3.8 Le circuit intégré CD4584 :

Le CD4584 est un circuit intégré appartenant à la famille 4000 utilisant la technologie CMOS. Contant 6 portes inverseurs « NON », IL possède 14 broches. Deux broches d'alimentation V_{DD} et GND, 6 entrées IN_i , 6 sorties OUT_i



Figure 15 : C.I 4584 [20]

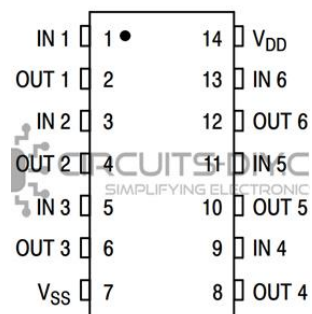


Figure 16 : Brochage de CD4584 [21]

3.9 Principe de fonctionnement :

La porte logique NON, elle fait la négation de l'entrée c'est-à-dire produire un état haut « 1 » dans la sortie si l'entrée à état bas « 0 ». Sinon, la sortie produit est un état bas « 0 ».

Voici la table de vérité de la porte NON :

A	S
0	1
1	0

Tableau 07 : Table de vérité porte NON

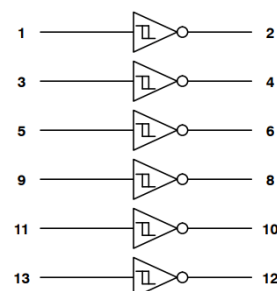


Figure 17 : symbole de la porte NON [22]

4. L'amplificateur opérationnel $\mu A741$:

4.1 définition :

L'amplificateur opérationnel ou AOP ou Ampli-op est un amplificateur électronique qui amplifie à ses entrées une différence de potentiel électrique. Aussi conçu pour effectuer des opérations mathématiques : addition, soustraction, intégration, dérivation et d'autres.

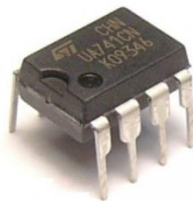
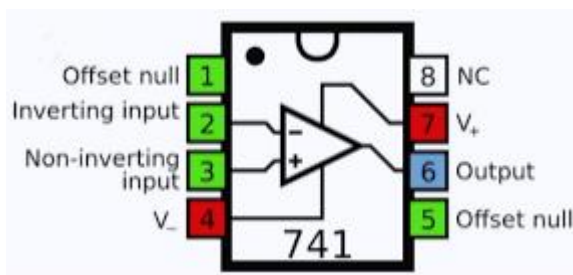


Figure 18 : C.I. $\mu A741$ [23]



Numéro du pin	Nom du pin	description
1	Offset null	Pour ajuster le décalage
2	Inverting input	L'entrée inverseur
3	Non-inverting input	L'entrée non inverseur
4	V-	L'alimentation négative
5	Offset null	Pour ajuster le décalage
6	Output	La sortie
7	V+	L'alimentation positive
8	NC	Non connecter

4.2 Brochage :

Figure 19 : Le brochage du UA741 [24] **Tableau 08** : Description du brochage du UA741 [25]

4.3 L'amplificateur opérationnel comme inverseur :

L'amplificateur 741 possède quelques caractéristiques : [26]

- L'impédance d'entrée très grande : $0,3 \text{ M}\Omega$ - $2 \text{ M}\Omega$
- L'impédance de sortie très faible : 75Ω
- Gain en tension en Boucle ouverte : 20000

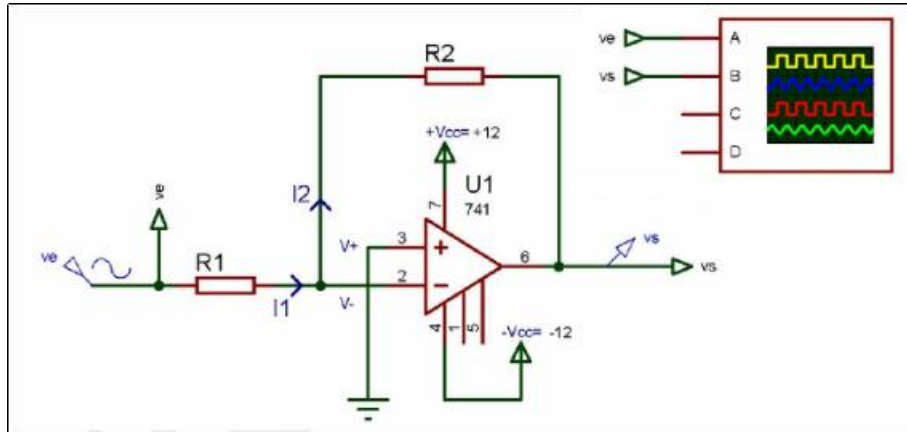


Figure 20 : Amplificateur inverseur

L'amplificateur est supposé parfait " Idéal" c'est-à-dire : $(V^+) - (V^-) = 0 \longrightarrow V^+ = V^-$ et $I_1 = I_2 = I$ donc

$$\begin{aligned}
 & V^+ = 0 \\
 & V^- = \frac{\frac{V_e}{R_1} + \frac{V_s}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \xrightarrow{(2.1)} V^- = \frac{V_e}{R_1} + \frac{V_s}{R_2} \longrightarrow V_s = -\frac{R_2}{R_1} \cdot V_e
 \end{aligned}$$

Le signe (moins -) indique que la sortie et l'entrée sont en opposition de phase (déphasage de 180°).

5. Transistor bipolaire :

5.1 Définition :

Un transistor bipolaire est un composant électronique utilisé dans la plupart des circuits électroniques. Il est constitué de 2 jonctions semi-conductrices avec 3 électrodes : « Émetteur (E), Base (B), Collecteur (C) ». Il permet de contrôler le courant sur le collecteur ; son rôle est d'amplifier le courant.



Figure 21 : Transistor bipolaire [27]

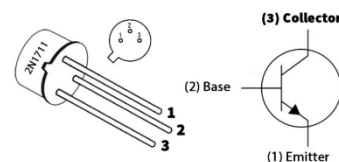


Figure 22 : Brochage de 2N1711 [28]

5.2 Transistor Darlington :

Le transistor Darlington est un amplificateur de courant et de puissance, est un montage qui contient deux transistors bipolaires du même type soit NPN ou PNP. Par collecteur commun et l'émetteur du premier transistor relié à la base du deuxième transistor.

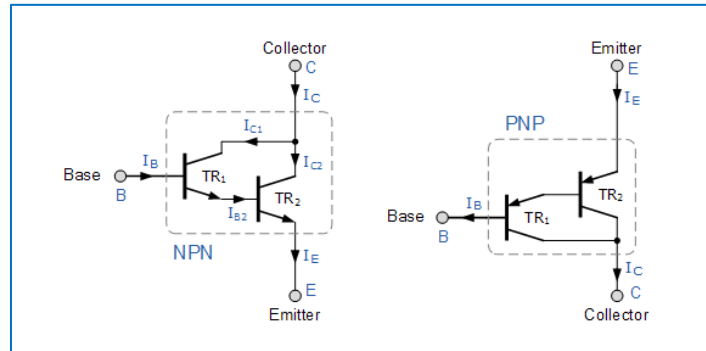


Figure 23 : Transistor Darlington [29]

On connaît que le gain du transistor Darlington est le produit du gain des deux transistors TR_1 et TR_2 . On montre ça : [30]

Par la loi des nœuds, on a les courants entrants = les courants sortants c'est-à-dire :

$$I_C + I_B = I_E \quad \text{et} \quad I_C = \beta I_B \quad (2.3)$$

$$I_C = I_{C1} + I_{C2} = \beta_1 I_{B1} + \beta_2 I_{B2}$$

$$\text{Or : } I_{B2} = I_{E1} = I_{B1} + I_{C1} = I_{B1} + \beta_1 I_{B1} = (\beta_1 + 1) I_{B1}$$

$$\text{Donc : } I_C = \beta_1 I_{B1} + \beta_2 (\beta_1 + 1) I_{B1} = [\beta_1 + \beta_2 (\beta_1 + 1)] I_{B1}$$

$$\text{Et : } I_C = \beta I_{B1} \longrightarrow \beta = I_C / I_{B1} = [\beta_1 + \beta_2 (\beta_1 + 1)] I_{B1} / I_{B1}$$

$$\text{Alors : } \beta = \beta_1 + \beta_2 (\beta_1 + 1) = \beta_1 + \beta_2 + \beta_2 \beta_1 = \beta_2 \beta_1 [(1/\beta_2) + (1/\beta_1)]$$

$$\text{Et par approximation on prend : } \beta_2 \beta_1 \gg (1/\beta_2) + (1/\beta_1) \text{ donc : } \beta = \beta_2 \beta_1 \quad (2.4)$$

6. Photodiode :

6.1 Définition :

Une photodiode (ou photodétecteur ; détecteur photosensible ; détecteur optique ou détecteur de lumière) est un dispositif qui transforme l'énergie lumineuse qu'il absorbe en énergie électrique (courant ou tension).



Figure 24 : Symbole de photodiode [31]



Figure 25 : Photodiode BPW34 [32]

6.2 Modes de fonctionnement de la photodiode :

La photodiode fonctionne en deux modes :

- Mode photovoltaïque
- Mode photoconducteur

6.3 Avantages et inconvénients de la photodiode :

6.3.1 Avantages :

- ✓ Réponse rapide.
- ✓ Une vitesse de fonctionnement élevée.
- ✓ Peu coûteux.

6.3.2 Inconvénients :

- × Dépendant de la température
- × Une amplification est nécessaire Lorsque l'éclairage est faible.

6.4 Applications de la photodiode

- Les compteurs et les circuits de commutation.
- Système de communication optique.
- Les systèmes d'alarme

7. LED Infrarouge :

7.1 Définition :

LED est un dispositif électronique qui convertit un signal électrique en énergie lumineuse. La LED IR est un type de diode LED mais elle envoie la lumière avec une longueur d'onde plus longue (700nm et 1mm). [33]



Figure 26 : LED IR. LD271 [34]

7.2 Applications :

LED IR elle est utilisée beaucoup plus dans les appareils électroménagers. Par exemple de la télécommande de télévision utilise la technologie Infra-rouge « la télécommande représente la partie émetteur et la télévision représente la partie récepteur » ou autre type de télécommande.



Figure 27 : les appareils électroménagers [35]



Figure 28 : manette de commande IR [36]

8. Relais :

8.1 Définition :

Le relais électromagnétique fait partie de la famille des préactionneurs. C'est un interrupteur magnétique, il utilise le principe du magnétisme pour ouvrir ou fermer un contact. C'est aussi un organe électrique permettant de dissocier la partie puissance de la partie commande : il permet l'ouverture et la fermeture d'un circuit électrique par un second circuit complètement isolé (isolation galvanique) et pouvant avoir des propriétés différentes. Il possède généralement une bobine, mais peut avoir plusieurs contacts.

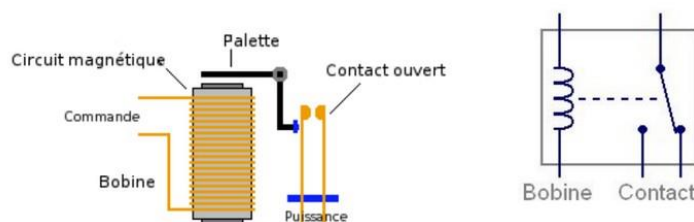


Figure 29 : relais électrique [37]

9. Conclusion :

En conclusion, nous avons abordé certains des éléments importants de notre projet et donné un aperçu de leur définition et fonctionnement, tels que CD4017, CD4011(port NAND), CD4081(port AND), CD4001 (porte NOR), CD4584 (porte NON), $\mu A741$ (amplificateur Opérationnel), LD271 (LED IR), 2N1711(transistor bipolaire), le montage Darlington, la photodiode BPW34(photodiode), relais etc.

Chapitre 03 :

Simulation du Circuit Système de Commande IR Motorisé

Chapitre 03 : Simulation du Circuit Système de Commande IR Motorisé

1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous réalisons la simulation de notre circuit, qui est divisée en deux parties : côté émetteur et côté récepteur, bien sûr avec une étude théorique détaillée de tous les éléments et des étapes de fonctionnement de notre projet de système motorisé par IR. Mais tout d'abord, nous allons présenter le logiciel de travail utilisé PROTEUS, par la suite on présentera le fonctionnement et la simulation la partie Emetteur puis de la partie Récepteur. Finalement, on discutera les résultats que nous avons obtenus.

2. Présentation du logiciel de simulation PROTEUS :

PROTEUS Professional est un logiciel développé par Labcenter Electronics. Il permet facilement de simuler des circuits électroniques ; des microprocesseurs ; Arduino ..etc. Aussi il permet de vérifier le fonctionnement des circuits avant leur réalisation. [38]

PROTEUS est une interface qui combine deux modules principaux :

ISIS : « Intelligent Schematic Input System » ou « Système d'entrée schématique intelligent »

ARES : « Advanced Routing And Editing Software » ou « logiciel avancé de routage et d'édition ».

2.1 L'environnement de travail Proteus (ISIS) :

Isis est un module de PROTEUS concerné pour dessiner des schémas ; placer des composants ; voir des signaux ; comprendre et vérifier le fonctionnement des circuits électroniques. [39]

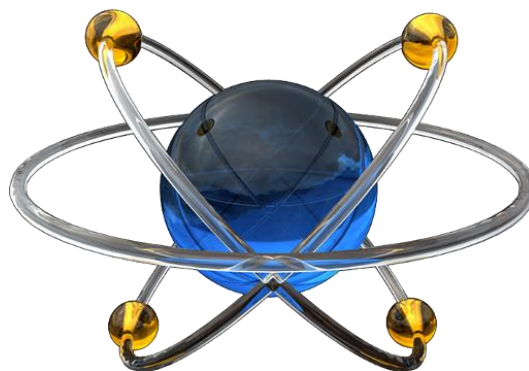


Figure 30 : Logo du logiciel PROTEUS Professional [40]

2.1.1 Les barres principales du ISIS :

- Quand ouvrir le logiciel cette fenêtre nous apparaît :

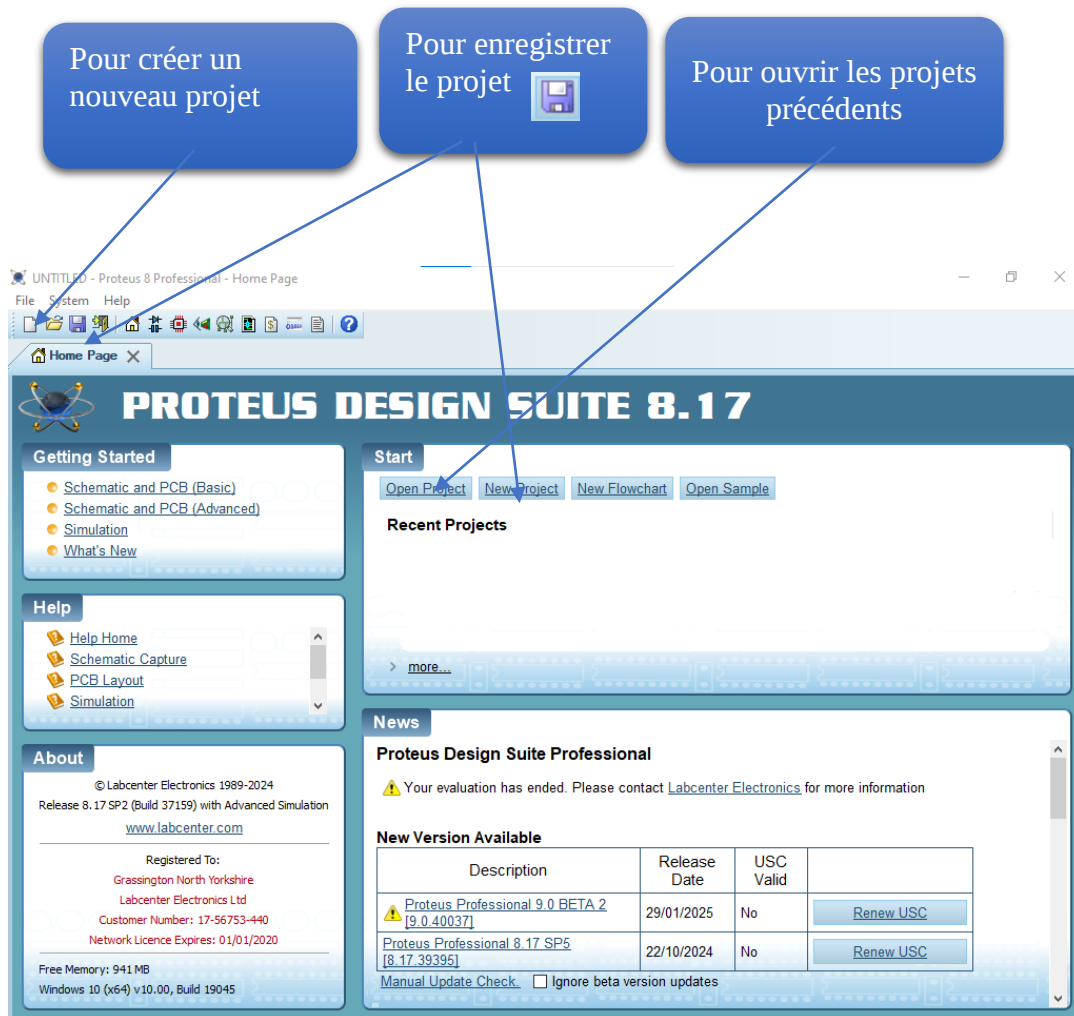


Figure 31 : 1^{re} fenêtre du logiciel Proteus Professional

- Ensuite quand créer un nouveau projet Cette fenêtre nous apparaît :

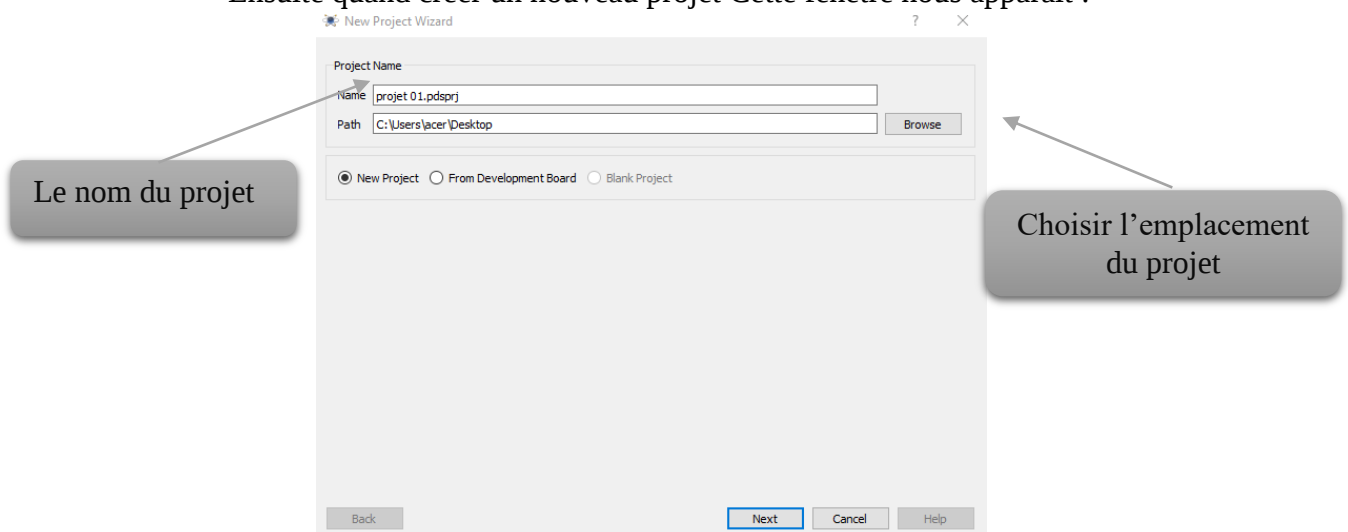


Figure 32 : 2^e fenêtre du logiciel Proteus Professional

- Cliquer sur « Next » 5 fois pour entrer dans l'environnement de travail :

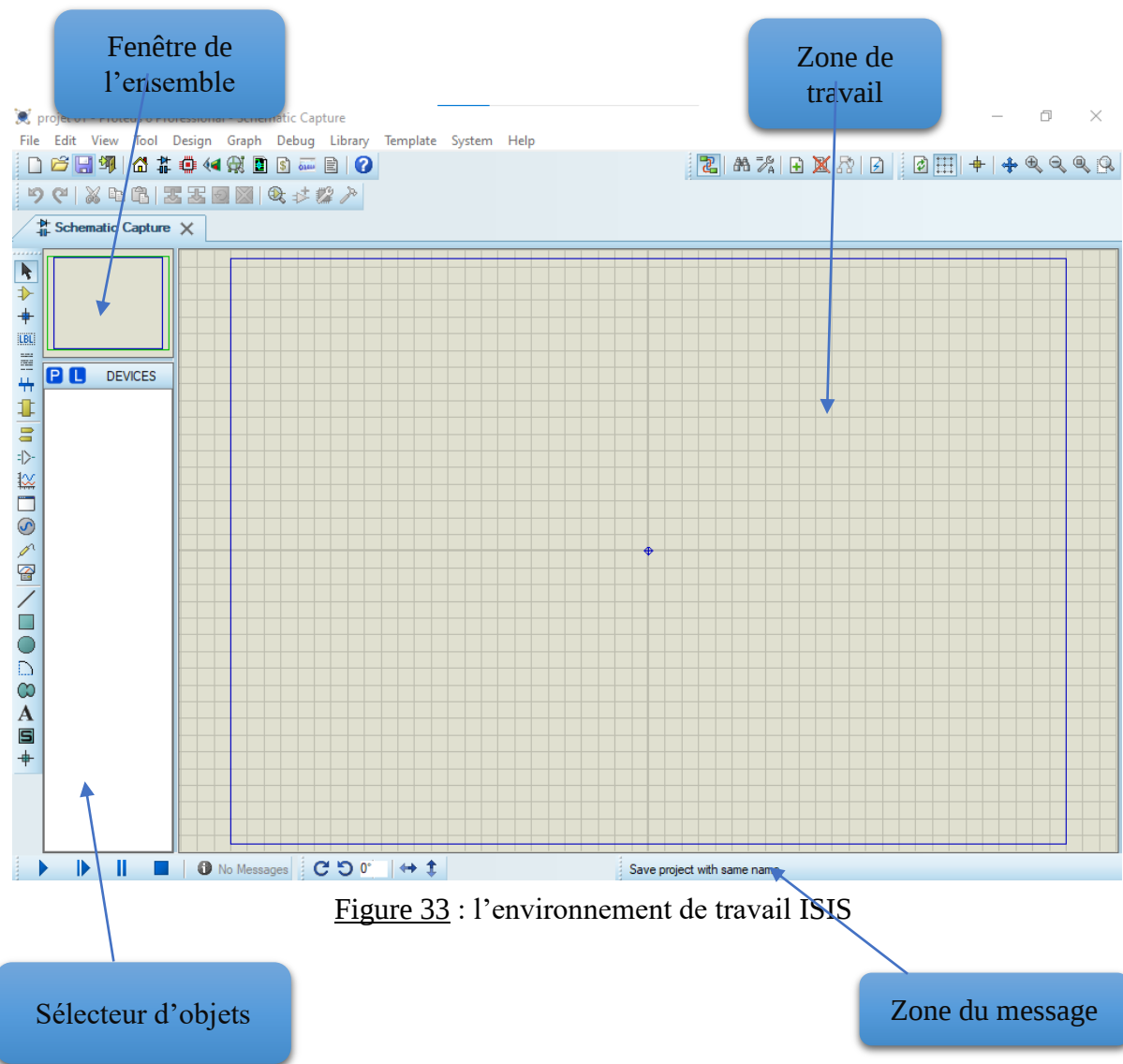


Figure 33 : l'environnement de travail ISIS

	Sélection mode		Home page		Stop the simulation
	Component mode		Schematic capture		Rotate clockwise
	Junction dot mode		PCB layout		Rotate Anti _ clockwise
	Wire label mode		3D visualizer		Y-mirror
	Text script mode		Gerber viewer		X-mirror
	Buses mode		Design explorer		
	Subcircuit mode		Centre at cursor		
	Terminals mode		Zoom in		
	Device pins mode		Zoom out		
	Graph mode		Zoom to view Entire		
	Active popup mode		Zoom to area		
	Generator mode		Pick parts		
	Probe mode		Packaging Tool		
	Virtual instruments mode		Make device		
	2D Graphics line mode		Decompose		
	2D Graphics box mode		Undo changes		
	2D Graphics circle mode		Redo changes		
	2D Graphics arc mode		Cut to clipboard		
	2D Graphics text mode		Run the simulation		
	2D Graphics symbols mode		Advance simulation		
	2D Graphics markers mode		Pause the simulation		

Tableau 09 : Les barres principales d'ISIS

2.2 L'environnement de travail ARES de Proteus :

ARES est une suite de conception complétant ISIS, dédiée aux circuits imprimés, à l'édition et au routage. C'est un outil utilisé pour la réalisation du PCB du circuit ELN sous ISIS. [41]



Figure 34 : Logo ARES

2.2.1 Les barres principales du ARES :

- Quand on clique sur PCB Layout on voit cette fenêtre du ARES :

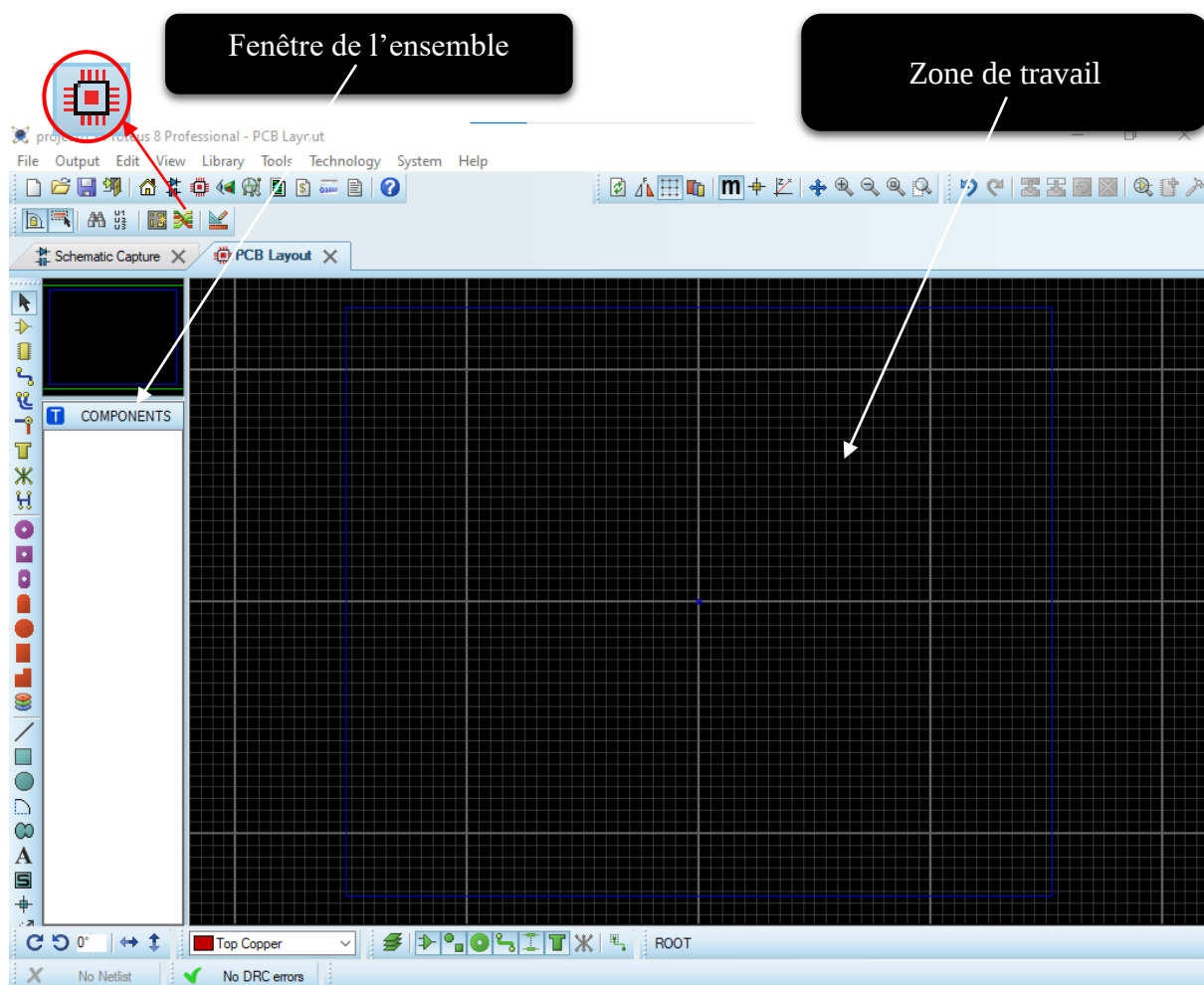


Figure 35 : L'environnement de travail ARES

	Package mode		Toggel Board flip
	Track mode		Toggel Grid
	Defferentiel pair mode		Toggel metric/Imperial
	Via mode		Toggel polar Co-ordinates
	Zone mode		Auto-place
	Ratsnest mode		Auto-router
	Conectivity Highlight mode		Design Rule manager
	Round throug hole pad mode		
	Device pins mode		
	Dil pad mode		
	Edge connector pad mode		
	Circular SMT pad mode		
	Rectangular SMT pad mode		
	Polygonal SMT pad mode		
	Padstack mode		

Tableau 10 : Les barres principales d'ARES

3. Schéma électrique général du montage sous ISIS :

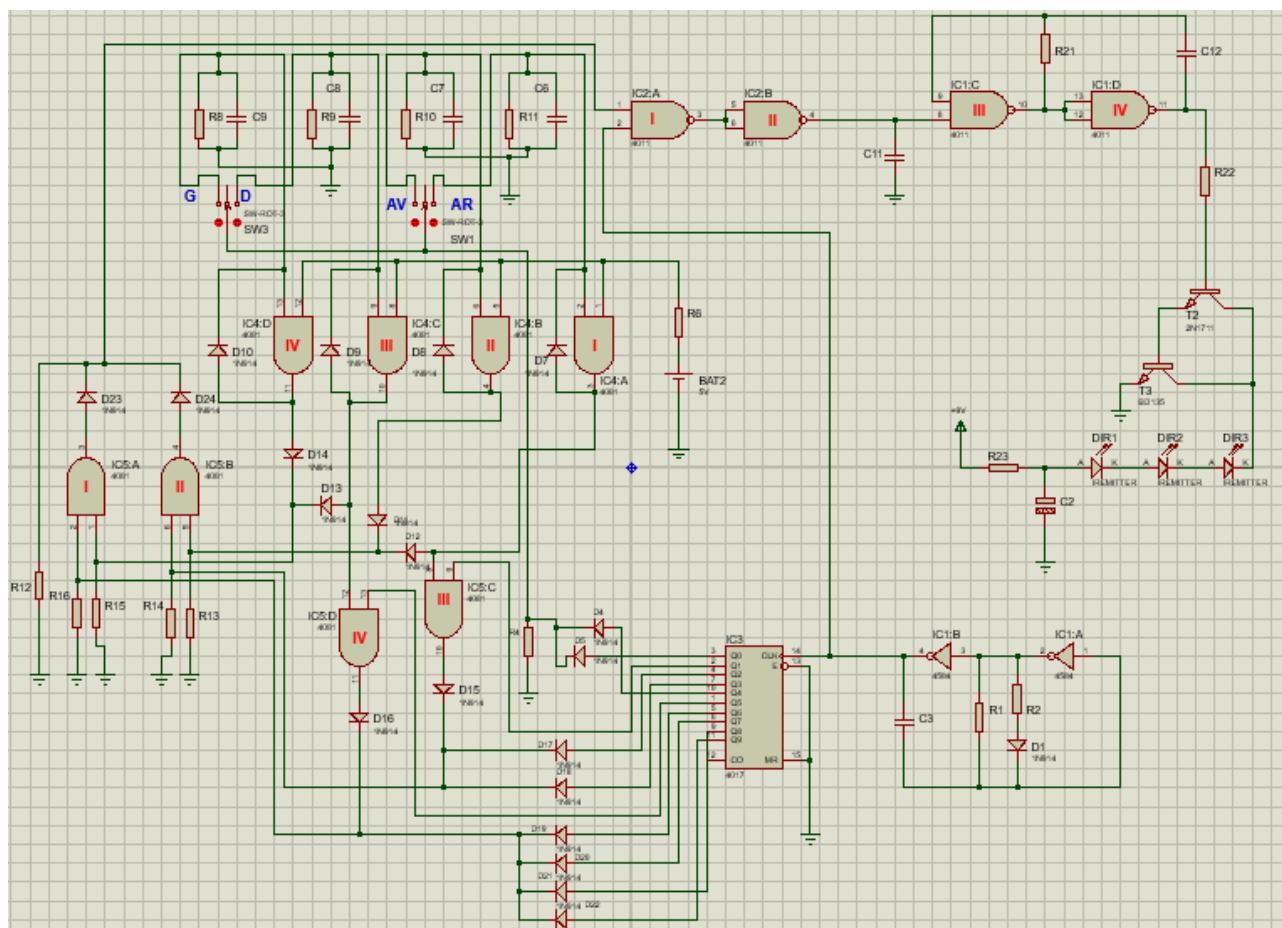


Figure 36 : Schéma global de l'Emetteur IR

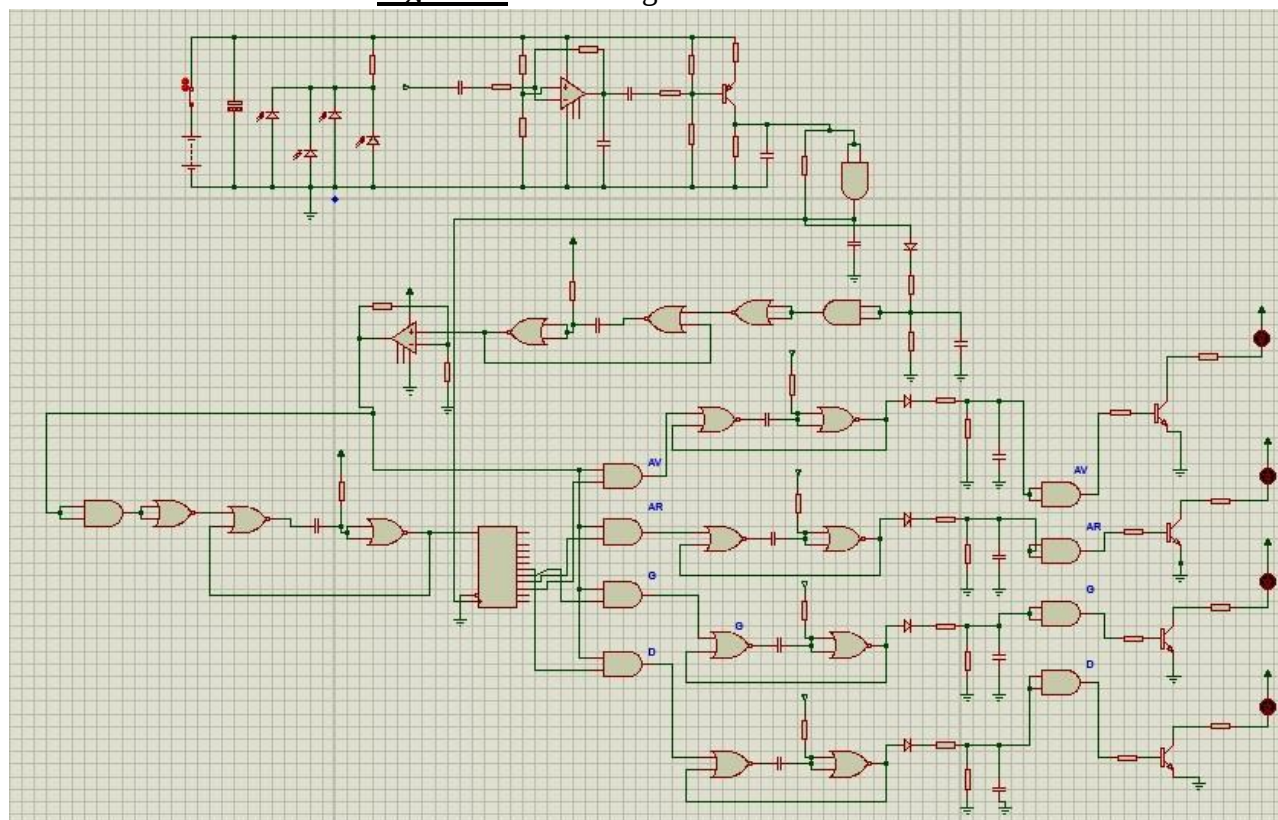


Figure 37 : Schéma global du Récepteur IR

3.1 Principe de fonctionnement de l'ensemble Emetteur – Récepteur :

Le principe de fonctionnement de notre circuit est basé sur l'émission des rayonnements IR « invisible » assuré par trois diodes IR en mode impulsionnel : c'est-à-dire les diodes sont soumises à des intensités élevées, mais pendant des durées extrêmement courtes pour éviter la détérioration des diodes par effet joule. Par ailleurs le mode impulsionnel permet d'obtenir une portée suffisante avec un minimum d'énergie consommée.

Un oscillateur astable va générer en premier lieu des créneaux d'impulsions Basse Fréquence de 100Hz (donc de période 10ms). Ces signaux générés vont conduire à la production des séries d'impulsions de codage.

Ces séries d'impulsions vont être transportées par une fréquence porteuse de 20KHz produite grâce à un second oscillateur MF (Moyenne Fréquence) de 20KHz. A la sortie de cet oscillateur les paquets d'impulsions ou séries d'impulsions interprétant une commande et traduite sous forme de code vont être amplifiées grâce à un étage amplificateur Darlington chargé par des diodes infra-rouges qui permettent la diffusion et la transmission du code par le biais d'un rayonnement Infra-Rouge.

Concernant le côté récepteur, il est construit à partir de 4 photodiodes constituant l'élément capteur du rayonnement infrarouge. Ces photodiodes sont disposées en parallèle et à la hauteur du véhicule mobile afin de couvrir le champ de réception sur 360°. Le récepteur dispose ensuite d'un étage d'amplification et de mise en forme des signaux reçus.

Les signaux ainsi reçus vont être amplifiés, démodulés, filtrés et mis en forme afin de restituer le code source ou le code initial (qui correspond aux séries d'impulsions).

Les séries d'impulsion ainsi obtenues vont s'acheminer vers un compteur construit autour du CD4017 et servant comme indicateur du nombre d'impulsion appelé « relevé » ; Par ailleurs les pauses introduites entre chaque série d'impulsions vont permettre grâce à un deuxième circuit de générer une brève impulsion de Remise à Zéro (RAZ) du compteur dirigé vers son entrée MR. Par conséquent le compteur subit à chaque fin de série d'impulsion une remise à zéro.

Le décodage est ainsi réalisé lorsqu'on fait l'association entre la sortie active du compteur CD4017 et le circuit de détection des pauses (et produisant l'impulsion de remise à zéro). A la sortie du compteur 4 portes AND termineront l'opération de décodage et valideront la commande envoyée.

Un circuit de commutation construit à base de 4 transistors permettra de commander ou d'actionner les 4 relais d'utilisations destinés à la commande dans un sens ou dans l'autre de deux moteurs électriques : l'un destiné à la traction du véhicule par le moteur M1 (avant ou arrière) et l'autre au déplacement des roues directrices par le moteur M2 (Droite ou Gauche).

Remarque : dans le cadre de notre simulation, nous avons remplacé chaque sens de rotation des moteurs M1(traction) et M2(direction) par des LED.

3.2 Fonctionnement de l'Emetteur IR :

Pour comprendre le principe de fonctionnement de l'Emetteur nous présentons et donnons une explication de chaque bloc puis nous représentons les principaux signaux de simulations obtenus dans les différents points essentiels du circuit électronique.

3.2.1. Alimentation :

La partie Emetteur représente la Télécommande du système. Pour assurer l'autonomie et la mobilité, son alimentation qui est une tension continue, sera obtenue à l'aide d'un ensemble de 4 piles de 1,5V pour fournir une tension de 6V ou bien à l'aide d'une pile de 9V, sachant que tous les circuits intégrés utilisés dans cette partie sont de la famille CMOS.

3.2.2. Génération de la fréquence des signaux de codage :

Dans cette étape on s'intéresse à produire une base de temps de l'ordre de 100Hz. Cette mission incombe à des portes inverseuses montées en multivibrateur astable.(figure 38)

Les signaux représentés sur la figure 39 sont : la sortie de la porte inverseuse I « U1:A » (en jaune) ; la sortie de la porte inverseuse II « U1:B » (en bleu) ; et le signal au point A : en rouge qui interprète la charge et la décharge de la capacité C_3 .

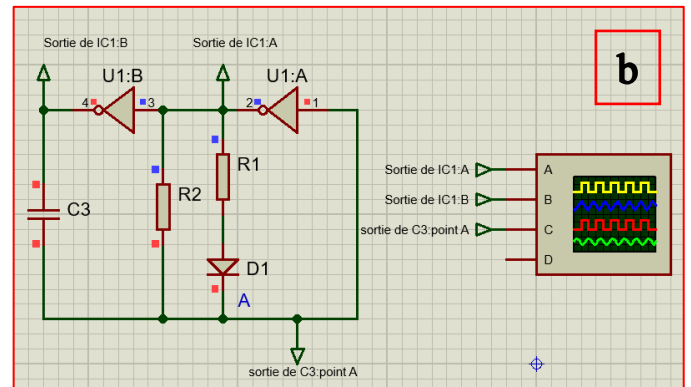
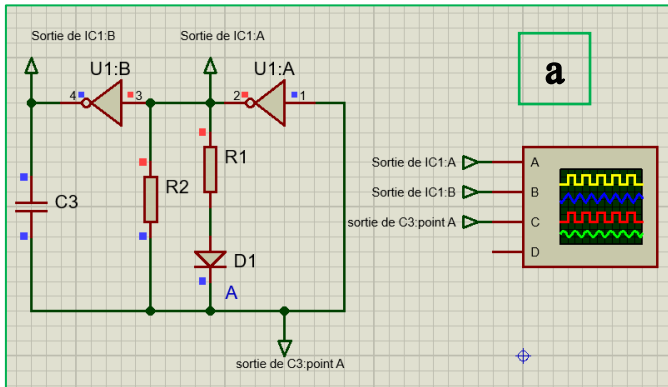


Figure 38 : multivibrateur astable à portes inverseuses

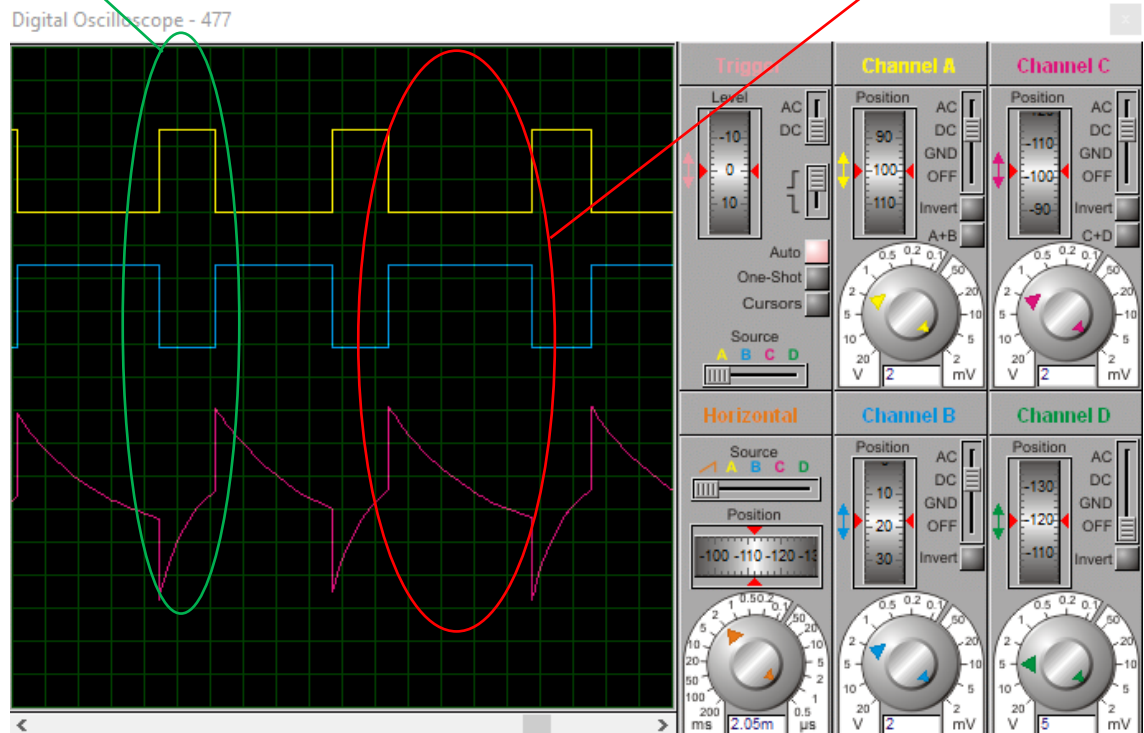


Figure 39 : signaux de l'oscillateur astable.

- Fonctionnement du multivibrateur astable à portes inverseuses :
 - Le multivibrateur astable génère des créneaux d'impulsions rectangulaires dont la période est donnée par la relation :

$$T = (R2 + R1) \times C3 \times \ln(2) \quad (3.1)$$
 et dont le rapport cyclique dépend du choix des valeurs des composants R1 ; R2 et C3.
 - Figure 38(a) : Quand la sortie de la porte I « IC1 : A » présente un état haut et la sortie de la porte II « IC1 : B » présente un état bas. On observe une charge rapide de la capacité C3 à travers la résistance R1 et D1 jusqu'au moment où le potentiel au point A dépasse le seuil de basculement ($U/2$) ; Dans ce cas la porte I « IC1 : A » change d'état et sa sortie passe à 0.

- Figure 38(b) : Quand la sortie de la porte I « IC1 : A » présente un état bas et la sortie de la porte II « IC1 : B » présente un état haut. Le potentiel disponible au point A monte brutalement à $\frac{3U}{2}$, c'est-à-dire à la valeur U d'alimentation. augmentée de la valeur $\frac{U}{2}$ précédemment acquise par la capacité C3 ; il se produit maintenant la décharge de C3 par la résistance R2.
- Lorsque le potentiel au point A (qui correspond aux entrées de la porte I « IC1 : A » atteint par décroissance un seuil inférieure à $\frac{U}{2}$: les portes basculent à nouveau et un nouveau cycle recommence.

- Rapport cyclique :

Le rapport cyclique est un paramètre important lorsqu'on veut agir sur la largeur de l'impulsion de codage. Le rapport cyclique exprime la largeur de l'impulsion (niveau haut T_{ON}) de l'impulsion par rapport à la durée de la période totale de l'impulsion.

le rapport cyclique est donné par la relation suivante :

$$\alpha = \frac{\text{période haute}}{\text{période}} = \frac{T_{on}}{T} \quad (3.2)$$

Dans notre cas de simulation nous avons pris $R2 > R1$ pour obtenir un rapport cyclique supérieur à 50%.

3.2.3. Réalisation du codage :

Les créneaux qui sont produits à la sortie de l'oscillateur astable BF attaquent l'entrée CLK d'un compteur décimal : le CD4017. Ce dernier avance au rythme des fronts montants présentés sur son entrée Horloge par déplacement successif du niveau logique 1 sur les sorties : Q_0 ; Q_1 ; Q_2 ; ... ; Q_8 ; Q_9 ; Q_0 . Puisque chaque impulsion dure 10ms, le cycle complet se répète alors toutes les 100ms. Le codage est réalisé en associant les sorties du compteur avec la fonction ou le bouton de commande actionné. (Figure 40)

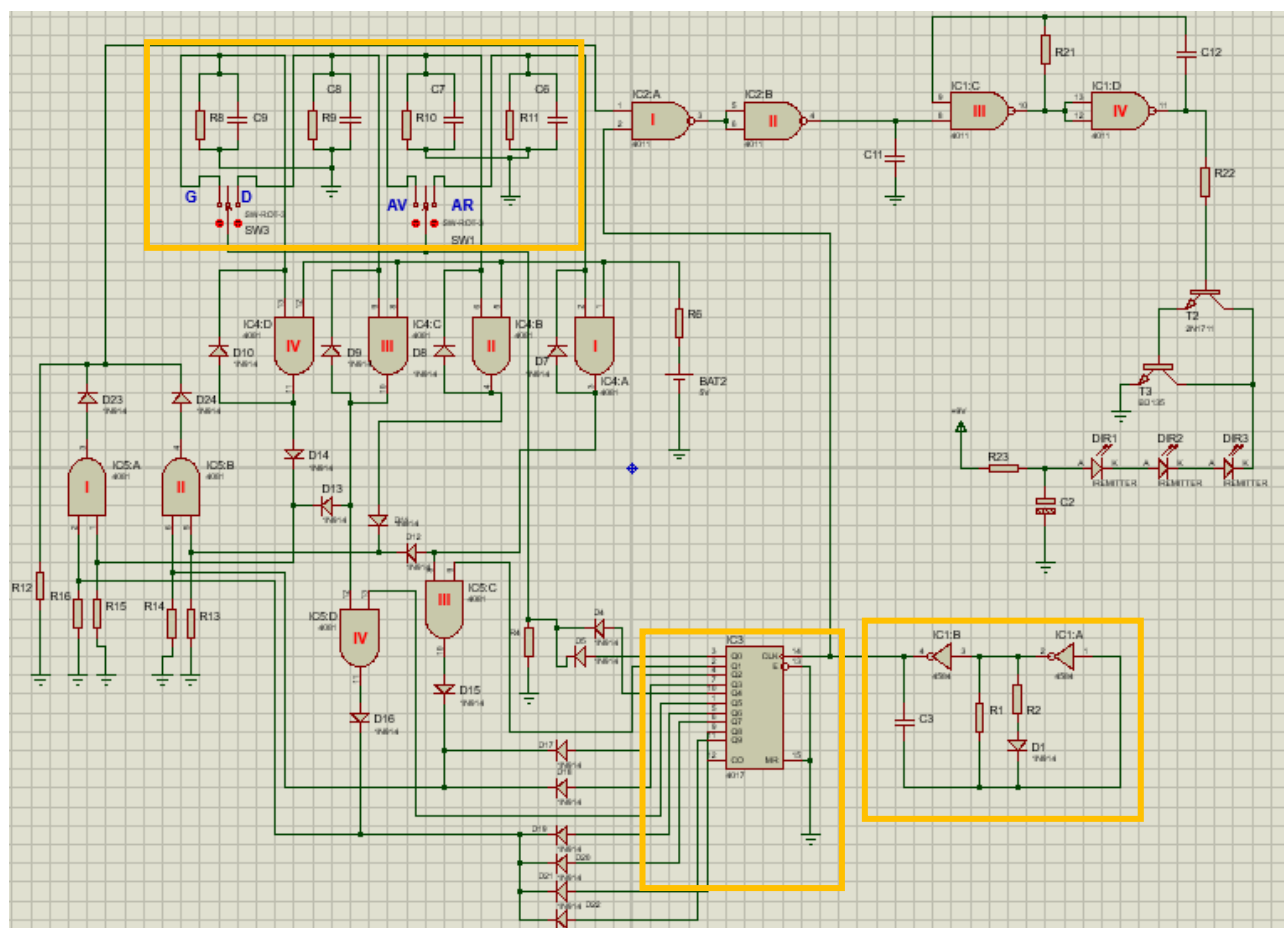


Figure 40 : Circuit de Génération des séries d'impulsions de codage

a. Commande du canal Avant « AV » :

La commande AV se traduit par la présence d'un état Haut à la sortie de la porte AND II de IC₄, sachant que les autres portes de IC₄ présentent des états Bas à leur sortie. Alors on notera apparition (ou la présence) d'un état Haut sur les sorties : Q₂ ; Q₃ du compteur IC₃ (CD4017) et également sur la sortie de la porte AND II de IC₅. Cette sortie attaque l'entrée de la porte NAND I puis II de IC₂ ; et par suite on observe 2 impulsions positives consécutives sur la sortie de la porte NAND II de IC₂ ayant chacune une période de 10ms et dont le cycle se répète toutes les 100ms. (figure 41).

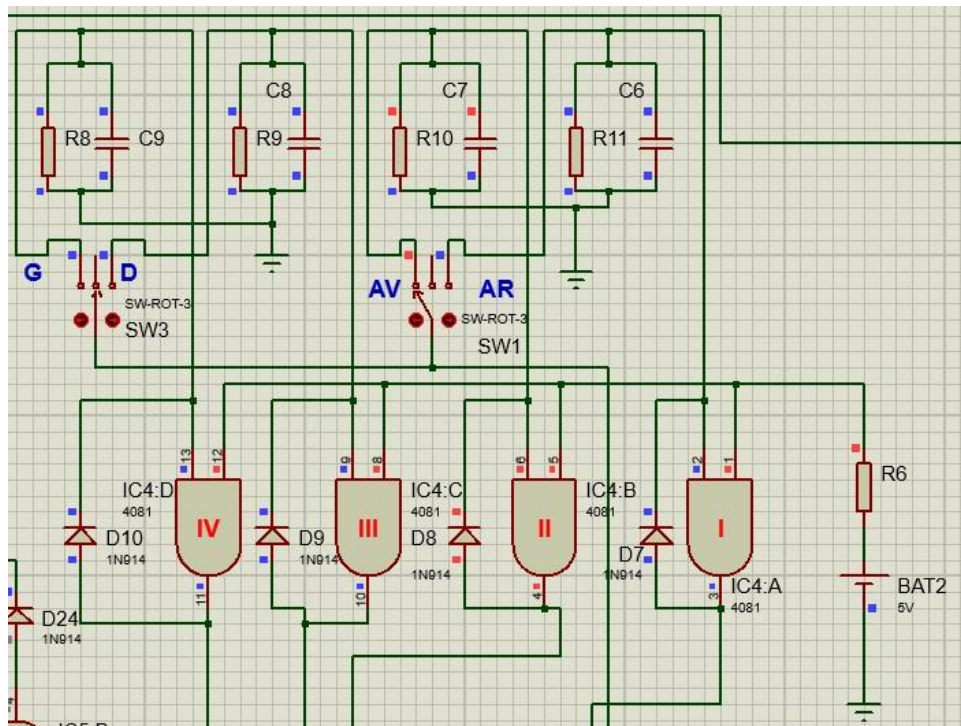


Figure 41 : commande du canal « AV »

b. Commande du canal Arrière « AR » :

Lorsque la commande AR est activée, un état haut se trouve disponible à la sortie de la porte AND I de IC₄ et les autres portes de IC₄ présentant des états bas à leur sortie, ce qui rend la porte AND III de IC₅ passante ; alors on notera, lors du comptage (du compteur CD4017), la présence d'un état haut sur les sorties : Q₁, Q₂ et Q₃ du compteur IC₃ et également la présence d'un état Haut sur la sortie de la porte AND II de IC₅ . Cette sortie attaque l'entrée de la porte NAND I puis II de IC₂ ; et par suite on observe 3 impulsions positives consécutives sur la sortie de la porte NAND II de IC₂ ayant chacune une période de 10ms et dont le cycle se répète toutes les 100ms. (figure 42).

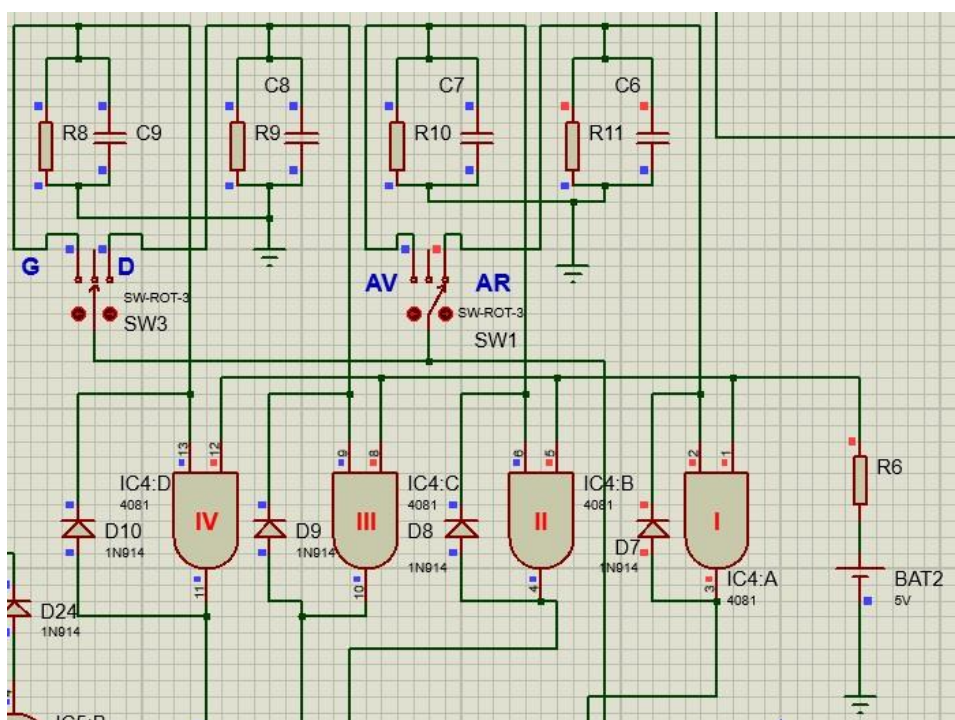


Figure 42 : commande du canal « AR »

c. Commande du canal Gauche « G » :

Il en est de même lorsqu'on appui sur la commande G. Cela conduit à l'apparition d'un état haut à la sortie de la porte AND IV de IC₄ et les autres portes de IC₄ présentant des états bas à leur sortie. Alors on notera dans ce cas apparition (ou présence) d'un état Haut sur les sorties : Q₆ ; Q₇ ; Q₈ ; Q₉ du compteur IC₃ (CD4017) et également sur la sortie de la porte AND I de IC₅ . Cette sortie attaque l'entrée de la porte NAND I puis II de IC₂ ; et par suite on observe 4 impulsions positives consécutives sur la sortie de la porte NAND II de IC₂ ayant chacune une période de 10ms et dont le cycle se répète toutes les 100ms. (figure 43)

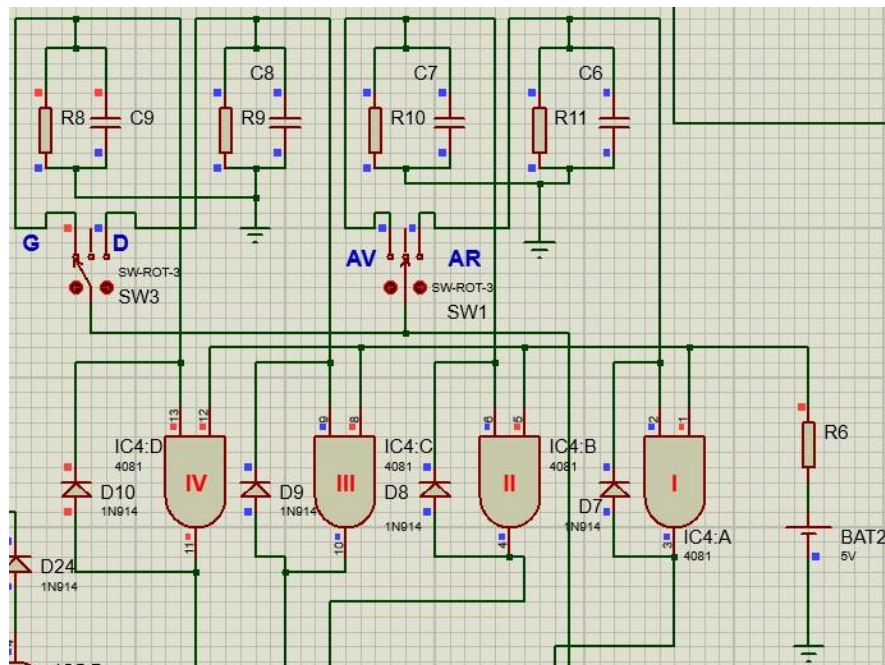


Figure 43 : commande du canal « G »

d. Commande du canal Droite « D » :

On constate également de la même manière lorsqu'on appui sur la commande « D », un état haut se trouve disponible à la sortie de la porte AND III de IC₄ et les autres portes de IC₄ présentant des états bas à leur sortie, ce qui rend la porte AND IV de IC₅ passante ; alors on notera, suite au comptage du CD4017, le défilement et la présence d'un état haut sur les sorties : Q₅ ; Q₆ ; Q₇ ; Q₈ ; Q₉ du compteur IC₃ et également la présence d'un état Haut sur la sortie de la porte AND I de IC₅ . Cette sortie attaque l'entrée de la porte NAND I puis II de IC₂ ; et par suite on observe 5 impulsions positives consécutives sur la sortie de la porte NAND II de IC₂ ayant chacune une période de 10ms et dont le cycle se répète toutes les 100ms. (figure 44)

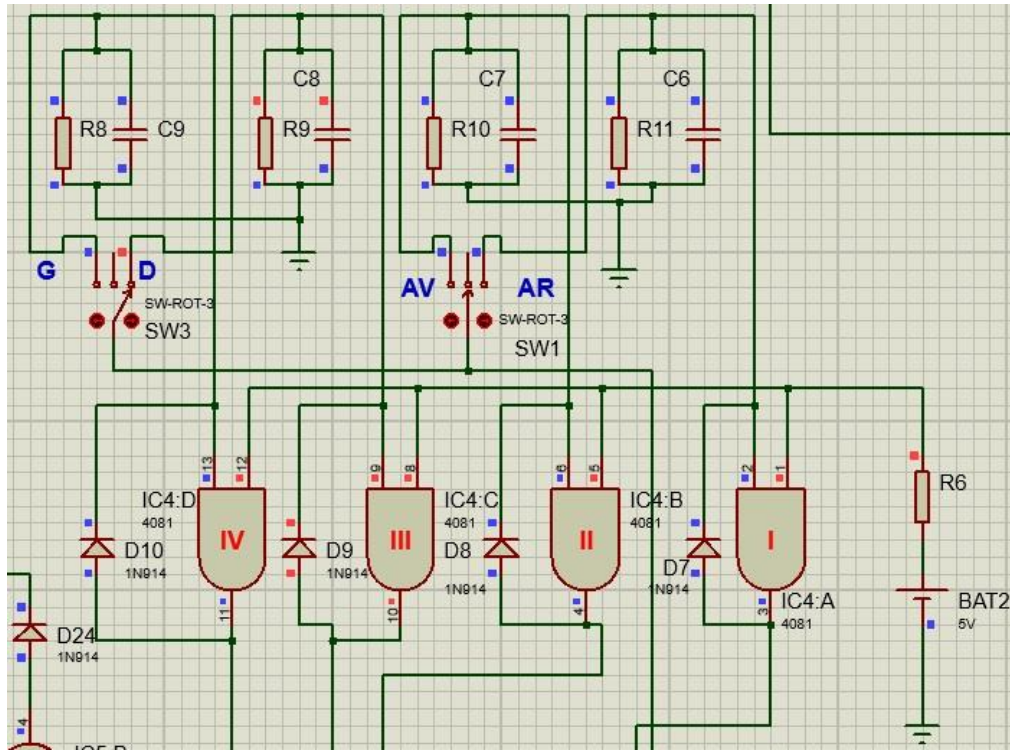


Figure 44 : commande du canal « D »

Remarque :

Le même principe s'applique pour les autres commandes « AV+G », « AV+D », « AR+G », « AR+D » qui sont commandées par la manette de commande.

3.2.4. Synchronisation :

Il est important pour éviter d'introduire un codage erroné, que l'apparition d'un état haut sur les portes AND I à IV de IC₄ ne soit pas réalisée à n'importe quel moment du cycle de fonctionnement du compteur IC₃, sous peine de tronquer (d'éliminer) la première série d'impulsions ou de créer un conflit entre les séries d'impulsions. Pourtant l'opérateur agit à n'importe quel moment du cycle de comptage sur les manettes de commande ; une synchronisation est donc indispensable réalisée grâce aux diodes D₄ et D₅ et le Circuit de commande IC₄ (figure 45).

3.2.4.1 Principe :

Grâce aux diodes D₄ et D₅ le commun des manettes de commande ne reçoit d'état haut qu'au moment où le compteur IC₃ occupe les positions Q₀ ou Q₄ qui correspondent aux pauses dans la succession des séries d'impulsions de codage.

En définitive même si l'opérateur ferme un contact à un instant quelconque ; l'état Haut à la sortie de la porte AND de IC₄ n'apparaît qu'au moment où il y a pause de codage. Lorsque le compteur IC₃ quitte les positions Q₀ ou Q₄, donc lorsque l'état haut sur le commun des manettes de commande disparaît momentanément, il y a maintien du niveau haut à la sortie de la porte correspondante de IC₄ grâce à l'une des diodes de verrouillage D₇ à D₁₀.

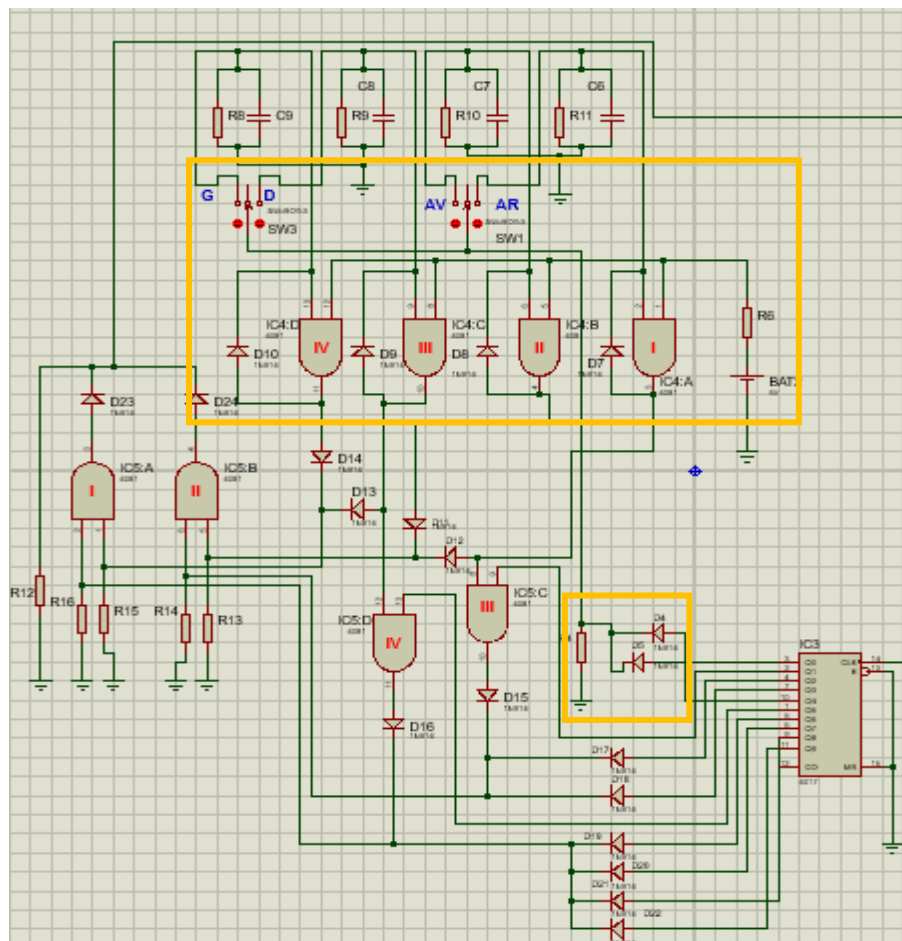


Figure 45 : montage de synchronisation

3.2.5. Émission des rayonnements IR :

Pour transmettre les séries d'impulsions de codage nous faisons appel à un signal porteur de ces impulsions réalisé à l'aide d'un deuxième multivibrateur astable de moyenne fréquence 20KHz. Par ailleurs, cet oscillateur MF est commandable « par l'état haut qui se présente à l'entrée 8 de la porte NAND III de IC₁ ». Le principe de fonctionnement est :

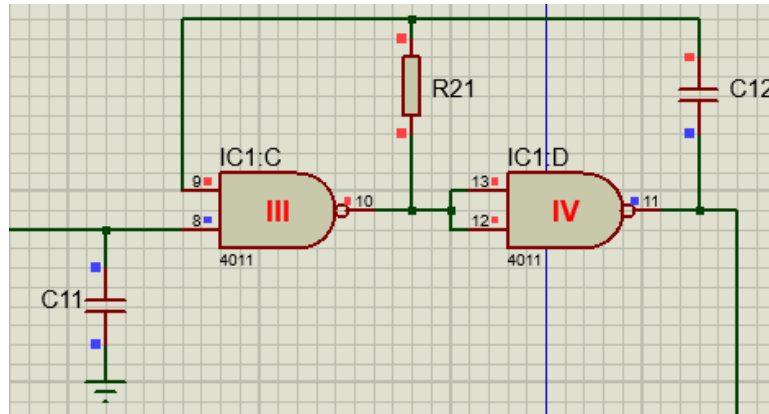


Figure 46 : multivibrateur astable « Moyenne Fréquence »

- Si l'entrée 8 de la porte NAND III de IC₁ est soumise à un état bas, la sortie de cette porte présente un état haut permanent alors la sortie du multivibrateur est à l'état bas.

Porte III			Porte IV		
Entrée 8	Entrée 9	Sortie 10	Entrée 12	Entrée 13	Sortie 11
0	0	1	1	1	0
0	1	1	1	1	0
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1

Tableau 11 : Table de vérité de l'astable à portes NAND

- Les créneaux qui sortent du multivibrateur 11 sont de l'ordre de 50μs ce qui correspond à une fréquence de 20 KHz avec :

$$T_{on} = R21 \times C12 \times \ln(2) \quad (3.3)$$

$$T_{off} = R21 \times C12 \times \ln(2) \quad (3.4)$$

$$\text{Alors : } T = 2 \times \ln(2) \times R21 \times C12 \quad (3.5)$$

Finalement les séries d'impulsions codées sont transformées en paquets d'impulsions de 20KHz.

- Les paquets d'impulsions sont acheminés par R_{22} sur la base d'un transistor NPN T_2 qui avec T_3 forme un montage Darlington dont le rôle est l'amplification. Dans le circuit de collecteur de ce dernier sont montées les trois diodes infrarouges.

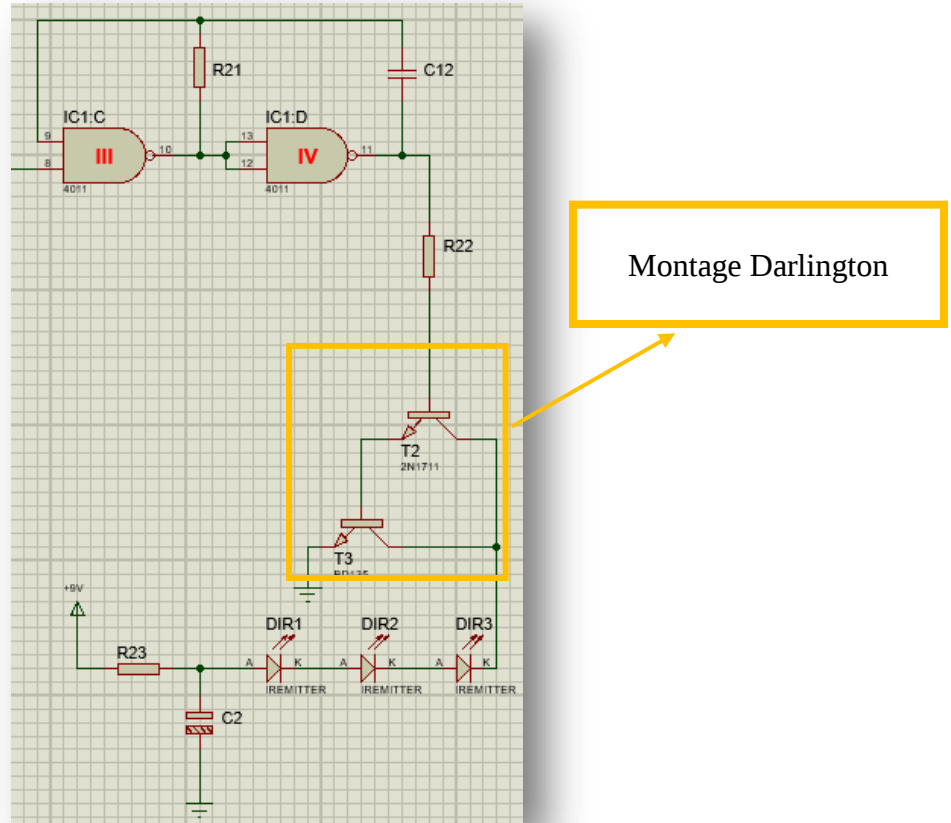


Figure 47 : Montage d'émission de rayonnement IR

3.2.6. Simulation : Génération des séries d'impulsions de codage

Dans cette partie, nous présenterons les circuits de simulation et les signaux de codage obtenus à la sortie en fonction des différentes commandes de déplacement : AV ; AR ; G ; D ; AV+G ; AV+D ; AR+G ; AR+D.

Chaque commande correspond à une série d'impulsion de codage. Les séries d'impulsions de codage sont générées à partir du circuit (Figure 40). La simulation de ce montage nous permet d'observer les différents signaux suivants.

3.2.6.1. Commande Avant AV :

Pour la commande « AV » on a une succession de 2 impulsions positives apparaissent sur la sortie de la porte NAND II de IC2 et se réalisent lorsque la manette de commande est à la position AV.

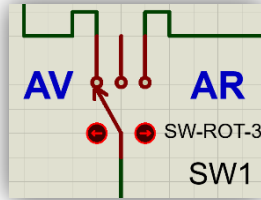


Figure 48 : manette de commande à la position AV.

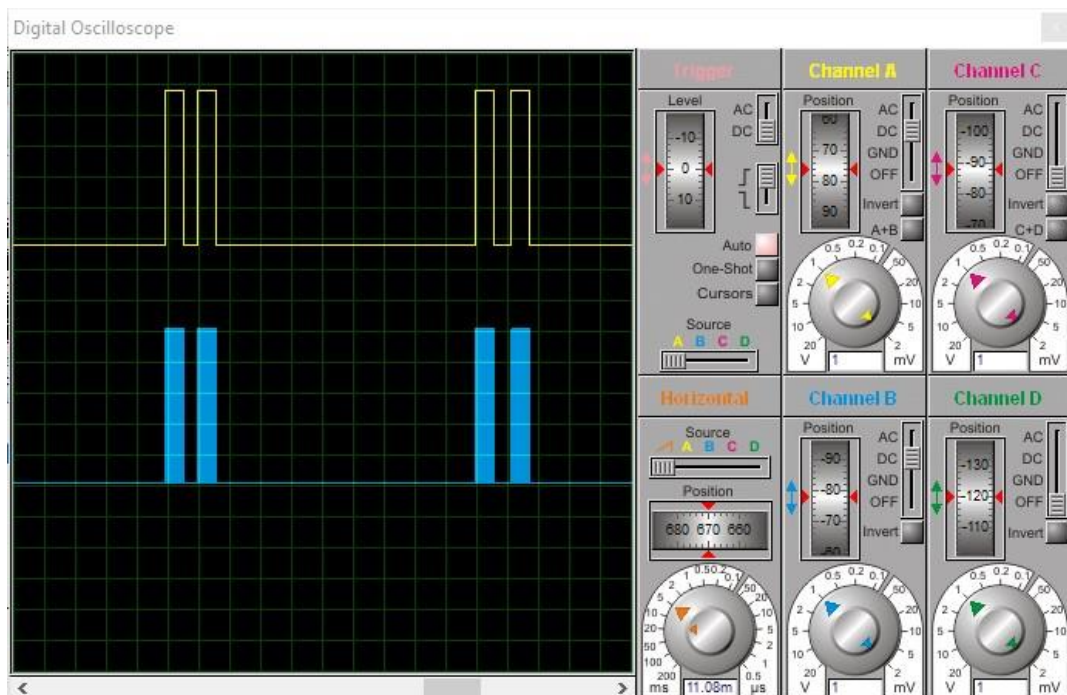


Figure 49 : signaux de commande à la position AV

3.2.6.2. Commande Arrière AR :

Pour la commande « AR » on a une succession de 3 impulsions positives apparaissent sur la sortie de la porte NAND II de IC2 et se réalisent lorsque la manette de commande est à la position AR.

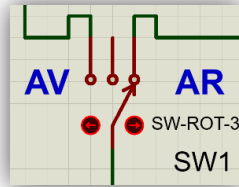


Figure 50 : manette de commande à la position AR

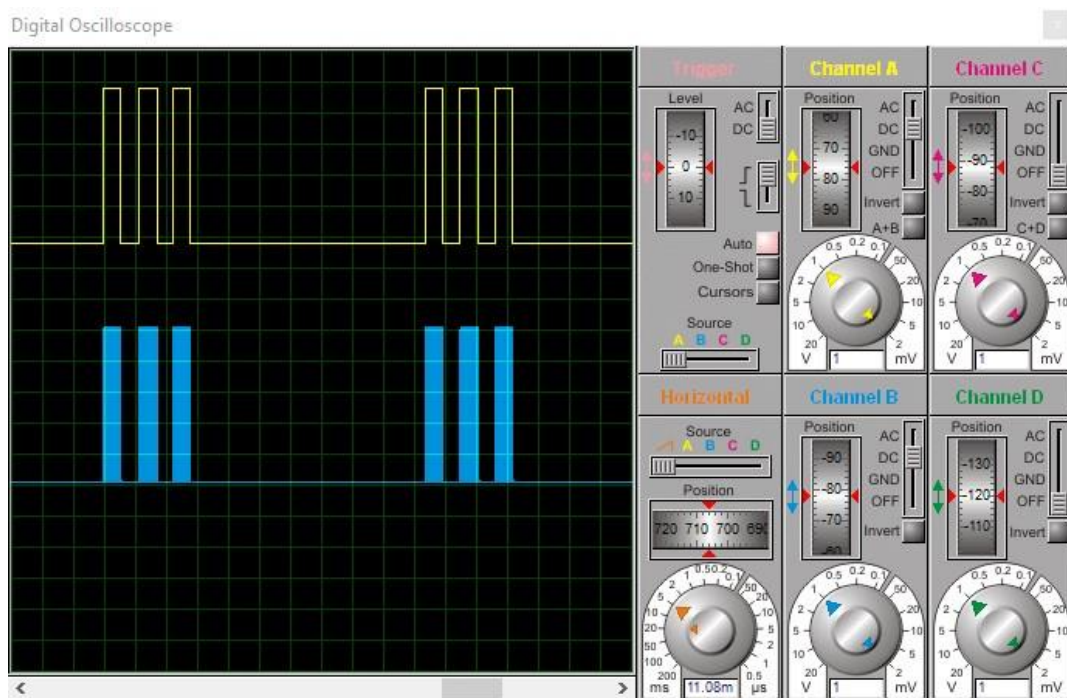


Figure 51 : signaux de commande à la position AR.

3.2.6.3. Commande Gauche G :

Pour la commande « G » on a une succession de 4 impulsions positives apparait sur la sortie de la porte NAND II de IC2 et réalise lorsque la manette de commande à le position G.

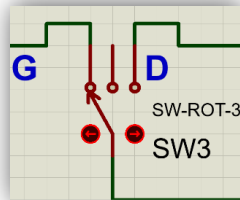


Figure 52 : manette de commande à la position G.

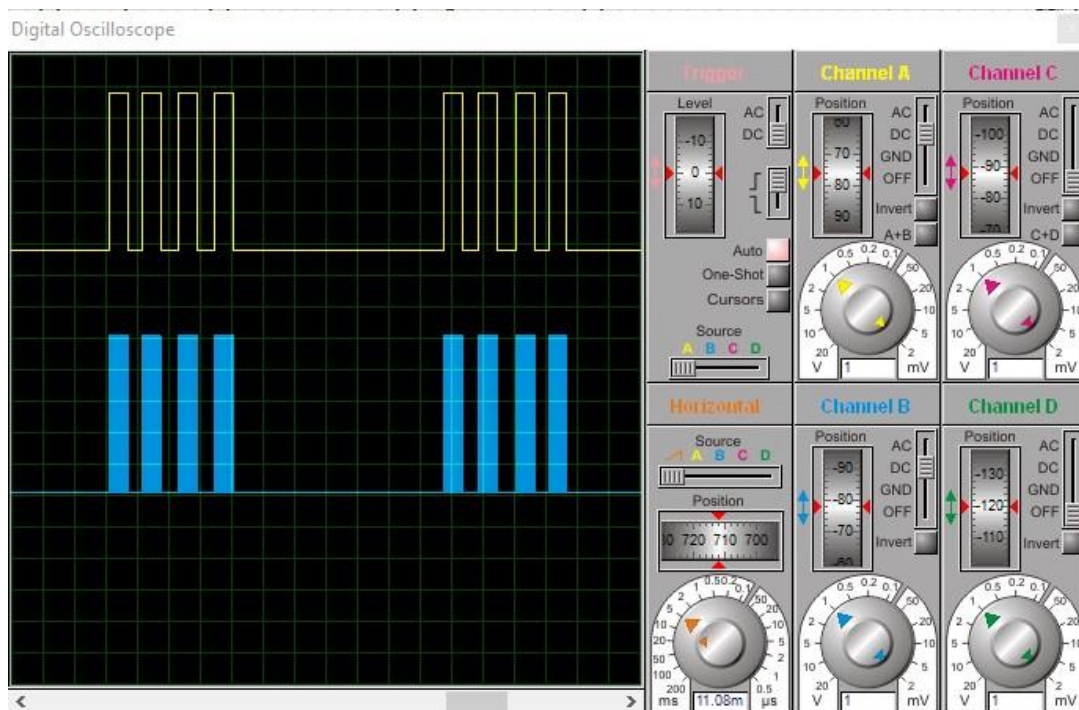


Figure 53 : signaux de commande à la position G

3.2.6.4. Commande Droite D :

Pour la commande « D » on a une succession de 5 impulsions positives qui apparaissent sur la sortie de la porte NAND II de IC2 et se réalisent lorsque la manette de commande est à la position D.

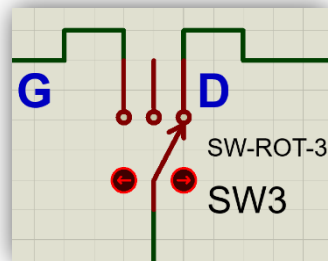


Figure 54 : manette de commande à la position D

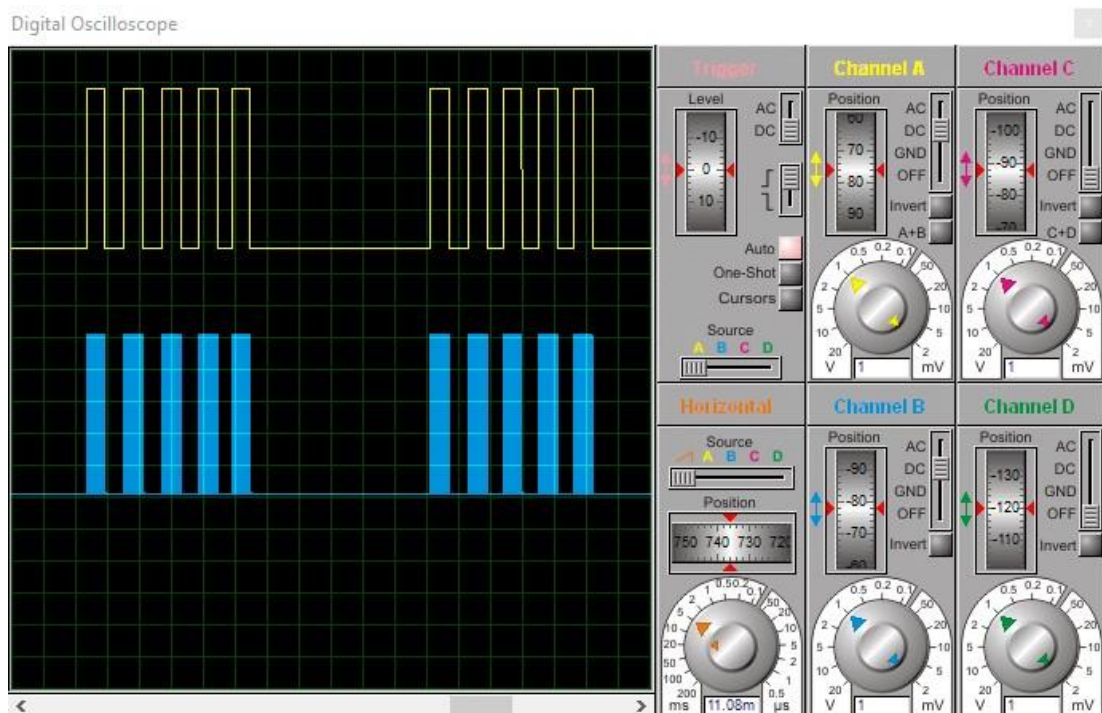


Figure 55 : signaux de commande à la position D.

3.2.6.5. Commande Avant + Gauche « AV+G » :

Pour la commande « Av + G » : le codage se fait avec 2 séries d'impulsions séparées par une pause : on a donc $2(AV) + 4(G) = 6$ impulsions positives.

La figure 56 illustre la simulation de la commande AR+G et la figure 57 illustre les signaux de codage obtenus.

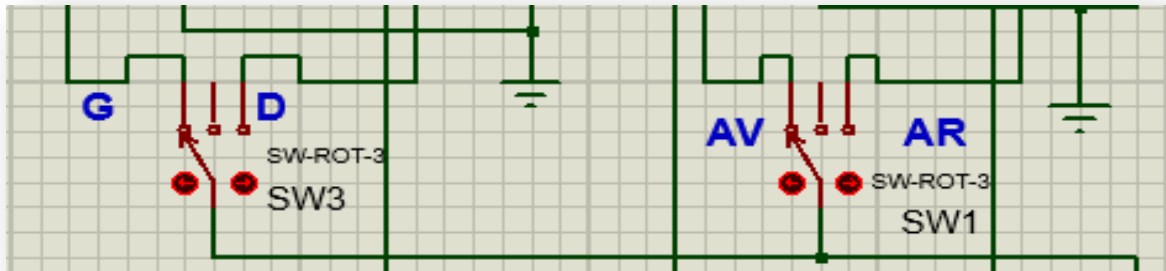


Figure 56 : manette de commande à la position AV+G

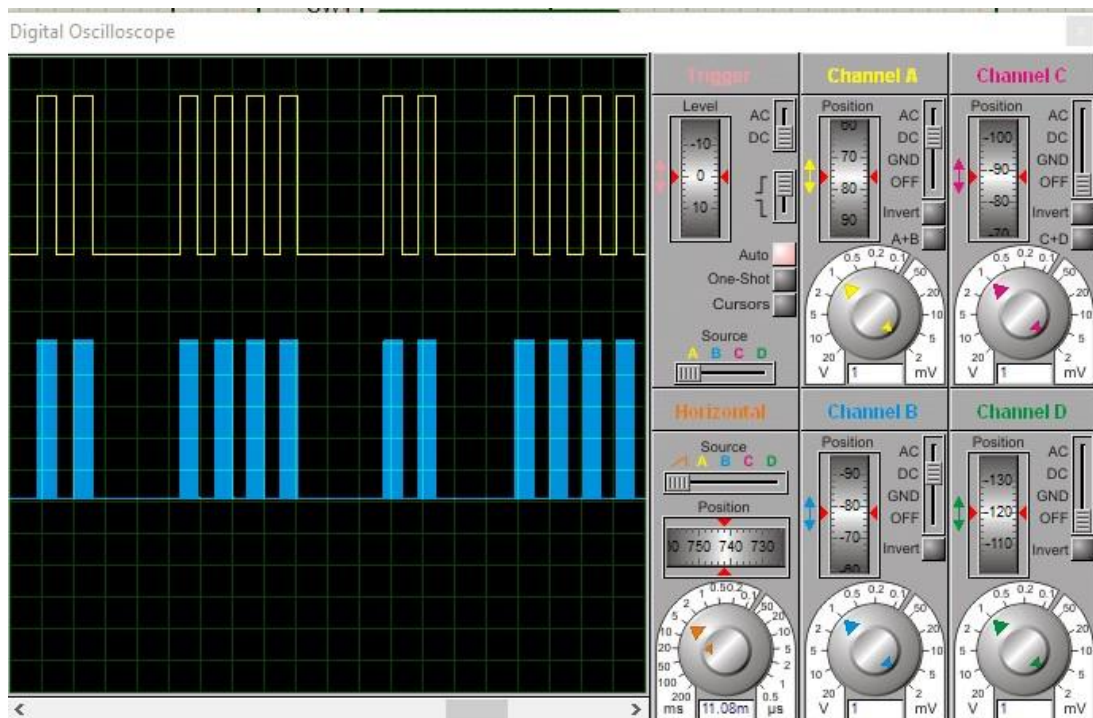


Figure 57 : signaux de commande à la position AR+G

3.2.6.6. Commande Arrière + Gauche « AR+G »:

Pour la commande « AR + G » : le codage se fait avec 2 séries d'impulsions séparées par une pause : on a donc $3(AR) + 4(G) = 7$ impulsions positives.

La figure 58 illustre la simulation de la commande AR+G et la figure 59 illustre les signaux de codage obtenus.

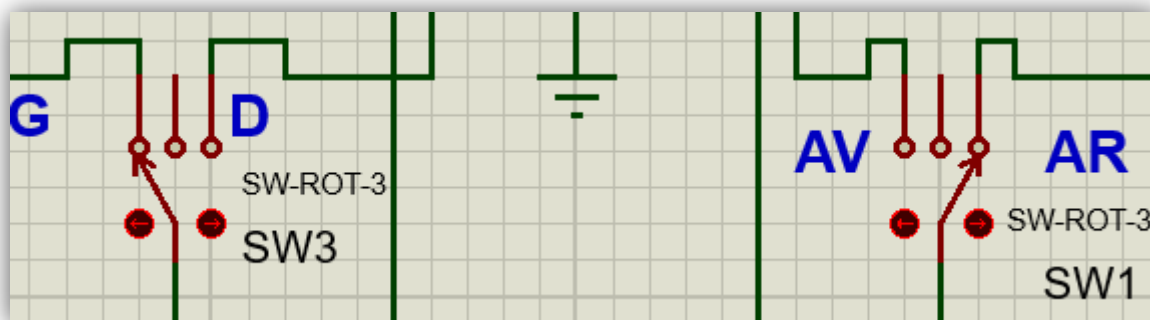


Figure 58 : manette de commande à la position AR+G

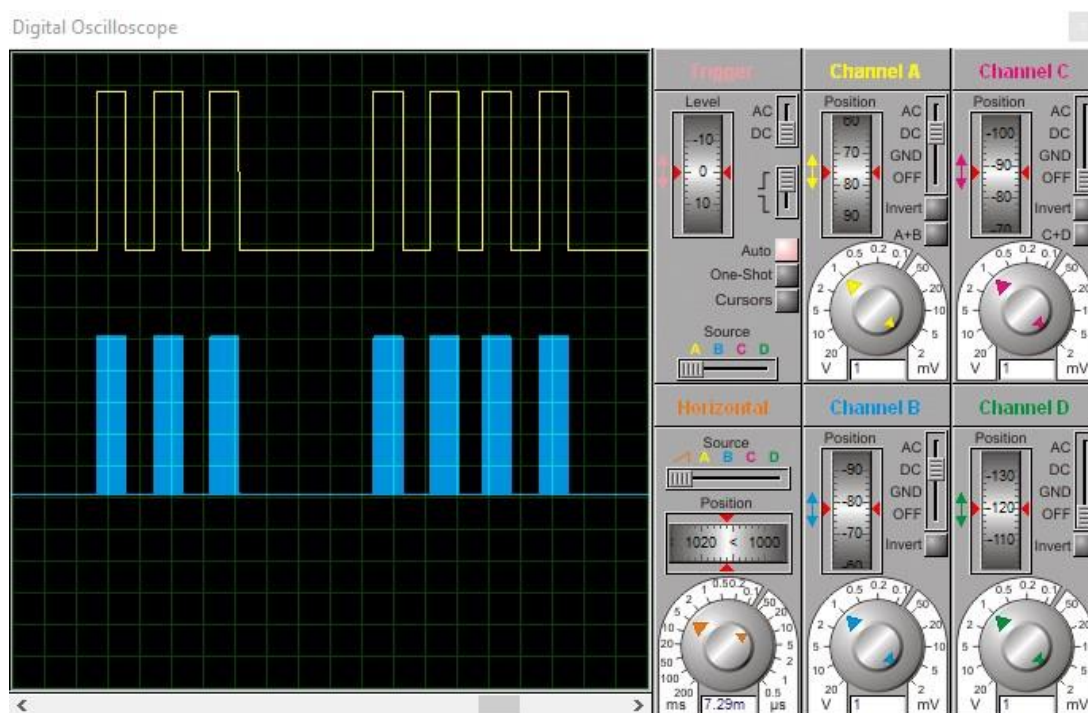


Figure 59 : signaux de commande à la position AR+G.

3.2.6.7. Commande Avant + Droit « AV+D »:

Pour la commande « AV + D » : le codage se fait avec 2 séries d'impulsions séparées par une pause : on a donc $2(AV) + 5(D) = 7$ impulsions positives.

. La figure 60 illustre la simulation de la commande AR+G et la figure 61 illustre les signaux de codage obtenus.

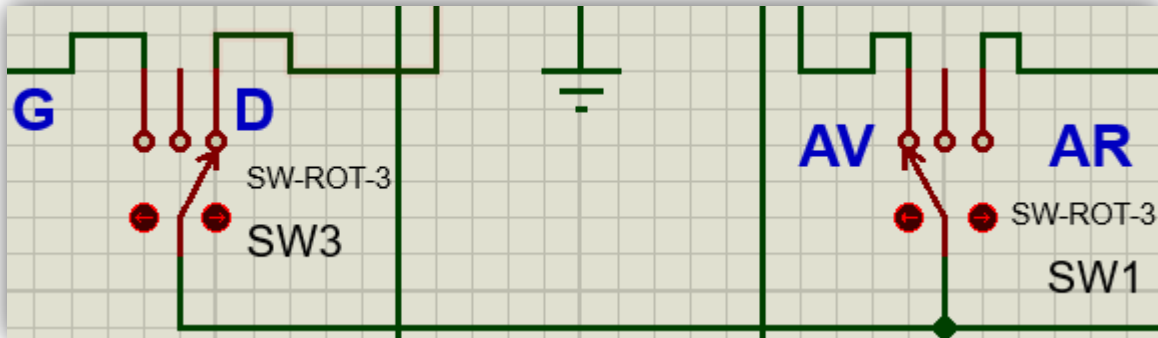


Figure 60 : manette de commande à la position AV +D

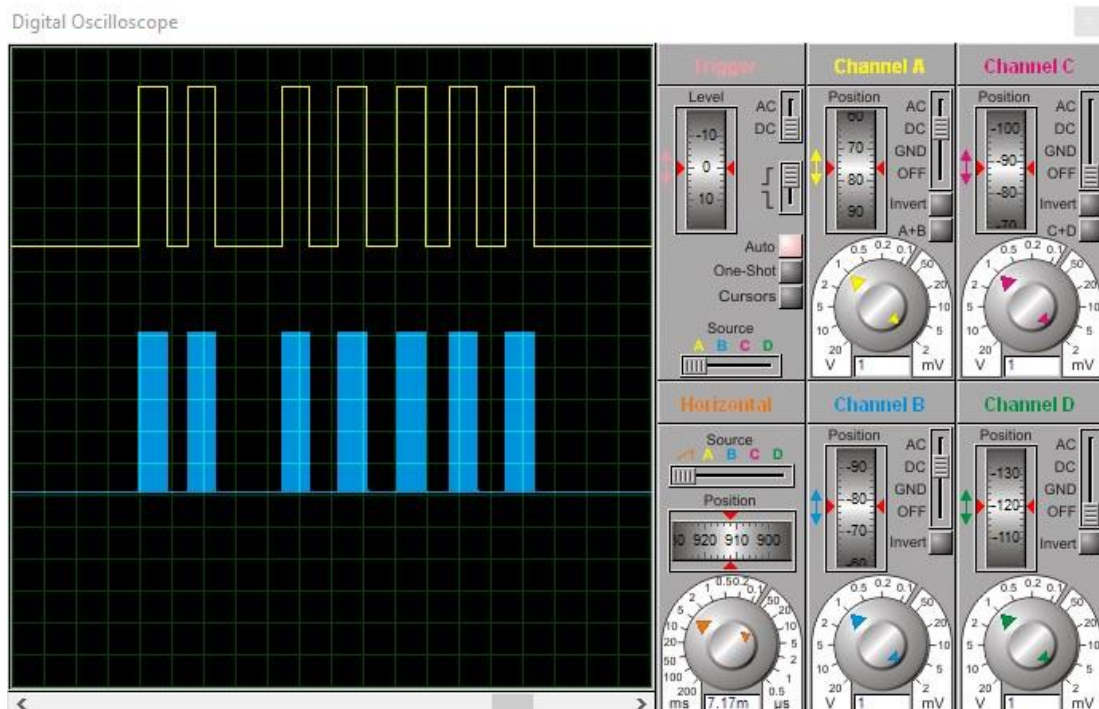


Figure 61 : signaux de commande à la position AV+D.

3.2.6.8. Commande Arrière + Droite « AR+D » :

Pour la commande « AR + D » : le codage se fait avec 2 séries d'impulsions séparées par une pause : on a donc $3(AR) + 5(D) = 8$ impulsions positives.

La figure 62 illustre la simulation de la commande AR+D et la figure 63 illustre les signaux de codage obtenus.

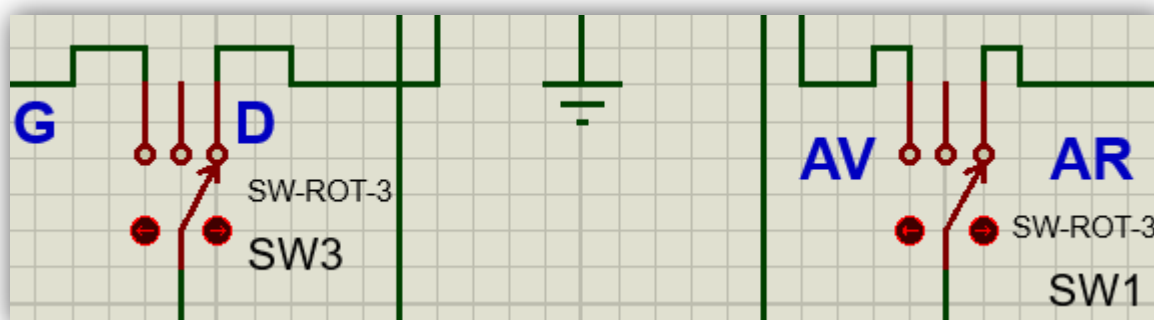


Figure 62 : manette de commande à la position AR et D

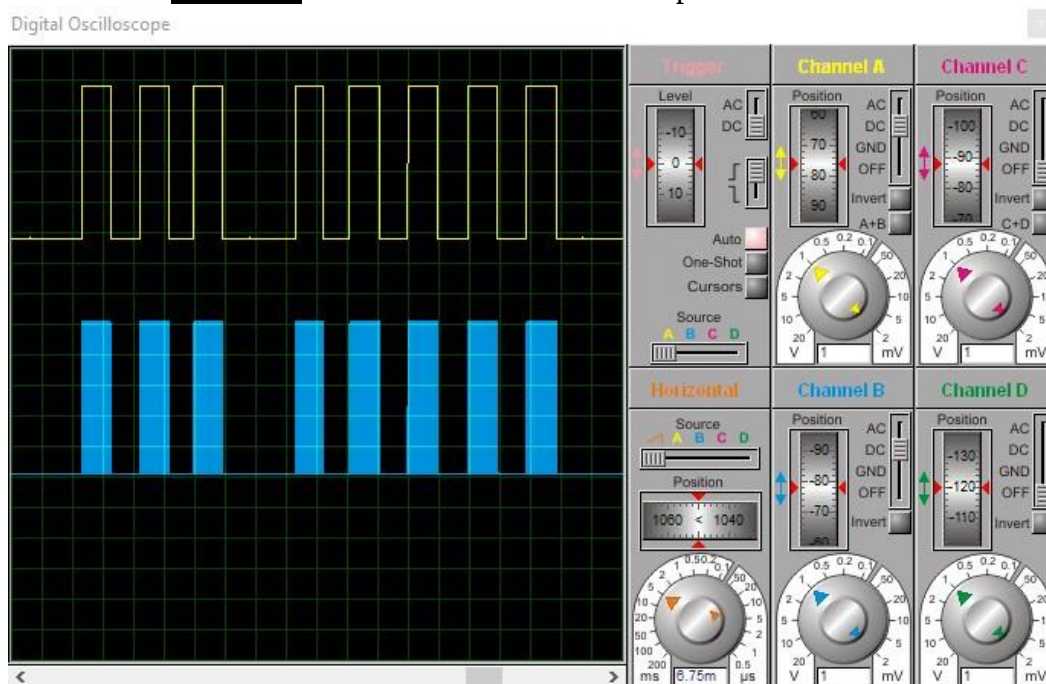


Figure 63 : Signaux de commande à la position AR+ D.

3.2.7 Simulation : Génération Moyenne Fréquence :

Dans cette étape on s'intéresse à produire des créneaux d'impulsions de 20KHz. Cette mission incombe à des portes NAND montées en multivibrateur astable. Figure (64)

Le signal bleu de IC₁:D « la sortie 11 » sur la figure 65 représente les paquets d'impulsions de fréquence 20KHz « exemple de la commande AV ».

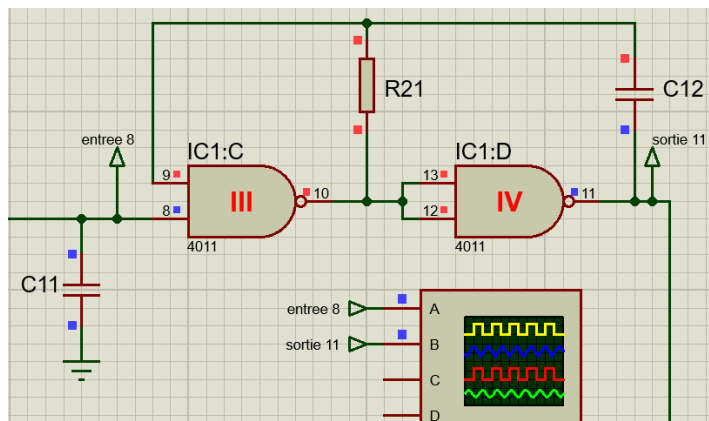


Figure 64 : montage de génération moyenne fréquence

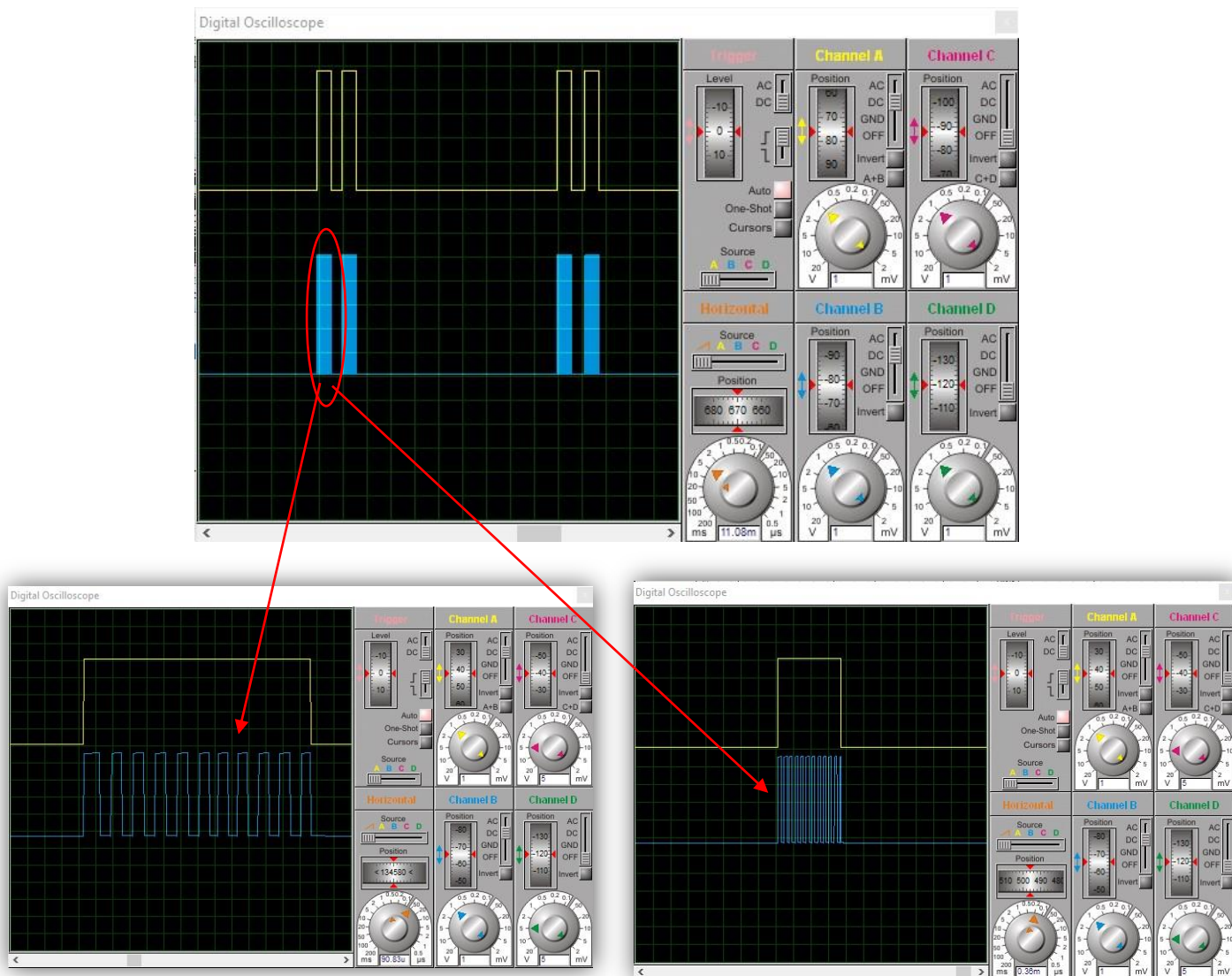


Figure 65: Zoom du signal MF « 20Khz »

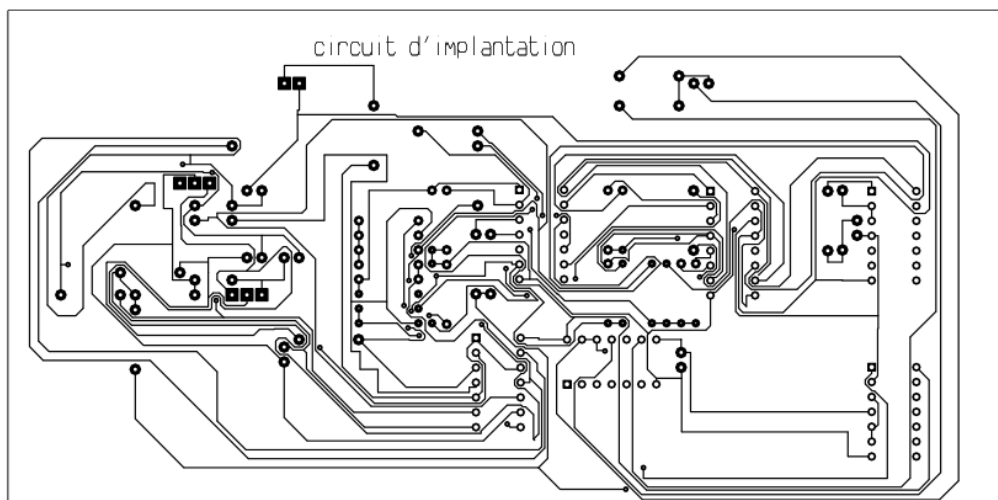


Figure 67 : typon de la partie émetteur face inférieur

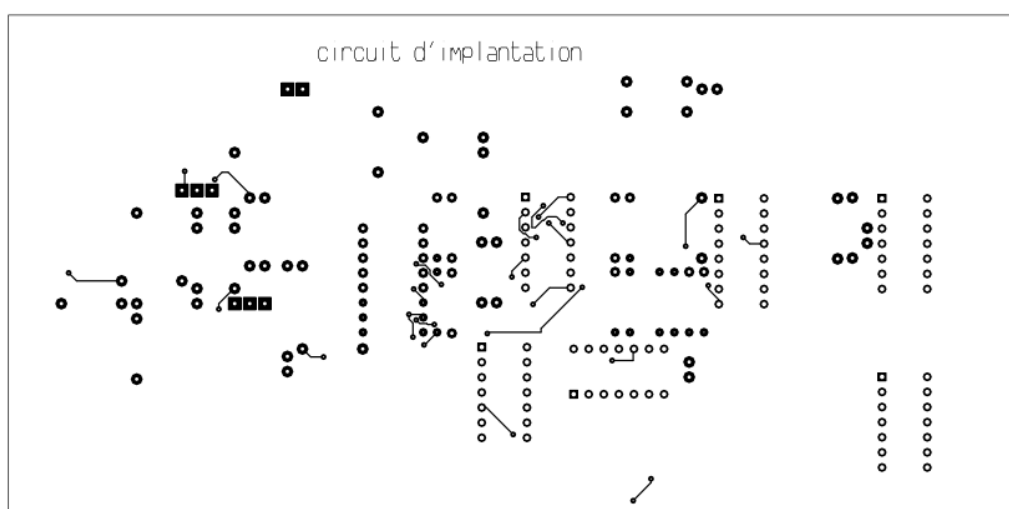


Figure 68 : Typon de la partie Emetteur IR face supérieure

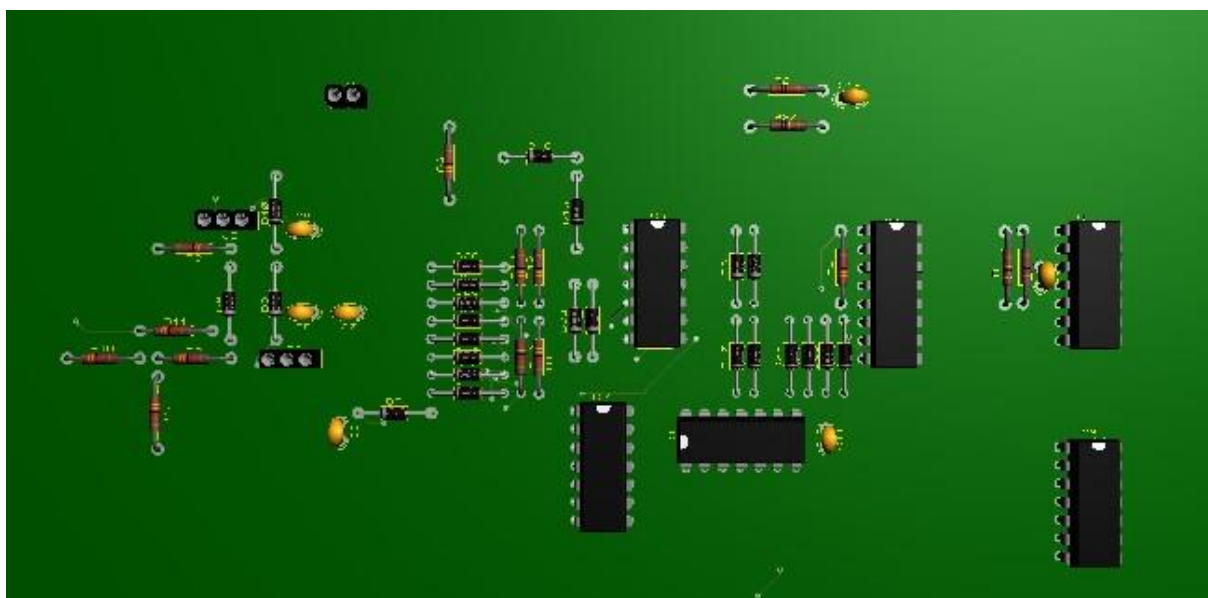


Figure 69 : image 3D de la partie Emetteur IR

3.4 Fonctionnement du Récepteur :

3.4.1. Alimentations :

Le récepteur de ce système est alimenté par deux sources :

- Une pour le circuit de décodage (la partie logique) « 5V-15V »
- Une pour le circuit de puissance (les moteurs) « 6V-12V »

3.4.2. Réception des signaux et amplification :

Le signal infrarouge est capté par quatre photodiodes comme illustré sur **la figure 70**. Mais étant donné que le signal détecté est très faible, il est donc nécessaire de l'amplifier.

Les 4 photodiodes seront disposées de telle sorte à couvrir un champ de réception IR de 360° et permettant ainsi à l'opérateur de commander le véhicule mobile de n'importe quelle direction.

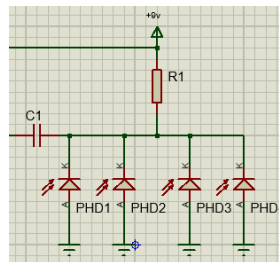


Figure 70 : photodiodes

Une première amplification des signaux est effectuée par l'amplificateur opérationnel $\mu A741$ (**figure 71**) dont le gain équivalent à R_6/R_5 peut être réglé grâce au choix des valeurs des résistances R_5 et R_6 . Une seconde amplification est réalisée grâce au transistor T1 ; celui-ci est polarisé de sorte que seules les impulsions négatives à l'entrée de la base seront amplifiées et se retrouvent positives au niveau du collecteur. Il est important de noter que pour un transistor PNP la tension $V_{EB} > 0$ et $V_{EC} > 0$ permet la conduction du transistor. Le courant sortant du collecteur du transistor se dirigeant vers la masse va produire un signal positif aux bornes de R_{10}

Par suite d'obtention de séries d'impulsions positives au collecteur du transistor et transportées par le signal porteur MF de 20KHz ; La capacité C_8 est là pour filtrer la fréquence porteuse de 20 kHz, de sorte qu'il ne reste que les impulsions de codage correspondant à la fréquence de codage de 100Hz.

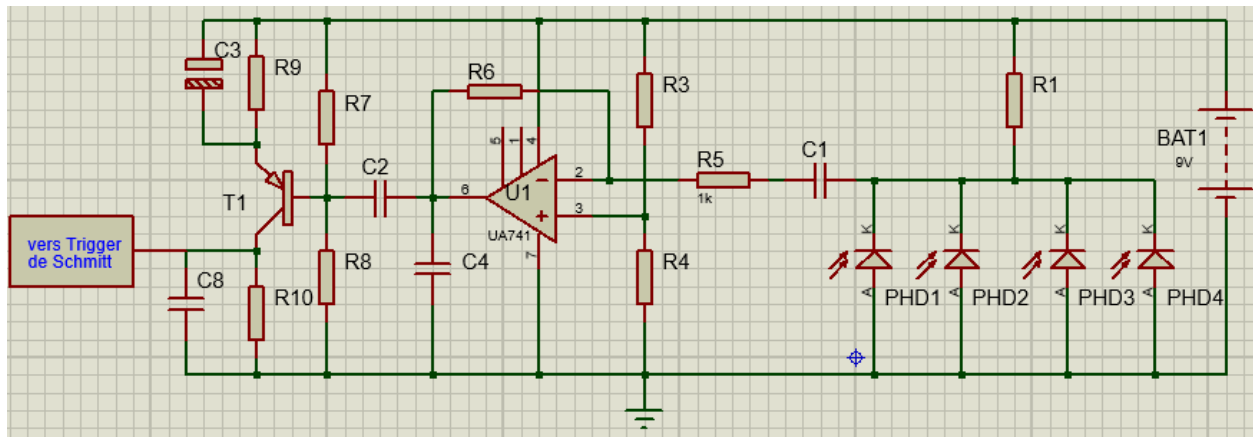


Figure 71 : étage d'amplification et de Filtrage

3.4.3. Mise en forme des signaux :

Les signaux disponibles sur le collecteur de T1 sont acheminés sur un trigger de schmitt constitué par la porte AND de IC₂ : **B** tel qu'indiqué la **figure 72**. Rappelons qu'un tel montage a pour effet de « verticaliser » les fronts montants et descendants du signal, Les impulsions mis en forme sont ensuite envoyées à l'entrée horloge d'un compteur décodeur décimal CD4017 (IC6). Ce compteur avance pour chaque front montant, ainsi qu'il le sera précisé ultérieurement, et périodiquement remis à zéro.

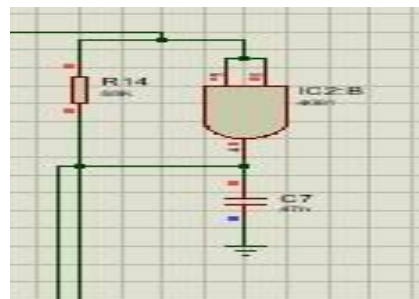


Figure 72 : montage du trigger de Schmitt.

3.4.4. Détection des pauses :

Nous sommes à une étape de filtrage où nous tentons de trouver les "pauses" créés par le codage de l'Emetteur IR. Pour ce faire, le système proposé nécessite que le condensateur C11 qui joue le rôle central dans la détection des pauses, est périodiquement chargé par les impulsions en état haut. Dans ces conditions, la décharge ne peut se produire que par R20 étant donné la présence de la diode anti-retour D1. Enfin, on observe aux entrées réunies de la porte AND I de IC2 :D des impulsions consécutives et collées, dont les minimas sont au-dessus du seuil de basculement de la porte en état "Bas", lorsque le récepteur reçoit une série d'impulsions de

codage. Par conséquent par exemple pour une série de 3 impulsions la capacité C11 se déchargera après la 3ème impulsion pour faire basculer la porte AND I de IC2 :D, qui présente dans ce cas un état bas à sa sortie. Ce niveau bas est transformé en un niveau haut à la sortie de la porte NOR IV de IC1 :D.

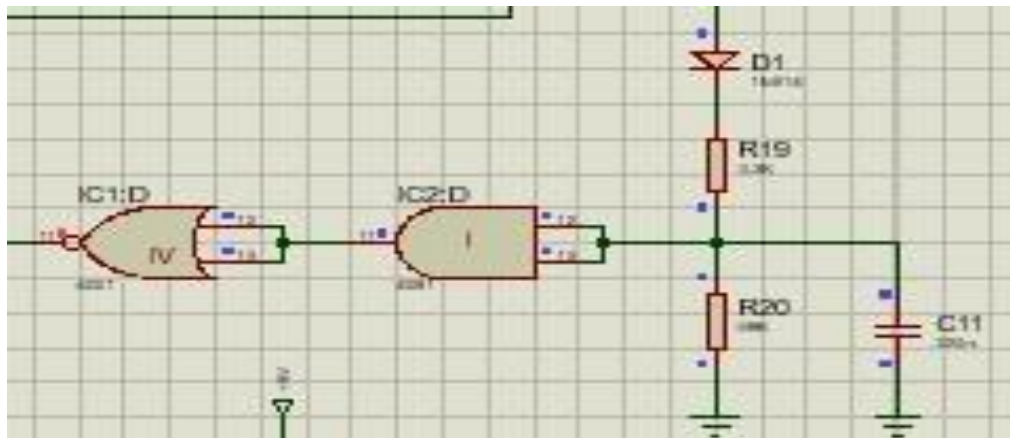


Figure 73 : circuit de la détection des pauses

3.4.5. Relevé périodique du compteur :

Dès le début de la détection d'une pause, la bascule monostable formée par les portes NOR de U5 : A et B comme indiqué sur **la figure 74** se trouve sollicitée et délivre à sa sortie une brève impulsion positive. Cette impulsion positive est utilisée pour activer les portes AND de lecture de IC₈ et IC₁₂. Pendant cette brève impulsion de même durée à la sortie de l'une de ces quatre portes suivant qu'un état haut est disponible sur les sorties Q2, Q3, Q4 ou Q5 de IC₆ comme on le voit sur **la figure 75**. Ainsi une série de trois impulsions consécutives aura pour effet, dès la pause de faire apparaître un bref état haut sur la sortie IC₈:D « AR » correspondant à un ordre de marche arrière du véhicule.



Figure 74 : montage monostable

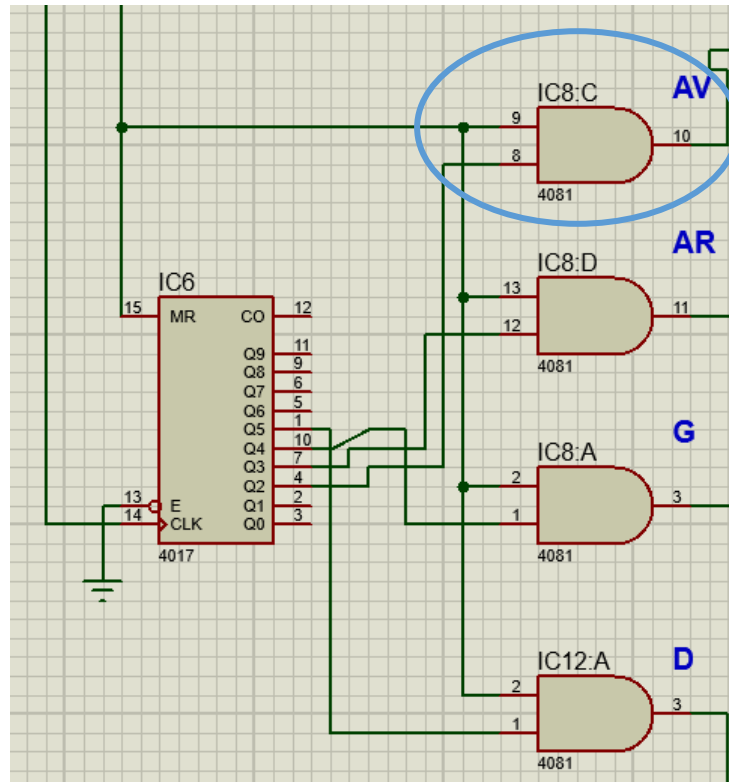


Figure 75 : les sorties de compteur décodeur CD 4017

3.4.6. Remise à zéro périodique du compteur :

Le circuit utilise la fin de l'impulsion générée par le circuit de pause (figure74) pour déclencher une bascule monostable constitué des portes U3 :C et U3 :D qui à son tour génère une impulsion de remise à zéro pour le compteur. Cela garantit que le compteur est remis à zéro à chaque fin de séries d'impulsions figure 76.



Figure 76 : montage monostable.

3.4.7. Récupération des signaux décodés :

On retrouve sur ce schéma quatre montages identiques. Chacun correspondant à un canal prenons l'exemple du canal « AR » (figure 77), chaque impulsion brève délivrée au moment du relevé du compteur « AR » est ici augmentée en durée grâce à la bascule monostable formée par les portes NOR de IC₉ (B et A). Les valeurs des composants R₁₈ et C₁₃ sont prévues pour obtenir un état haut de sortie dont la durée est proche du cycle de sollicitation (100ms) d'un canal donné.

L'état haut périodique ainsi délivré par la bascule monostable charge périodiquement la capacité C₂₁ dont l'armature positive reste à un potentiel supérieur à celui du basculement de la porte AND I de IC₇ tant que se produisent les états haut de sollicitation du canal « AR ». En effet C₂₁ ne peut se décharger que par l'intermédiaire de R₃₄ grâce à la présence de la diode anti retour D₃₁. En revanche, lorsque les impulsions s'arrêtent, C₂₁ se décharge et la porte AND bascule à l'état bas.

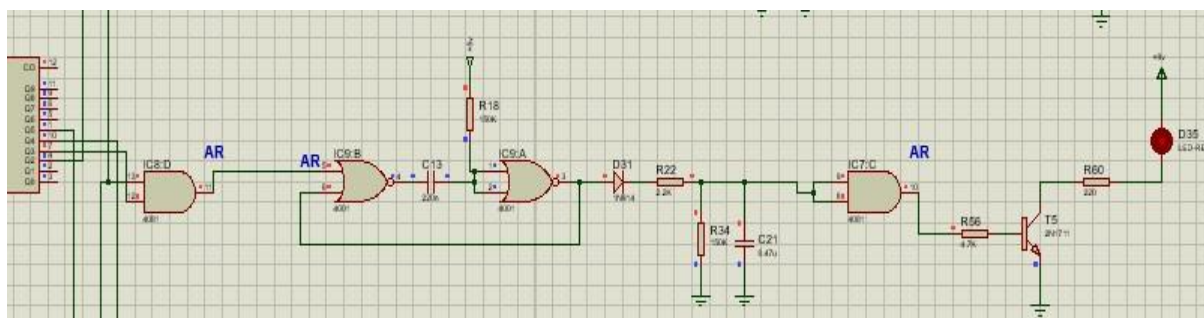


Figure 77 : commande « AR ».

3.4.8. Commande des relais :

Les portes AND (Figure 77) de IC₈ sont reliées à la base de quatre transistors NPN T₄ à T₇ dont le circuit collecteur comporte le bobinage d'un relais.

Enfin, les diodes D₆ à D₉ protègent les transistors contre les surtensions liées aux effets selfique(surtensions) lors des coupures d'alimentation des bobinages (figure78).

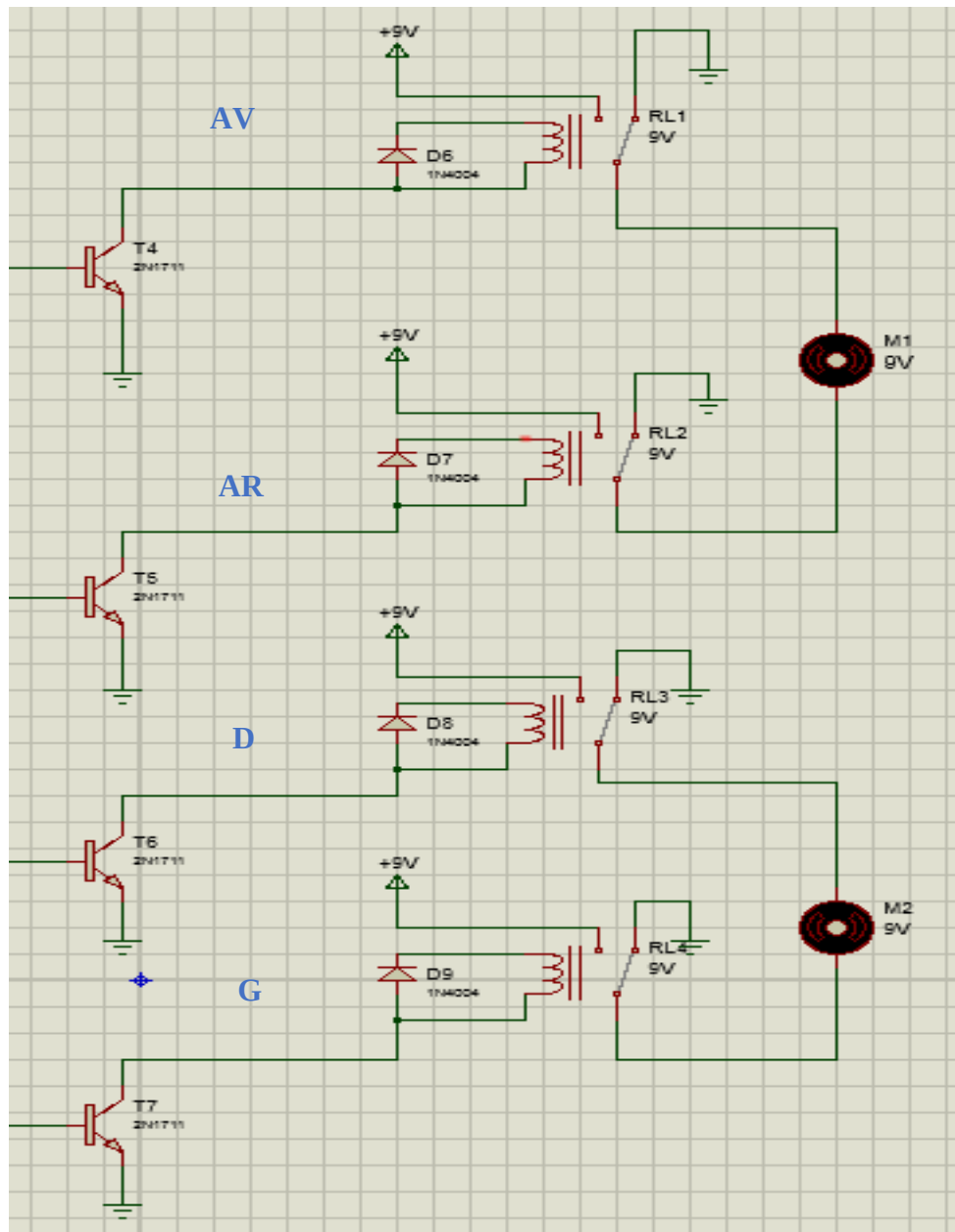


Figure 78 : Commande des relais.

3.4.9. Circuit de puissance :

Les relais sont groupés deux par deux et montés de telle façon que suivant que l'on sollicite l'un ou l'autre d'un groupement donné (par exemple AV ou AR) il se produit l'alimentation du moteur concerné, mais avec polarité inversées si bien que le moteur tournera dans un sens ou dans l'autre.

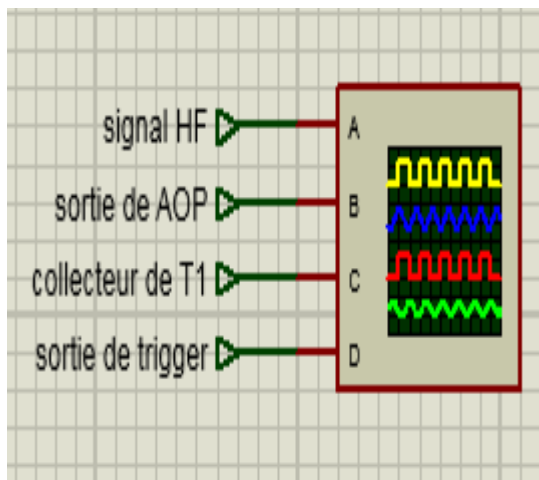
3.4.10 Simulation de la partie réceptrice :

Dans cette section, nous présenterons les résultats de simulation, ainsi que les oscillogrammes de fonctionnement : pour les différentes commandes découlant du meme schéma de principe de la figure 71 et 72 au princioede fonctionnement de chaque commande et dont le schéma

Le le cteur fera référence aux figures 71 et 72 pour comprendre les signaux que nous avons obtenus. Nous représentons la figure 71 pour faciliter l'interprétation des signaux.

3.4.10.1 Amplification et mise en forme :

Les signaux que nous fournissons sont : le signal HF et le signal de l'amplification ainsi le signal signifie qu'à la sortie du transistor (au niveau de son collecteur) et le signal à la sortie du trigger de schmitt pour huit commandes : (avant /arrière /gauche /droit /avant gauche/avant droit/arrière gauche/arrière droit). **Voir figure (71 et 72)**



Le signal Jaune : Réception du signal HF.

Le signal Bleu : Sortie de l'Amplificateur Opérationnel

Le signal Rouge : Sortie au collecteur de T1.

Le signal Vert : Sortie du trigger de Schmitt

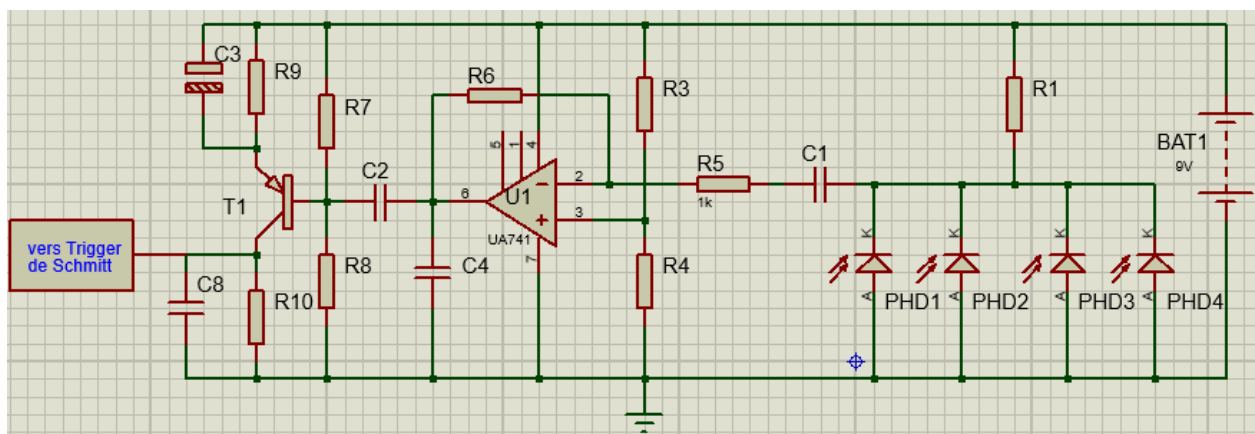


Figure 71(bis) : étage de réception : Amplification, démodulation et Filtrage

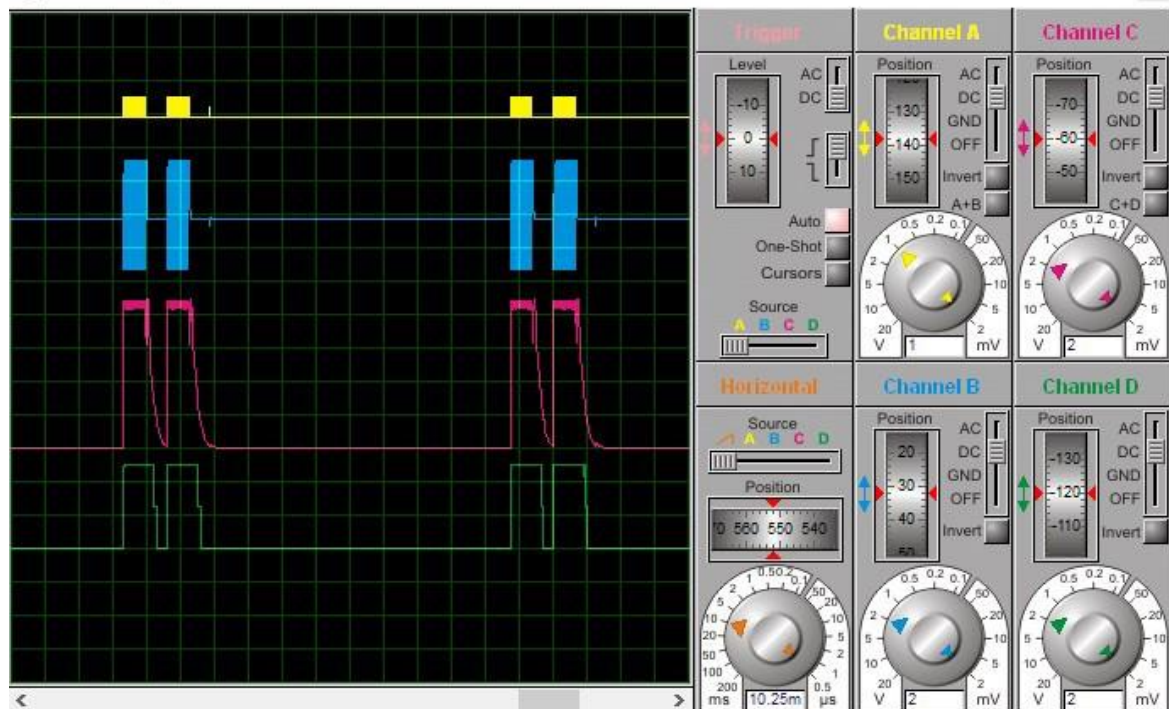


Figure 79 : Commande Avant (AV)

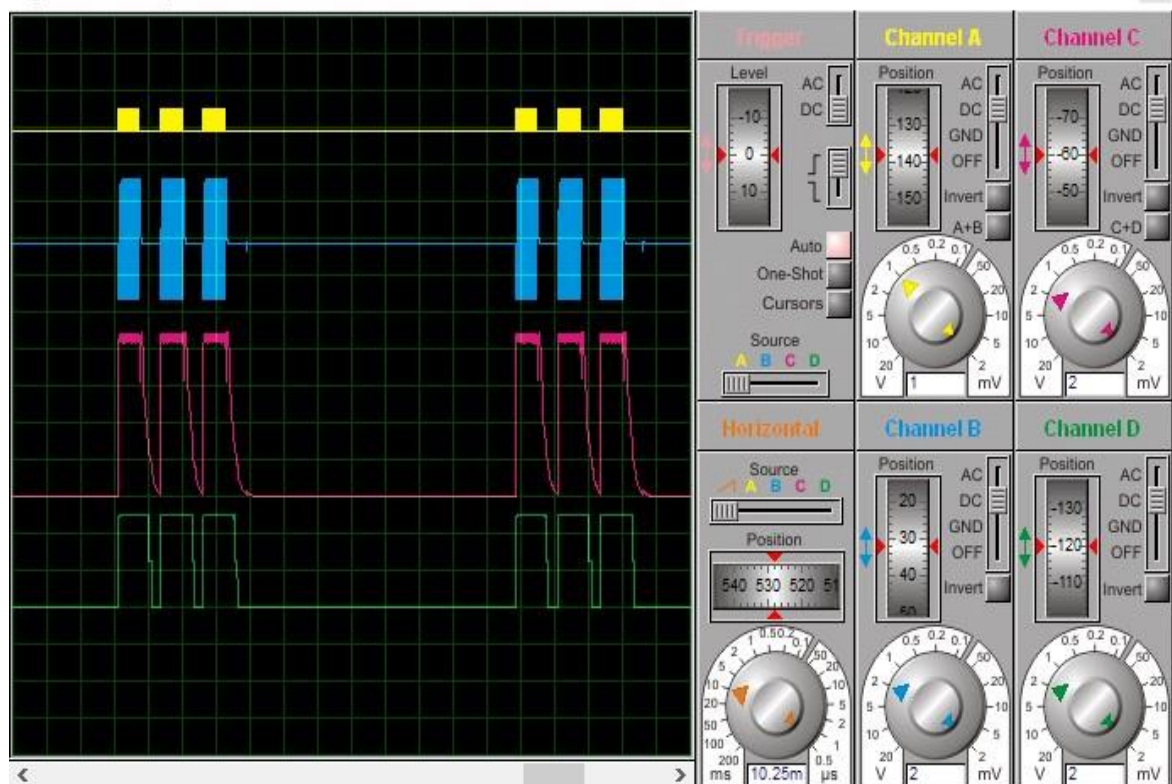


Figure 80 : Commande Arrière (AR).

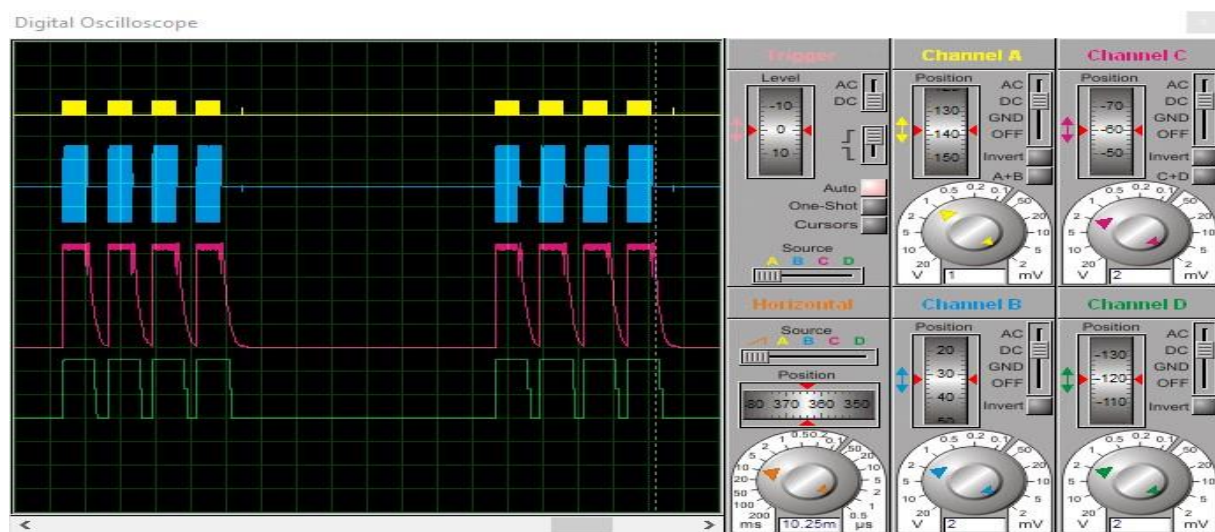


Figure 81 : Commande Gauche (G).

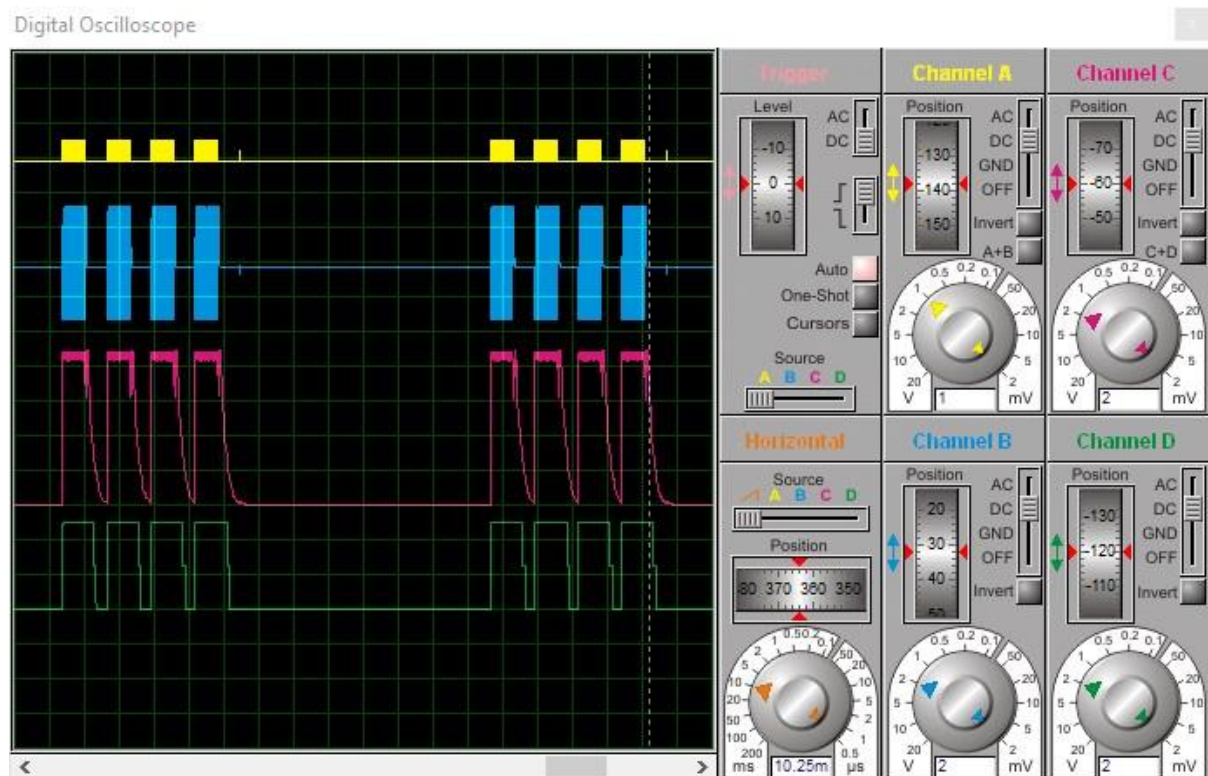


Figure 82 : Commande droite (D).

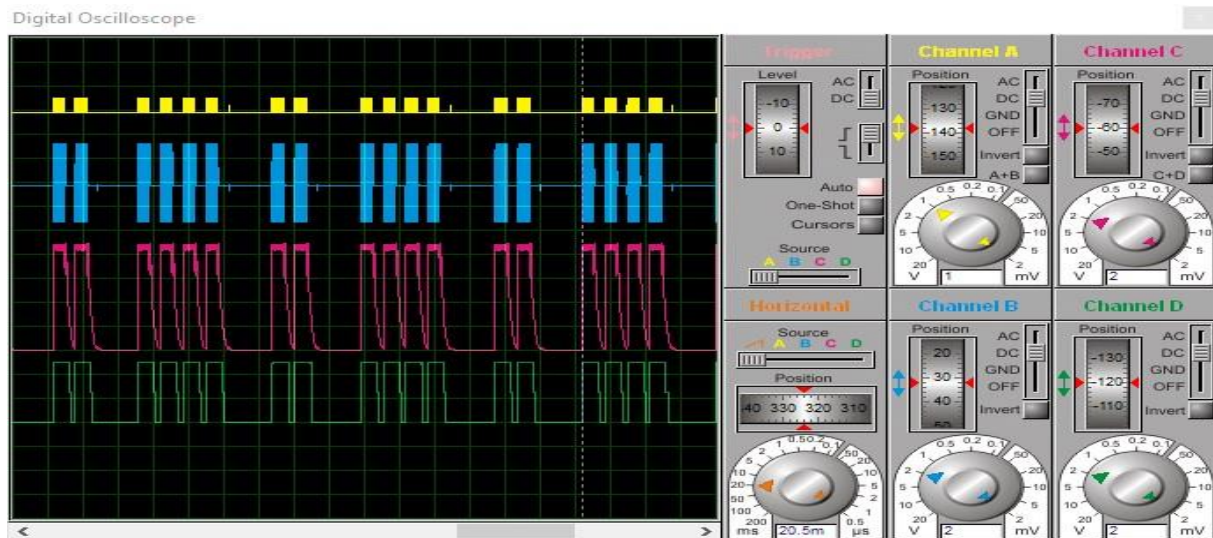


Figure 83 : commande avant gauche (AV+G).

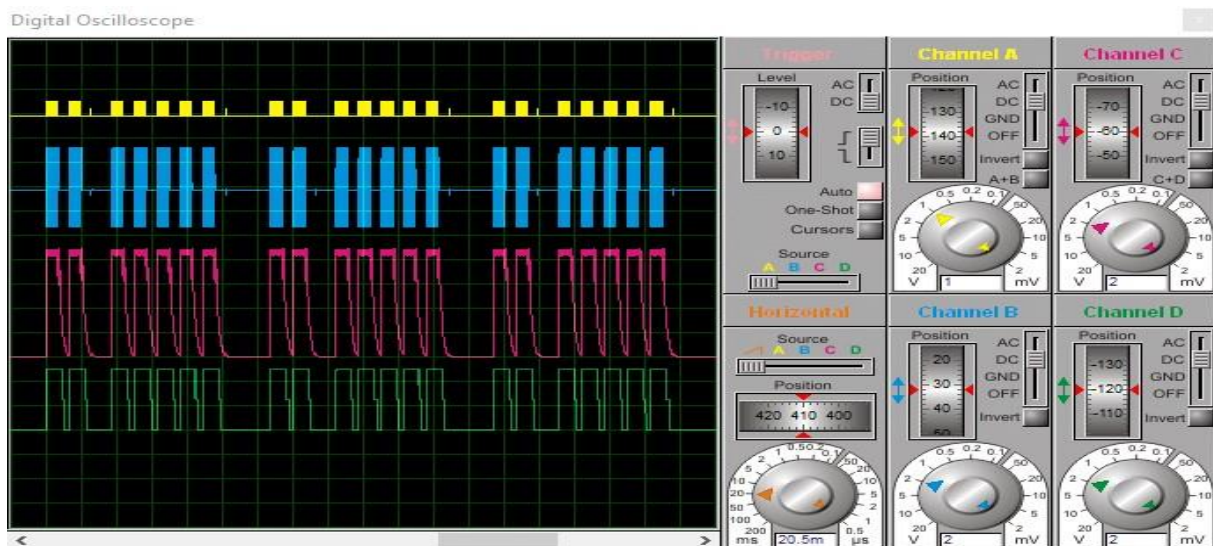


Figure 84 : commande avant droit (AV+D).

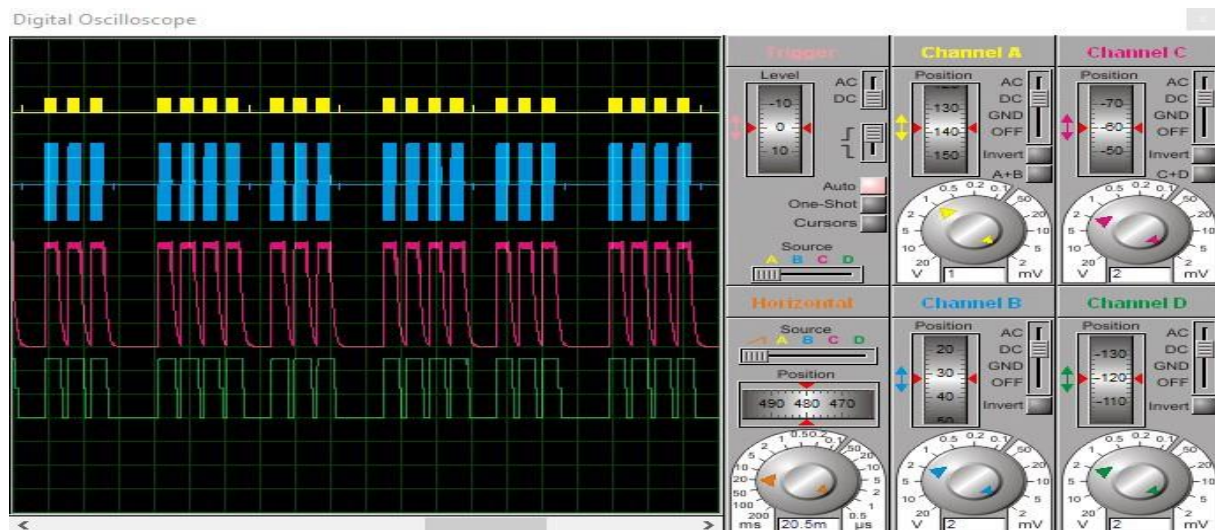


Figure 85 : commande arrière gauche (AR+G).

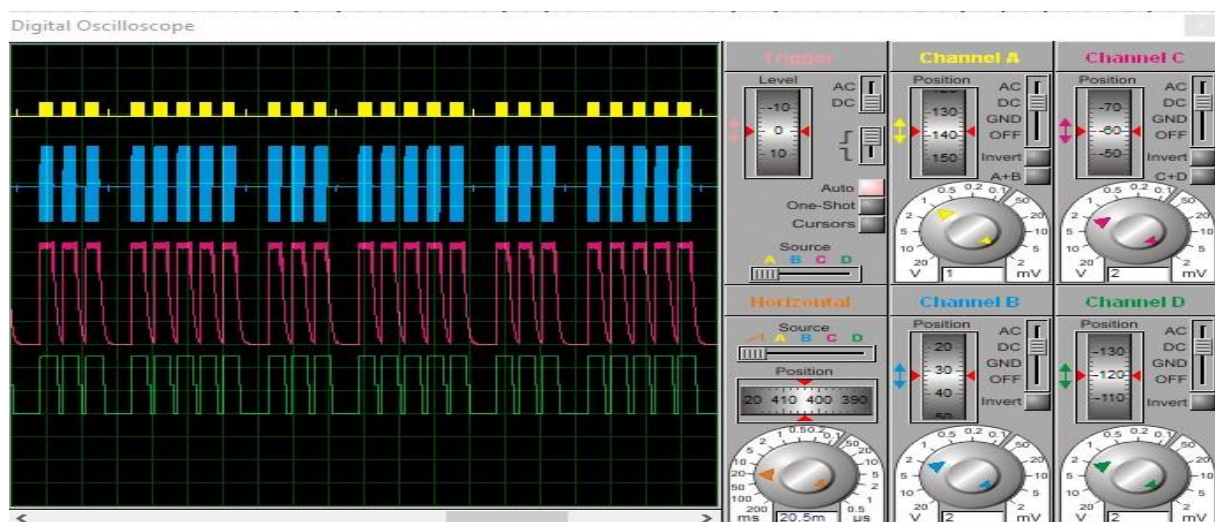
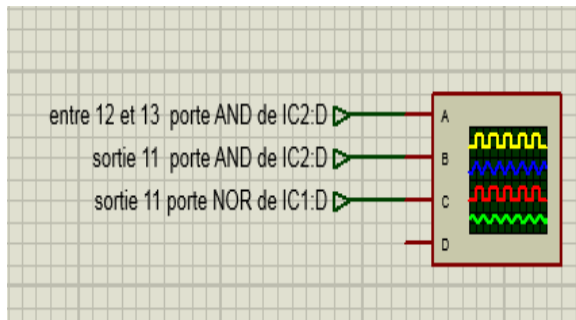


Figure 86 : commande arrière droit (AR+D).

3.4.10.2 Détection de pauses :

On a pris les cas de simulation pour les 4 commandes principales (AV ; AR ; G ; D)

Les signaux que nous fournissons sont : le signal d'entrée et de sortie de la porte AND I de IC2 : D, ainsi le signal de la sortie de porte NOR IV de IC1 :D. Voir figure (73)



Le signal Jaune : représente le signal d'entrée 12 et 13 de la porte AND I de IC2 : D.

Le signal Bleu : représente le signal de sortie 11 de la porte AND I de IC2 :D.

Le signal Rouge : représente le signal de sortie 11 de la porte NOR IV de IC1 : D.

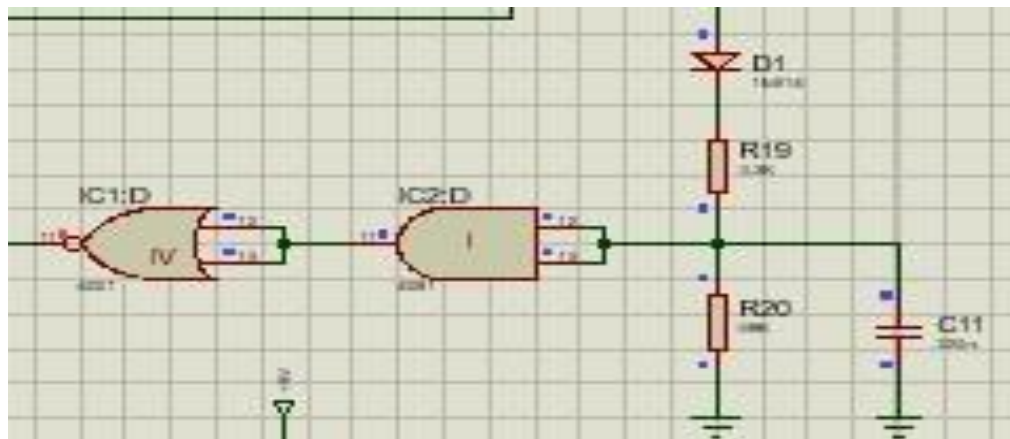


Figure 73 (bis) : circuit de la détection des pauses

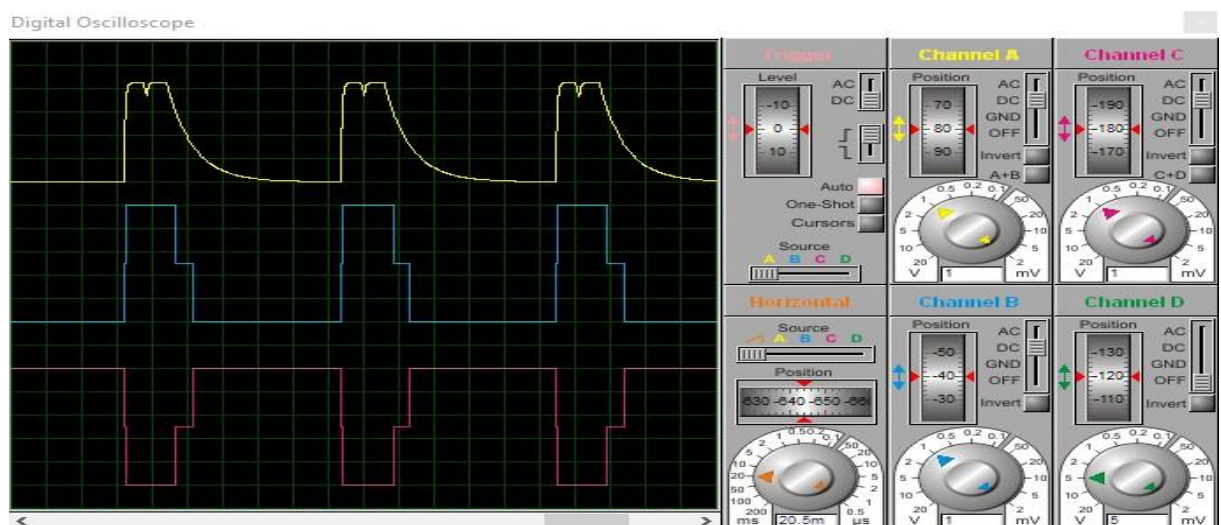


Figure 87 : commande avant (AV)

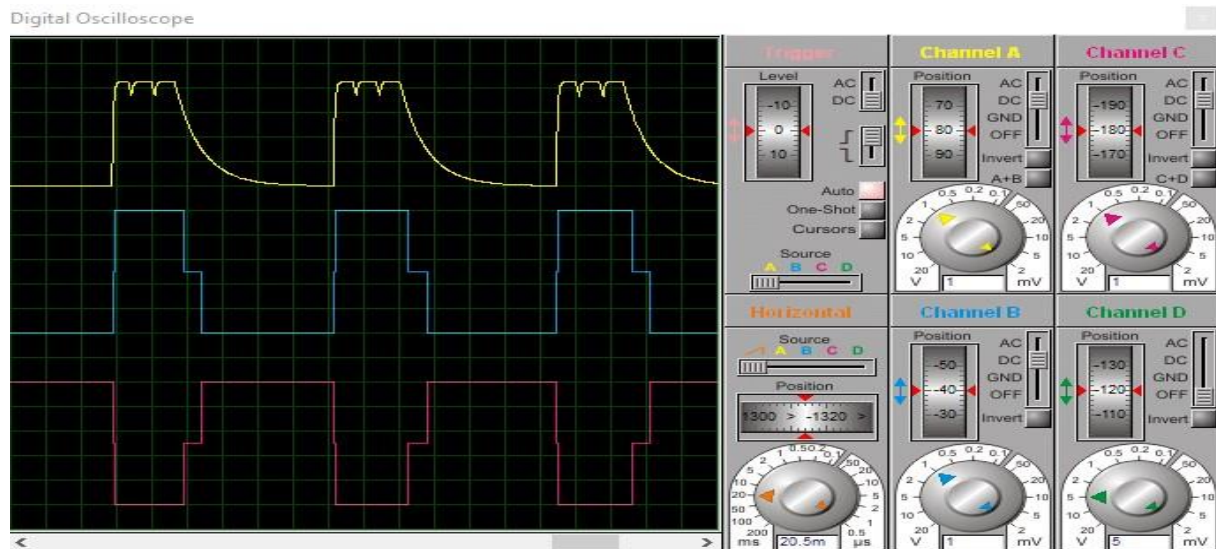


Figure 88 : commande arrière (AR).



Figure 89 : commande gauche (G).

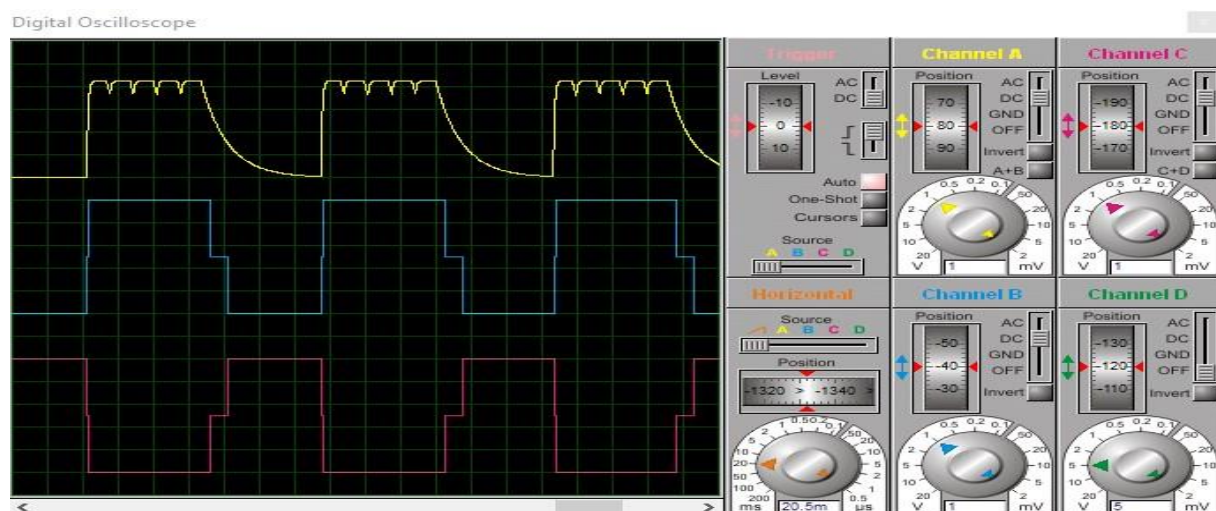
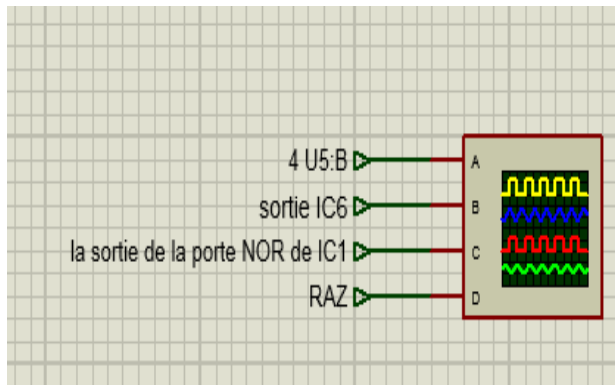


Figure 90 : commande droit(D).

3.34.10.3 Relevé périodique du compteur :

On a pris les cas de simulation pour les 2 commandes principales (AV ; AR)

Nous avons obtenu quatre signaux : la sortie du circuit monostable U5, la sortie de la porte NOR de IC1, le signal de RAZ et finalement le signal de sortie « relevé » de IC6 (CD4017). Voir figure précédentes (37 ; 73,74,76)



Le signal Jaune : représente la sortie de monostable U5.

Le signal Bleu : représente la sortie de IC6.

Le signal Rouge : représente la sortie de la porte NOR de IC1.

Le signal Vert : représente le signal de RAZ.

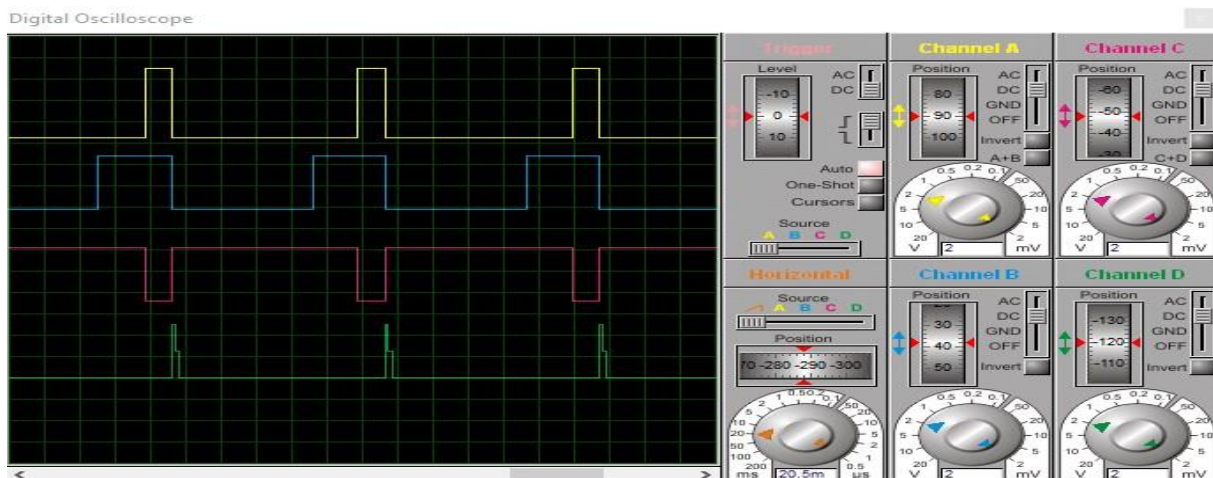


Figure 91 : commande avant (AV)

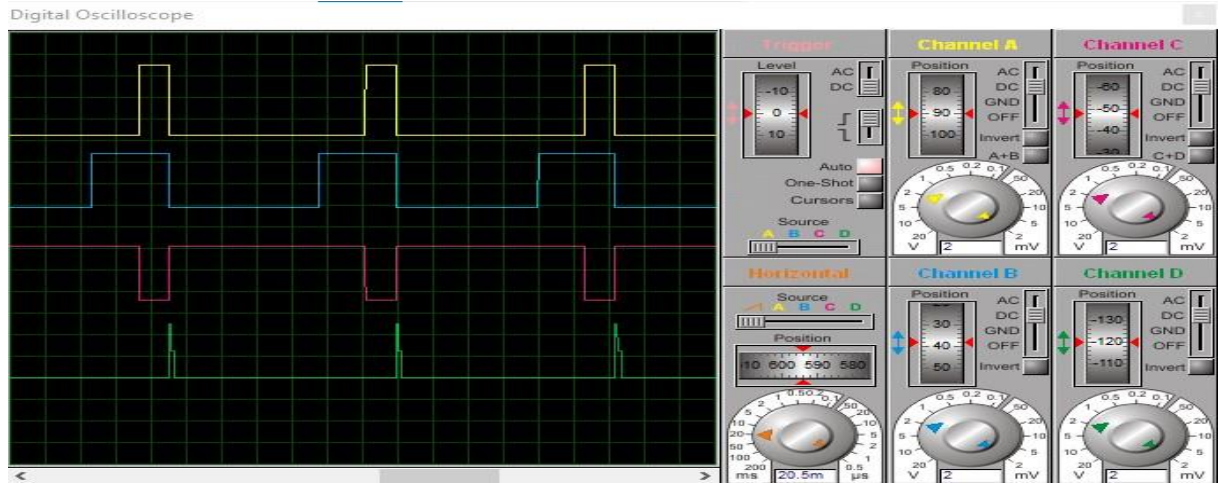


Figure 92 : commande arrière (AR).

3.4.10.4 Simulation partie puissance :

On a pris les cas de simulation pour les 4 commandes principales (AV ; AR ; G ; D)

Dans le cadre de notre simulation, nous avons remplacé chaque sens de rotation des moteurs M1(traction) et M2(direction) par les LED.

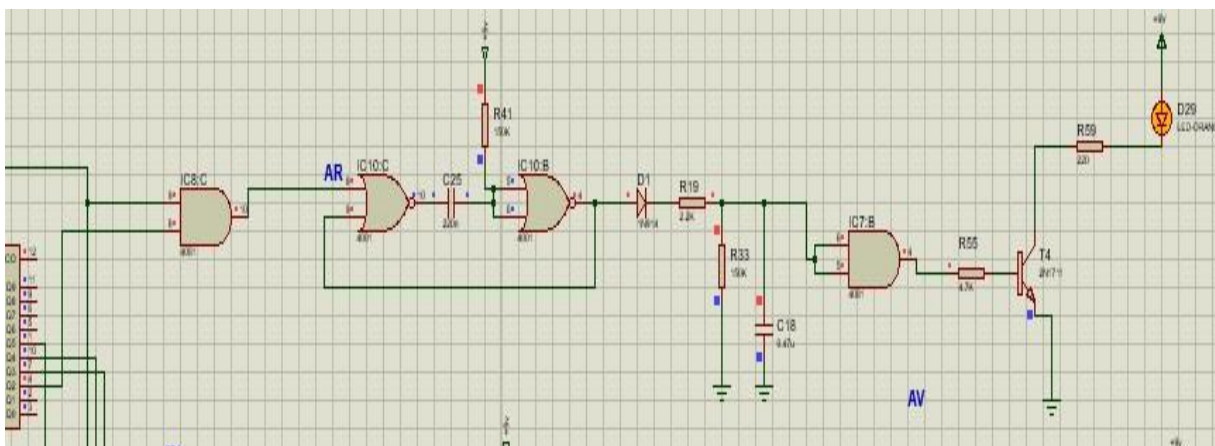


Figure 93 : Commande « AV »

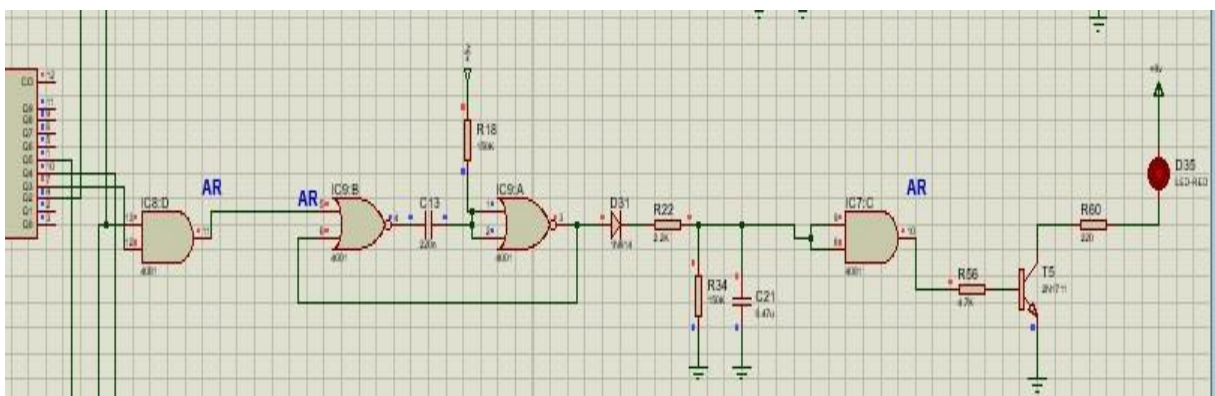


Figure 94 : Commande « AR »

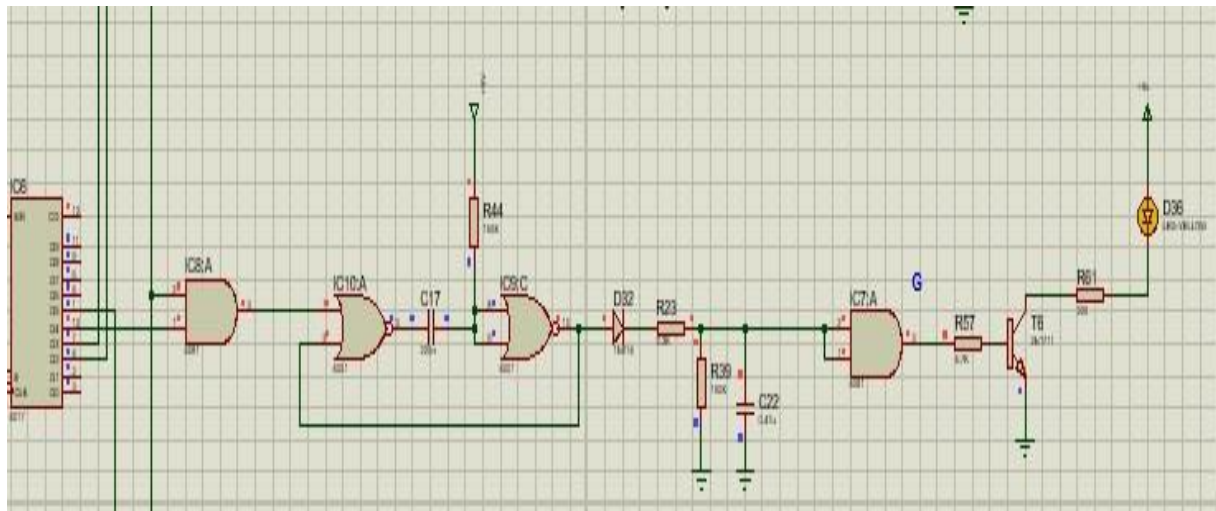


Figure 95 : Commande « G »

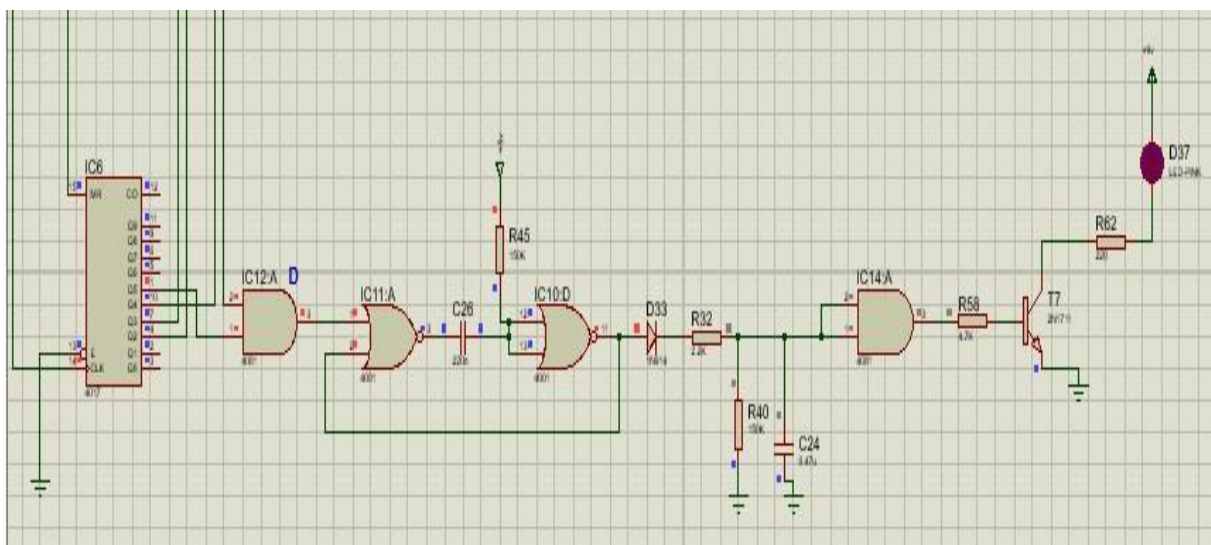


Figure 96 : Commande « D »

3.4.11 Conception de la partie Récepteur sous l'environnement ARES :

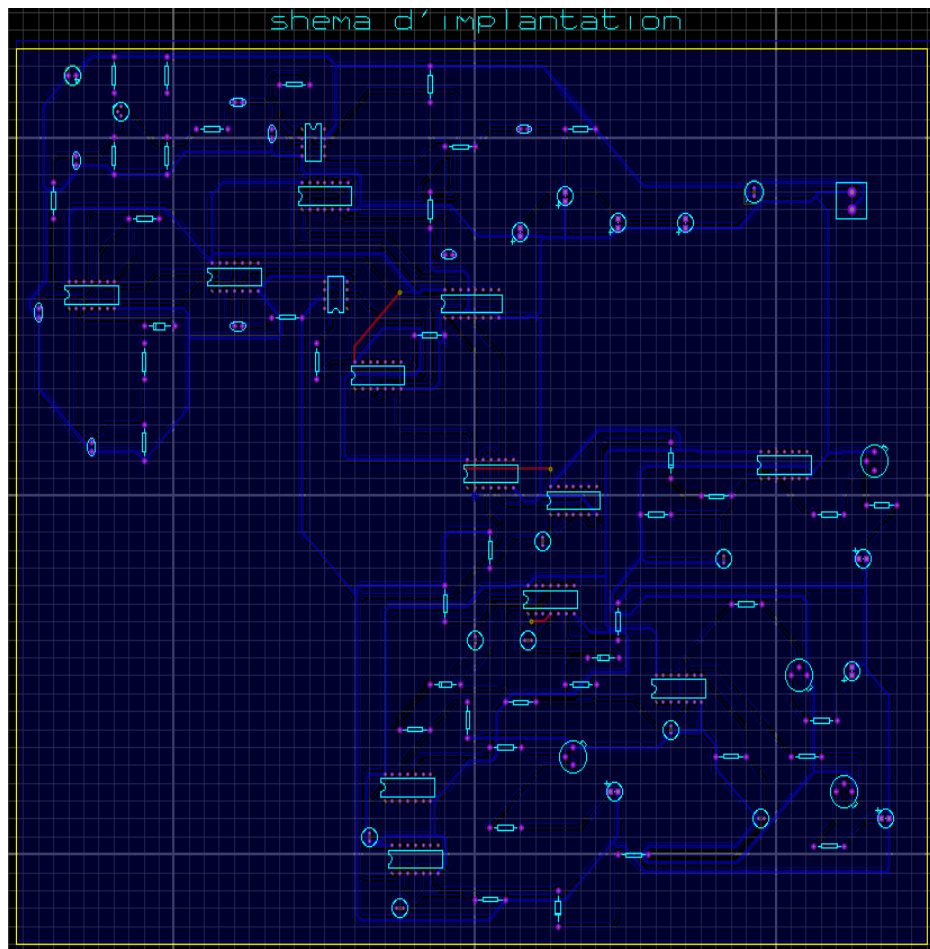


Figure 97 : schéma d'implantation de la partie Récepteur.

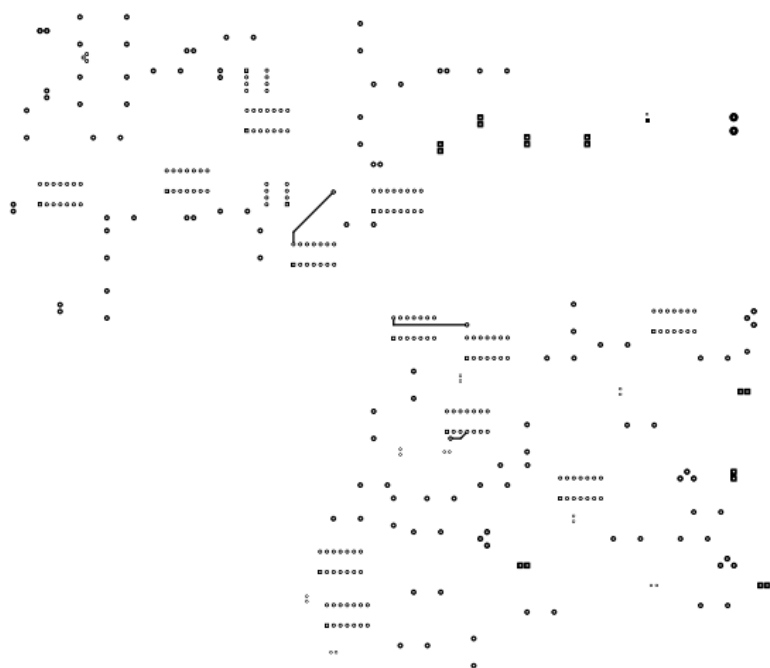


Figure 98 : typon de la partie Récepteur face supérieure

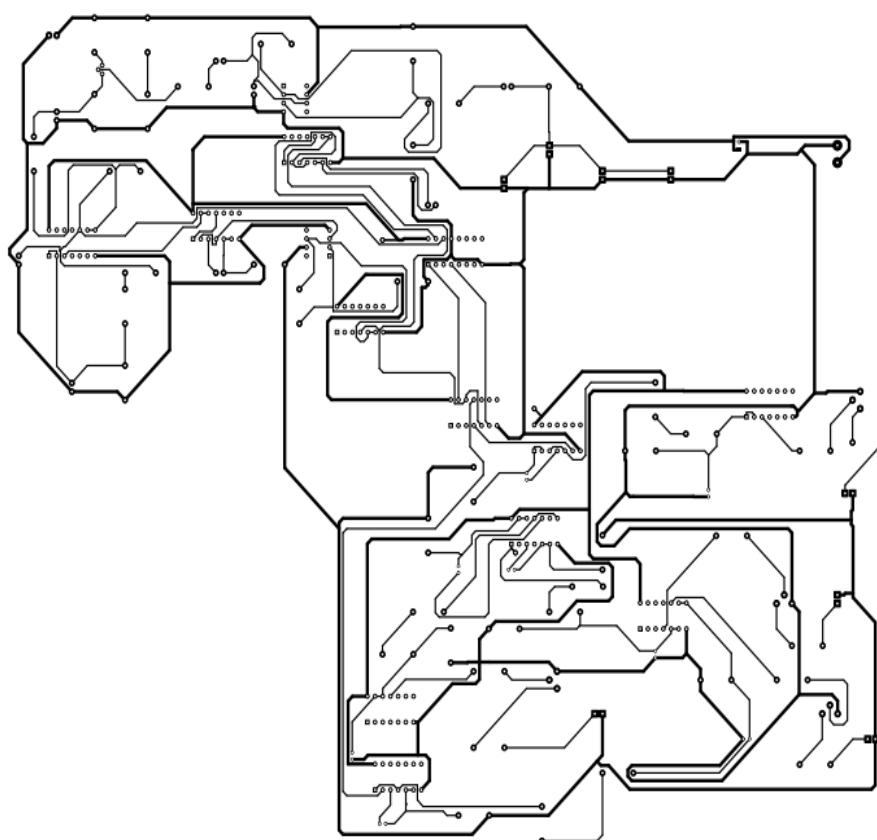


Figure 99 : typon de la partie Récepteur face inférieure

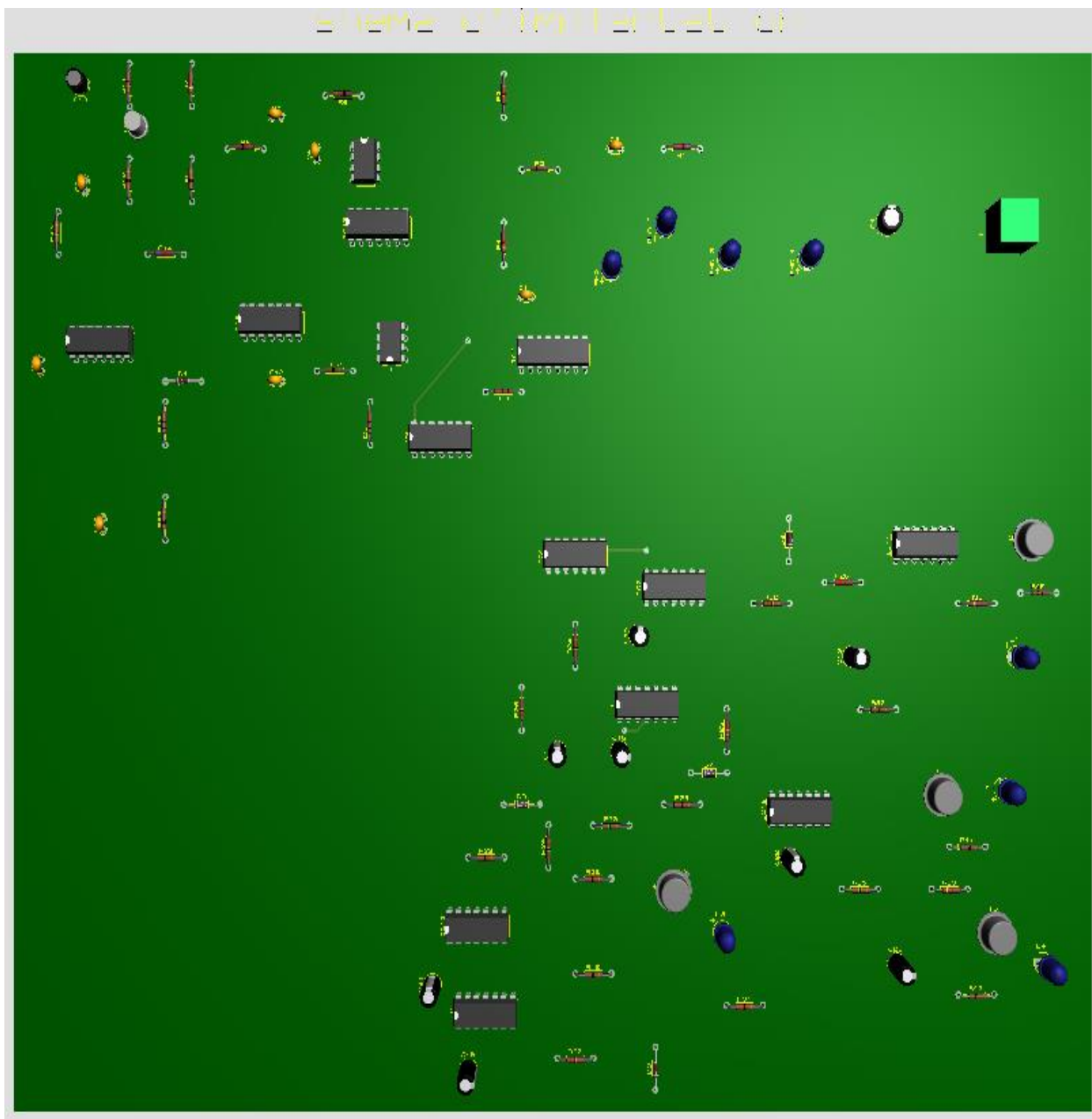


Figure 100 : image 3D du circuit Récepteur IR.

4. Conclusion :

A travers ce chapitre, nous avons donné une description du fonctionnement des différents étages qui constituent le montage émetteur IR et récepteur IR. Par la suite nous avons simulé sous l'environnement ISIS et conçu sous l'environnement ARES les fonctions principales du circuit électrique de notre montage en fonction des différentes actions de commande AV ; AR ; G ; D ; AV+G ; AV+D ; AR+G et AR+D. Enfin nous avons présenté les différents résultats sous forme de signaux simulés sur oscilloscope aux différents points essentiels du montage.

l'étude du circuit de commande Emetteur-Récepteur IR puis la simulation des 2 circuits électronique nous a permis d'obtenir des résultats corrects et intéressants, et concordant avec le principe théorique de fonctionnement étudié de ce circuit malgré quelques difficultés rencontrées avec le logiciel de simulation qui a révélé certaines limites qui s'est traduit par quelques problèmes de lenteur d'exécution, de blocage ou d'erreurs de démarrage ; d'instabilité,...etc, et ceci certainement à cause du volume et de la complexité des deux circuits Emetteur et Récepteur.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion Générale

Dans notre mémoire, nous avons étudié un sujet important sous l'aspect électronique puisque notre travail consiste à l'étude du système de commande IR de moteurs pour faire déplacer un véhicule dans les quatre directions (AV, AR, G, D) en utilisant le rayonnement infrarouge. Notre travail comporte deux parties : la première partie est l'émission IR et la deuxième partie la réception IR.

Dans un souci de clarté et de compréhension, nous avons divisé le travail en trois grandes parties :

Dans la première partie, nous avons donné un aperçu de l'émission IR et de la réception IR en utilisant un schéma synoptique du montage pour comprendre le système motorisé commandé par infrarouge.

Dans la deuxième partie nous avons présenté les éléments importants qui constituent le montage Emetteur-Récepteur-IR. Nous avons défini les composants électroniques en mentionnant les caractéristiques de chaque élément et en expliquant le principe de fonctionnement. Nous avons également exposé les différents composants indispensables à la simulation de notre montage tels que les portes logiques, le circuit intégré CD4017 et l'amplificateur opérationnel etc.

La troisième partie présente le principe de fonctionnement détaillé du montage Emetteur Récepteur IR et nous avons présenté la simulation ainsi que le dimensionnement du circuit imprimé sous les environnements ISIS et ARES de PROTEUS. Nous avons également représenté les signaux correctement à partir des circuits électriques Emetteur IR et Récepteur IR pour évaluer le bon fonctionnement de notre système. Ce dispositif se caractérise par l'avantage d'exécuter des commandes de déplacement de manière indépendante ou simultanée.

Enfin, la simulation ISIS a joué un rôle clé dans notre travail de projet, et nous a offert l'opportunité d'explorer en profondeur le fonctionnement et les différentes défaillances rencontrées dans la simulation. Bien qu'il y ait des aspects positifs de ce logiciel de simulation, il y a aussi des aspects négatifs qui sont représentés par le temps d'exécution très lent vu la complexité du circuit.

L'étude et la simulation de ce montage nous a permis de vérifier les différentes étapes de génération de signaux et de traitement de l'information, notamment le codage dans la partie Emetteur et le décodage dans la partie Récepteur.

Enfin l'exploration de ce domaine est très vaste et suscitera pendant longtemps la curiosité des chercheurs, des amateurs et des professionnels, pour développer et perfectionner le contrôle à distance des appareils, des machines, des bras manipulateurs, des robots, des drones, ou des engins mobiles pour une mobilité en 2D ou en 3D.

Comme perspective le projet de commander à distance un engin pourra être développé par le principe d'une commande radiofréquence qui se caractérise par une portée très élevée. Evidemment l'autre technique est de réaliser une commande intelligente à distance contrôlée par un microcontrôleur ou par une carte arduino via un Smartphone ce qui pourra faire l'objet d'un futur projet.

Bibliographie

- [1] Définition | infrarouge-futura sciences. Futura-sciences.com, 29 décembre 2021.
<https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/physique-infrarouge-1011/>
- [2] Mémoire de fin d'étude « étude et réalisation d'un émetteur -récepteur infrarouge »
« SERIARI KHADIDJA, KAHOUADJI FATIMA ZOHRA », [2014-2015]
- [3] spectre électromagnétique. Khan academy
<https://cdn.kastatic.org/ka-perseus-images/b1c150732e98b1769be7ebab142827b2b5e42324.png>
- [4] Michal Borkou ski et al. (2018). Avantages et inconvénients de la transmission infrarouge-
Brainly.in. Brainly.
[https://brainly.in/question/4201385#:~:text=1\)%20Infrared%20transmission%20requires%20a%20room%20or%20chamber.&text=1\)The%20speed%20of%20data,for%20a%20small%20range%20distance](https://brainly.in/question/4201385#:~:text=1)%20Infrared%20transmission%20requires%20a%20room%20or%20chamber.&text=1)The%20speed%20of%20data,for%20a%20small%20range%20distance)
- [5] Wikipédia. 2024. Circuit intégré 4017
https://fr.wikipedia.org/wiki/Circuit_int%C3%A9gr%C3%A9_4017 .
- [6] CMOS 4017. Antoniadis Electronics
https://www.antoniadis.com.cy/26715-large_default/ic-4017-cmos.jpg
- [7] Brochage de CD4017. Build electronic circuits
https://www.build-electronic-circuits.com/wp-content/uploads/2020/08/4017_Pinout-white.png
- [8] Incrémentation sur front montant. Wikipédia
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/06/CMOS_4017_-_Functional_Diagram_-_Edge_Up_-_with_pin_number_colored.svg/500px-CMOS_4017_-_Functional_Diagram_-_Edge_Up_-_with_pin_number_colored.svg.png
- [9] Incrémentation sur front descendant. Wikipédia
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d3/4017_Functional_Diagram.svg/429px-4017_Functional_Diagram.svg.png
- [10] Chronogramme. Wikipédia.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/61/CMOS_4017_Timing_Diagram_%28En%29.svg/785px-CMOS_4017_Timing_Diagram_%28En%29.svg.png
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/61/CMOS_4017_Timing_Diagram_%28En%29.svg/785px-CMOS_4017_Timing_Diagram_%28En%29.svg.png
- [11] C.I. 4001. Kits guru
https://kitsguru.com/cdn/shop/files/CD4001Quad2InputNORGateICDIP-14_540x.jpg?v=1708431345
- [12] Brochage de CD4001. BEKHTI Ismail et CHOUIH Ihab. Mémoire de fin d'études – Etude, Simulation et Réalisation d'un Circuit Electronique Régulateur de Température. Université de Tlemcen. (2024)
- [13] symbole de la porte NOR. Codeur Pro
https://codeur-pro.fr/wp-content/uploads/2021/01/porte_logique_or-e1610274228530.png
- [14] C.I. 4011. Velleman Group
<https://cdn.velleman.eu/images/products/20/cd4011.jpg>
- [15] Brochage de CD4011. Wikipédia
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b1/4011_Pinout.svg/220px-4011_Pinout.svg.png
- [16] symbole de la porte NAND. Codeur Pro
https://codeur-pro.fr/wp-content/uploads/2021/01/porte_logique_nand-e1610274584807.png
- [17] C.I. 4081. Hub360
<https://hub360.com.ng/wp-content/uploads/2020/05/download-100.jpeg>
- [18] Brochage de CD4081. Build electronic circuits
https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTsNOhu9OoTfYNI0n_zmFkxw2LVIVfR546gfw&s
- [19] symbole de la porte AND. Codeur Pro

- https://codeur-pro.fr/wp-content/uploads/2021/01/porte_logique_and-e1610274100433.png
- [20] C.I 4584. Mercado libre
https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_766087-MLA81045094353_112024-O.webp
- [21] Brochage de CD4584. Circuits diy
<https://circuits-diy.com/wp-content/uploads/2021/01/CD4584-Pinout.jpg>
- [22] symbole de la porte NON. Components101
<https://components101.com/sites/default/files/inline-images/TC4584B-internal-structure.png>
- [23] C.I. UA741.Circuits Today.
<https://www.circuitstoday.com/wp-content/uploads/2008/07/uA741-pinout.jpg>
- [24] Le brochage du UA741. MOSTEFAOUI Ikram & MEZERA Ibtissem. Mémoire de fin d'études – Etude et Simulation d'un Générateur de Bruitage. Université de Tlemcen. (2021)
- [25] micro-Planet, ua741 amplificateur operationnel
<https://www.google.com/imgres?q=ua741%20brochage&imgurl=https%3A%2F%2Fwww.micro-planet.ma%2Fwp-content%2Fuploads%2F2017%2F11%2FuA741-pinout.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.micro-planet.ma%2Fproduit%2Fua741-amplificateur-operationnel%2F&docid=8yPIuMAn6E8S8M&tbnid=MUzQ68vcMlIZKM&vet=12ahUKEwieq sPGmLqNAXVrTKQEHWKKKDAQM3oECG0QAA..i&w=600&h=251&hcb=2&ved=2ahUK EwieqsPGmLqNAXVrTKQEHWKKKDAQM3oECG0QAA>
- [26] μ A741 General-Purpose Operational Amplifiers ,TI.COM
https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ua741.pdf?ts=1747974405751&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F
- [27] Transistor bipolaire. Africaplace
<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTrrlwAUEKFGPTiP47uyHL620RMis7iOIxFUA&s>
- [28] Brochage de 2N1711. Allelcoelec
<https://www.allelcoelec.com/upfile/images/2e/20241024164115927.png>
- [29] Transistor Darlington. Electronics tutorials
<https://www.electronics-tutorials.ws/wp-content/uploads/2013/09/tran63.gif?fit=482%2C238?fit=355,226>
- [30] gain de Darlington , Le brochage du UA741. MOSTEFAOUI Ikram & MEZERA Ibtissem. Mémoire de fin d'études – Etude et Simulation d'un Générateur de Bruitage. Université de Tlemcen. (2021)
- [31] Symbole de photodiode. Wikipédia
<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSLVw6vzICgh6ucOfKOGd2nripCU5rFlScT-Q&s>
- [32] BPW34. Indiamart
<https://5.imimg.com/data5/SELLER/Default/2021/4/JT/NY/IB/80396401/bpw34-photodiode-500x500.jpg>
- [33] COMMANDE VOCALE POUR ÉQUIPEMENTS DOMESTIQUES À BASE D'UNE CARTE ARDUINO. BELBACHIR Aboubakr. Mémoire de fin d'études.2023. Disponible sur :
http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/21303/1/COMMANDE_VOCALE_POUR_EQUIPEMENTS_DOMESTIQUES_%C3%80_BASE_D%E2%80%99UNE_CARTE_ARDUINO.pdf
- [34] LED IR. LD271. Octopart
<https://sigma.octopart.com/41469888/image/Osram-LD271.jpg>
- [35] manette de commande. Einstronic
<https://einstronic.com/wp-content/uploads/2021/03/Universal-Infrared-Remote-Controller-1.jpg>
- [36] les appareils électroménagers. Vapeurmax
<https://www.vapeurmax.com/wp-content/uploads/2024/06/panorama-de-la-consommation-des-francais-en-appareils-electromenagers-2023.webp>
- [37] relais électrique. E-techno-tutos

<https://www.e-techno-tutos.com/wp-content/uploads/2021/01/relai-001.jpg>

[38] MOSTEFAOUI Ikram & MEZERAÏ Ibtissem. Etude et Simulation d'un Générateur de Bruitage. Mémoire de fin d'études. 2021. Disponible sur : <http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/16931/1/Ms.ELN.Mostefaoui%2BMezerai.pdf>

[39] Malavida. Proteus. 2025. <https://proteus.fr.malavida.com/windows/> .

[40] logo du logiciel Proteus Professional. Medium

https://miro.medium.com/v2/resize:fit:512/0*v9HoBe1g2EZ8jOPp.png

[41] Lachachi. D. Cours de Travaux avant-Projet. 3^{ème} années Licence. Université de Tlemcen.