



UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS DE MOSTAGANEM
FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE



N° d'ordre M..... /GE/2018

Mémoire de Projet de Fin d'Etude

Pour l'obtention du

Diplôme de Master Académique en Génie Electrique

Spécialité : **Électrotechnique Industrielle**

THEME

**ETUDE, CONCEPTION ET REALISATION D'UN
PONT ROULANT EN 2 DEGRES DE LIBERTES**

Présenté par :

HASSANI ABDOUDJALIL

CHOUMANE WALID

Soutenu le 03 /07/2018 devant le jury :

Président : Mme. GHOU MRI. L

Examineur : Mme. BERRAJA. K

Examineur : Mr BENYAMINA.M

Encadreur : Mr. OMARI . H

Promotion 2017/2018

INTRODUCTION GENERALE.....	IX
<i>Chapitre I</i>	<i>1</i>
PONT ROULANT : ETAT DEL' ART.....	1
I-1 histoire.....	2
I-2 introduction.....	3
I-3 Définitions et fonction d'un pont roulants.....	4
I-4 Constitution d'un pont roulant.....	5
I-4-1 Galets de guidage.....	5
I-4-2 Railles de guidage.....	5
I-4-3 Chariots	6
I-4-4 Poutre	6
I-4-5 Chemin de roulement	7
I-4-6 Le sommier	7
I-4-7 Moteur	8
I-5 Caractéristique des ponts roulants.....	8
I-5-1 les ponts roulant monopoutre.....	8
I-5-1-a les ponts roulants mopoutre posé.....	9
I-5-1-b Avantages de la conception posée monopoutre.....	9
I-5-1-c Les ponts roulants monopoutre suspendu	10
I-5-1-d Avantages de la conception suspendue monopoutre	10
I-5-2 Les ponts roulants bipoutres	11
I-5-2-a Les ponts roulants bipoutres posés	11
I-5-2-b Avantages de la conception bipoutre	12
I-6 Principaux mouvements d'un pont roulant	12
I-6-1 Le levage	13
I-6-2 La direction	13
I-6-3 La translation	13

I-6-4 L'orientation	13
I-7 Conclusion	14
<i>Chapitre II</i>	3
CONCEPTION SYSTEME ETUDIE.....	II
II-1 le capteur ultason.....	15
II-1-1 le principe des ultrasons.....	16
II-1-2 capteur ultrason SRF 06	17
II-1-2-a description.....	18
II-1-2-b caractéristique technique	19
II-1-2-c Remarque.....	19
II-1-3 exemple sur capteur ultrasonique (haute gamme).....	19
II-1-3-a description	19
II-1-3-b caractéristique technique	19
II-1-3-c comparaison entre le SRF235 et SRF06.....	20
II-1-3-d Remarque.....	20
II-2 Arduino.....	20
II-2-1 arduino type uno.....	21
II-2-1-a presentation.....	22
II-2-1-b caractéristique.....	23
II-2-2 comment utiliser l'arduino.....	24
II-2-3 interface logiciel développement arduino.....	24
II-3 proteus (isis)	25
II-3-1 présentation général.....	25
II-3-2 isis	26
II-4 2 module 5v 2canaux relais (channels 5v relay module)	27
II-4-1 présentation.....	27
II-4-2 caractéristiques.....	27
II-5 Moteur M2 DC 12V	28

II-5-1 caractéristique	28
II-6 Vérin 18 JAEGER SUPERJACK.....	29
II-6-1 Description.....	29
II-6-2 caractéristique	30
II-7 Conclusion	31
 <i>Chapitre III</i>	 3
 REALISATION DU PONT ROULANT	 3
 III-1 Introduction.....	 32
III-1-1 Pourquoi le grafcet.....	32
III-1-2 exemple sur grafcet	32
III-2 Analyse matériels	33
III-2-1 partie commande	33
III-2-1-a Commande moteur 2(mouvement horizontale).....	33
III-2-1-a-1 Commentaire.....	34
III-2-1-b Commande moteur 1 (mouvement vertical)	35
III-2-1-b-1 Commentaire.....	35
III-2-2 partie puissance	36
III-2-2-a circuit de puissance pour moteur 2 (M2).....	36
III-2-2-a-1 Commentaire.....	36
III-2-2-b circuit de puissance pour moteur 1 (M1)	37
III-2-2-b-1 Commentaire.....	38
III-3 Exemple	38
III-4 Analyse temporel.....	39
III-4-1 Grafcet de production normale (GPN).....	39
III-4-2 macro étape (levage)	40
III-4-3 Grafcet de sécurité	41
III-4-4 Commentaire.....	42

III-5 Analyse structurel.....	42
III-5-1 Commentaire.....	43
III-6 Conclusion.....	43
 CONCLUSION GENERAL.....	 44

LISTE DES FIGURES

Figure I-1: illustre un pont roulant industriel

Figure I-2 : illustre un exemple d'un pont roulant

Figure I-3 : illustré la description d'un pont roulant

Figure I-4 : Galet de guidage

Figure I-5 : Rails de guidage

Figure I-6 : Chariot

Figure I-7 : poutre

Figure I-8: Chemin de roulement

Figure I-9 : le sommier

Figure I-10 : représente un type de moteur utilisé dans les ponts roulants

Figure I-11 : Ponts roulants monopoutre posés

Figure I-12 : Ponts roulants monopoutre suspendu

Figure I-13 : Ponts roulants bipoutres posés

Figure I-14 : Principaux mouvements d'un pont roulant

Figure I-15 : Pont roulant monopoutre adapte pour dehors

LISTE DES FIGURES

Figure II-1 :Phénomène ultrasonique

Figure II-2-a: Capteur ultrason type SRF06 vu derrière.

Figure II-2-b: Capteur ultrason type SRF06 vu en face.

Figure II-3: SRF06 (schéma électronique)

Figure II-4: angle de détection SRF06

Figure II-5: TÉLÉMÈTRE ULTRASON "SRF235" (sur le marché)

FigureII-6-a: SRF235

FigureII-6-b: SRF06

FigureII-7: Différents type d'Arduino .

FigureII-8: Arduino type "uno"

Figure II.9:Fiche technique

Figure II-10: Interface logiciel Arduino

Figure II-11: Interface ISIS Professional

Figure II-12: 2 module 5v 2 canaux relais

Figure II-14: DC 12V(M2) vu en face

Figure II-15:DC 12V(M) vu en haut

FigureII-16: Moteur du Vérin 18" JAEGER SUPERJACK(M2)

Figure III-1: Exemple sur grafcet

Figure III-2 :Circuit de commande M1 réalisé sur ISIS

Figure III-3 :Circuit de commande M2

Figure III-4 :Structure électronique du SRF 06

Figure III-5 :Structure de deux boutons poussoir (d,m)

Figure III-6 :Pont de gretz

Figure III-7 :Circuit de commande d'une boite vérin

Figure III-8: Shéma électronique de (2module 2 canaux)

Figure III-9 : Circuit de puissance (M1)

Figure III-10 : circuit de puissance du moteur M1

Figure III-11 : Grafcet de production

Figure III-12: Système a l'état initial

Figure III-13: Système actionné

LISTE DES FIGURES

CMAA : Crane Manufacturers Association of America (Association des fabricants de grues d'Amérique)

HMI : Institute of Crane Manufacturers (Institut des fabricants de grues)

MMA : monorail Manufacturers Association.

PWM : Pulse Width Modulation (modulation de largeur d'impulsion)

PIC : un microcontrôleur de la société Microchip.

NO : Si le relais n'est pas alimenté, l'appareil sur la prise électrique est éteints.

NC : Si le relais est alimenté, l'appareil sur la prise électrique est en fonction.

ATmega328 : L'ATmega328P est le micro-contrôleur de la famille AVR qui équipe certains des modèles les plus populaires de cartes Arduino.

ICSP : In-Circuit Serial Programming ou encore ISP est le nom donné à l'interface de programmation des microcontrôleurs pouvant être reprogrammé in- situ.

CAO : Conception assistée par ordinateur.

Introduction Générale

Avec le développement technologique et la révolution industrielle, les ponts roulants sont devenus de plus en plus des systèmes développés, et utilisés pour le transport des objets dans des sites industriels, selon les besoins du client.

Dans le cadre de ce contexte, nous avons essayé de réaliser un prototype d'un pont roulant, qui est basé sur des technologies sophistiquées, que l'on considère comme une réalisation originale.

L'objectif de notre travail, est l'étude, la conception et la réalisation d'un système roulant ; il s'agit d'un pont basé sur deux degrés de liberté.

Notre étude est composée de trois chapitres :

Dans le premier chapitre, nous allons donner un état de l'art sur les systèmes roulants notamment; l'historique, généralités, les différents types, leurs constitution, leurs caractéristiques et leurs principes de fonctionnement.

Le deuxième chapitre porte sur une étude détaillée et approfondie sur les différents composants qui seront utilisés pour notre réalisation à savoir : le capteur ultrason, l'Arduino, les relais électroniques, les moteurs utilisés et le vérin électrique. Nous allons donner aussi un aperçu sur les logiciels "Arduino" et "Isis Proteus".

Le troisième et dernier chapitre, sera consacré à la réalisation de notre prototype avec une analyse matérielle, structurelle et temporelle basée sur le Grafcet de notre système. Nous allons faire aussi une programmation et une simulation basés sur les deux logiciels cités auparavant respectivement; "Arduino" et "Isis Proteus".

A la fin, nous terminons notre étude par une conclusion générale et des perspectives envisagées pour la suite de ce travail.

I-1/ Histoire :

En 1876, Sampson Moore, en Angleterre, a conçu et fourni le tout premier pont roulant électrique, utilisé pour hisser des canons à l'arsenal royal de Woolwich, à Londres. Depuis lors, Alliance Machine, aujourd'hui disparue, détient une citation AISE pour l'une des premières grues du marché américain. Cette grue a été en service jusqu'au vers 1980, et est maintenant dans un musée à Birmingham, en Alabama. Au fil des années, d'importantes innovations, comme le frein de charge Weston (qui est maintenant rare) et le palan à câble (qui est toujours populaire), sont venues et ont disparu. Le palan d'origine contenait des composants accouplés dans ce qu'on appelle maintenant le palan de type bâti. Ces palans sont utilisés pour des applications lourdes telles que la manutention de bobines d'acier et pour les utilisateurs souhaitant une longue durée de vie et une meilleure durabilité.

Ils fournissent également un entretien plus facile. Maintenant, de nombreux palans sont des palans, construits comme une unité dans un seul logement, généralement conçu pour une durée de vie de dix ans, mais le calcul de la vie est basé sur une norme de l'industrie lors du calcul de la vie réelle. Voir le site Hoists Manufacturers Institute [2] pour le vrai calcul de la vie qui est basé sur la charge et les heures utilisées.

Dans le monde moderne d'aujourd'hui pour le marché nord-américain, il existe quelques instances dirigeantes pour l'industrie.

L'Overhead Alliance est un groupe qui représente l'Association des fabricants de grues d'Amérique (CMAA), l'Institut des fabricants de grues (HMI) et la monorail Manufacturers Association (MMA). Ces conseils produits de l'industrie de la manutention des matériaux d'Amérique ont uni leurs forces pour créer du matériel promotionnel afin de sensibiliser le public aux avantages du levage aérien. Les membres de ce groupe sont des représentants marketing des sociétés membres.



Figure I-1 : Pont roulant industriel

I-2/ Introduction :

Les ponts roulants sont des moyens de manutention indispensables dans plusieurs secteurs industriels. Dans les ateliers mécaniques, Les centrales hydrauliques, les constructions navales, l'armement, les cimenteries, la sidérurgie, les usines d'incinération d'ordures ménagères sont autant d'exemples qui témoignent de l'utilité de ces moyens de levage et de transbordement.

Les ponts roulants sont des machines permettant au moyen des mouvements élémentaires, est de déplacer ou transporter une charge, en tout point d'un volume parallélépipédique. Ils sont conçus pour répondre aux besoins de levage industriel de type moyen et lourd. Ces appareils permettent la manutention des charges plus variées avec l'aide éventuelle de certains accessoires interchangeables tels que palonniers, bennes, rotateurs, fourches, suceurs.

La manipulation pratique des ponts roulants est une activité relativement complexe qui requiert un pontier habile. Dans la plupart des domaines de fonctionnement des ponts roulants, il est très intéressant de réaliser avec précision le déplacement des charges d'un point à un autre, et plus particulièrement d'obtenir un balancement nul de la charge non seulement en fin du trajet, mais aussi au cours du déplacement. La formation pratique des opérateurs des ponts roulants est une activité relativement complexe qui concerne plusieurs personnes et requiert une planification soignée.

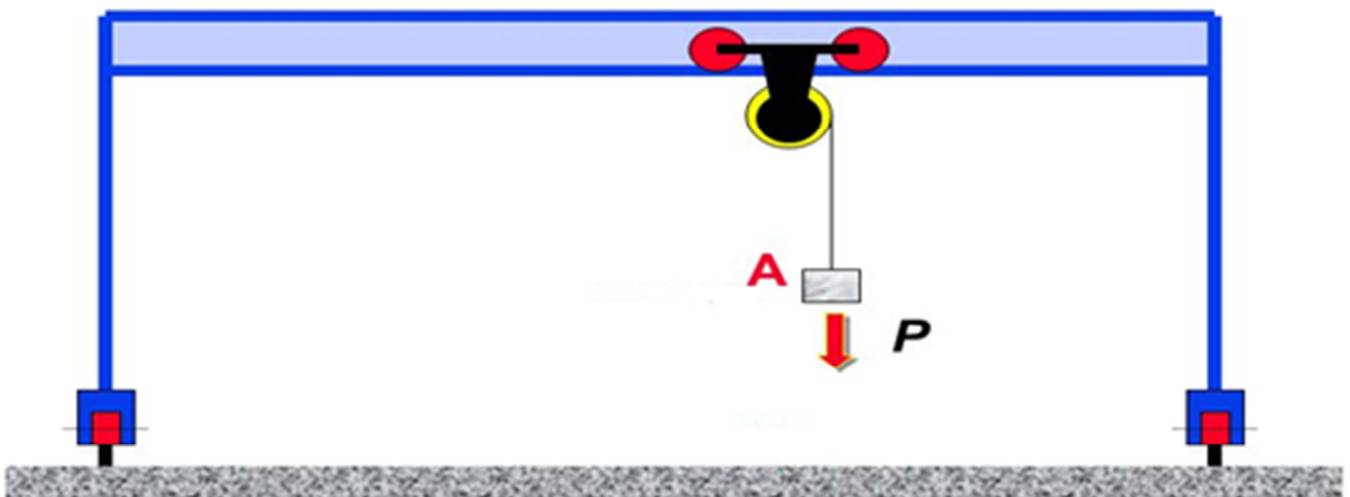


Figure I-2 : Exemple d'un pont roulant

I-3/ Définition et fonctions d'un pont roulant :

Un pont roulant est un appareil de manutention permettant le levage et le transfert de charges lourdes. Les ponts roulants sont généralement installés dans des halls industriels ou leur prolongement à l'air libre. Ils permettent la manutention de la charge dans tout l'espace de ces halls. Ils sont installés en hauteur et circulent sur des rails fixés sur des poutres de roulement en acier ou en béton, en encorbellement (construction en saillie d'un plan verticale) ou reposant sur des poteaux. Sur un petit pont roulant, la conduite de l'engin se fait par télécommande ou radiocommande; les gros ponts possèdent souvent une cabine de conduite, mais ils peuvent également être pilotés depuis le sol par une télécommande. Les ponts automatisés n'ont pas de pilote en atelier mais ils sont commandés depuis une salle de commande centralisée parfois très éloignée du pont roulant. Dans ce cas un système vidéo composé de caméras et de moniteurs permet si nécessaire d'assurer une surveillance humaine.

Les ponts roulants diffèrent des grues, des portiques, des semi-portiques, des potences et des monorails principalement par sa conception.

Ils sont constitués :

- ✚ Une structure horizontale en acier (la poutre ou quadrilatère) se déplaçant sur deux voies de roulement (chemin de roulement et rail de guidage).
- ✚ De treuils ou palans suspendus ou posés permettent d'enrouler le ou les câbles ou la chaîne de levage.
- ✚ Des galets de guidage et le moteur qui assurent le déplacement de la structure.

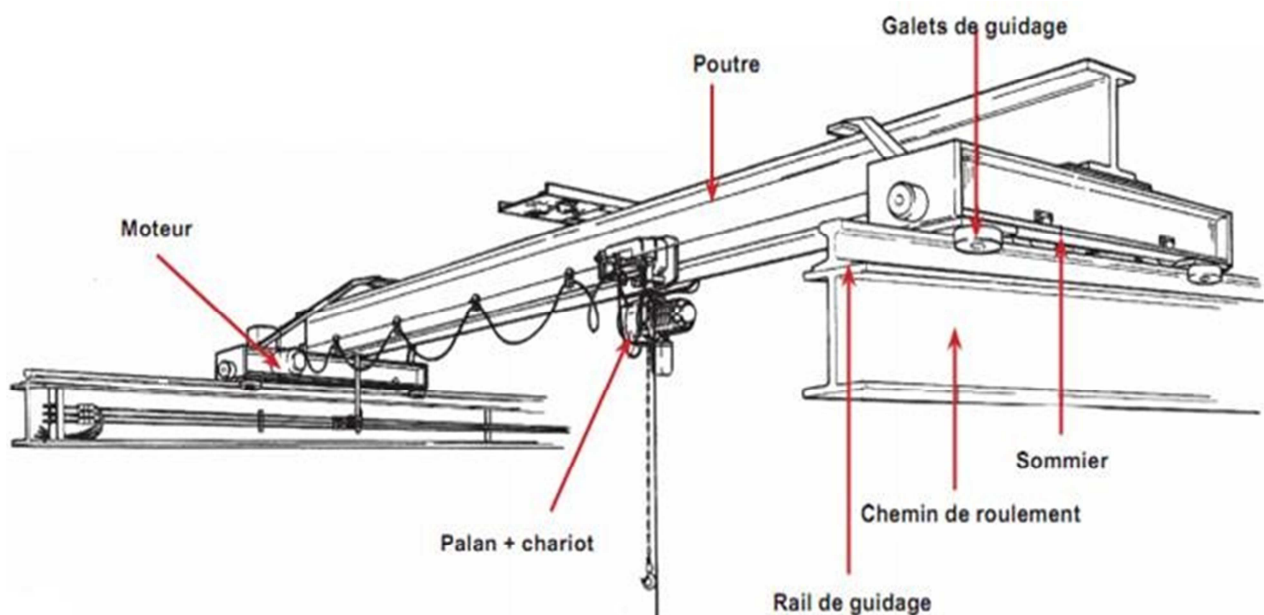


Figure I-3 : Description d'un pont roulant

I-4/ Constitution d'un pont roulant :

I-4-1/ Galets de guidage :

Les galets de guidage équipés assurent des fonctions de transport sur rails dans la gamme maximale de charges. Ils permettent de réaliser des unités de translation complètes dans des versions entraînées et non-entraînées. Celles-ci sont équipées des motoréducteurs à arbres parallèles ou à couple conique.

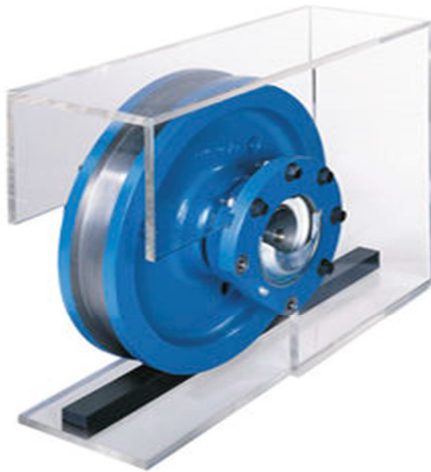


Figure I-4 : Galet de guidage

I-4-2/ Rails de guidage :

Les rails de guidage combinés existent en version pleine et allégée, avec des profilés porteurs très résistants à la flexion, sous forme de demi-rail, d'élément courbe ou encore en version basse. Des rails munis de rainures pour crémaillères ou courroies crantées sont également disponibles.



Figure I-5 : Rails de guidage

I-4-3/ Chariots :

Les chariots sont disponibles sous la forme de :

- ✚ Chariots allégés, à la fois légers et économiques.
- ✚ Chariots ouverts, particulièrement solides, favorisant un guidage performant et de conception simple.
- ✚ Chariots compacts fermés, si les guidages doivent être utilisés dans un environnement pollué.
- ✚ Chariots palier libre, pour des applications comprenant des paliers fixes et des paliers libres avec deux systèmes de guidage sur rails parallèles.
- ✚ Chariots à boggies.



Figure I-6 : Chariot

I-4-4/ Poutre :

Elle se compose d'une métallique montée sur galets et se déplaçant sur un chemin de roulement placé sur des chaises fixées au mur ou sur des poteaux. Cette construction est économique, mais elle a un poids mort relativement élevé. On la rencontre surtout pour des ponts de portée et capacités de levage faibles. Les profilés utilisés sont principalement en acier du type HEA ou HEB.



Figure I-7 : Poutre

I-4-5/ Chemin de roulement :

Poteaux et filet de chemin de roulement en H ou caisson, permettant des portés jusqu'à 40 mètres entre poteaux. Le chemin de roulement est constitué par une poutre (profil en H ou similaire) qui repose sur deux poteaux successifs du bâtiment et supporte le rail de roulement.



Figure I-8 : Chemin de roulement

I-4-6/ Le sommier :

Placés à chaque extrémité de la ou des poutres du pont roulant, selon que celui-ci soit monopoutre ou bipoutre.



Figure I-9 : le sommier

I-4-7/ Moteur :

Les moteurs les plus utilisés dans les ponts roulants industriels sont des moteurs asynchrones triphasés.

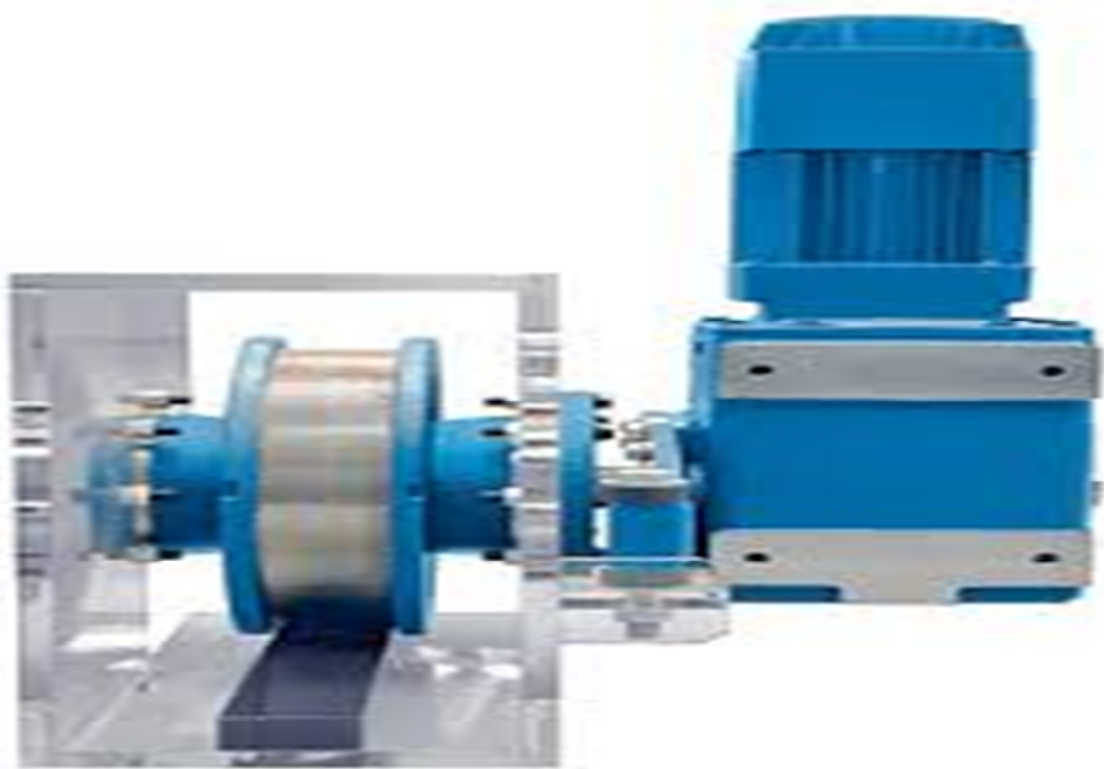


Figure I-10 : Type de moteur utilisé dans les ponts roulants

I-5/ Caractéristiques des ponts roulants :

Nous distinguons habituellement deux grandes familles des ponts roulants : Les ponts roulants monopoutres, généralement utilisés pour les charges moins lourdes (12,5 tonnes maximum), et les ponts roulants bipoutres utilisés pour des grandes charges de l'ordre de centaines de tonnes.

I-5-1/ Les ponts roulants monopoutres :

Ces ponts sont parfaitement appropriés à la manutention de charges légères et aux petites portées. Nous distinguons deux types de ponts roulants monopoutres à savoir :

I-5-1-a/ Les ponts roulants monopoutres posés :

Un pont monopoutre est utilisé pour une capacité de levage moins grande et pour une portée jusqu'à 24 mètres. C'est le type de construction le plus léger, donc plus avantageux pour bâtiment et fondations, et bon marché. La hauteur de levage est plus petite par rapport à un bipoutre, mais les cotes d'approche sont mieux.

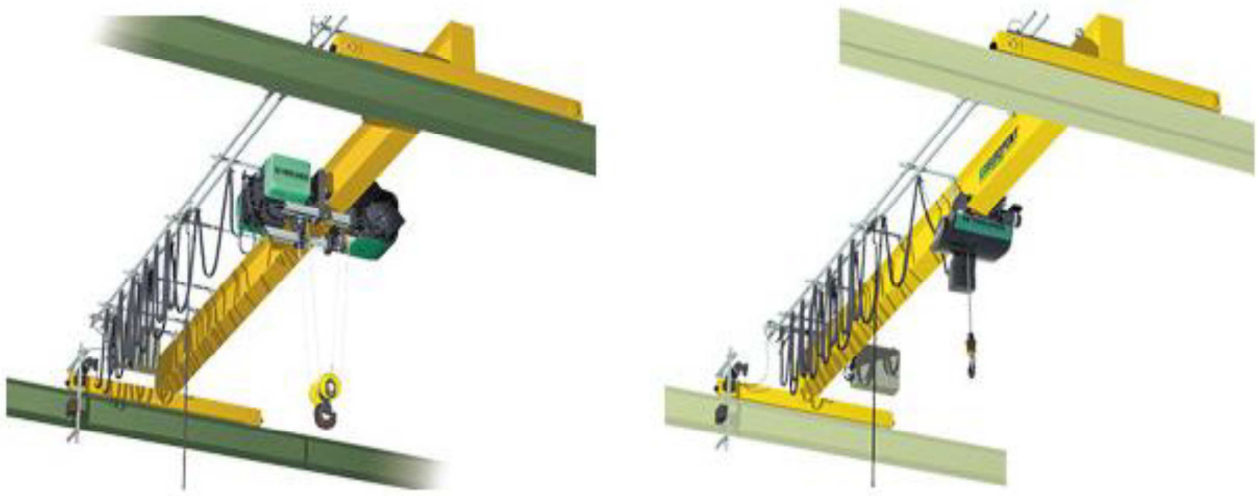


Figure I-11 : Ponts roulants monopoutres posés

I-5-1-a-1/ Avantages de la conception posée monopoutre :

- + Encombres réduits.
- + Rapidité et optimisation de la fabrication.
- + Permet d'adapter plus facilement une plate-forme de maintenance.

La construction caisson (profilé HE) permet de réduire le poids du pont et ainsi de réduire les sollicitations sur la structure porteuse.

I-5-1-b/ Les ponts roulants monopoutres suspendus :

Les ponts suspendus sont moins fréquents, La construction du toit doit y être prévue.

On rencontre ce type de construction surtout dans les systèmes de manutention de plus faible capacité.

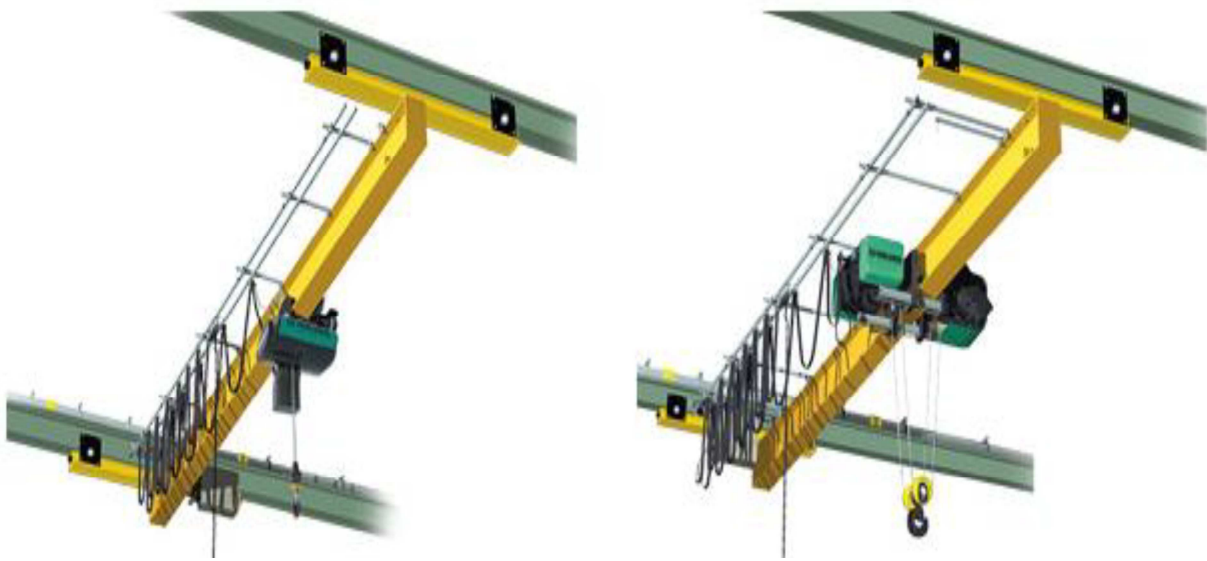


Figure I-12 : Ponts roulants monopoutres suspendus

I-5-1-b-1/ Avantages de la conception suspendue monopoutre :

- ✚ S'adapte dans les bâtiments dont les chemins de roulement peuvent être suspendus sous charpente.
- ✚ Permet une meilleure utilisation de la surface au sol.
- ✚ La version profilée offre la possibilité de transfert de charge entre ponts roulants ou vers une voie monorail.

La version caisson permet de proposer des capacités et des portées plus importantes que les constructions traditionnelles. De plus ce type de construction permet de réduire le poids du pont et ainsi de réduire les sollicitations sur la structure porteuse.

I-5-2/ Les ponts roulants bipoutres :

Les ponts posés bipoutres offrent un excellent rapport poids mort/capacité de charge. Ils se caractérisent par :

Un haut niveau de qualité de la géométrie, qui assure un excellent comportement dynamique en translation et réduit ainsi l'usure des galets au minimum. La hauteur de levage particulièrement grande résulte du fait que le crochet porte-charge peut être amené entre les deux poutres ; à s'avoir

I-5-2-a/ Les ponts roulants bipoutres posés :

Un pont bipoutre est utilisé pour les capacités de levage plus importantes et pour les portées plus larges. Les ponts bipoutres peuvent être équipés de passerelles d'entretien en-dessous des moteurs, au palan ou sur toute la portée

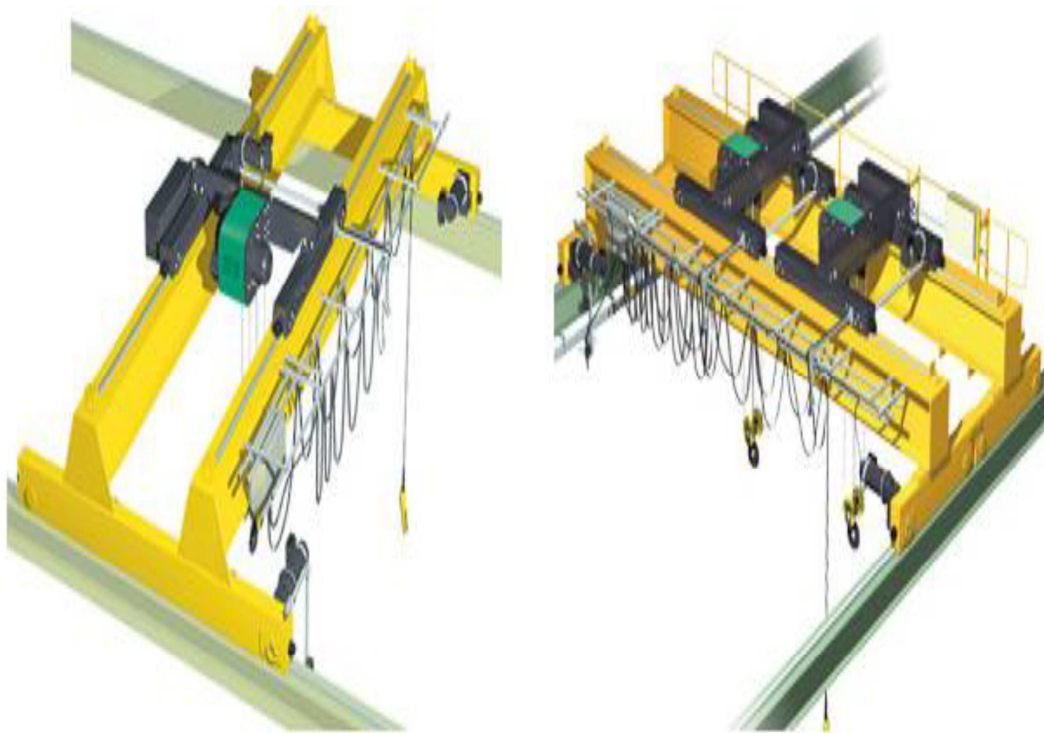


Figure I-13 : Ponts roulants bipoutres posés

I-5-2-a-1/ Avantages de la conception bipoutre :

- ✚ Meilleure hauteur de levée et meilleure stabilité.
- ✚ Autorise une portée et une charge plus importante.
- ✚ Possibilité d'utiliser des palans combinés pour un levage auxiliaire sur un même chariot.
- ✚ Possibilité d'utiliser des sommiers boggies (8 galets de roulements) pour une meilleure répartition des charges sur les rails de roulement (optimisation de la structure) et réduire le gabarit et le poids du pont roulant.
- ✚ Permet d'adapter plus facilement une passerelle de maintenance.

I-6 / Principaux mouvements d'un pont roulant :

Les différents mouvements d'un pont roulant; levage, direction, translation, orientation sont assurés par les mécanismes décrits ci-après :

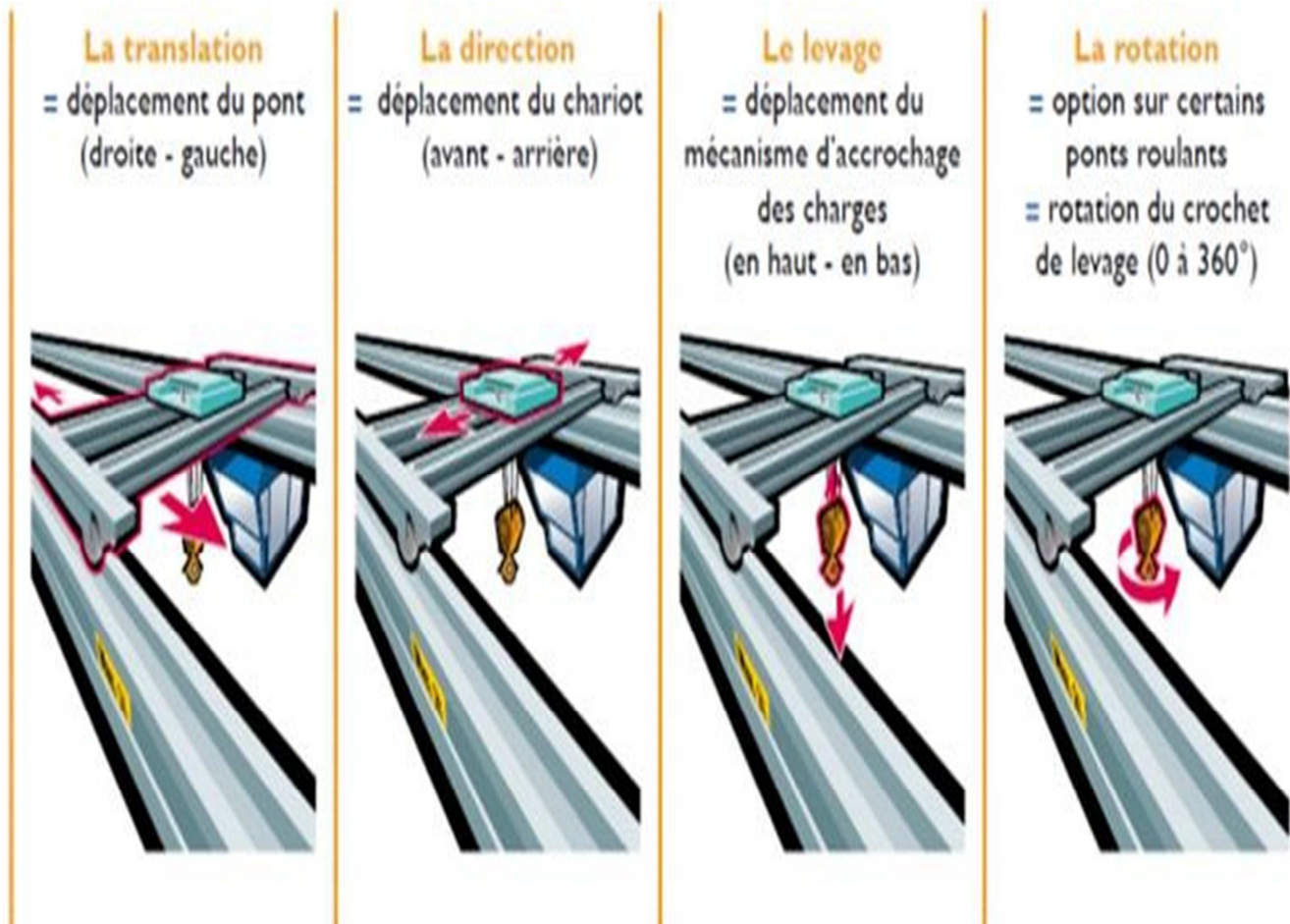


Figure I-14 : Principaux mouvements d'un pont roulant

I-6-1/ Le levage :

Le mécanisme de levage assure la montée et la descente de la charge; il est essentiellement constitué d'un moteur, d'un frein, éventuellement d'un frein de sécurité, d'un réducteur, d'un tambour pour l'enroulement du câble de levage ou, lorsqu'il s'agit d'un palan à chaîne, d'une noix ou pignon à chaîne pour l'entraînement de celle-ci. Il est désigné par l'un des deux termes suivants :

Le palan, lorsque ses éléments constitutifs forment un ensemble compact. Il est utilisé notamment sur les poutres roulantes, les ponts et les portiques.



Le treuil de levage, lorsque ses éléments constitutifs sont distincts. Il est utilisé principalement sur les appareils bipoutres.

I-6-2/ La direction :

Le mécanisme de direction assure le déplacement du/des chariots porte palan, ou du/des chariots porte-treuil perpendiculairement au sens de déplacement du pont.

I-6-3/ La translation :

Le mécanisme de translation assure le mouvement du pont roulant sur les chemins de roulement. Ce mouvement est assuré :

-  Soit par un moteur commandant un arbre de transmission relié aux galets de roulement.
-  Soit par deux ou quatre moteurs synchronisés entraînant chacun un galet de roulement

Ces trois mouvements, définis suivant trois axes orthogonaux, permettent au crochet ou à l'organe de préhension de desservir n'importe quel point du volume défini par le débattement maximal des différents mouvements. Pour obtenir certaines trajectoires de la charge, on est parfois conduit à ajouter un degré de liberté supplémentaire : l'orientation.

I-6-4/ L'orientation :

Le mécanisme d'orientation ou de giration assure la rotation de la charge autour d'un axe vertical ; il peut être intégré au chariot porte-treuil, à l'organe de préhension (crochet à rotation motorisée) ou à un accessoire de levage.

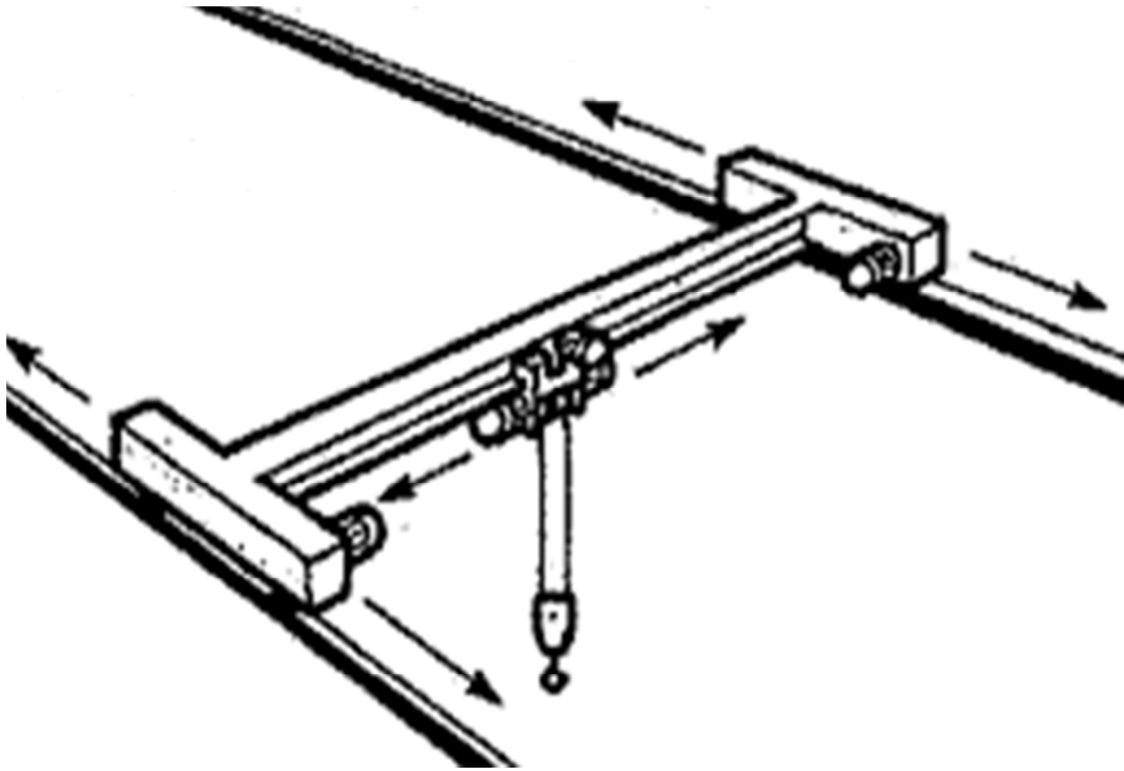


Figure I-15 : Pont roulant monopoutre adapte pour dehors

I-7 / Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons donné un état de l'art sur les différents types des ponts roulants avec la prise en compte de leurs constitutions, leurs caractéristiques et leurs propres avantages et inconvénients.

II-1/ Le capteur ultrason :

II-1-1/ Principe des ultrasons :

Un capteur à ultrasons émet à intervalles réguliers de courtes impulsions sonores à haute fréquence. Ces impulsions se propagent dans l'air à la vitesse du son. Lorsqu'elles rencontrent un objet, elles se réfléchissent et reviennent sous forme d'écho au capteur. Celui-ci calcule alors la distance le séparant de la cible sur la base du temps écoulé entre l'émission du signal et la réception de l'écho.

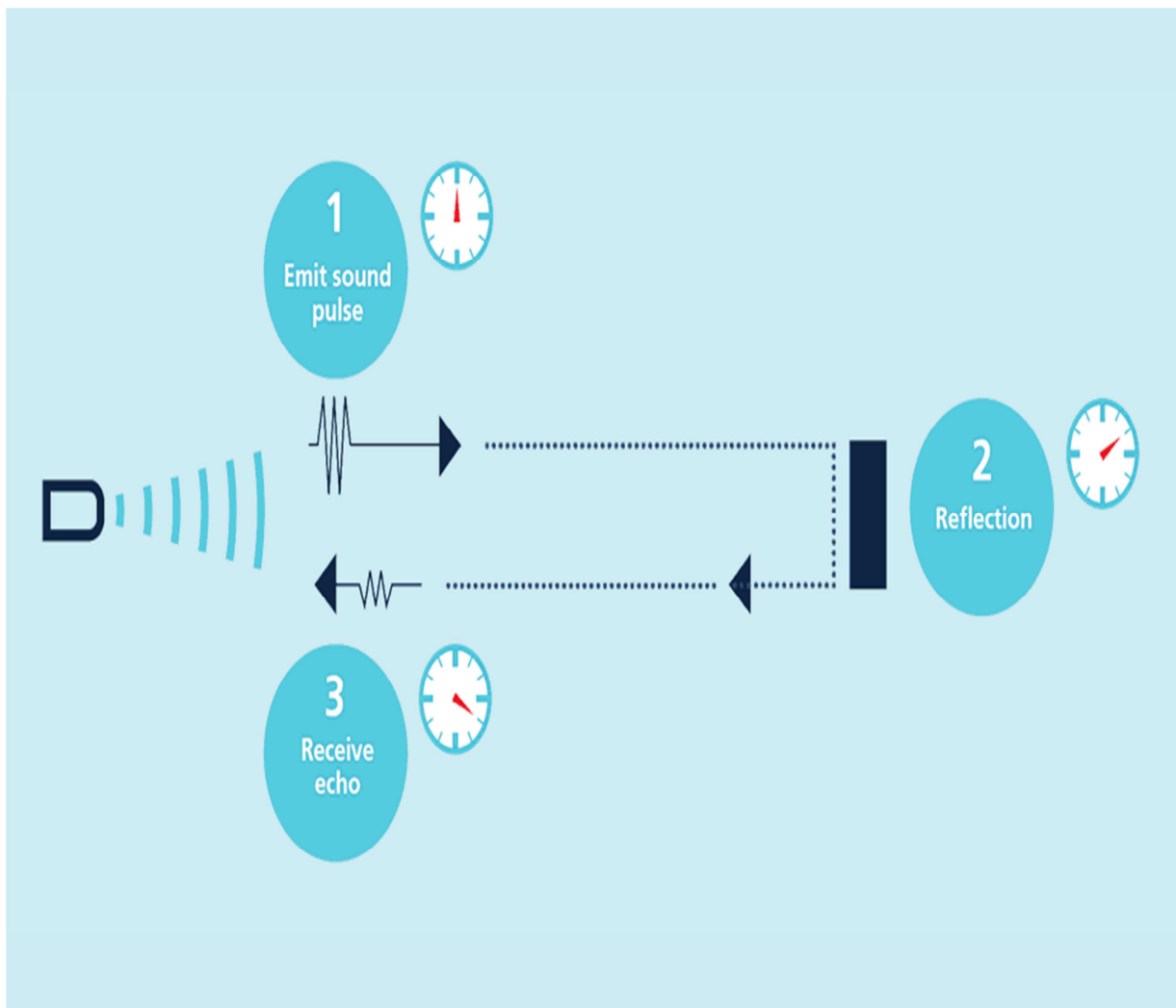


Figure II-1 : Phénomène ultrasonique

La distance étant déterminée par le temps de propagation des ultrasons et non par leur intensité, les capteurs à ultrasons conviennent parfaitement à une suppression d'arrière-plan.

Pratiquement tous les matériaux qui reflètent le son peuvent être détectés et ce, quelle que soit leur couleur. Même les matériaux transparents ou les feuilles minces ne représentent aucun problème pour un capteur à ultrasons.

Les capteurs à ultrasons microsonic sont disponibles pour des portées de 20 mm à 10 m et, du fait même de leur principe, donnent la valeur mesurée au millimètre près. Certains capteurs peuvent même atteindre une précision de 0,025 mm.

Les capteurs à ultrasons peuvent voir à travers l'air chargé en poussières et les brouillards d'encre. Même les dépôts minces sur la membrane du capteur ne nuisent pas à son fonctionnement.

Les capteurs avec une zone morte de seulement 20 mm et un faisceau extrêmement étroit trouvent aujourd'hui des applications inédites : mesure du niveau de remplissage des orifices de plaques d'analyses ou de tubes à essai, ainsi que la détection des petites bouteilles dans l'industrie de l'emballage. Ils peuvent être mis en œuvre avec facilité. Même les fils minces sont détectés de manière fiable en poussières et les brouillards d'encre. Même les dépôts minces sur la membrane du capteur ne nuisent pas à son fonctionnement.

II-1-2/ Capteur ultrason type SRF06 :

Appelé aussi un télémètre ultrason, idéalement conçu pour les applications liées à la robotique ludique, ce petit module avec sortie en courant 4 - 20 mA, est capable de déterminer la distance qui le sépare d'un obstacle (entre 2 cm et 5,1 m).

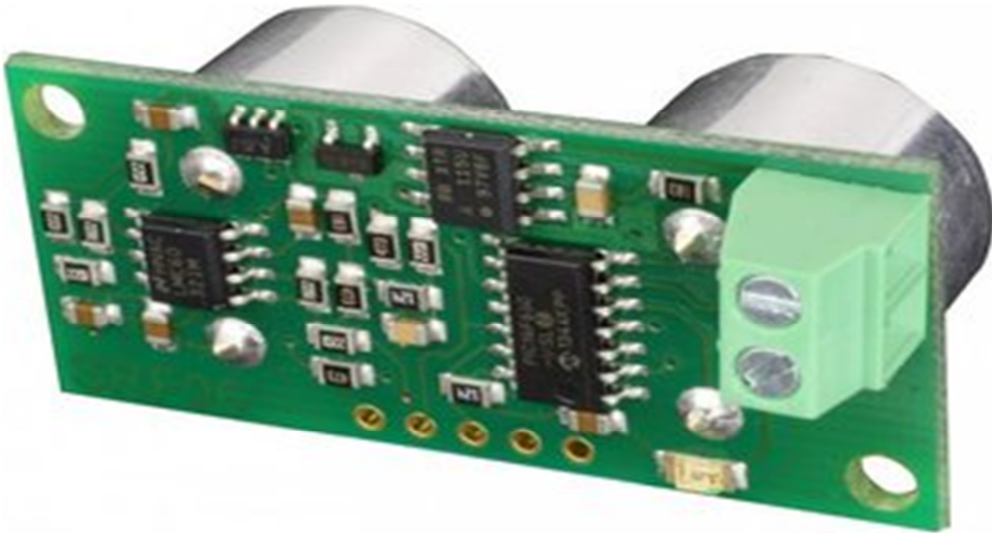


Figure II-2-a : Capteur ultrason type SRF 06 vue derrière.



Figure II-2-b : Capteur ultrason type SRF06 vue en face.

II-1-2-a / Description :

Doté de 2 cellules ultrason, son principe de fonctionnement repose sur celui des "sonars". Le module délivre un courant de 4 mA (avec un obstacle tout près de lui) et jusqu'à 20 mA avec un obstacle présent à 5,1 m de lui. Ceci lui confère un courant nominal de 4 mA + 31,37 μ A/cm.

Le module nécessite une boucle en tension comprise en 9 et 24 V (ce dernier ne dispose que de 2 connexions sur borniers à vis permettant l'alimentation et la sortie de mesure). Le module effectue une mesure automatique de la distance toutes les 70 à 100 ms environs.

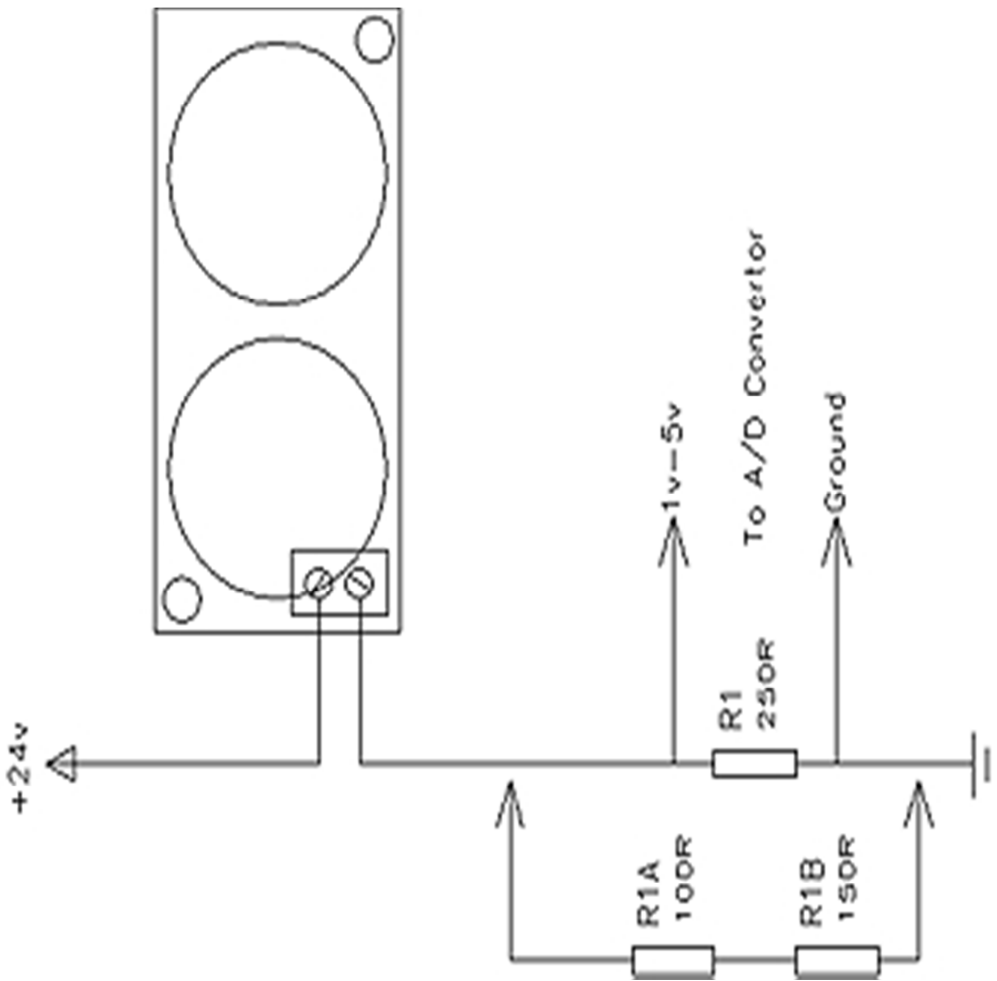


Figure II-3 : SRF06 (schéma électronique)

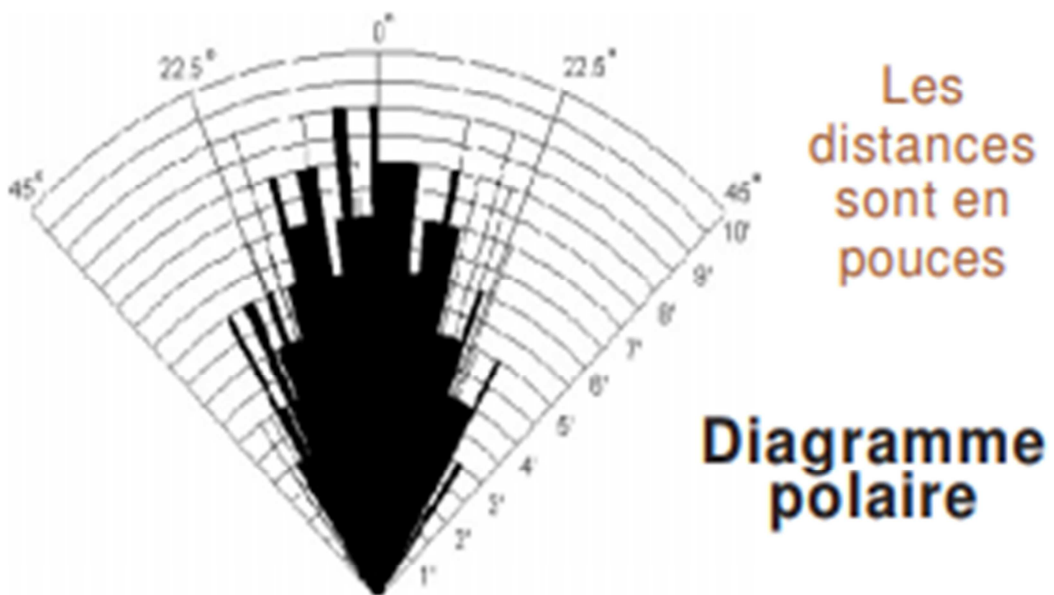


Figure II-4 : Angle de détection SRF06

II-1-2-b/ Caractéristiques techniques :

- Alimentation/sortie : 4-20 mA (boucle de courant) sous 9 à 24 Vcc.
- Portée : 2 cm à 5,1 m
- Fréquence : 40 KHz.

II-1-2-c/ Remarque :

Ce module est uniquement prévu pour un usage ludique en intérieur. Il ne convient pas pour un usage industriel, ni pour la détection d'une présence humaine en milieux dangereux, ni pour une utilisation pouvant générer une situation dangereuse (de quelque nature soit-elle) en cas de défaillance.

II-1-3/ Exemple sur un capteur ultrasonique (performant) :**II-1-3-a / Description :**

Ce type de capteur est chère, et rare sur le marché algérien, est considéré comme le meilleur au niveau de précision et fiabilité, et surtout quand on veut l'utiliser pour mesurer des distances variables ; (mesurer la distance des objets mouvants).

**TÉLÉMÈTRE ULTRASON "SRF235"**

Ce module est un sonar conçu sur la base d'un transducteur spécialisé qui vous permettra d'effectuer des mesures de distances de 10 cm à 1,2 m avec un angle très étroit (15 ° env.). Sortie I2C.

Référence **SRF235**

112,00 € HT **134,40 € TTC** Dont 0,01 € TTC d'éco-part.

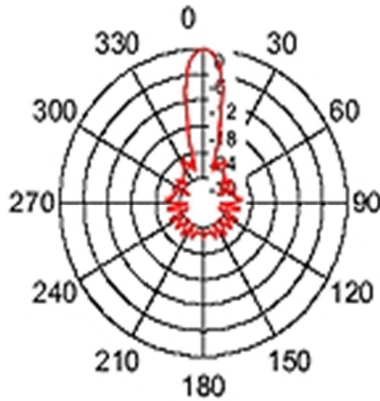
Disponible en très faible quantité

Figure II-5 : TÉLÉMÈTRE ULTRASON "SRF235" (sur le marché)

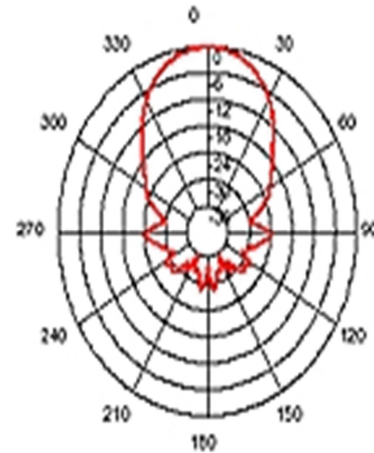
II-1-3-b/ Caractéristiques techniques:

- Alimentation: + 5 Vcc.
- Consommation: 23 mA Typ.
- Angle de détection: 15 ° env.

II-1-3-c/ Comparaison entre le SRF235 et SRF06 au niveau des angles de détection :



FigureII-6-b: SRF235



FigureII-6-a: SRF06

Remarque :

Avec le SRF235, les mesures de distances sont effectuées avec un angle très étroit (15° environ), par rapport au SRF06 qui effectue des mesures avec un angle de (35° environ).

II-2/ Arduino :

Arduino est une marque qui couvre des cartes matériellement libres sur lesquelles se trouve un microcontrôleur.

Les schémas de ces cartes sont publiés en licence libre. Cependant, certaines composantes, comme le microcontrôleur par exemple, ne sont pas sous licence libre.

Le microcontrôleur peut être programmé pour analyser et produire des signaux électriques, de manière à effectuer des tâches très diverses comme la domotique (le contrôle des appareils domestiques - éclairage, chauffage...), le pilotage d'un robot, de l'informatique embarquée,

C'est une plate-forme basée sur une interface entrée/sortie simple. Il était destiné à l'origine principalement mais pas exclusivement à la programmation multimédia interactive en vue de spectacle ou d'animations artistiques, ce qui explique en partie la descendance de

son environnement de développement de Processing, lui-même inspiré de l'environnement de programmation Wiring (l'un pensé pour la production d'applications impliquant des graphismes et l'autre pour pilotage de salles de spectacles).

Arduino peut être utilisé pour construire des objets interactifs indépendants (prototypage rapide), ou bien peut être connecté à un ordinateur pour communiquer avec ses logiciels (ex. : Macromedia Flash, Processing, Max/MSP, Usine Hollyhock, Pure Data, SuperCollider). En 2011, les versions vendues sont pré-assemblées. Des informations sont fournies pour ceux qui souhaitent assembler ou construire une carte Arduino eux-mêmes

II-2-1 Différents type d'arduino :



II-2-1-1/ Arduino type Uno:

II-2-1-1-a/ Présentation :

Le Uno Arduino est basé sur le microcontrôleur ATmega328. Il dispose de 14 entrées/sorties numériques (dont 6 peuvent être utilisées comme sorties PWM), 6 entrées analogiques, d'un oscillateur à quartz de 16 MHz, d'une connexion USB, d'une prise d'alimentation, un connecteur ICSP, et un bouton de reset.

Il contient tout le nécessaire pour piloter le microcontrôleur, il suffit simplement le connecter à un ordinateur avec un câble USB pour l'utiliser simplement.

Le Uno diffère de tous les Arduinos précédents dans le fait qu'il n'utilise pas le convertisseur USB-série FTDI. Au lieu de cela, il dispose d'un Atmega8U2 programmé comme convertisseur USB-série.



FigureII-8 : Arduino type "Uno"

II-2-1-b/ Caractéristiques:

- ✚ Micro-contrôleur : ATmega328
- ✚ Tension de fonctionnement nominale : 5V
- ✚ Tension d'alimentation (recommandé) :7-12V
- ✚ Tension d'alimentation (limites) : 6-20V
- ✚ Entrées/sorties digitales : 14 (dont 6 pouvant être utilisées comme sorties PWM)

- ✚ Entrées Analogiques : 6
- ✚ DC Current per I/O Pin : 40 mA
- ✚ DC Current for 3.3V Pin : 50 mA
- ✚ Memoire Flash : 32 KB (ATmega328) dont 0.5 KB utilisé par le bootloader
- ✚ SRAM :2 KB (ATmega328)
- ✚ EEPROM :1 KB (ATmega328)
- ✚ Fréquence d'horloge :16 MHz

Fiche technique	
Micro-contrôleur	ATmega328P
Micro-contrôleur - Horloge	16 MHz
SRAM	2 KB
Flash	32 KB
EEPROM	1 KB
Entrées/Sorties numériques	14
Tension logique	5V
Sorties PWM	6
Entrées analogiques	6
Alimentation nominale	7V à 12V
Alimentation limite	6V à 20V
Connectique pour chargement	USB Type B

Figure II.9: Fiche technique

II-2-2/ Comment utiliser l'Arduino ?

L'Arduino peut détecter son environnement grâce à l'ajout de capteurs que l'on connecte sur ses pins d'entrée. Il suffit alors de récupérer ces informations et de les traiter en programmant l'Arduino à l'aide du logiciel de développement Arduino (gratuit). Vous pouvez ensuite piloter des sorties qui vont agir sur d'autres éléments comme des LED, des afficheurs, des moteurs et bien d'autres

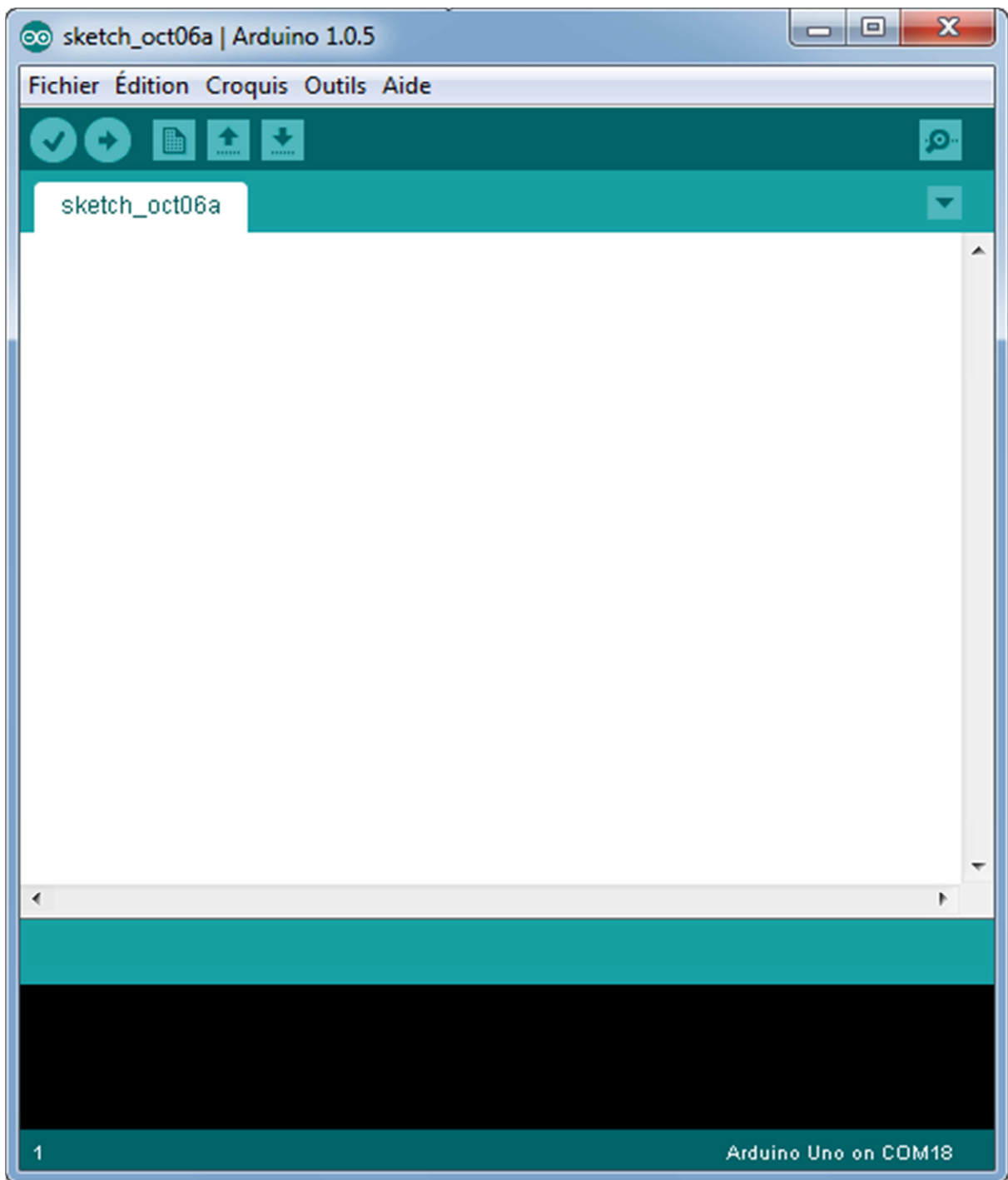
II-2-3/ Interface logiciel développement Arduino :

Figure II-10 : Interface logiciel Arduino

II-3/ Proteus (ISIS) :

Proteus est une suite logicielle destinée à l'électronique. Développé par la société Labcenter Electronics, les logiciels inclus dans Proteus permettent la CAO dans le domaine électronique. Deux logiciels principaux composent cette suite logicielle : ISIS, ARES, PROSPICE et VSM.

II-3-1/ Présentation générale :

Cette suite logicielle est très connue dans le domaine de l'électronique. De nombreuses entreprises et organismes de formation (incluant lycée et université) utilisent cette suite logicielle. Outre la popularité de l'outil, Proteus possède d'autres avantages :

- ✚ Pack contenant des logiciels facile et rapide à comprendre et à utiliser.
- ✚ Le support technique est performant.
- ✚ L'outil de création de prototype virtuel permet de réduire les coûts matériel et logiciel lors de la conception d'un projet.

II-3-2/ ISIS :

Le logiciel ISIS de Proteus est principalement connue pour éditer des schémas électriques. Par ailleurs, le logiciel permet également de simuler ces schémas ce qui permet de déceler certaines erreurs dès l'étape de conception. Indirectement, les circuits électriques conçus grâce à ce logiciel peuvent être utilisés dans des documentations car le logiciel permet de contrôler la majorité de l'aspect graphique des circuits.

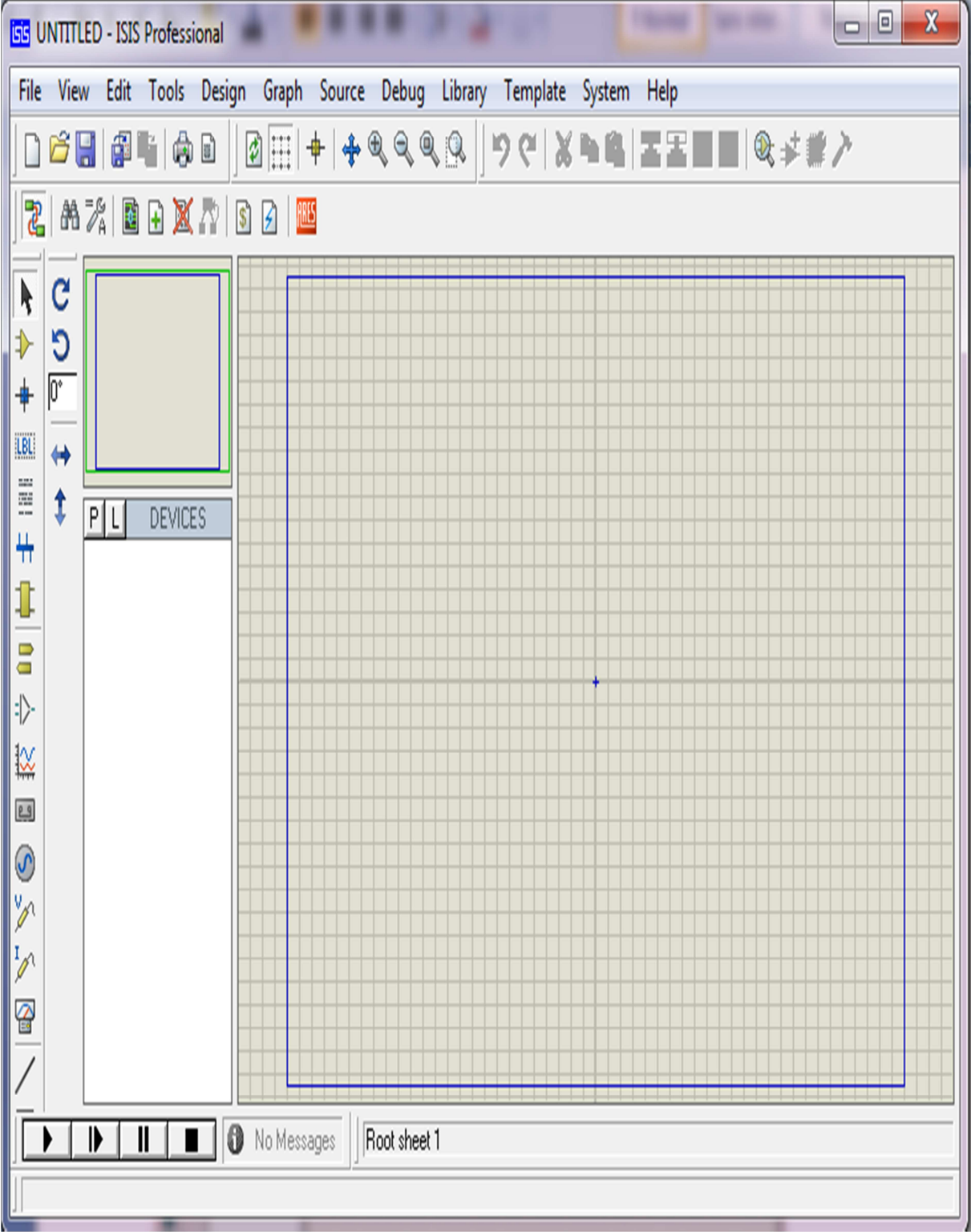


Figure II-11 : Interface ISIS Professional

II-4/ 2MODULES 5V 2 CANAUX RELAIS (CHANNELS 5V RELAY MODULE) :

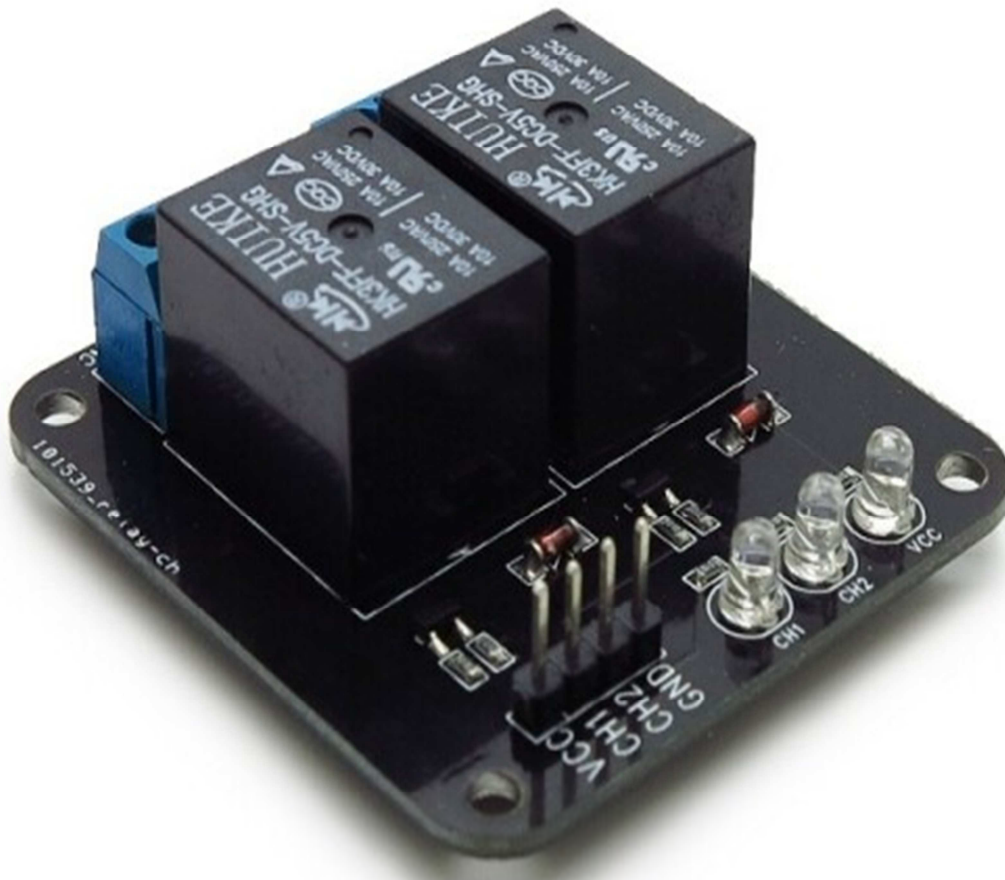


Figure II-12 : 2 module 5v 2 canaux relais

II-4-1/ Présentation :

C'est un module 5V 2 canaux relais, il peut être commandé directement par une large gamme de microcontrôleurs tels que Arduino, AVR, PIC, ARM et MSP430. 2 relais sont inclus dans ce module, avec des ports "NC" signifie "Normalement connectés à COM" et "NON" ports signifie "Normalement ouvert à COM". Ce module est également équipé Avec des LED pour indiquer l'état des relais.

II-4-2/ Caractéristiques :

- ✚ 2 relais mécaniques avec indicateur de statut LED.
- ✚ Les deux "NON" ports pour chaque relais "NC" et "NO"

II-5/ Moteur (M2) DC12V :

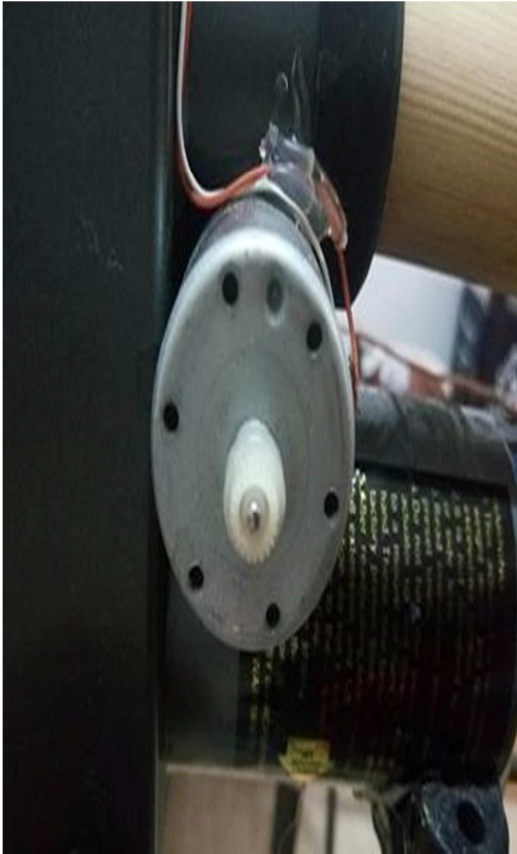


Figure II-14 : DC 12V(M2) vue en face

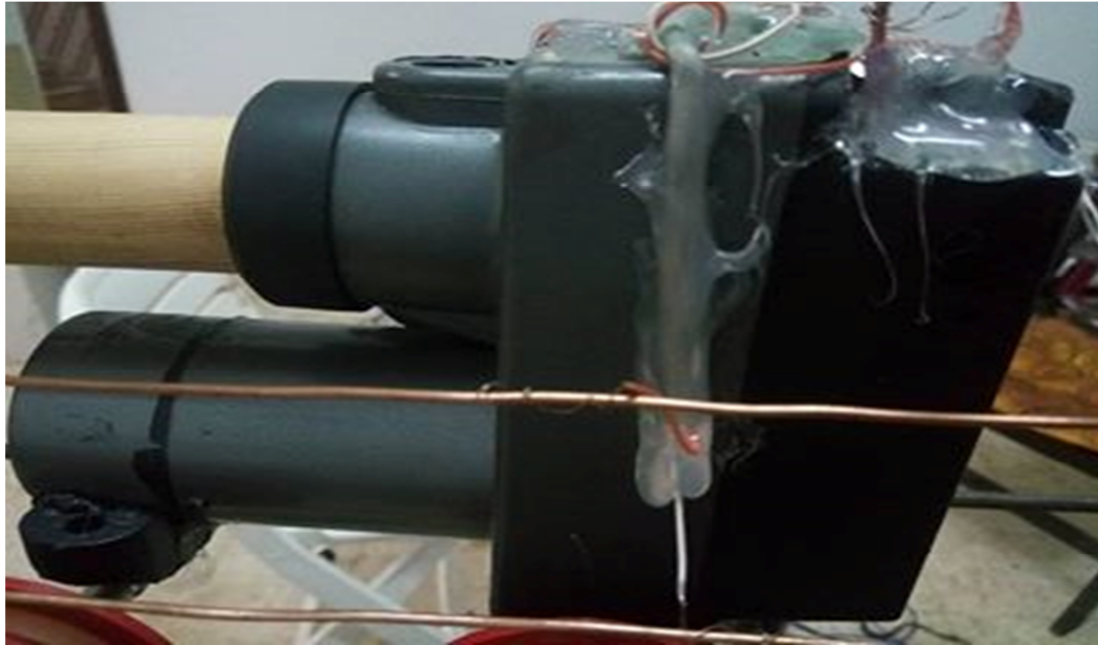


Figure II-15 : DC 12V(M) vue en haut

II-5-1/ Caractéristiques :

- + Construction : Aimant permanent.
- + Tension d'entrée : 8~12 V DC.
- + Puissance de sortie : 8~12W.
- + Courant Continu (A) : 0.5~1A.
- + Vitesse (pleine charge) : 45mm / s.
- + Capacité de charge : 12N/m

II-6/ Vérin 18" JAEGER SUPERJACK :



FigureII-16 : Moteur du Vérin 18" JAEGER SUPERJACK(M2)

II-6-1-a/ Description :

Notre vérin électrique se compose d'un moteur électrique à courant continu ou d'un moto-réducteur accouplé à un système de transformation de mouvement rotatif en linéaire de type vis à billes ou vis à filet trapézoïdal irréversible.

La grande diversité du choix du moteur (en fonction des fabricants), confère à ce type d'actionneur un domaine d'application assez vaste allant du simple déplacement linéaire à partir d'un signal électrique jusqu'au positionnement précis sur certaines machines à commande numérique.

II-6-1-b/Caractéristique :

- ✚ Construction : Aimant permanent
- ✚ Courant Continu (A) :1~2A
- ✚ Vitesse (pleine charge) : 4,2 mm / s
- ✚ Capacité de charge : 2500N/m
- ✚ Tension d'entrée : 24~36 VDC
- ✚ Puissance de sortie :12~36W

I-7/ Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons donné des descriptions générales sur les capteurs ultrasons, les différents types d'Arduinos, les relais, et les moteurs utilisés pour notre travail, avec la prise en compte de leurs principes de fonctionnement et leurs propres caractéristiques techniques. Nous avons utilisé aussi le logiciel PROTEUS ISIS pour la simulation.

Avec tous ces composants nous allons essayer de créer un circuit de commande électronique intelligent basé sur l'Arduino et sur le capteur ultrason pour contrôler les sens de rotation du moteur M1. Pour contrôler le moteur M2 on a adopté le système du vérin électrique basé sur le pont de Graetz et le capteur type fin de course pour la commande et un pont en H pour la puissance.

D'après notre étude, nous avons constaté que l'Arduino ne délivre pas une telle intensité de courant pour pouvoir exciter les bobines des relais de type HLS-14F3L. Pour l'excitation de ces bobines et pour des raisons de fiabilité, nous nous sommes intéressés par l'utilisation du relais 2 modules à 2 canaux.

III-1 / Introduction :

Un Grafcet (Graphe Fonctionnel de Commande Etape-Transition) est un mode de représentation et d'analyse d'un automatisme. C'est un outil graphique de description du comportement de la partie commande. Il décrit les interactions informationnelles à travers la frontière d'isolement : partie de commande et partie opérative d'un système isolé.

Ce mode de représentation est indépendant de la technologie utilisée dans l'automatisme, et traduit d'une façon cohérente le cahier de charge de l'automatisme.

Grafcet est Inventé en 1977 en France par l' AFCET: Association Française pour la Cybernétique Économique et Technique.

Le Grafcet est aussi appelé DFS (Diagramme Fonctionnel en Séquence) ou en anglais, SFC (Sequential Function Chart).

III-1-1/ Pourquoi le grafcet ?

Le Grafcet fut donc créé pour représenter de façon symbolique et graphique le fonctionnement d'un automatisme. Cela permet une meilleure compréhension de l'automatisme par tous les intervenants.

Un Grafcet est établi pour chaque machine lors de sa conception, puis utilisé tout au long de sa vie : réalisation, mise au point, maintenance, modifications et réglages.

Le langage Grafcet doit donc être connu de toutes les personnes concernées par les automatismes, depuis leur conception jusqu' à leur exploitation.

III-1-2/ Exemple sur grafcet :

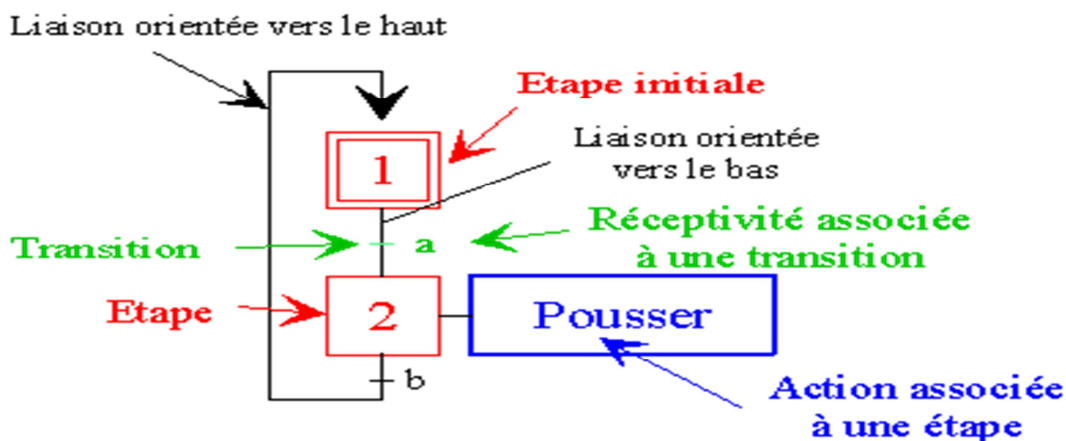


Figure III-1: Exemple sur le Grafcet

III-2/ Analyse matériels :

III-2-1/ Partie commande :

III-2-1-a/ Commande du moteur 2 (mouvement horizontale) :

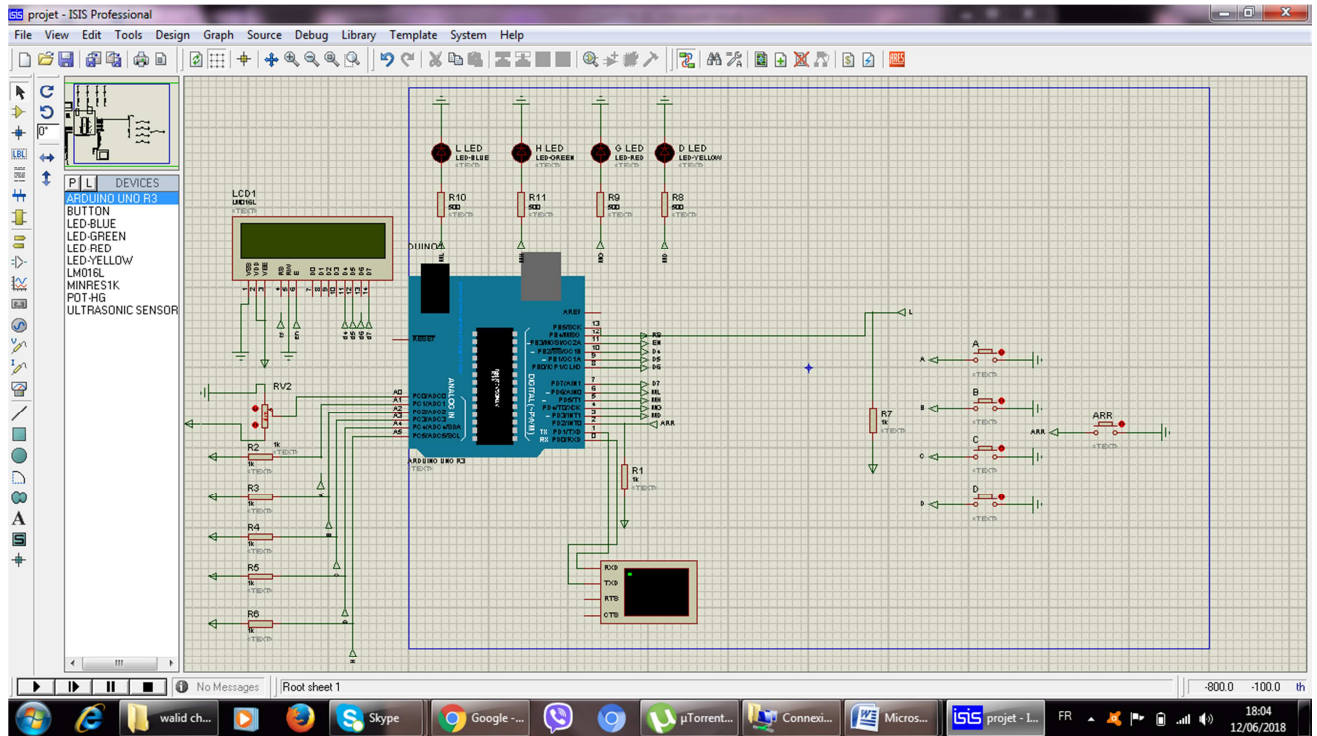


Figure III-2 : Circuit de commande M2 réalisé sur ISIS

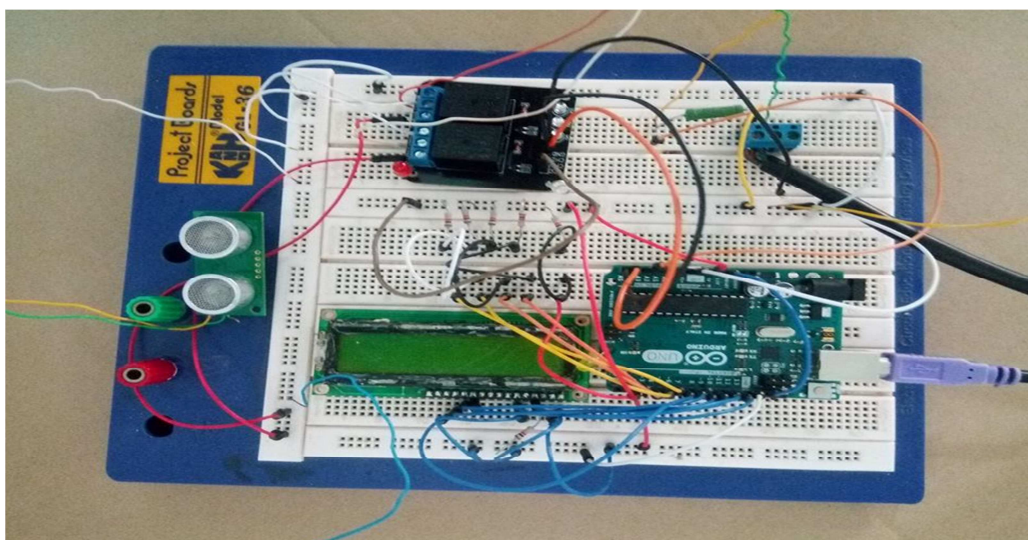
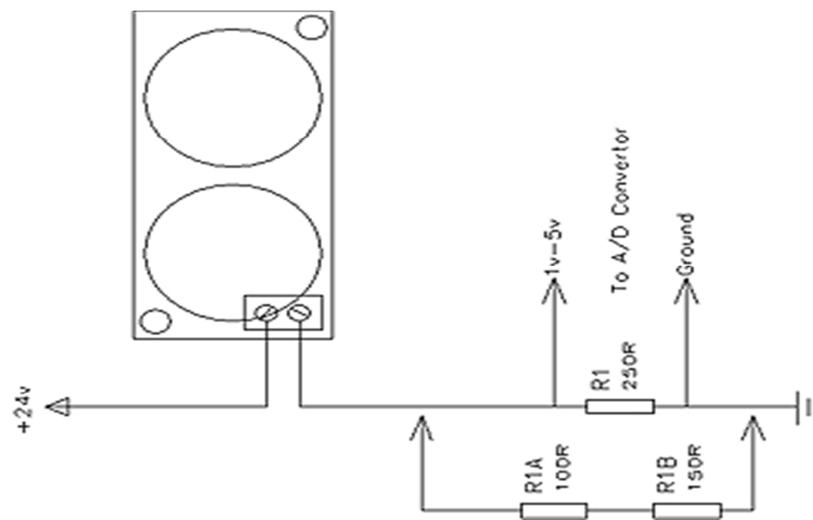


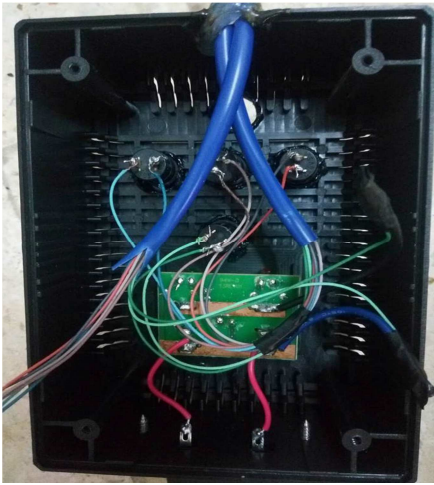
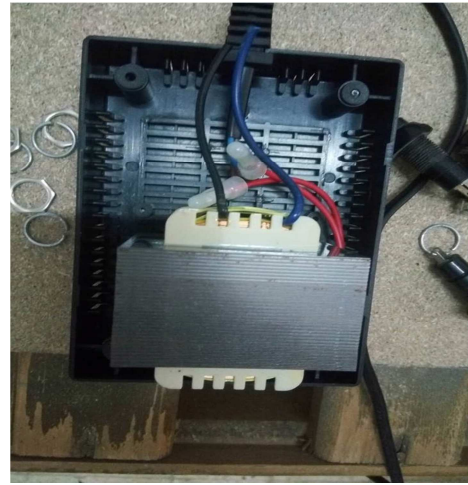
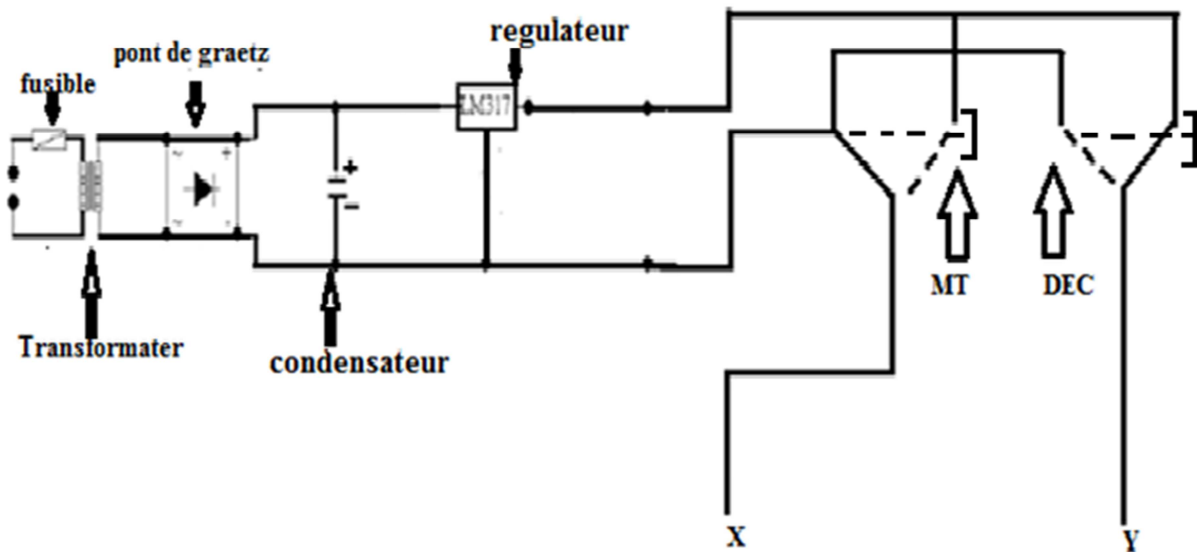
Figure III-3 : Circuit de commande M2

III-2-1-a-1 / Commentaire :

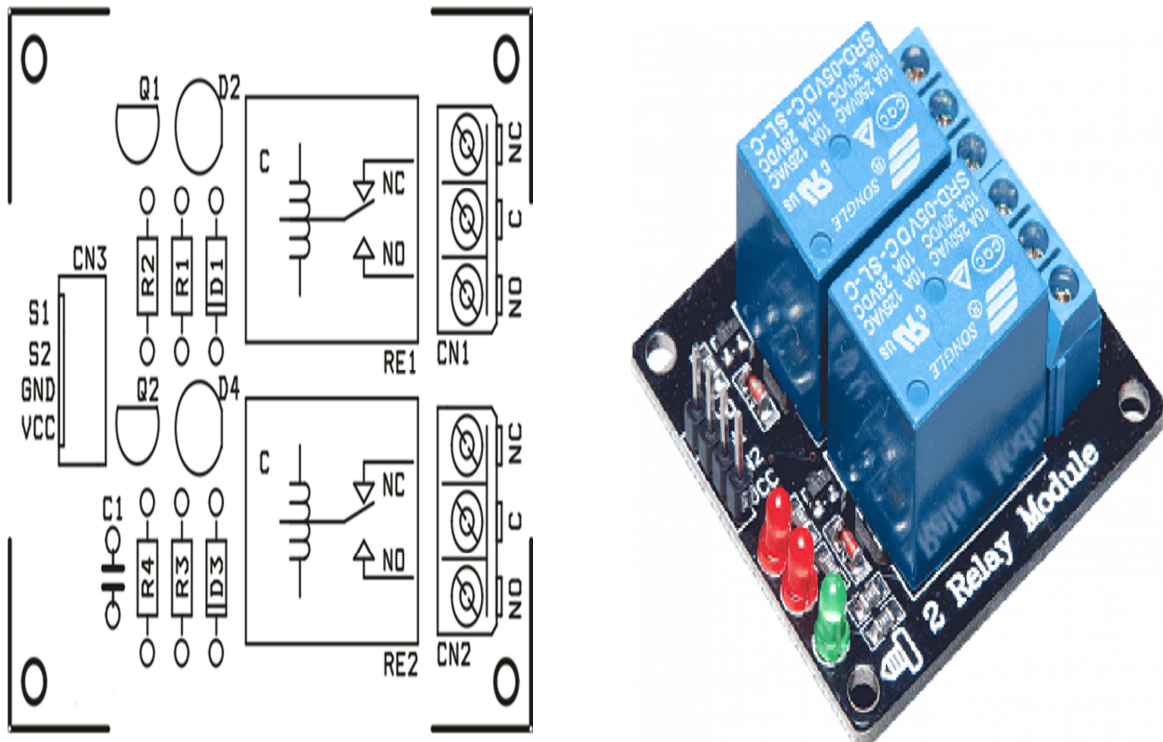
- ✚ Le moteur M2 (12V DC) est commande par l'arduino de type "UNO" qui envois des impulsions de 0.5 mA aux circuit de puissance pour contrôler les sens de rotation (déplacements horizontaux).
- ✚ Chaque destination a son propre bouton poussoir (a, b ,c, d).
- ✚ Un capteur ultrason de type "SRF 06" placé en face du chariot Pour connaitre ça position .

**Figure III-4 :** Structure electronique du SRF06

- ✚ Le capteur a une alimentation externe qui varie entre 9V a 24 V , ce dernier confère un courant nominal de 4 mA + 31,37 μ A/cm. Une simple résistance de 250 ohms (ou une association de résistances faisant 250 ohms) permettra de récupérer une valeur de tension exploitable via une entrée de conversion "analogique/numérique" d'arduino.

III-2-1-b/ Commande du moteur M1 :**Figure III-5 :**Structure de la boîte de commande**Figure III-6 :**Transformateur**Figure III-7 :**Circuit de commande d'une boîte vérin**III-2-1-b-1/ Commaire :**

- ✚ Le transformateur va abaisser la tension de 220 v en 24 v.
- ✚ Le pont de Greatz va nous delivre d'un courant alternative un courant continu exploitable.
- ✚ Le moteur M2 (24 ~30V) est commandé par deux boutons poussoirs (DEC,MT).
- ✚ Deux capteurs type fin de course (fcm,fcd) sont placer près du moteur M1,réglable selon la hauteur de levage.

III-2-2/ Partie puissance:**III-2-2-a/ Circuit de puissance pour moteur M2 :****Figure III-8:** Schéma électronique de (2modules 2canaux)**III-2-2-a-1 / Commentaire :**

- ✚ Après avoir reçus les information envoyées par le capteur ultrason sur le positionnement actuel par rapport aux actions exécutés par l'opérateur, l'arduino excité les bobines du module (ch1,ch2) par des impulsions de 0.5mA donc le moteur sera actionné.
- ✚ Le module 5v 2 canaux 2 relais, contrôle les sens de rotation du moteur M2. En fermant l'un des deux contacteurs qui va delivrer une alimentation de 12V DC pour donné un sens de rotation, donc le chariot atteindra la position demandée. Une fois la bobine du relais d'exéccitée le moteur s'arrête immédiatement.
- ✚ Le système est muni d'un Arrêt d'urgence(Au) en cas de besoin .

III-2-2-b/ Circuit de puissance pour moteur M1 :

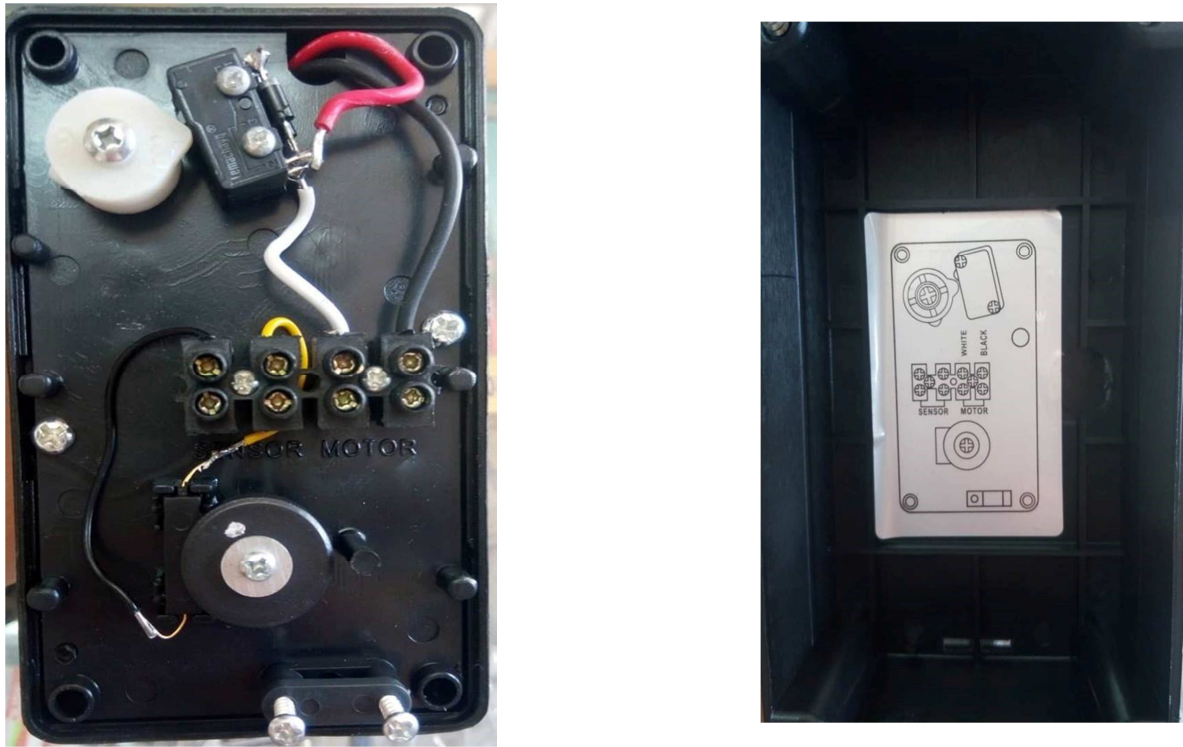


Figure III-9 : Circuit de puissance (M1)

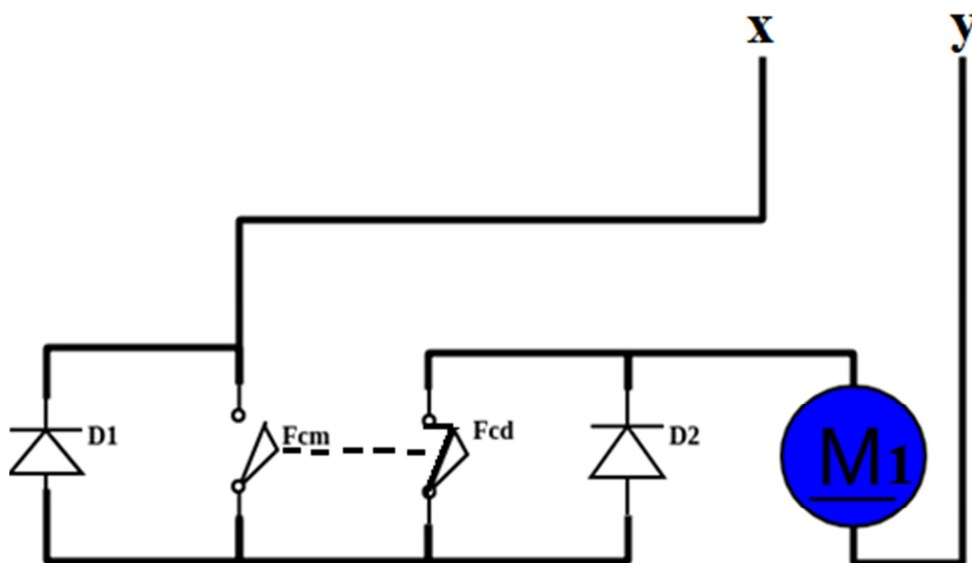


Figure III-10 : Circuit de puissance du moteur M1

III-2-2-b-1 / Commentaire :

- ✚ En appuyant sur l'un des deux boutons poussoir (3s a 4s), une tension de 12 v a 24 v (selon le couple résistant) est envoyée vers le moteur M1.
- ✚ Le moteur tourne dans un sens ou dans l'autre .
- ✚ Une fois le capteur de fin de course actionné le moteur s'arrête.

III-3/ Exemple :

Nous avons un Parc qui reçoit des arrivages mensuels de différents types de machines électriques (moteurs électriques triphasés).

Le chef de Parc veut installer un pont roulant pour transporter chaque type de machine dans sa zone correspondante.

On a trois types de machines :

- ✚ Moteurs asynchrones triphasés .
- ✚ Moteurs synchrones triphasés .
- ✚ Moteurs à courant continu.

Position A , Parc

Position B , zone 1 : moteurs asynchrones triphasés.

Position C , zone 2 : moteurs synchrones triphasés.

Position D , zone 3 : moteurs à courant continu.

Par mesure de sécurité on exige :

- ✚ L'organisation du travail.
- ✚ Le transport en un minimum de temps.
- ✚ Le respect des mesures de sécurité.

III-4/Analyse temporelle :

III-4-1/ Grafcet de production normal : (GPN)

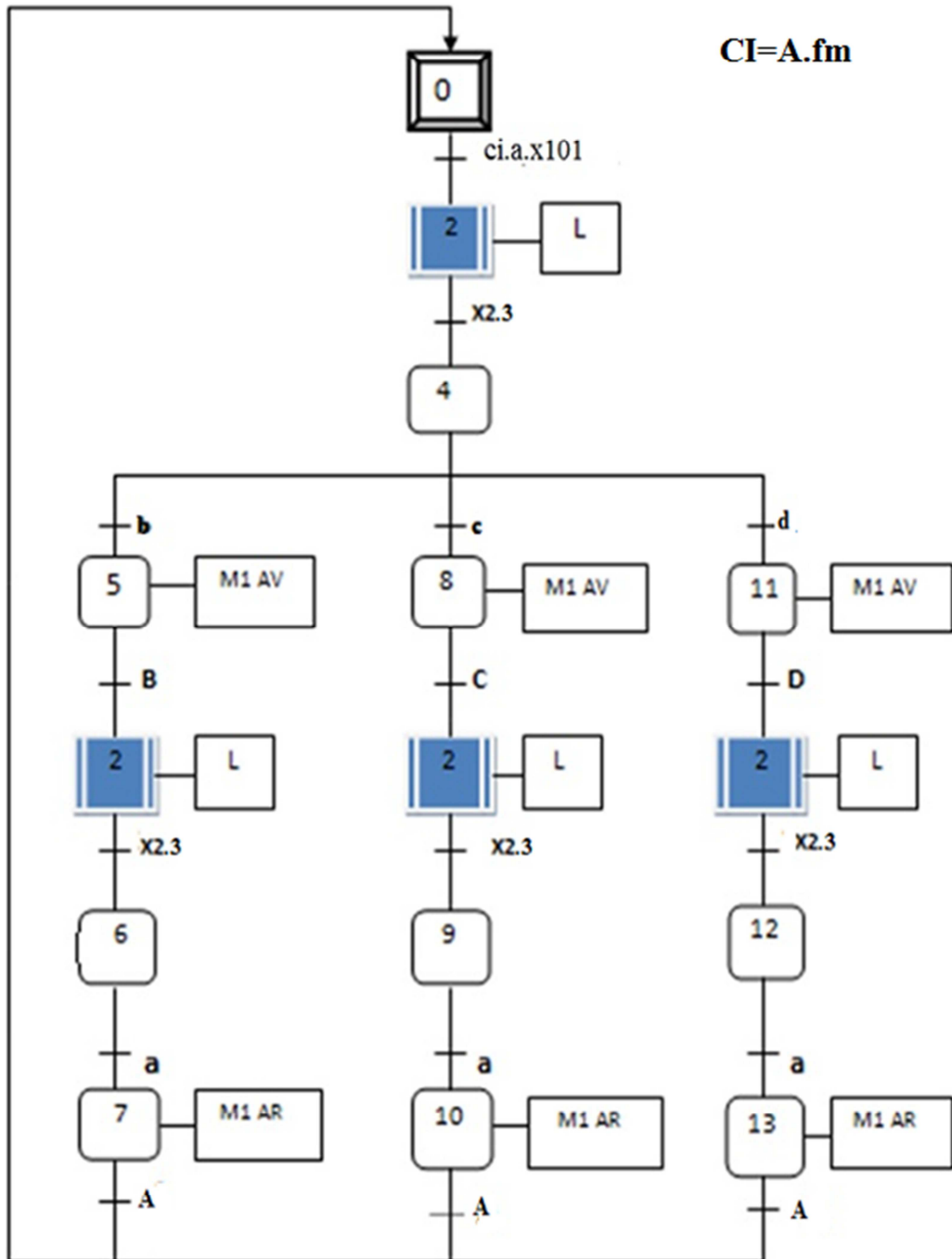
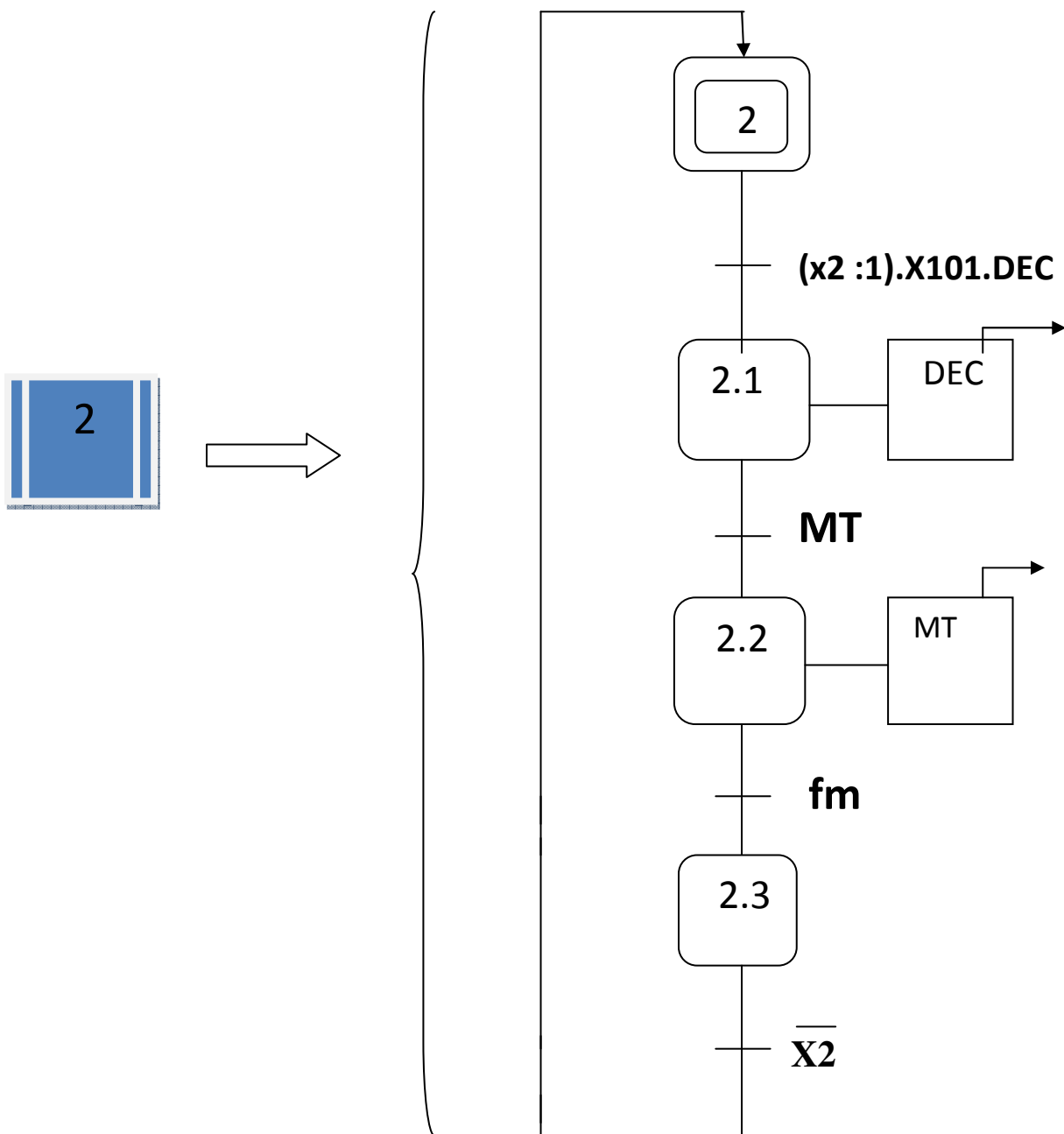
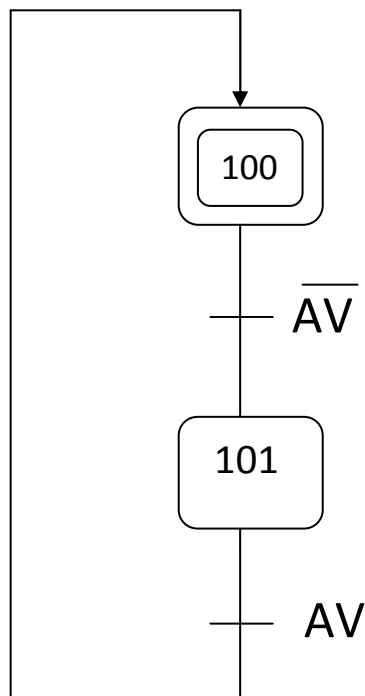


Figure III-11 : Grafcet de production normal

III-4-2/ Macro étape : (levage)



III-4-3/ Grafcet de sécurité (GS) :**III-4-4/ Commentaires :**

Le Grafcet (acronyme) de « Graphe fonctionel de commande étape/transition » et de « Graphe du groupe AFCET » et un mode de représentation et d'analyse d'un automatisme particulièrement bien adapté au systèmes a évolution séquentielle, c'est-à-dire décomposable en étapes

Dans notre cas et suivant le cahier de charge qui a été définit, on se trouve devant un grafcet de production normal (G.P.N) expliqué comme suit :

- 1) L'étape zéro représente l'étape initiale.
- 2) Après avoir identifier les conditions initiales soit (ci.a.x101).

[Ci : condition initiale ou se trouve le système/ a : variable d'entrée de la première position
X101 : mode automatique]

- 3) L'étape **2** représente une macroétape soit : la montée, et la descente du treuil
Commander par deux boutons poussoir (MT, DEC) et controler par deux fin de course (fcm, fcd)
- 4) L'étape 4 représente l'attente

5) On constate que notre grafcet subit une divergence en (OU) sur 3 positions de choix :

5.1) position b. :

Le chariot avec la charge se déplace vers l'avant jusqu'à la position voulue (B), d'où la Macro étape **2** déjà expliquée.

L'étape 6 représente une nouvelle attente, puis le retour à la position de départ

l'étape 7, représente le retour du Moteur en arrière pour atteindre la position A.

Le cycle est terminé et ça recommence pour le (2° ou 3° choix) (c ou d).

Remarque :

Le rôle du grafcet de sécurité est de protéger le système et gérer l'arrêt d'urgence.

III-5/ Analyse structurelle :

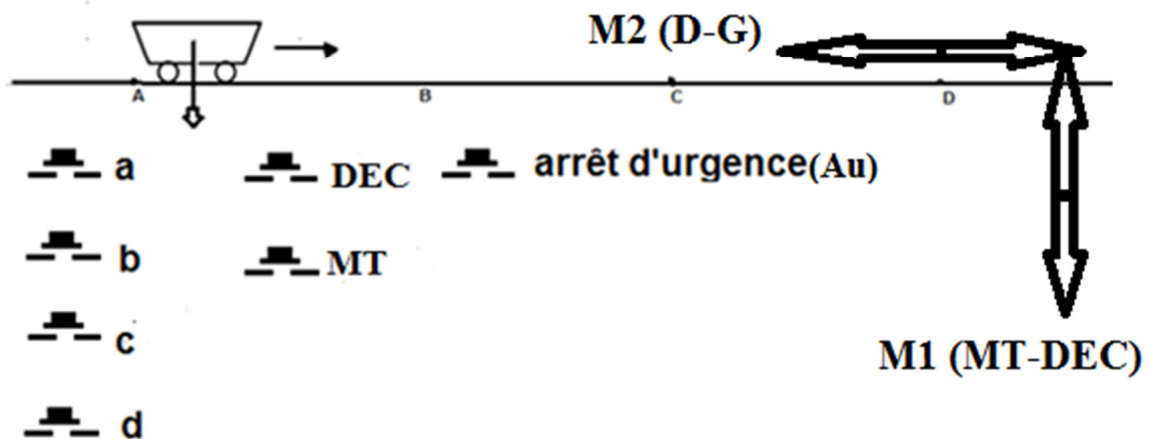


Figure III-12: Système à l'état initial

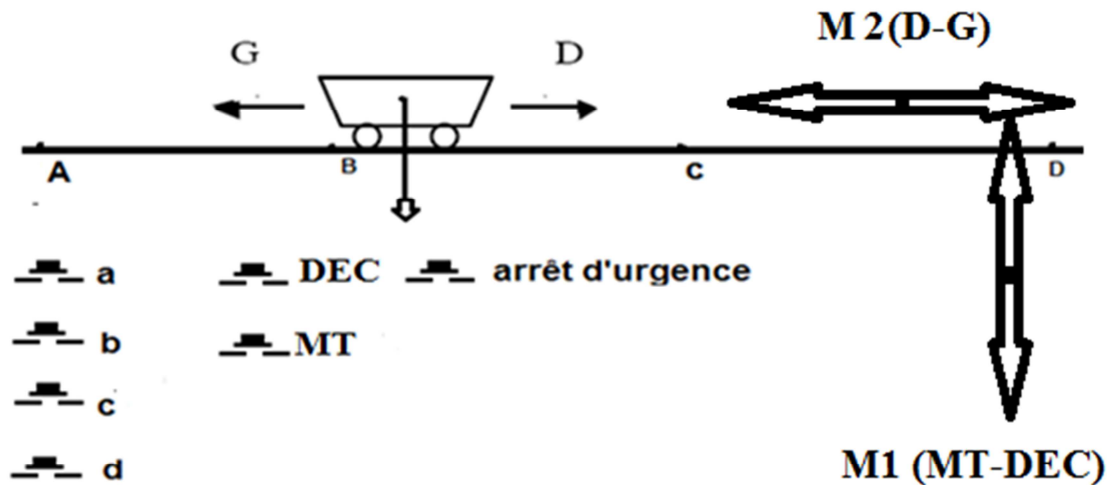


Figure III-13 : Système actionné

III-5-1/ Commentaire :

Notre maquette se compose d'un chariot muni d'un moteur (M2) commandé par quatre boutons poussoir (a, b, c, d) et d'un bouton d'arrêt d'urgence (AU) ; dont les positions sont gérées par un capteur ultrason de position (Gauche ou Droite) ; notamment d'un moteur (M1) responsable des mouvements du treuil (MT et DEC)

w III-6/ Conclusion :

Au moment de la correction de position du chariot, on entend plusieurs clic au niveau des 2 modules, et tout ça est causé par la mauvaise précision du capteur ultrason qui nous envoie des informations des fois erronées.

La fiabilité et le bon fonctionnement de notre système dépendent de la qualité et de la gamme du capteur ultrason utilisé.

Conclusion Générale et Perspectives

Les travaux présentés dans ce mémoire, ont porté sur l'étude, la conception et la réalisation d'un système roulant basés sur deux degrés de liberté; il s'agit d'un pont roulant.

Dans le chapitre I, nous avons parlé d'une façon générale sur les systèmes roulants notamment, les ponts avec leurs principes de fonctionnement, leurs divers types et leurs caractéristiques.

Dans le chapitre II, nous avons fait une étude approfondie sur les différents composants électroniques, notamment; Arduino, capteur ultrason, les relais et les moteurs utilisés pour la conception et la réalisation de notre système, qui est considéré comme un système semi automatique, basé sur l'arduino dans la partie commande du moteur M2, et système de vérin électrique dans la partie commande du moteur M1. Nous avons identifié la cause de la mauvaise précision de notre capteur .

Dans le chapitre III, l'utilisation du Grafcet comme méthode d'analyse, nous a facilité la manière d'expliquer et d'exposer notre système qui présente les caractéristiques suivantes :

- ✚ Indépendant de la matérialisation technologique.
- ✚ Traduit de façon cohérente le cahier des charges.
- ✚ Bonne adaptation aux systèmes automatisés.

Nous avons eu des problèmes au niveau du circuit de puissance; moteur M2 (2modules 2 canaux) causés par les mauvaises informaions reçus par l'Arduino.

Comme avantage, notre circuit de commande qui est prêt a être utilisé dans le domaine de l'industrie. C'est un système qui est basé sur des technologie sofisticés, modernes, et facile a manipuler. Cette technologie est moin chère que celle des autre systèmes (manuel électrique, a cablage électrique. Notre système est compatible avec n'importe quel cahier des charges exigé par l'utilisateur.

Le travail présenté se veut d'une part un outil qui permettra aux étudiants et aux futures chercheurs d'effectuer des applications et des travaux pratiques avec une maquette réelle, et d'autre part une contribution a la richesse de notre laboratoire de génie électrique, a la faculté des sciences et de la technologie et notamment a l'universite Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.

Comme perspectives de cette étude, et pour élargir le champ d'application de notre travail, nous suggerons aux futures étudiants et chercheurs d'accomplir et d'optimiser notre prototype par :

- ✚ Asservissement et régulation de la position selon le déplacement horizontale ou le le déplacement verticale (levage).
- ✚ L'ajout du 3 ème degré de liberte (la translation).
- ✚ Adopter un capteur ultrason plus performant.
- ✚ Réalisation d'une télécommande sans fil.
- ✚ L'utilisation d'un automate programmable et un moteur alternatif monophasé.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] [http://en.wikipedia.org/wiki/Crane_\(machine\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Crane_(machine))
- [2] https://fr.wikipedia.org/wiki/Pont_roulant
- [3] http://www.stahlcranes.com/_media/download/pdf/produkte/krankomponenten/br_krankomponenten_fr_160413.pdf
- [4] httpsfr.aliexpress.com/item/Electric-Linear-Actuator-12v-DC-Motor-100mm-1000N100kg-Stroke-Linear-Motion-Controller-12mm-s-100kg32688359779.htmlspm=a2g0w.search0302.3.59.d19e46e0sBErV1&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_0
- [5] <httpswww.lextronic.fr/capteurs-ultrason-hyper14131-telemetre-ultrason-srf06.html>
- [6] <httpswww.microsonic.de/fr/support/capteurs-%C3%A0-ultrasons/principe.htm>
- [7] <https://www.dzduino.com/store/development-platfome/Sensor-sensors-modules/2-channels-5v-relay-module>
- [8] <http://lewebpedagogique.com/technostexsolesmes/2013/03/12/le-verin-electrique/>
- [9] <http://dictionnaire.sensagent.leparisien.fr/pont%20roulant/fr-fr/>
- [10] <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/genie-industriel-th6/appareils-de-levage-et-chariots-de-manutention-42118210/ponts-roulants-et-portiques-ag7020/dispositifs-de-guidage-horizontaux-ag7020niv10005.html>

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[11] <http://www.technologuepro.com/cours-automate-programmable-industriel/Cours-Grafcet-notions-avancees.htm>

[12] <http://www.elektronique.fr/logiciels/proteus.php>

Annexe 1 moteur (chapitre I) :

I-4-7-b/ caractéristique :

$U = 230V/400V$

Fréquence = 50Hz

$N_s = 1420 \text{ Tr/min.}$

$P_a = 2.2 \text{ kW.}$

$I_n = 8.1 \text{ A.}$

$I = 4.7 \text{ A.}$

$N_s = 1500 \text{ tr/min.}$

Annexe 2 capteur ultrason "srf06" (chapitre II) :

II-1-2-b/ Caractéristiques techniques:

Alimentation/sortie: 4-20 mA (boucle de courant) sous 9 à 24 Vcc

Portée=2 cm à 5,1 m.

Fréquence=40 KHz.

Angle de détection=35°.

Annexe 3 capteur ultrason "srf235" (chapitre II) :

II-1-3-b/ Caractéristiques techniques:

Alimentation=+ 5 Vcc.

Portée=2 cm à 7 m .

Consommation=23 mA Typ.

Angle de détection=15 °.

Annexe 4 Arduino "uno"(chapitre II) :

II-2-1-b/ Caractéristiques:

Micro-contrôleur =ATmega328.

Tension de fonctionnement nominale = 5V.

Tension d'alimentation (recommandé) =7-12V.

Tension d'alimentation (limites) =6-20V.

Entrées/sorties digitales =14 (dont 6 pouvant être utilisées comme sorties PWM).

Entrées Analogiques =6

DC Current per I/O Pin =40 mA

DC Current for 3.3V Pin =50 mA

Memoire Flash =32 KB (ATmega328) dont 0.5 KB utilisé par le bootloader

SRAM =2 KB (ATmega328)

EEPROM=1 KB (ATmega328)

Fréquence d'horloge =16 MHz

Annexe 5 2modules 2 canaux (chapitre II) :

II-4-2/ Caractéristiques:

2 relais mécaniques avec indicateur de statut LED.

Les deux "NON" ports pour chaque relais "NC" et "NO".

Annexe 6 moteur M2 12v (chapitre II) :

II-5-1/ Caractéristiques:

Construction =Aimant permanent.

Tension d'entrée=8~12 V DC.

Puissance de sortie=8~12W.

Courant Continu (A)=0.5~1A.

Vitesse (pleine charge)=45mm / s.

Capacité de charge=1200N

Annexe 7 moteur M 36v (chapitre II) :

II-6-1-b/Caractéristique :

Construction =Aimant permanent

Tension d'entrée=24~36 VDC

Puissance de sortie=12~36W

Courant Continu (A)=1~2A

Vitesse (pleine charge)=4,2 mm / s

Capacité de charge=2500N

