



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Populaire et Démocratique Algérienne République

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد

Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة والامن الصناعي

Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département de maintenance en instrumentation

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière: Génie Industrielle

Spécialité: Génie Industrielle

Thème

Etude d'un Système de Supervision et Diagnostic en Ligne d'une Pompe Immersée

Présenté et soutenu publiquement par:

MRDJAOUI Maamar & BEN MAAMAR Abdelhamid

Devant le jury composé de:

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Mme Ghziyel Aabdi	PRF	UNIV.D'ORAN2	Président
Mme AOUIMER yamina	MCB	UNIV.D'ORAN2	Encadrant
Mr CHAREF Jilali	MCA	UNIV.D'ORAN2	Examineur

Année 2022/2023

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions Dieu tout-puissant qui nous a donné la force, le courage et la volonté d'atteindre tous nos objectifs, et tous les enseignants qui ont contribué à notre composition dans tous les cycles.

Nous tenons à remercier avec une gratitude particulière

A Notre encadreur **Mme.AOUMER Yamina**

Qui nous a guidés, encouragés et soutenus tout au long de notre travail.

Nous tenons également à remercier les membres du jury de nous avoir fait

L'honneur d'avoir accepté d'évaluer notre travail.

Enfin nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin

Dédicace

Je dédie ce mémoire avec fierté et gratitude à ma chère mère, que Dieu ait son âme et l'accueille dans son vaste paradis. Sans son soutien infini et son amour profond, je ne serais pas ici aujourd'hui. Son souvenir demeure toujours dans mon cœur, et elle restera un symbole de tendresse et de force. Je prie Dieu de la couvrir de sa miséricorde et de lui réserver une place au paradis. Que Dieu ait pitié de toi, ma chère mère

Abdelhamid Ben Maamar

Dédicace

Chers êtres chers que j'aime de tout mon cœur et de toute mon âme, vous êtes ma force et ma joie de vivre. Mes parents qui m'ont élevé avec fierté et dignité, vous êtes mes piliers et mes repères, ma chère mère, mon cher père.

À mes frères « El matroudin », à mes amis rejetés, vous êtes la première et la dernière étape. Vous avez été des pluies bienfaites pendant les années de sécheresse. Avec vous, j'ai trouvé le bonheur et j'ai savouré chaque instant. Merci pour tout.

À mon frère et camarade dans la mémoire, à mon compagnon de route dans la vie, "Abdelhamid Ben Maamar", merci pour tout.

Que Dieu nous guide vers ce qu'Il aime et agrée..

Maamar Merdjaoui

Sommaire

Introduction Générale	12
Chapitre I Généralité sur les pompes et les pompes immergées	13
I.1 Introduction	14
I.2 Généralités sur les pompes	14
I.2.1 Historique [1]	14
I.2.2 Définition des pompes [2].....	15
I.2.3 Différents types [5].....	16
I.3 Pompe immergée	17
I.3.1 Définition Pompe immergée [6].....	17
I.3.2 Domaines d'applications	18
I.3.3 Avantages et Inconvénients [7]	18
I.3.4 Différents types [8].....	19
I.3.5 Présentation [6]	19
I.3.6 Caractéristiques [9].....	19
I.3.7 Critères de choix [8]	20
I.3.8 Différents types de moteur	21
I.4 Définition de Moteur asynchrone triphasée [10].....	21
I.4.1 Constitution	22
I.5 La Supervision et le diagnostic des pompes immergées	26
I.5.1 La supervision [11].....	26
I.5.2 La maintenance du système.....	26
I.5.3 Le Diagnostic du système	29
I.5.4 Le Diagnostic de pompe immergée.....	29
I.5.5 Le Diagnostic sur installation électrique de pompe immergée	29
I.5.6 Dépannage des pompes immergées [15].....	31
I.6 Conclusion	33
Chapitre II Dispositifs de protection et control de la pompe immergée.....	34

II.1	Introduction	35
II.2	Définitions de Schéma électrique [16]	35
II.2.1	Démarrage de moteur asynchrone triphasé	35
II.3	Les Appareillage électrique	40
II.3.1	Appareillages de commande	40
II.3.2	Appareillages de protection.....	44
II.4	Installation électrique d'une pompe immergée.....	48
II.5	Réalisation de Prototype	49
II.5.1	Arduino.....	49
II.5.2	La définition de Arduino UNO [26].....	51
II.5.3	LED	53
II.5.4	Bluetooth HC-05 [28].....	53
II.5.5	Logiciel.....	54
II.5.6	La syntaxe du langage [29]	55
II.5.7	Proteus [30]	56
II.5.8	Logicield'App Inventor [31]:	57
II.6	Conclusion	59
Chapitre III Simulation et réalisation d'un système de diagnostic d'une pompe immergée		60
III.1	Introduction :.....	61
III.2	Simulation de système de diagnostic pompe immergée	61
III.2.1	Programmation Arduino :.....	61
III.2.2	Simulation dans le Proteus :.....	62
III.2.3	Principe de fonctionnement de ce système de diagnostic :	62
III.2.4	Les différente type affiché dans la simulation	63
III.3	Réalisation d'un système de diagnostic d'une pompe immergée:	65
III.3.1	Application :.....	65
III.3.2	Réalisation.....	68
III.4	Conclusion	73

Conclusion Générale :	75
Bibliographie	77

Liste de figures

Figure. I. 1: illustration d'une roue à godets chinoise.....	15
Figure. I. 2: Les pompes.....	15
Figure. I. 3: Les Différents types de pompes.	16
Figure. I. 4: Pompe immergée.....	17
Figure. I. 5: Moteur asynchrone triphasée.....	21
Figure. I. 6: Cadre.	22
Figure. I. 7: Stator d'un moteur asynchrone triphasé.....	22
Figure. I. 8: Rotor à cage.....	23
Figure. I. 9: Rotor bobiné.....	24
Figure. I. 10: Symboles d'une Moteur asynchrone triphasée.	24
Figure. I. 11: Principe de fonctionnement d'une Moteur asynchrone triphasée.....	25
Figure. I. 12: Différent Méthode de Couplage.	25
Figure. I. 13: les catégories de maintenance.	27
Figure. I. 15: Processus Diagnostic sur les Appareillages électriques	30
Figure .II. 1: Circuit de démarrage direct.....	36
Figure .II. 2: Circuit de démarrage direct deux sens de marche.....	37
Figure .II. 3: Circuit de démarrage étoile triangle.....	39
Figure .II. 4: Circuit de démarrage étoile triangle.....	40
Figure .II. 5: Symbole standard d'un interrupteur.....	41
Figure .II. 6: Les différents types des interrupteurs	41
Figure .II. 7: Symbole du contacteur.....	42
Figure .II. 8: Contacteur.	42
Figure .II. 9: Symbole de Sectionneurs Triphasé.....	43
Figure .II. 10: Symbole de Sectionneurs triphasés porte fusible.....	43
Figure .II. 11: Sectionneurs porte fusible.....	44
Figure .II. 12: Symbole d'un fusible.	44
Figure .II. 13: Fusible Cartouches gG.....	45
Figure .II. 14: Symbole de relais thermique.....	45
Figure .II. 15: Relais thermique 12 A 18.....	46
Figure .II. 16: Symbole de relais de phase RM4 TA0e.....	46
Figure .II. 17 : Relais de phase.....	47
Figure .II. 18: Relais de niveau	47
Figure .II. 19: Principe de fonctionnement de Relais de niveau.	48

Figure .II. 20: Installation électrique de pompe immergée.	49
Figure .II. 21: Matériel de carte Arduino (uno).....	52
Figure .II. 22: Les LED	53
Figure .II. 23: Bluetooth HC-O5	Erreur ! Signet non défini.
Figure .II. 24: Composition d'un programme en Arduino C.	55
Figure .II. 25: logiciel Proteus.....	57
Figure .II. 26: L'interface d'application	58
Figure .II. 27: programmation de L'application	59
Figure.III. 1: Programmation Arduino	61
Figure.III. 2: Simulation dans le Proteus.....	62
Figure.III. 3: Lorsqu'il n'y a pas de problème	63
Figure.III. 4: Un problème d'intensité.....	64
Figure.III. 5: Un problème de relais de phase	64
Figure.III. 6: problème de niveau d'eau.....	65
Figure.III. 7: designer de l'Application.....	65
Figure.III. 8: Code du Bluetooth	66
Figure.III. 9: Code On et off du system	66
Figure.III. 10: Texte du système	67
Figure.III. 11: Code diagnostic du système.....	67
Figure.III. 12: Liaison Arduino	68
Figure.III. 13: Programmation Arduino	70
Figure.III. 14: System on.....	71
Figure.III. 15: Un Problème de Relais de niveau	72
Figure.III. 16: Un Problème de Relais de niveau et Relais de phase	72
Figure.III. 17: Un Problème de Relais de niveau et Relais de phase et Relais de thermique	73

Liste de Tableau

Tableau 1:Couplage moteur et tension.....	26
Tableau 2:La pompe Ne marche pas.	31
Tableau 3:: La pompe Marche mais ne donne pas l'eau	32

Résumé

Le présent travail à étudier comment diagnostiquer les perturbations des pompes à immergéutilisant la plaque Arduino. Cela se fait en concevant un circuit de connexion entre le panneau et la pompe à immergéet en utilisant une gamme de protection (Relais de niveau, Relais de phase et Relais thermique) Les lectures reçues de ces capteurs sont analysées à l'aide de la programmation Arduino pour déterminer l'état et les performances de la pompe. Ce système avancé peut fournir un diagnostic immédiat et précis de la pompe immergéet prédire ses éventuels dysfonctionnements. Cette étude apporte une contribution précieuse à l'entretien et à l'efficacité des pompes

Mots clés : pompe immergé, diagnostic de pompe immergé, plaque Arduino, dispositifs de protection et de contrôle

Abstract

The present work aims to study how to diagnose disturbances of submersible pumps using the Arduino plate. This is done by designing a connection circuit between the panel and the submersible pump and using a range of protection (Level Relay, Phase Relay and Thermal Relay) Readings received from these sensors are analyzed using Arduino programming to determine pump status and performance. This advanced system can provide an immediate and accurate diagnosis of the submerged pump and predict its possible malfunctions. This study makes a valuable contribution to pump maintenance and efficiency

Keywords: submersible pump, submersible pump diagnosis, Arduino plate, protection and control devices

الملخص

تهدف هذه المذكرة إلى دراسة كيفية تشخيص أعطال مضخات الغاطسة باستخدام لوحة الاردوينو يتم ذلك من خلال تصميم دائرة توصيل بين اللوحة الاردوينو ومضخة الغاطسة واستخدام مجموعة من الحساسات مثل حساس مستوى الماء وحساس درجة الحرارة. يتم تحليل القراءات المستلمة من هذه الحساسات باستخدام برمجة الاردوينو لتحديد حالة وأداء المضخة. يمكن لهذا النظام المتقدم توفير تشخيص فوري ودقيق لمضخة الغاطسة والتنبؤ بأعطالها المحتملة. تأتي هذه الدراسة بمساهمة قيمة في مجال صيانة المضخات وتحسين كفاءتها

الكلمات المفتاحية : مضخة غاطسة ، تشخيص مضخة غاطسة ، لوحة اردوينو، أجهزة حماية وتحكم

Introduction Générale

Introduction Générale

Dans notre ère actuelle, les secteurs industriel et agricole ont subi un virage important vers la technologie et ont adopté le mécanisme comme un élément essentiel pour améliorer la production et accroître l'efficacité. L'utilisation de machines dans ces secteurs est devenue nécessaire pour augmenter la productivité et répondre aux demandes croissantes du marché.

Parmi ces machines, les pompes se distinguent comme l'une des plus importantes. C'est la deuxième machine la plus répandue après les moteurs électriques et est une machine mécanique utilisée pour augmenter l'énergie hydraulique. La prolifération des pompes reflète l'importance de cette technologie pour atteindre la durabilité et le progrès dans une variété d'applications. Leurs applications peuvent être observées dans différentes industries telles que la pétrochimie, l'agriculture moderne, le traitement de l'eau, le transport et bien d'autres. Les pompes sont utilisées pour pomper efficacement les liquides et les matériaux, contribuant ainsi au transport efficace des liquides d'un endroit à un autre.

À mesure que la technologie moderne a évolué, de nombreux aspects ont été améliorés, y compris la conception de systèmes de contrôle, où la surveillance des pompes est vitale dans de nombreuses applications est quelque peu facile, mais la pompe immergée a un autre point de vue car il est difficile de maintenir et de diagnostiquer comme complètement immergée dans le liquide, ce qui rend difficile de maintenir et de surveiller de près.

Dans cette thèse, nous étudierons la possibilité de diagnostiquer la pompe immergée en utilisant le panneau de commande Arduino avec l'ajout d'une application pour l'allumage et l'extinction de la pompe.

Ce mémoire comporte trois chapitres :

- Dans le chapitre 1, nous parlerons des pompes en général, puis nous parlerons de la pompe immergée et comment elle est diagnostiquée et entretenue.
- Le chapitre II est divisé en deux parties
 - La première section comprend des dispositifs de contrôle et de protection dans la pompe immergée
 - Section II : Nous parlerons du panneau Arduino et des appareils utilisés dans le blog
- Le chapitre III est consacré à l'application de nos idées.

Chapitre I

Généralité sur les pompes et les pompes immergées

I.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous expliquons ce que sont les pompes en général, puis nous nous concentrons sur un type particulier appelé "pompe immergée. Nous verrons comment détecter les problèmes éventuels et comment les empêcher et nous parlerons de la meilleure façon de prendre soin de cette pompe pour qu'elle fonctionne correctement

I.2 Généralités sur les pompes

I.2.1 Historique [1]

Depuis les tous premiers temps, les hommes ont recherché des moyens techniques pour amener les fluides à un niveau plus élevé, Cependant, nos ancêtres préhistoriques ont rapidement eu l'idée de transformer des cuves d'argile en bols, Il s'agit de la première étape vers l'invention du seau, Plusieurs seaux ont ensuite été suspendus sur une chaîne ou une roue. Les hommes ou les animaux utilisaient leur force pour mettre ces bols à eau en mouvement et prélever l'eau, Des fouilles archéologiques ont mis à découvert des transporteurs de seaux de ce type en Égypte et en Chine dès l'an 1000.

Une amélioration ingénieuse de ce concept a été élaborée en 1724 par Jakob Leupold (1674-1727), qui inséra des tuyaux courbés dans une roue, La rotation de la roue forçait l'eau à être soulevée au niveau de l'axe central de la roue. Le flux d'eau dans une rivière sert également d'entraînement pour cette installation de levage, Une caractéristique particulièrement remarquable de cette conception est la forme des tuyaux courbés. Elle est semblable à la forme des pompes centrifuges actuelles.

La mécanisation de la fabrication des pompes est apparue avec l'accroissement démographique fulgurant de la seconde moitié du 18e siècle. C'est vers la fin de ce même siècle que l'on pourra parler de réelle industrialisation de la fabrication et de l'utilisation des pompes, On voit alors apparaître des pompes à principe rotatif, des turbines et des pompes centrifuges. Celles-ci sont similaires à celles que nous utilisons actuellement. Seuls les matériaux et les conceptions évoluent en fonction de leur application, pour offrir de meilleurs rendements, de plus hautes pressions et de plus grands débits.

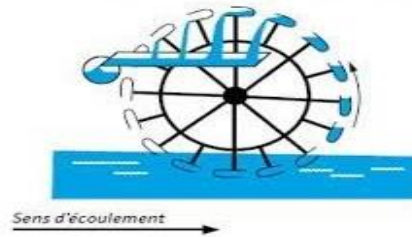


Figure. I. 1: illustration d'une roue à godets chinoise.

I.2.2 Définition des pompes [2]

Les pompes sont des machines hydrauliques qui déplacent des liquides et, d'un point de vue physique, une pompe convertit l'énergie mécanique de son moteur d'entraînement en énergie hydraulique.



Figure. I. 2 Les pompes

I.2.2.1 Rôle des pompes [3]

On peut utiliser pour :

- Véhiculer un liquide d'un réservoir situé à un certain niveau un autre situé à un niveau plus haut.
- Augmenter la quantité le (débit) de liquide qui traverse une conduite.

- D'une manière générale, et du point de vue physique, la pompe transforme l'énergie mécanique en énergie hydraulique.

I.2.2.2 Principe de fonctionnement [4]

Toutes les pompes utilisent des forces naturelles de base pour déplacer un liquide. Lorsque la partie de la pompe mobile (roue, aube, diaphragme de piston, etc.) commence à bouger, l'air est poussé hors du chemin. Le mouvement de l'air crée un vide partiel (basse pression) qui peut être rempli par plus d'air, ou dans le cas des pompes à eau, Cela ressemble à sucer une paille. Un vide partiel est créé dans votre bouche lorsque vous sucez la paille. Le liquide est poussé vers le haut de la paille en raison des différences de pression entre votre bouche et l'atmosphère.

Le principe de fonctionnement d'une pompe est de créer un déplacement mécanique dans un fluide pour augmenter sa pression et/ou son débit. Cela permet de transférer le fluide d'un endroit à un autre, souvent d'un réservoir ou d'un point de collecte vers un système de distribution ou d'utilisation.

Il existe plusieurs types de pompes, chacune ayant son propre mode de fonctionnement spécifique, mais toutes suivent les mêmes principes fondamentaux.

I.2.3 Différents types [5]

En tant que machine à usage général, la pompe a un large éventail d'utilisations. Avec le développement et l'évolution des pompes, il existe une variété de pompes, dont les noms sont différents, et les noms et classifications.

Les pompes à eau sont classées en deux types, à savoir le déplacement positif et Centrifuge.

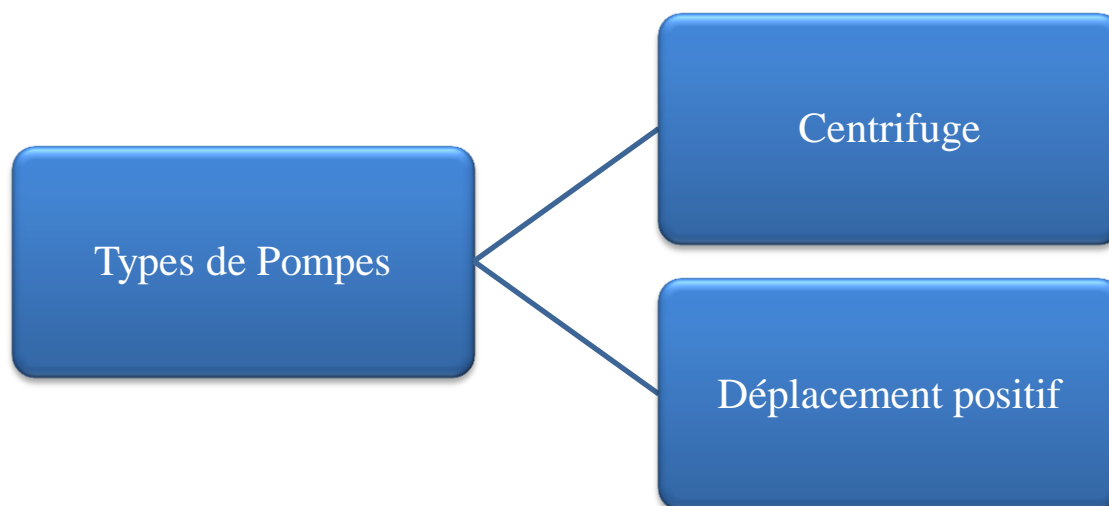


Figure. I. 3: Les Différents types de pompes.

I.2.3.1 Déplacement positif

Les pompes à déplacement positif fournissent un débit défini tout au long de la contraction mécanique et du développement d'un diaphragme extensible. Ces pompes sont applicables dans plusieurs industries qui contrôlent des fluides à haute viscosité partout où des solides réactifs peuvent s'y trouver. Ceux-ci sont suggérés pour les applications où une combinaison de haute pression et de faible débit est requise.

I.2.3.2 Centrifuge

Les pompes centrifuges sont conçues avec une roue rotative qui peut être utilisée pour alimenter la pompe en eau et forcer le débit de refoulement. Ces pompes sont disponibles en plusieurs types, notamment les modèles à déchets, immergés, submersibles et standard. En utilisant ces pompes, tous les types de liquides peuvent être pompés avec une faible viscosité. De plus, ces pompes fonctionnent bien avec des fluides fins et donnent des débits élevés.

I.3 Pompe immergée

I.3.1 Définition Pompe immergée [6]

Les pompes immergées sont des électropompes multicellulaires destinées à puiser. Ce sont donc des pompes de puits ou des pompes de forage, dont le profil effilé est conçu pour aller chercher l'eau à une profondeur où il est impossible de l'aspirer depuis la surface et pour une installation dans des espaces très étroits. On les trouve également dans des puits peu profonds.



Figure. I. 4: Pompe immergée.

I.3.2 Domaines d'applications

Les pompes immergées sont utilisées dans les domaines suivants :

- Approvisionnement en eau provenant de puits profonds.
- les systèmes d'irrigation et les systèmes d'eau utilisés dans les activités agricoles.
- Transporter de l'eau pure et dans les usines de purification d'eau.
- Surpression et distribution dans des installations civiles et industrielles.
- Alimentation de réservoirs et de citernes.
- Installations anti-incendie et installation de lavage.
- Contrôle du niveau ph.
- Irrigation.
- Mines.
- Fontaines.

I.3.3 Avantages et Inconvénients [7]

Comme chaque produit, les pompes immergées ont des avantages et des inconvénients qu'on résume comme suit :

❖ **Avantage**

- Très efficace, écoulement régulier.
- Capacité constante.
- Offre une vaste gamme de capacités et de pressions.
- Silencieuse.
- Bonne durabilité.
- Il faut noter que la pompe va rester dans l'eau pour un certain moment. De plus, Cette eau peut-être corrosive et/ou polluée, ce qui pourrait nuire à la pompe. Le corps de la pompe est donc le plus souvent en acier inoxydable pour Résister à l'eau.

❖ **Inconvénients**

- Prématurée des pièces.
- Couteuse et parfois difficile a réparer.
- Le désamorçage peut endommager le moteur.

I.3.4 Différents types [8]

Les pompes immergées se distinguent en 2 catégories :

- la pompe de relevage, pour les inondations et le relevage des eaux usées et chargées.
- la pompe d'alimentation, pour le pompage d'eau de forage et de puits.

Contrairement à tous les autres types de pompes dont le moteur est à l'extérieur de l'eau, L'ensemble complet de la pompe immergée, y compris le moteur, est installé dans le puits, Sous le niveau de l'eau. Ce type de pompe peut puiser l'eau à des profondeurs allant jusqu'à 300 mètres, la pompe immergée est de loin la plus populaire. Il existe une grande diversité de modèles de pompes immergées pouvant répondre à toutes les conditions de débit, de profondeur d'eau et d'alimentation électrique.

I.3.5 Présentation [6]

La pompe immergée est constituée de trois parties :

- le corps de pompe.
- la grille d'aspiration.
- La partie moteur, qui fournit la puissance nécessaire au pompage.

L'eau est aspirée dans le corps de pompe à travers la grille d'aspiration. Le corps de pompe abrite plusieurs roues. Le débit et la pression augmentent avec le nombre de roues. Après avoir traversé les roues, l'eau quitte la pompe par l'orifice de refoulement, sur laquelle on peut raccorder un tuyau de refoulement afin d'évacuer l'eau sous pression.

I.3.6 Caractéristiques [9]

- Rendement élevé et coûts d'exploitation réduits.
- Haute fiabilité de fonctionnement et longue durée de vie.
- Fonctionnement silencieux.
- Léger et compact pour une installation et un service facile.
- Convient pour une installation verticale dans des puits profonds et étroits, inclinés et installation horizontale dans des réservoirs ou des puits ouverts.
- Le clapet anti-retour est installée à la sortie de décharge pour empêcher le reflux et coup de bélier .

- Les turbines sont constituées d'Acier au chrome et de Bronze résistant à la corrosion et garantissant un service de longue durée sans entretien tout en garantissant une performance élevée.
- Les turbines, les diffuseurs et le corps de pompe sont conçus de manière à ce que les pompes puissent résister à une teneur en sable dans l'eau jusqu'à 50 ppm.
- Finition lisse des aubes internes de la pompe pour une meilleure performance.

I.3.7 Critères de choix [8]

I.3.7.1 La qualité d'eau

Pour bien choisir votre pompe immergée, la qualité de l'eau à aspirer est un critère à prendre en compte. Votre eau est-elle claire (impuretés inférieures ou égales à 5 mm), chargée (impuretés inférieures ou égales à 20 mm) ou très chargée (impuretés supérieures à 20 mm) ? En fonction, vous opterez pour une pompe immergée avec un passage granulaire plus ou moins important.

I.3.7.2 La hauteur de refoulement

La hauteur de refoulement est la hauteur entre la pompe immergée et le point de rejet. Vous devez vous assurer que l'eau aspirée atteint bien le point d'évacuation, à vérifier avant installé la pompe immergée.

I.3.7.3 Le débit

Son débit, tout d'abord, qui sera fonction de votre consommation d'eau. Rappelons à titre de repères, que l'arrosage d'une pelouse nécessite 8l/m²/j, et qu'une personne consomme environ 200l/j. On estime que le débit instantané de votre pompe immergée doit équivaloir à 1/3 de votre consommation d'eau journalière.

I.3.8 Différents types de moteur

Il en existe deux types :

I.3.8.1 Le moteur monophasé

Très répandu, car il fonctionne directement sur le secteur conventionnel (220 volts) par un fil secteur mis à la terre, ou via la boîte de jonction. Pour être complètement étanche sur toute sa longueur.

I.3.8.2 Le moteur triphasé

Les pompes sont plus professionnelles, alimentées sur secteur triphasé et neutre (380 volts) soit connectées via une boîte de jonction soit à l'aide d'une prise spécifique à 4 broches, Type de moteur , moteur asynchrone triphasé Rotor à cage

I.4 Définition de Moteur asynchrone triphasée [10]

Moteur asynchrone triphasée est une machine électrique à courant alternatif sans connexion entre le stator et le rotor. Le terme asynchrone provient du fait que la vitesse du rotor et la vitesse du champ magnétique tournant ne sont pas égaux. Le rotor est toujours en retard par rapport à la vitesse du champ statique. Un moteur asynchrone est une machine dont la rotation de l'arbre est différente de la vitesse de rotation du champ tournant.



Figure. I. 5:Moteur asynchrone triphasée.

I.4.1 Constitution

Les moteurs asynchrones triphasés sont composés de plusieurs éléments :

I.4.1.1 Le cadre

Il est fait d'acier (fonte) ou d'aluminium , Avec des ailettes sur sa surface extérieure il fonctionne pour refroidir Bobine d'air soufflé par ventilateur de refroidissement , Le cadre est utilisé pour porter des Bobines de Stator et Pour installer les deux capots latéraux et La boîte à bornes .



Figure. I. 6: Cadre.

I.4.1.2 Stator (inducteur)

Le stator comporte, trois enroulements triphasés équilibrés placés dans des encoches d'une carcasse ferromagnétique. Il constitue l'inducteur. Alimenté par un réseau triphasé équilibré, les enroulements génèrent dans l'entrefer du moteur un champ magnétique tournant ayant la vitesse de rotation.

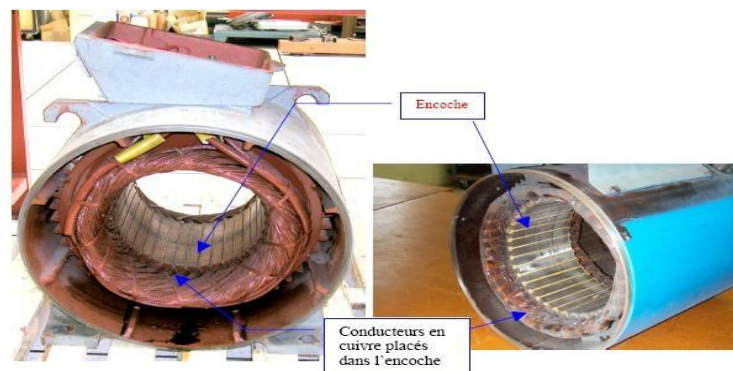


Figure. I. 7: Stator d'un moteur asynchrone triphasé.

I.4.1.3 Rotor (induit)

Il y a deux types de rotors :

- **Rotor à cage :**

Constitué d'un groupe de tôles d'acier au silicium isolées par du vernis fixées sur l'arbre tournant. Sur sa circonférence extérieure, des canaux longitudinaux sont taillés de manière juste ou oblique, dans lesquels des barreaux (brochettes) en cuivre ou en aluminium sont placés. Les extrémités des barres sont reliées et soudées des deux côtés au moyen de deux anneaux fermés du même type.



Figure. I. 8: Rotor à cage.

- **Rotor bobiné :**

Il se compose d'un groupe de tôles d'acier au silicium isolées avec de la laque fixées sur l'axe, et dans sa circonférence extérieure se trouvent des conduits longitudinaux dans lesquels sont placées des bobines de fil de cuivre isolés avec du vernis, et elles sont isolées des conduits avec une isolation en papier ou en plastique. Les bobines se connectent entre eux la composante de trois groupes égaux dans le nombre de bobines, et sortent de chaque groupe de départ et de fin, raccourcissant les débuts ou les fins à un point interne.



Figure. I. 9: Rotor bobiné.

I.4.1.4 Ventilateur

C'est une pièce importante en aluminium Ou en plastique, lors du fonctionnement du moteur, l'air est poussé entre les ailettes et le cadre réduit la température résultante Passage courant dans les limes de fer du stator.

I.4.1.5 Les capots latéraux

Ils sont en acier (fonte) ou en aluminium du même cadre métallique et fixé par des vis ils sont serrés, et l'un est devant moi et l'autre derrière ils contiennent des roulements à billes qui sont montés sur une colonne Rotation et travail sur l'équilibre de l'organe tournant et faciliter Le mouvement de sa rotation et le mettre dans une position lui permettant de se déplacer librement.

I.4.1.6 Symbole

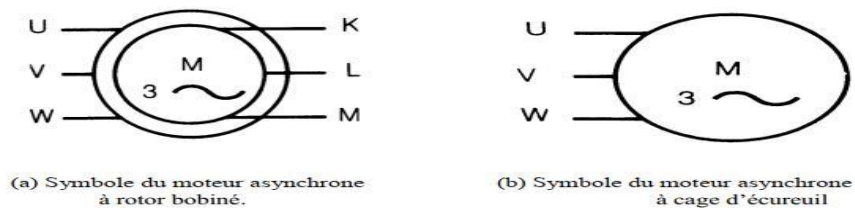


Figure. I. 10: Symboles d'une Moteur asynchrone triphasée.

I.4.1.7 Principe de fonctionnement

Le fonctionnement d'une moteur asynchrone est basé sur le principe de l'interaction électromagnétique, Le stator consiste trois bobines décalées va créer un champ magnétique qui va entraîner le rotor, qui va lui-même faire tourner l'arbre moteur et mettre en marche la machine à entraîner. Plus précisément, la circulation du courant dans le bobinage du stator va créer un champ tournant. L'influence de ce champ tournant va provoquer l'entraînement du rotor, via un courant induit qui va créer un autre champ magnétique dans le rotor.

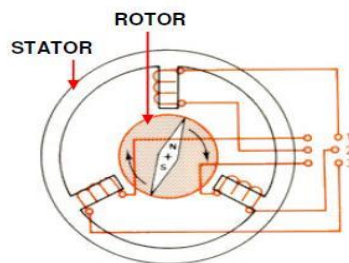


Figure. I. 11: Principe de fonctionnement d'une Moteur asynchrone triphasée

I.4.1.8 Méthode de Couplage

Pour raccorder correctement le moteur, il faut déterminer le couplage des enroulements moteur en fonction de la tension réseau, Deux couplages sont possibles :

- Couplage des enroulements en étoile
- Couplage des enroulements en Triangle

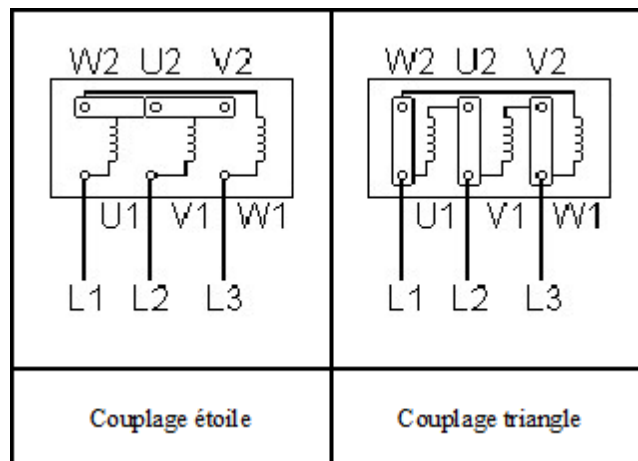


Figure. I. 12: Différent Méthode de Couplage.

Tableau 1:Couplage moteur et tension.

Tension alimentation	Moteur 220/400 V	Moteur 400/660 V
220 V	Couplage Triangle	
400 V	Couplage Étoile	Couplage Triangle

I.5 La Supervision et le diagnostic des pompes immergées

I.5.1 La supervision [11]

La supervision est l'ensemble des outils et méthodes qui permettent de conduire des installations industrielles tant en fonctionnement normal qu'en présence de défaillances. Elle est l'outil de référence de l'opérateur de conduite mais peut également interagir directement avec le système de contrôle -commande. La supervision d'un système inclut des fonctions de collecte et de visualisation d'informations, de surveillance, de diagnostic et d'aide à la prise de décision pour l'accommodation, la reconfiguration ou la maintenance.

La conception des outils de supervision peut s'appuyer sur plusieurs sources d'information comme :

- L'expertise humaine du concepteur et/ou de l'exploitant.
- Les modèles structurels, fonctionnels ou analytiques du procédé.
- Les données issues des historiques sur le procédé ou un procédé similaire (enregistrement de variables en cours de fonctionnement ou d'essais, journaux)

Et vise à Maximiser la disponibilité des équipements, Optimiser les performances des équipements, Optimiser la gestion de la maintenance et Assurer la conformité aux normes de sécurité.

I.5.2 La maintenance du système

I.5.2.1 La maintenance [12]

Dans tous les systèmes, l'objectif est de garantir la disponibilité, c'est-à-dire, d'assurer que le système fonctionne lorsqu'on le sollicite. La responsabilité de cette tâche repose sur la maintenance. D'après l'Afnor (NF X 60-010): «La maintenance est l'ensemble des actions

permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé ». Maintenir, c'est donc effectuer des opérations (dépannage, réparation, graissage, contrôle, etc.) qui permettent de conserver le potentiel du matériel pour assurer la production avec efficacité et qualité.

La maintenance peut être divisée en deux grandes catégories principales :

- Maintenance corrective.
- Maintenance préventive.

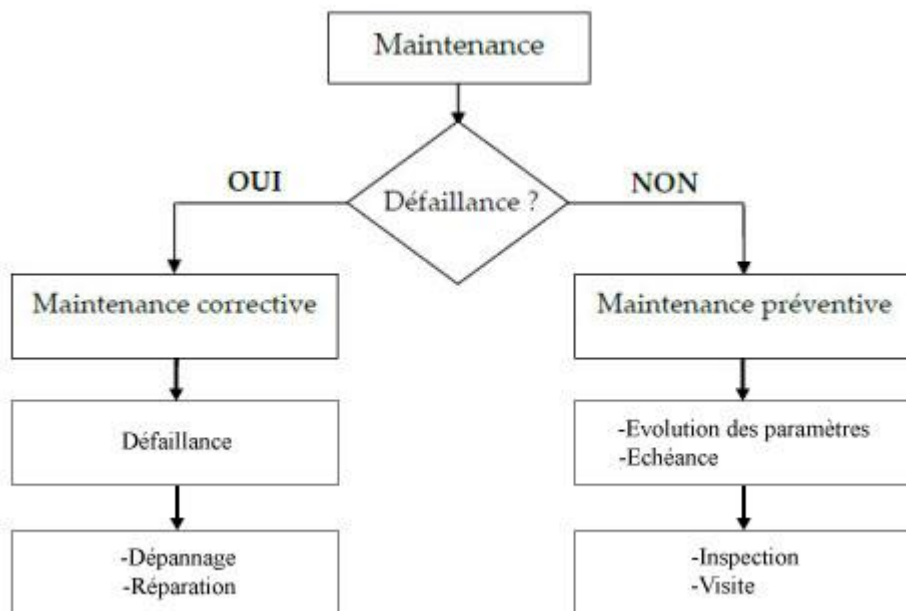


Figure. I. 13: les catégories de maintenance

I.5.2.2 La maintenance corrective [13]

La maintenance corrective fait référence à l'ensemble des activités réalisées après la détection d'une panne ou d'une défaillance d'un bien, Elle est appliquée automatiquement aux défaillances complètes et soudaines.

Les étapes de cette maintenance comprennent la localisation de la panne, c'est-à-dire l'identification de la source du problème, ainsi que son diagnostic, qui consiste à comprendre les causes de la défaillance. Ensuite, la remise en état est effectuée pour réparer le bien ou le système défectueux.

I.5.2.3 La maintenance préventive [12]

Ce type de maintenance ayant pour objet de réduire la probabilité de défaillance Son objectif principal est d'éviter les défaillances des équipements et de minimiser les temps d'arrêt causés par des révisions ou des pannes, elle inclure les contrôles ou visites systématiques et les actions et les remplacements effectués, Les buts de ce maintenance :

- Réduire les coûts liés à la maintenance
- Prolonger la durée de vie des équipements.
- Éliminer les facteurs d'accidents graves.

I.5.2.4 Pourquoi la maintenance préventive est importante

Comme toutes les autres machines les pompes pompe immergées nécessitent un entretien régulier. La maintenance préventive est essentielle pour éviter les pannes de la pompe. Et il y a plusieurs avantages de maintenance préventive :

- S'assurer que les pompes sont en parfait état de fonctionnement.
- Réduit les factures coûteuses de réparation et de remplacement.
- Économise les temps d'arrêt et améliore l'efficacité de vos processus.
- Prolonge la durée de vie du système de pompe.
- Vérifier qu'il n'y a pas de fuites aux points de refoulement et d'aspiration.
- Assure le bon fonctionnement du moteur de la pompe, réduit les vibrations excessives, la surchauffe et le bruit, améliorant ainsi l'efficacité

I.5.2.5 . La Maintenance préventive de pompe immergée

Il comprend des activités de maintenance qui non seulement vérifient les composants essentiels de votre système de pompage, mais utilisent également des techniques et des installations de réparation avancées, pour anticiper et prévenir tout problème futur. C'est l'une des meilleures méthodes de maintenance, car non seulement elle corrige les défis actuels, mais elle prend les mesures nécessaires pour préparer le système de pompage pour l'avenir. les performances des différents composants doivent être surveillées régulièrement et les pièces les plus susceptibles de tomber en panne doivent être remplacées. Cela inclut les composants qui vibrent excessivement ou les pièces qui sont exposées à des températures extrêmes ou Dans l'installation électrique, les pièces qui approchent de la fin de leur cycle de vie doivent être surveillées et remplacées avant qu'elles ne tombent en panne. la maintenance préventive peut être

appliquée selon un schéma prédéterminé, basé sur le temps, par exemple une fois tous les trois mois, six mois ou un an. Indépendamment de l'efficacité de fonctionnement des systèmes de pompage, cet entretien est effectué régulièrement.

I.5.3 Le Diagnostic du système

I.5.3.1 Définition [14]

Le diagnostic fait partie de la maintenance. C'est un ensemble des actions consistant à identifier les causes probables de la défaillance. Les deux principales tâches de diagnostic sont la détection et la localisation des défauts. La détection consiste à signaler l'existence du défaut, tandis que la localisation a pour objet de trouver le type de défaut. Il est inévitable qu'un système industriel soit affecté par des anomalies ou des perturbations accidentelles qui peuvent entraîner un dysfonctionnement. Ces anomalies peuvent être classées en trois types distincts :

Erreur : tout écart entre la valeur mesurée et la valeur réelle.

Défaut : l'altération ou la cessation de l'aptitude d'un ensemble à accomplir ses fonctions requises avec des performances définies dans les spécifications techniques.

Défaillance : l'inaptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise.

I.5.4 Le Diagnostic de pompe immergée

Pour diagnostiquer et localiser les défaillances de la pompe immergée, il existe plusieurs procédures, et elles incluent les défaillances dans l'armoire électrique c'est-à-dire dans les installations électriques, ou côté mécanique dans les tuyaux, les vannes ou la pompe elle-même.

I.5.5 Le Diagnostic sur installation électrique de pompe immergée

En supposant que nous ayons un circuit de commande de pompe immergée nouvellement assemblé et connecté, mais qu'il ne fonctionne pas comme prévu, la procédure pour trouver la cause de la défaillance est la suivante :

- **La première étape** : Analysez le circuit de commande et vérifiez qu'il a été correctement conçu selon les exigences des fonctions de contrôle.
- **La deuxième étape** : Fonctionnement de la pompe immergée et suivi ou opération de suivi par le relais ou la commande attendue même. Nous constatons que le secteur ou une partie du circuit de contrôle ne fonctionne pas.

Après s'être assuré qu'il y a un courant électrique. Nous vérifions les Appareillages électriques dans l'ordre suivant :



Figure. I. 14: Processus du diagnostic sur les appareillages électriques .

Lors de la recherche de la cause de la défaillance, nous devons intervenir sur une seule chose à la fois. Si nous pensons que l'un des points de connexion ne fonctionne pas, nous devons d'abord réparer, puis tester et vérifier le fonctionnement de la pompe, et si la défaillance persiste, nous passons à la recherche d'une autre raison de la défaillance.

- **La troisième étape :** Après avoir déterminé la section ou la partie du circuit de commande qui ne fonctionne pas, vous devez vous assurer que le fil est connecté et si Connexion de fil comme il existe dans le circuit dessiné (circuit de contrôle) Nous commençons par vérifier les composants de cette Secteur du circuit de contrôle.
- **La quatrième étape :** Lorsque nous arrivons à la cause du dysfonctionnement à l'intérieur du secteur qui ne fonctionne pas et que nous l'éliminons ou le traitons, nous devons alors faire fonctionner pompe une deuxième fois afin de nous assurer qu'il fonctionne dans son cycle de fonctionnement complet et avec succès.

Si nous découvrons l'existence d'un autre dysfonctionnement dans un secteur ou une autre partie du circuit de commande, alors nous devons essayer de déterminer le nouveau problème et dans quelles parties du circuit de commande il est présent, alors nous répétons ce qui précède.

Les circuits de contrôle sont conçus et exploités principalement sur la base de :

- Points de connexion qui connectent ou séparent un circuit.
- Bobines de contacteur ou bobines et relais qui actionnent ces points de connexion.

La plupart des défauts se trouvent dans les points de connexion ou dans les bobines des relais et les contacteurs ou dans les fils qui se connectent entre les points de connexion et les bobines.

Le diagnostic peut être fait visuellement ou avec un voltmètre ou l'ohmmètre.

I.5.6 Dépannage des pompes immergées [15]

Le dépannage des pompes immergées peut être nécessaire lorsqu'elles présentent des problèmes de fonctionnement ou de performance, Et les problèmes les plus courants sont que la pompe Ne marche pas ou La pompe Marche mais ne donne pas l'eau c'est-à-dire la pompe score à réduit capacité ou Donne inférieur à l'Évalue décharge.

Tableau 2:La pompe Ne marche pas.

	Causes probables	Mesures correctives suggérées
1.	Pas d'alimentation électrique.	Vérifier le réseau électrique et contact l'électricité approvisionnement autorités.
2.	Les fusibles sont grillés dans Sectionneur porte fusible.	Remplacer les fusibles grillés.
3.	Démarrreur/contacteur moteur de pompe est défectueux.	Remplacer le démarrreur/contacteur du moteur.
4.	Le dispositif de démarrage est défectueux.	Réparer/remplacer le Contacteur.
5.	L'inversion des phases et le déséquilibre des phases, La protection (Relais de phase) a coupé l'Alimentation électrique de la pompe.	vérifier les phases ou les câbles, et Réparer/remplacer les câbles ou les points de connexion.
6.	Le dry-running, La protection (Relais de Niveau) a coupé l'Alimentation en raison de Niveau d'eau bas.	Vérifier le niveau d'eau. Si c'est OK, vérifier Relais de Niveau et les points de connexion ou la sonde de niveau.
7.	les surcharges/ blocage dans démarrage, La protection (Relais Thermique) a coupé l'Alimentation électrique de la pompe, en raison de élévation la température.	Rechercher la cause de la surcharge telle que le terreau à l'intérieur de la pompe ou Réparer/remplacer Relais Thermique.
8.	Le circuit de commande a été interrompu ou est défectueux.	Vérifier l'installation électrique.

Tableau 3:: La pompe Marche mais ne donne pas l'eau

	Causes probables	Mesures correctives suggérées
1.	La soupape de décharge est fermée.	Ouvrer la vanne de décharge.
2.	Pas d'eau ou trop bas Niveau d'eau dans le forage.	Vérifier les 3 point de la sonde.
3.	La crépine d'admission étouffée.	nettoyer/remplacer la crépine.
4.	La baisse des performances est plus importante que prévu.	Augmenter la profondeur d'installation du Pompe, étrangler la pompe ou la remplacer par un modèle plus petit.
5.	Les vannes dans Les tuyaux de décharge sont partiellement fermé/bloqué.	Vérifier et nettoyer/remplacer les vannes.
6.	Le tuyau d'évacuation est partiellement étouffé par impuretés ou terreau.	Nettoyer/remplacer le tuyau de vidange.
7.	La pompe et le riser les tuyaux sont partiellement étouffés par des impuretés.	Vérifier Et nettoyer/Remplacer les tuyaux ou Propre la pompe.
8.	Fuite/défectueux dans le tuyau travail.	Vérifier et réparer la tuyauterie.
9.	La pression réservoir est trop petite.	Augmenter la capacité de réservoir sous pression en remplaçant ou compléter avec un autre réservoir
10.	Le volume d'air dans le pression/diaphragme tank est trop petit.	Ajuster le volume d'air dans le pression/diaphragme réservoir dans accord avec son installation et son fonctionnement instructions.

De plus, la pompe peut s'arrêter au démarrage pour plusieurs raisons :

- Mauvaise sélection, La taille du fusible ou du Relais Thermique est incorrecte, Ceci peut être résolu en vérifiant la taille du fusible ou du relais thermique par rapport à celle recommandée dans le manuel de la pompe, et le remplacer.

- Mauvaise sélection, La taille du câble est trop petite.
- La tension est trop faible ou trop élevée, et suggère Vérifier que la tension secteur est à $\pm 10\%$ de la tension nominale de la plaque signalétique pendant que le moteur de la pompe et contact l'électricité approvisionnement autorités.
- La pompe ou le moteur est bloqué, retirer la pompe et Vérifier Qu'est-ce qui le bloque, Et puis réparer ou nettoyer.

I.6 Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons examiné les pompes de manière générale, puis nous nous sommes penchés sur le sujet spécifique des pompes immergées, en mettant l'accent sur les techniques de diagnostic et d'entretien qui leur sont associées.

Chapitre II

Dispositifs de protection et control de la pompe
immergée

II.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous discuterons de la manière de démarrer les moteurs triphasés, puis nous examinerons les dispositifs présents dans la pompe qui sont responsables de la protection et du contrôle. Ensuite, nous parlerons de la carte Arduino que nous ajouterons à la pompe afin de la contrôler via le téléphone en utilisant la technologie Bluetooth.

II.2 Définitions de Schéma électrique [16]

Le schéma électrique est une représentation conventionnelle de l'installation électrique des symboles graphiques représentent les éléments de cette installation mais aussi les connexions qui les relient fonctionnellement. Le schéma électrique vise à atteindre plusieurs objectifs : Expliquer le fonctionnement de l'équipement, Fournir les bases d'établissement et de réalisation physique de l'installation, Faciliter les essais, Faciliter la maintenance et les dépannages plus rapidement.

II.2.1 Démarrage de moteur asynchrone triphasé

Lorsqu'un moteur asynchrone triphasé démarre, il consomme un courant très élevé, ce qui nécessite une conception appropriée du moteur pour supporter cette charge. Le courant au démarrage varie généralement de 4 à 8 fois le courant nominal du moteur, en fonction de sa conception. Ce courant élevé peut entraîner une chute abrupte de la tension d'alimentation du réseau, ce qui peut entraîner la déconnexion de certaines charges. Il est donc important que la diminution de la tension d'alimentation lors du démarrage du moteur ne dépasse pas 4%.

Afin de faire fonctionner correctement un moteur, un circuit électrique adéquat doit être disponible pour fournir la tension électrique requise. Ce circuit doit être capable de supporter le courant de démarrage du moteur et de fonctionner de manière fiable dans des conditions fréquentes. De plus, il doit intégrer une protection adéquate pour préserver la sécurité et la durabilité du moteur.

II.2.1.1 Les différents types de démarrage de moteur triphasé [17]

Il existe différents types de démarrage de moteur triphasé. Les plus courants sont :

II.2.1.1.1 Le démarrage direct

Une action sur le bouton poussoir s1 excite la bobine kM1 ce qui provoque :

- Son auto-alimentation.
- Alimentation du moteur.
- Une action sur le bouton poussoir s0 entraine de la désexcitation de la bobine km1 et l'arrêt de moteur.
- Une action sur le bouton poussoir s0 ou une fonction de relais thermique (F), coupe l'alimentation de la bobine KM1, le moteur s'arrête.

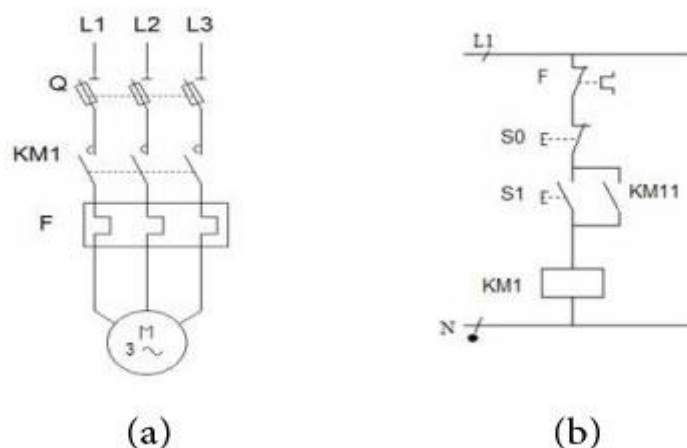


Figure .II. 1: Circuit de démarrage direct.

(a) Circuit de puissance - (b) Circuit de commande

L1, L2, L3 : alimentation triphasée.

Q: Sectionneur porte fusible.

KM1: contacteur principal.

F : relais thermique.

M : moteur triphasé.

F : contact auxiliaire du relais thermique.

S₀ : bouton poussoir arrêt.

S₁ : bouton poussoir marche.

KM1 : bobine du contacteur.

KM11 : contact auxiliaire du contacteur.

II.2.1.1.2 Le démarrage direct deux sens de marche

Une action sur le bouton poussoir S1 excite la bobine km1 ce qui provoque :

- Son auto-alimentation.
- Le verrouillage du contacteur KM1.
- Alimentation du moteur et son démarrage dans un sens de rotation
- une action sur le bouton poussoir S0 ou une fonction de relais thermique (F), coupe la alimentation de la bobine KM1, le moteur s'arrête

Une action sur le bouton poussoir S2 excite la bobine KM2 ce qui provoque :

- Son auto-alimentation.
- Le verrouillage du contacteur KM2.
- Alimentation du moteur et son démarrage dans l'autre un sens de rotation.
- Une action sur le bouton poussoir S0 ou une fonction de relais thermique (F), coupe l'alimentation de la bobine KM2, le moteur s'arrête.

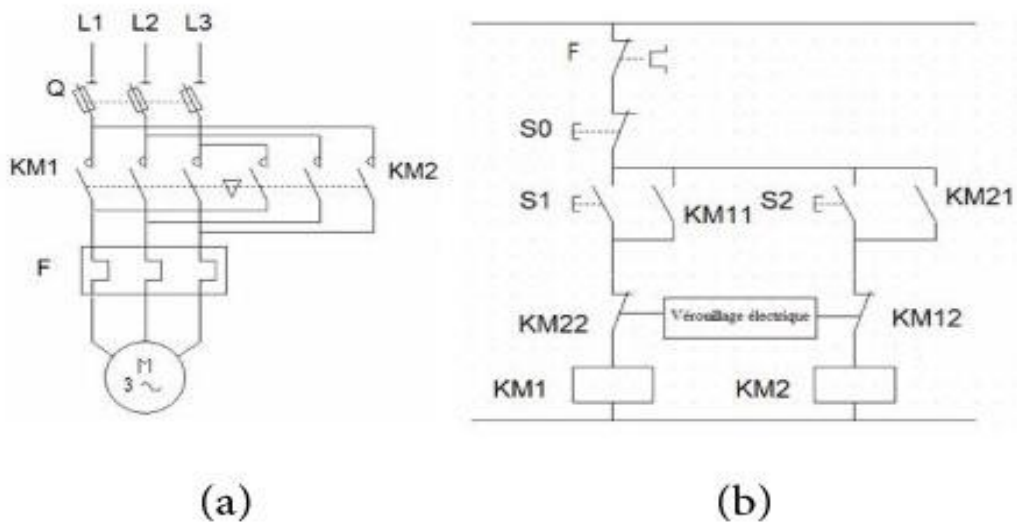


Figure .II. 2: Circuit de démarrage direct deux sens de marche

(a)Circuit de puissance(b) Circuit de commande

S₀ : bouton poussoir arrêt.

S₁ : bouton poussoir marche 1^{er} sens.

S₂ : bouton poussoir marche 2^{ème} sens.

KM1 : contacteur sens 1.

KM2 : contacteur sens 2.

KM11 & KM21 : contact auxiliaire du contacteur.

Verrouillage électrique : Il empêche l'alimentation simultanée des bobines de deux contacteurs qui ne doivent pas être enclenchés en même temps. La fermeture simultanée des deux contacteurs provoquerait un court-circuit entre phases. Le démarrage étoile triangle Un moteur asynchrone possède un couple important et peut absorber 4 à 8 fois son intensité nominale au démarrage, ce qui risque de provoquer des perturbations sur le réseau électrique, chute de tension, déclenchement de protection, Pour réduire cet appel de courant on utilise un procédé simple et financièrement intéressant le démarrage étoile/triangle. Après l'ordre de démarrage du moteur, le relais temporisé bascule automatiquement le couplage étoile en couplage triangle. Le temps de démarrage en couplage étoile doit permettre au moteur d'atteindre une vitesse suffisante afin de permettre l'accélération après la commutation en triangle.

C'est un type de démarrage fractionné en 2 temps :

1er temps : Les enroulements sont couplés en étoile, la tension est réduite aux bornes de chaque enroulement. Le contacteur KML alimente les extrémités des enroulements U1, V1, W1. Le contacteur KM Δ relie les extrémités des enroulements W2, U2, V2, c'est le point étoile.

2em temps : Suppression du couplage étoile KMY (après temporisation), puis on couple les enroulements du moteur en triangle en reliant les bornes U1/V2, V1/W2, W1/U2. Chaque enroulement est maintenant soumis à la tension réseau.

Notons que des relais de temporisation spécifique pour la commutation étoile-triangle existent, notamment pour éviter les éventuels arcs électriques au cours des commutations successives.

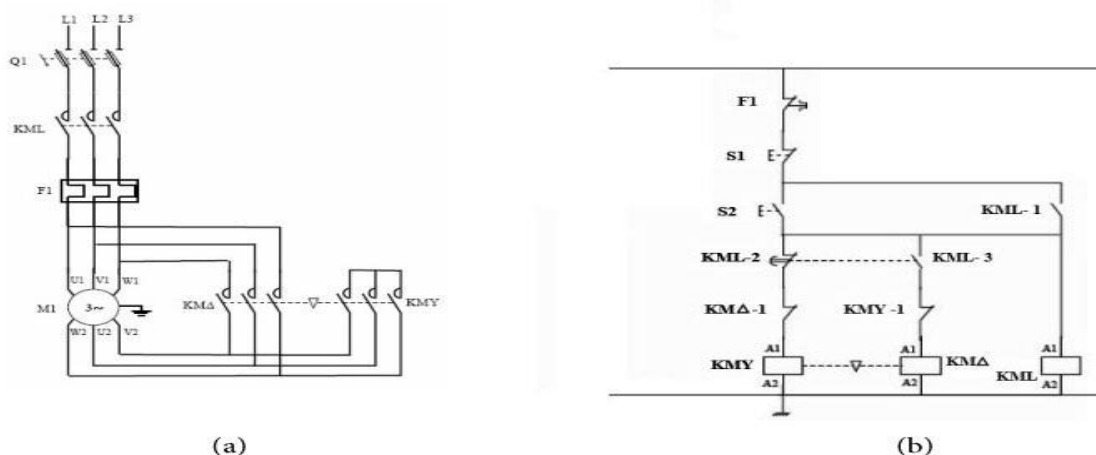


Figure .II. 3: Circuit de démarrage étoile triangle

(a)Circuit de puissance (b) Circuit de commande

II.2.1.1.3 Le démarrage étoile triangle

Un moteur asynchrone possède un couple important et peut absorber 4 à 8 fois son intensité nominale au démarrage, ce qui risque de provoquer des perturbations sur le réseau électrique, chute de tension, déclenchement de protection, Pour réduire cet appel de courant on utilise un procédé simple et financièrement intéressant le démarrage étoile/triangle. Après l'ordre de démarrage du moteur, le relais temporisé bascule automatiquement le couplage étoile en couplage triangle. Le temps de démarrage en couplage étoile doit permettre au moteur d'atteindre une vitesse suffisante afin de permettre l'accélération après la commutation en triangle.

C'est un type de démarrage fractionné en 2 temps :

1er temps : Les enroulements sont couplés en étoile, la tension est réduite aux bornes de chaque enroulement. Le contacteur KML alimente les extrémités des enroulements U1, V1, W1. Le contacteur $KM \Delta$ relie les extrémités des enroulements W2, U2, V2, c'est le point étoile.

2em temps : Suppression du couplage étoile KMY (après temporisation), puis on couple les enroulements du moteur en triangle en reliant les bornes U1/V2, V1/W2, W1/U2. Chaque enroulement est maintenant soumis à la tension réseau.

Notons que des relais de temporisation spécifique pour la commutation étoile-triangle existent, notamment pour éviter les éventuels arcs électriques au cours des commutations successives.

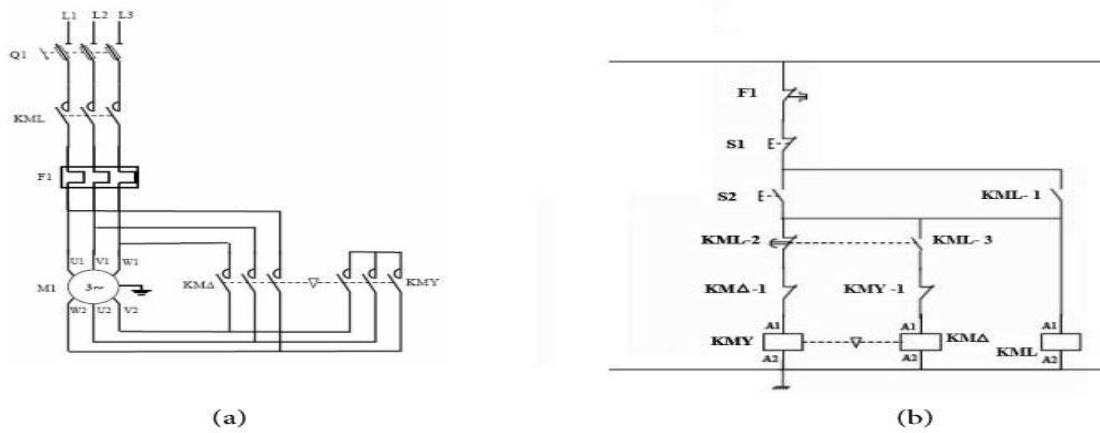


Figure II. 4: Circuit de démarrage étoile triangle..

(a) Circuit de puissance (b) Circuit de commande

II.3 Les Appareillage électrique

L'appareillage électrique désigne l'ensemble des équipements et des dispositifs électriques utilisés pour protéger, commander, mesurer ou transformer l'énergie électrique dans une installation électrique. Il regroupe différents types d'appareils Chaque type d'appareil à une fonction spécifique dans l'installation électrique.

L'appareillage électrique est essentiel pour garantir la sécurité et le bon fonctionnement d'une installation électrique. Il est donc important de choisir les appareils adaptés à chaque situation, en fonction des caractéristiques électriques de l'installation et des besoins spécifiques de l'utilisateur.

II.3.1 Appareillages de commande

II.3.1.1 Interrupteur [18]

L'interrupteur électrique est un appareil mécanique qui permet d'établir ou d'interrompre le passage de courant dans un circuit électrique (fonctionnement en charge).

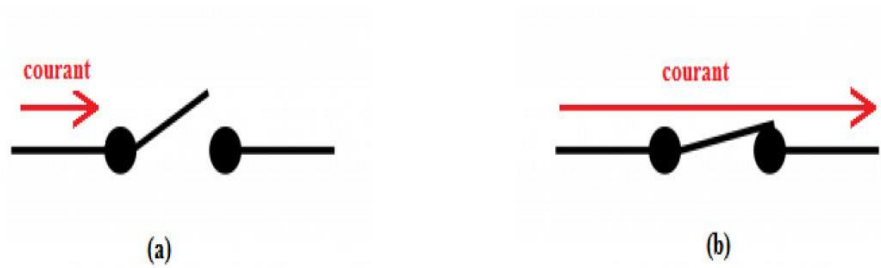


Figure .II. 5: Symbole standard d'un interrupteur

(a) état ouvert (b) état fermé

Il existe plusieurs types des interrupteurs :

- Interrupteur à bouton poussoir
- Interrupteur à levier
- Interrupteur à bascule
- Interrupteur à glissière
- Bouton tournant ou interrupteur commutateur rotatif
- Interrupteur à Lame Souple



Figure .II. 6: Les différents types des interrupteurs

II.3.1.2 Contacteur [19]

Un contacteur est un appareil mécanique de connexion ayant une seule position de repos , commandé autrement qu'à la main , capable d'établir , de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit , y compris les conditions de surcharge en service .

Dans leur usage le plus courant, les contacteurs ont pour fonction de commander la marche ou l'arrêt d'un moteur, ou encore d'assurer un mode de démarrage ou de freinage, ou encore d'en réguler la vitesse.

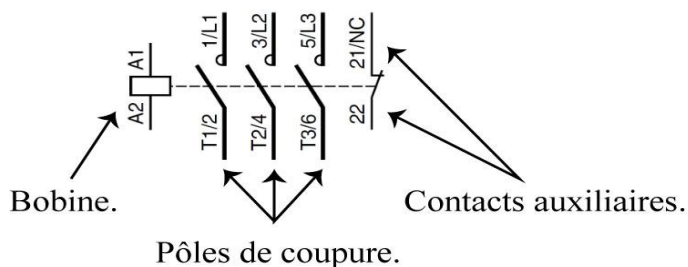


Figure .II. 7: Symbole du contacteur

Fonctionnement de contacteur c'est que La bobine (bornes A1-A2) dans la Partie commande, peut-être alimentée en courant alternatif ou en courant continu (24V, 48V, 110V, 230V, 400 V).Lorsque la bobine est alimentée, un champ magnétique se forme, la partie mobile de l'armature est attirée contre la partie fixe et les contacts se ferment (ou s'ouvrent suivant le modèle).Lorsque la bobine n'est pas alimentée, le ressort de rappel sépare les deux parties de l'armature et maintient les contacts de puissance ouverts(ou fermés).



Figure .II. 8:Contacteur.

II.3.1.3 Sectionneurs [20]

Le sectionneur est un appareil mécanique qui permet de séparer (isoler) une partie sous tension en amont d'une partie en aval d'un circuit électrique. L'isolement du circuit se fait à vide par ouverture de tous les conducteurs de lignes.

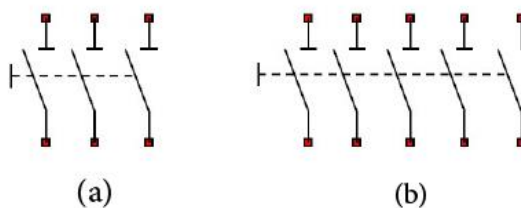


Figure .II. 9: Symbole de Sectionneurs Triphasé

(a) à commande manuelle (b) à levier 3Ph+N avec contact auxiliaire

II.3.1.4 Sectionneur porte fusible

Il permet d'isoler et protéger la partie amont sous tension de la partie aval d'un circuit électrique.

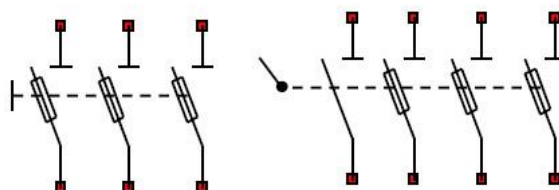


Figure .II. 10: Symbole de Sectionneurs triphasés porte fusible



Figure .II. 11: Sectionneurs porte fusible

II.3.2 Appareillages de protection

II.3.2.1 Fusible

Le fusible protège un circuit électrique contre le court-circuit ou les faibles et fortes surcharges par fusion de la partie active du fusible. Il comporte de poutre de silice pour étouffer rapidement l'arc électrique et assurer l'isolement après la coupure.

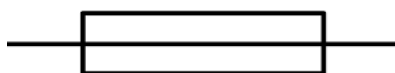


Figure .II. 12:Symbole d'un fusible.

Il existe plusieurs types de fusible :

- Les cartouches **GG** (usage industriel) protègent les circuits électriques contre les faibles et fortes surcharges et contre le court-circuit.
- Les cartouches **AM** (Accompagnement Moteur) protègent les circuits électriques contre les fortes surcharges et le court-circuit.
- Les cartouches **UR** (Ultra Rapide) protègent les composants électroniques.



Figure .II. 13: Fusible Cartouches gG.

II.3.2.2 Relais thermique [21]

Le relais thermique est un appareil qui protège le récepteur placé en aval contre les surcharges et les coupures de phase. Pour cela, il surveille en permanence le courant dans le récepteur. En cas de surcharge, le relais thermique n'agit pas directement sur le circuit de puissance. Un contact du relais thermique ouvre le circuit de commande d'un contacteur est le contacteur qui coupe le courant dans le récepteur.

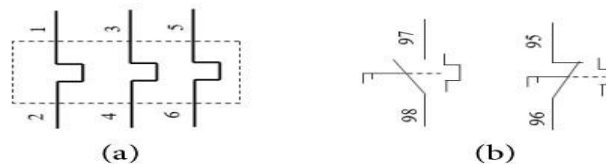


Figure .II. 14: Symbole de relais thermique..

(a) Partie puissance (b) Partie commande

Le relais thermiques fonctionne en surveillant la température des enroulements du moteur ou d'autres équipements, généralement à l'aide d'une thermistance ou un autre élément sensible à la température. Lorsque la température atteint un niveau défini, les composants électroniques se déclenchent pour ouvrir le circuit et le protéger des dommages. Il offre Contrôle de température plus précis, Moins de pertes de puissance et Possibilité d'intégrer la surveillance et le contrôle à distance.



Figure .II. 15:Relais thermique 12 A 18.

II.3.2.3 Relais de phase[22]

Les relais de phase protègent les charges contre les variations de tension. Les dispositifs fournissent une protection contre la rupture de phase, l'inversion des phases et le déséquilibre des phases dû à des fusibles grillés, des fils cassés ou des contacts usés. Ils permettent la surveillance des fluctuations de la tension afin de prévenir les dommages aux équipements ou des blessures au personnel.

Relais de phase offre différentes fonctionnalités comme surveillance de la rotation des phases, la présence des 3 phases et l'ordre des phases (l'asymétrie des phases) et surveillance de sûr/sous tension entre les phases.

Lors de la détection d'une anomalie, le relais actionne le déclenchement de ses contacts. Il existe des relais avec sorties à contacts O/F (inverseur) ou contacts NO (Normalement Ouvert) ou contacts NF (Normalement Fermé). Certains relais de phases incluent plusieurs sorties à contacts.

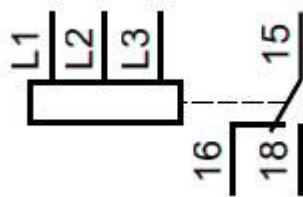


Figure .II. 16: Symbole de relais de phase RM4 TA0e



Figure .II. 17: Relais de phase.

II.3.2.4 Relais de niveau [23]

Un relais de niveau est un dispositif électromécanique utilisé pour détecter et contrôler le niveau d'un liquide ou d'un solide dans un réservoir ou un conteneur. Il peut être utilisé pour démarrer ou arrêter une pompe immergée.



Figure .II. 18: Relais de niveau

Le relais de niveau fonctionne en utilisant une sonde de niveau qui est placée dans le réservoir ou le conteneur. Lorsque le liquide ou le solide atteint un certain niveau, la sonde envoie un signal électrique au relais de niveau, qui active ou désactive le circuit électrique de l'équipement connecté, Le niveau d'eau est déterminé par trois sondes :

Common : Cette pointe est placée au fond du réservoir.

Max : Cette pointe est placée au niveau maximum que l'eau peut atteindre.

Min : peut être placée où vous voulez parce qu'elle est responsable d'allumer ou l'arrêt de la pompe.

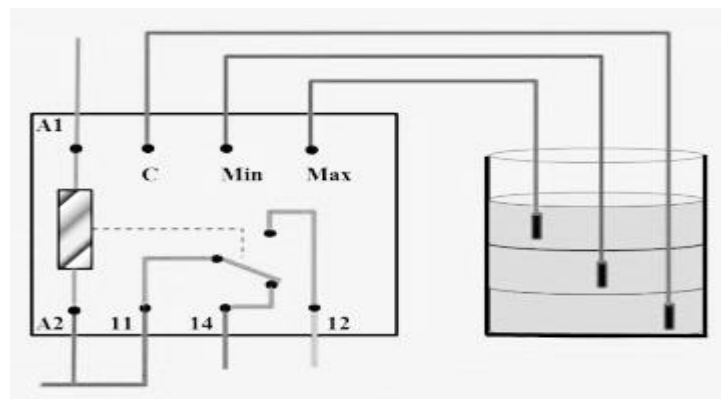


Figure .II. 19: Principe de fonctionnement de Relais de niveau.

II.4 Installation électrique d'une pompe immergée

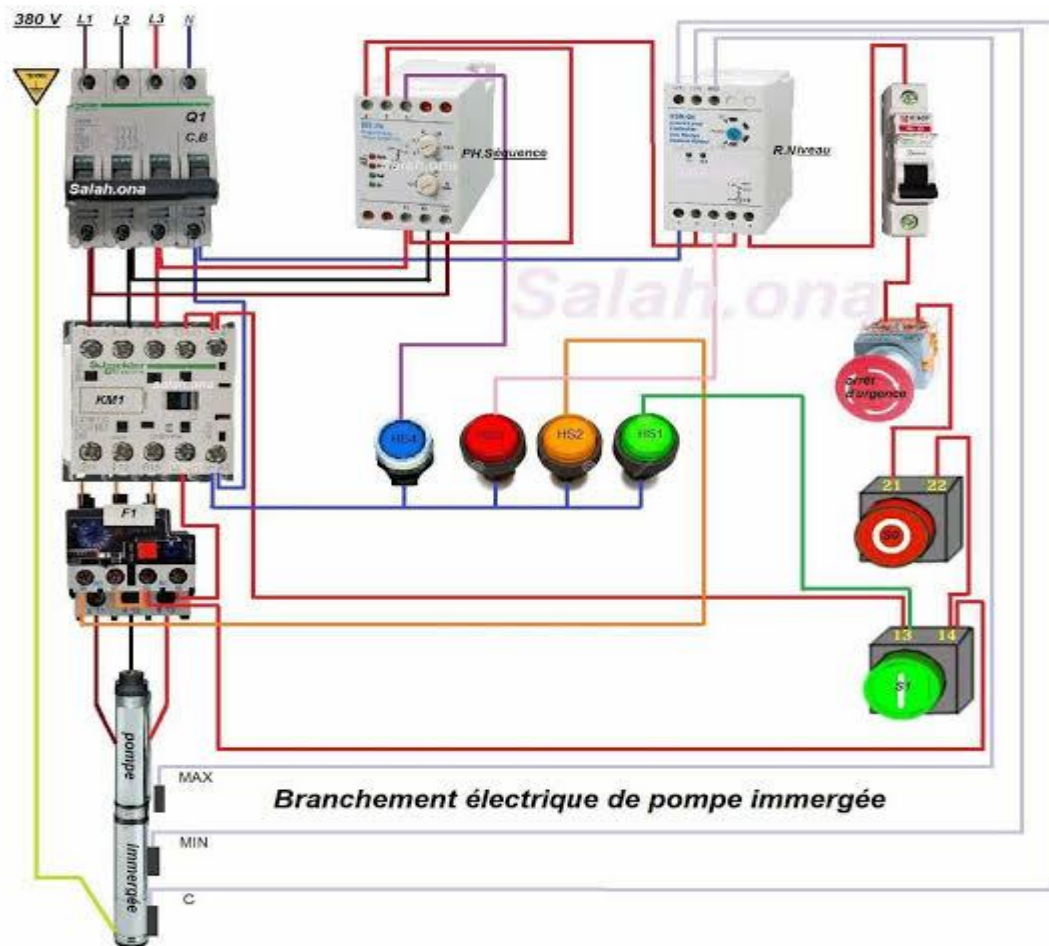


Figure .II. 20: Installation électrique de pompe immergée.

II.5 Réalisation de Prototype

II.5.1 Arduino

II.5.1.1 Présentation [24]

Arduino est un ensemble d'outils matériels et logiciels pour le prototypage électronique et l'apprentissage de la programmation de microcontrôleurs. Le code source de la partie développement du schéma électronique et du programme de la carte Arduino est librement distribué et téléchargeable gratuitement. L'environnement Arduino est conçu pour être facile à utiliser pour les débutants sans expérience en programmation ni connaissances en électronique.. La illustre un type des cartes Arduino.

II.5.1.2 Les types de L'Arduino [25]

Il existe plusieurs types de cartes Arduino disponibles. Voici une liste de certains des types les plus courants :

- **Arduino UNO (R3)** : Il s'agit d'une des cartes Arduino les plus populaires. Elle dispose de 14 broches d'entrée/sortie numériques, de 6 entrées analogiques et d'une connexion USB pour la programmation et l'alimentation.
- **LilyPad** : Il s'agit d'une carte Arduino wearab le conçue pour les projets d'e-textiles et autres projets vestimentaires. Elle dispose de 14 broches d'entrée/sortie numériques et peut être cousue sur du tissu.
- **RedBoard** : Il s'agit d'un clone de la carte Arduino UNO. Elle a les mêmes spécifications que l'UNO, mais est fabriquée par SparkF un Electronics.
- **Arduino Méga (R3)** : Cette carte dispose de 54 broches d'entrée/sortie numériques, de 16 entrées analogiques et d'une connexion USB pour la programmation et l'alimentation. Elle est conçue pour les projets nécessitant un grand nombre d'entrées et de sorties.
- **Arduino Leonardo** : Cette carte dispose de 20 broches d'entrée/sortie numériques, de 12 entrées analogiques et d'une connexion USB pour la programmation et l'alimentation. Elle est unique en ce sens qu'elle peut agir comme un clavier ou une souris USB, ce qui la rend utile pour les projets nécessitant une interaction humaine.
- **Arduino Starter Kit** : Il s'agit d'un kit qui comprend une carte Arduino UNO, un ensemble important de composants électroniques et un livre physique avec 15 chapitres pour aider les débutants à se familiariser avec Arduino.
- **Arduino Pro Mini** : Il s'agit d'une carte microcontrôleur basée sur l'ATmega328P. Elle dispose de 14 broches d'entrée/sortie numériques, de 6 entrées analogiques et peut être utilisée pour une installation semi-permanente dans des objets ou des expositions.
- **Anciennes cartes Arduino** : Cette page fait référence à des produits retirés, mais elle contient des informations sur certaines des premières cartes Arduino, telles que l'Arduino USB et l'Arduino BT.

II.5.2 La définition de Arduino UNO [26]

Arduino Uno est une carte microcontrôleur basée sur l'ATmega328P (fiche technique). Il dispose de 14 broches d'entrée / sortie numériques (dont 6 peuvent être utilisées comme sorties PWM), 6 entrées analogiques, un résonateur céramique 16 MHz (CSTCE16M0V53-R0), une connexion USB, une prise d'alimentation, un en-tête ICSP et un bouton de réinitialisation. Il contient tout le nécessaire pour prendre en charge le microcontrôleur; il suffit de le connecter à un ordinateur avec un câble USB ou de l'alimenter avec un adaptateur CA-CC ou une batterie pour commencer.

Fiche technique de la carte Arduino UNO

- Microcontroller : ATmega328
- Tension alimentation interne = 5V
- Tension d'alimentation (recommandée)= 7 à 12V, limites =6 à 20 V
- Entrées/sorties numériques : 14 dont 6 sorties PWM
- Entrées analogiques 10 bits = 6
- Courant max par broches E/S = 40 mA
- Courant max sur sortie 3,3V = 50mA
- Mémoire Flash 32 KB dont 0.5 KB utilisée par le boot-loader
- Mémoire SRAM 2 KB
- mémoire EEPROM 1 KB
- Fréquencehorloge = 16 MHz
- Dimensions = 68.6mm x 53.3mm x 15 mm

II.5.2.1 Matériel. [27]

La carte Arduino est un circuit intégré appelé également microcontrôleur (ATmega328du fabricant Atmel) associée à des entrées et sorties dans **la figure. 21** qui permet à

L'utilisateur de brancher différents types d'éléments externes :

- Côté entrées, des capteurs qui collectent des informations sur leur environnement comme la variation de température via une sonde thermique, le mouvement via un détecteur de présence ou un accéléromètre, le contact via un bouton-poussoir, etc.
- Côté sorties, des actionneurs qui agissent sur le monde physique telle une petite

Lampe qui produit de la lumière, un moteur qui actionne un bras articulé, etc

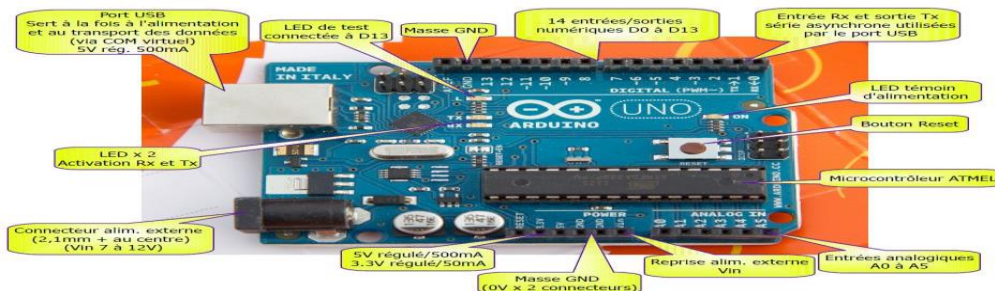


Figure .II. 21: Matériel de la carte Arduino (uno).

II.5.2.2 Les entrées/sorties [28]

Le langage Arduino vient avec un nombre important de fonction de base Permettant d'interagir avec son environnement. Les fonctions les plus utilisées sont les Fonctions d'entrée/sorties. Ce sont elles qui permettent d'envoyer ou de mesurer une tension sur une des broches de la carte. Dans un premier temps, avant d'effectuer une mesure ou d'envoyer une commande, Il est nécessaire de définir la direction des broche utilisées. Pour cela on fait appel à la fonction pin Mode en lui donnant d'une part, la broche concernée, et d'autre part, la direction :

```
void setup () {
    pin Mode (1, OUTPUT) ; // Broche 1 en sortie
    pin Mode (2, INPUT) ; // Broche 2 en entrée}

```

Une fois cette configuration faite, on peut procéder à l'utilisation des broches. Toutes les broches sont capables d'écrire et de lire des données numériques dire des 0 (0V) ou des 1(5V). Mais, certaines disposent de fonctionnalité supplémentaire. Dans un premier temps, avant d'effectuer une mesure ou d'envoyer une commande, Il est nécessaire de définir la direction des broche utilisées. Pour cela on fait appel à la fonction pin Mode en lui donnant d'une part, la broche concernée, et d'autre part, la direction. Chacune des 54 broches numériques du Méga peut être utilisée comme entrée ou sortie à l'aide des fonctions pin Mode (), digitalWrite () et digitalRead (). Ils fonctionnent à 5 volts. Chaque broche peut fournir ou recevoir 20 mA dans les conditions de fonctionnement recommandées et possède une résistance de tirage interne

(déconnectée par défaut) de 20 à 50 kOhm. Un maximum de 40 mA est la valeur à ne pas dépasser pour éviter des dommages irréversibles au microcontrôleur

II.5.3 LED

Le terme "LED" signifie "Light Emitting Diode" en anglais, ce qui se traduit en français par "diode électroluminescente". C'est un composant électronique qui émet de la lumière lorsqu'un courant électrique le traverse. Les LED sont utilisées pour l'éclairage, les écrans, les indicateurs lumineux, et bien d'autres applications.

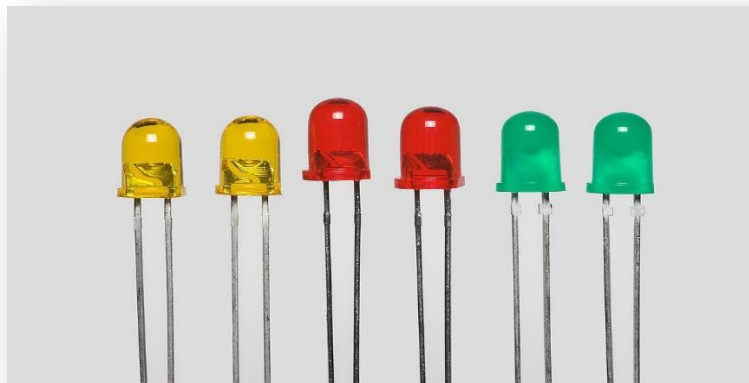


Figure .II. 22:Les LEDs

II.5.4 Bluetooth HC-05 [28]

Le module Bluetooth HC-05 est un composant électronique sans fil utilisé pour établir des connexions de communication entre des appareils tels que des microcontrôleurs, des smartphones et des ordinateurs. Il utilise la technologie Bluetooth pour permettre la transmission de données à courte portée, généralement jusqu'à environ 10 mètres. Le HC-05 est couramment utilisé dans des projets d'Internet des objets (IoT) et d'automatisation, permettant aux appareils de communiquer et d'échanger des informations sans nécessiter de câbles physiques.

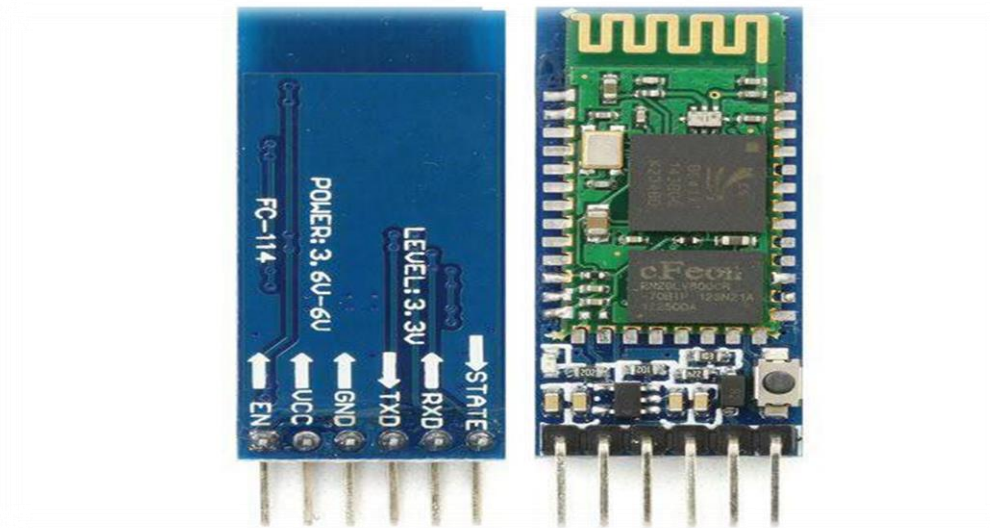


Figure .II. 23: Bluetooth HC-05

II.5.5 Logiciel

Le langage de programmation utilisé est le C++, et lié à la bibliothèque de développement Arduino, permettant l'utilisation de la carte et de ses entrées/sorties. L'implémentation de ce langage standard permet à toute personne maîtrisant C ou C++ de développer facilement des programmes sur la plate-forme Arduino.

II.5.5.1 IDE Arduino [29]

Un IDE (environnement de développement) libre et gratuit est distribué sur le site D'Arduino (compatible Windows, Linux et Mac). D'autres alternatives existent pour développer un programme Arduino (extensions pour Code Blocks, Visual Studio, Eclipse, XCode, etc...).

L'interface de l'IDE Arduino est plutôt simple, elle offre une interface minimale et épurée pour développer un programme sur les cartes Arduino. Il est doté d'un éditeur de code avec coloration syntaxique et d'une barre d'outils rapide. Ce sont les deux éléments les plus importants de l'interface, c'est ceux que l'on utilise le plus souvent. On retrouve aussi une barre de menus plus classique qui est utilisé pour accéder aux fonctions avancées de l'IDE.

Le langage Arduino est inspiré de plusieurs langages. On retrouve notamment des Similarités avec le C, le C++, le Java et le Processing.

II.5.5.2 Structure d'un programme [29]

Chaque programme peut être décomposé en trois parties la montreça :

```

File Edit Sketch Tools Help
programmerArduinoExemple

1 int brocheCapteur = A0; // selection de la broche sur laquelle est connectée le capteur
  int brocheLED = 13; // selection de la broche sur laquelle est connectée la LED
  int valeurCapteur = 0; // variable stockant la valeur du signal reçu du capteur

2 void setup() {
  // broche de la LED configurée en sortie
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

3 void loop() {
  // lecture du signal du capteur
  valeurCapteur = analogRead(brocheCapteur);
  // allume la LED
  digitalWrite(brocheLED, HIGH);
  // delai de "valeurCapteur" millisecondes
  delay(valeurCapteur);
  // éteint la LED
  digitalWrite(brocheLED, LOW);
  // delai de "valeurCapteur" millisecondes
  delay(valeurCapteur);
}

```

Figure .II. 24:Composition d'un programme en Arduino C.

- La définition des constantes et des variables.
- La partie initialisation et configuration des entrées/sorties: la fonction setup ().
- La partie qui s'exécute en boucle: la fonction loop ().

II.5.6 La syntaxe du langage [29]

- **Les variables**

Une variable est un espace réservé dans la mémoire, Il existe différents types comme :

- Nombres entiers (Int).
- Nombres à virgule flottante (float).
- Texte (String).
- Valeurs vrai/faux (booléen).

- **La structure de contrôle**

Les structures de contrôles (ou instructions conditionnelles) permettent de réaliser des tests, et suivant le résultat de ces tests, d'exécuter des parties de code différentes, Et il y a:

- If
- else
- If else

– *While()*

- **Les fonctions**

Une fonction (procédure ou de sous-routine) est un bloc d'instructions que l'on peut appeler à tout endroit du programme, par exemple :

- *analogRead()*.
- *digitalWrite()*.
- *delay()*.

- **Ponctuation**

Les ponctuation ont une signification syntaxique et sémantique pour le compilateur mais ne spécifient pas d'eux-mêmes une opération qui produit une valeur. il a plusieurs caractères, comme : ! % ^ & * () - + = { } | ~ [] ; ' : " < > ? / #

- Toute ligne de code se termine par un point-virgule « ; »
- Le contenu d'une fonction est délimité par des accolades « { » et « } »
- Les paramètres d'une fonction sont contenus pas des parenthèses « (» et «) ».

II.5.7 Proteus [30]

Proteus est un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO) largement utilisé dans le domaine de l'électronique. Il est principalement utilisé pour la conception, la simulation et la fabrication de circuits électroniques. Proteus permet aux ingénieurs et aux concepteurs de créer des schémas électriques, de simuler le fonctionnement des circuits électroniques, d'effectuer des analyses de performance et de tester virtuellement leurs conceptions avant de les mettre en oeuvre dans le monde réel.

Le logiciel Proteus offre une interface conviviale et intuitive, ce qui le rend accessible aux débutants tout en offrant des fonctionnalités avancées pour les utilisateurs expérimentés. Il dispose d'une bibliothèque de composants électroniques prédéfinis comprenant une vaste gamme de microcontrôleurs, de circuits intégrés, de capteurs, de modules de communication et d'autres éléments nécessaires à la conception de circuits électroniques.

En utilisant Proteus, les concepteurs peuvent créer des schémas électriques en plaçant des composants sur une feuille de travail virtuelle, les relier avec des connexions électriques et définir les propriétés spécifiques de chaque composant. Ensuite, le logiciel permet de simuler le comportement du circuit et de visualiser les signaux électriques, les formes d'onde, les tensions, les courants, etc., afin d'évaluer la performance du circuit.

Proteus dispose également d'un outil de routage automatique pour faciliter la création de circuits imprimés (PCB) à partir des schémas électriques conçus. Il permet de générer automatiquement des traces de connexion optimales entre les composants et les pads de la carte, en tenant compte des contraintes de conception telles que les règles de longueur, les espacements, etc.

En résumé, Proteus est un logiciel puissant et polyvalent utilisé par les ingénieurs électroniques pour concevoir, simuler et tester des circuits électroniques avant leur réalisation physique, ce qui permet d'économiser du temps et des ressources tout en garantissant la fiabilité et les performances des conceptions.

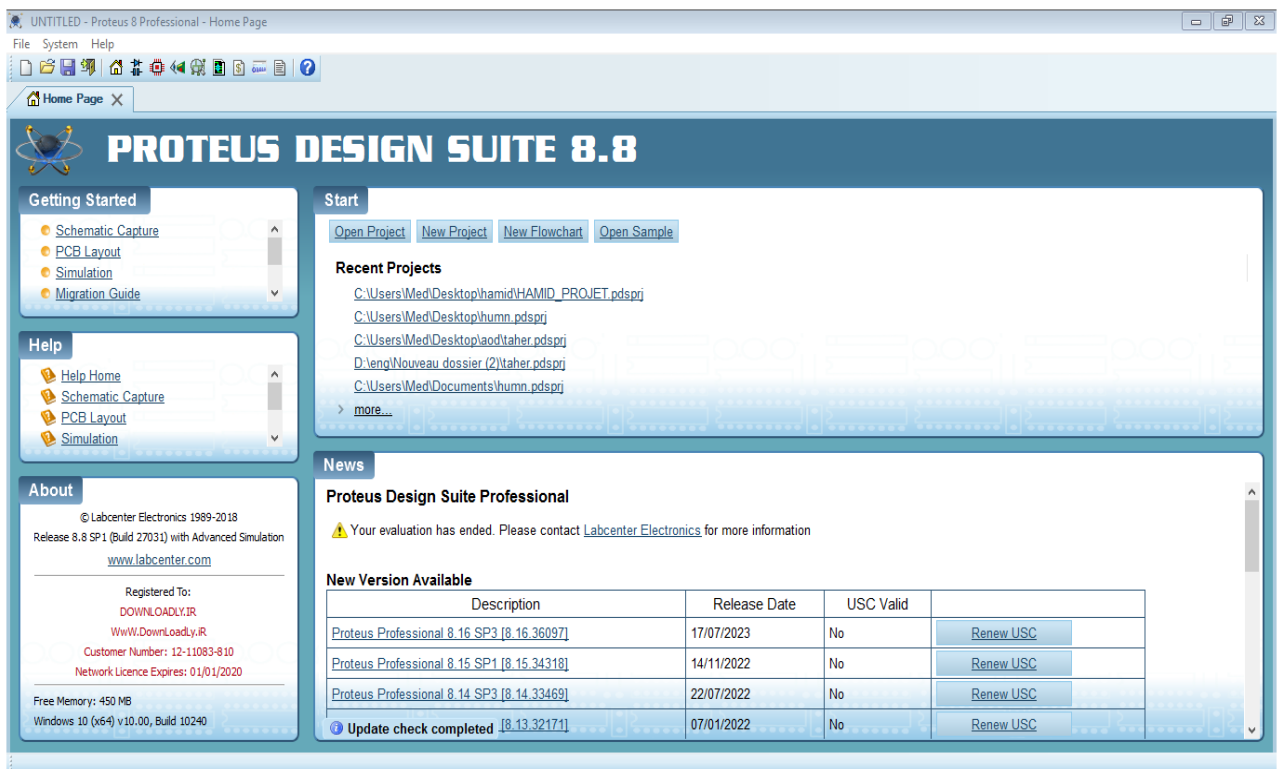


Figure .II. 25: Logiciel Proteus

II.5.8 Logiciel d'App Inventor [31]:

App Inventor est une plateforme de développement de logiciels en ligne gratuite qui permet aux utilisateurs de créer des applications pour Androïde de manière simple et intuitive.

La programmation sous App Inventor se réalise à l'aide d'un navigateur web comme google chrome.

App Inventor est composé en deux parties:

La partie designer et la partie programmation.

- **la partie designer** : L'espace designer vous permet de composer votre interface homme machine (IHM) l'apparence de l'écran, où vous pouvez choisir vos composants : Bouton, texte, image, cadre dessin... et fonctionnalités comme capteur(gps, accéléromètre...) média ... et les paramétrer.

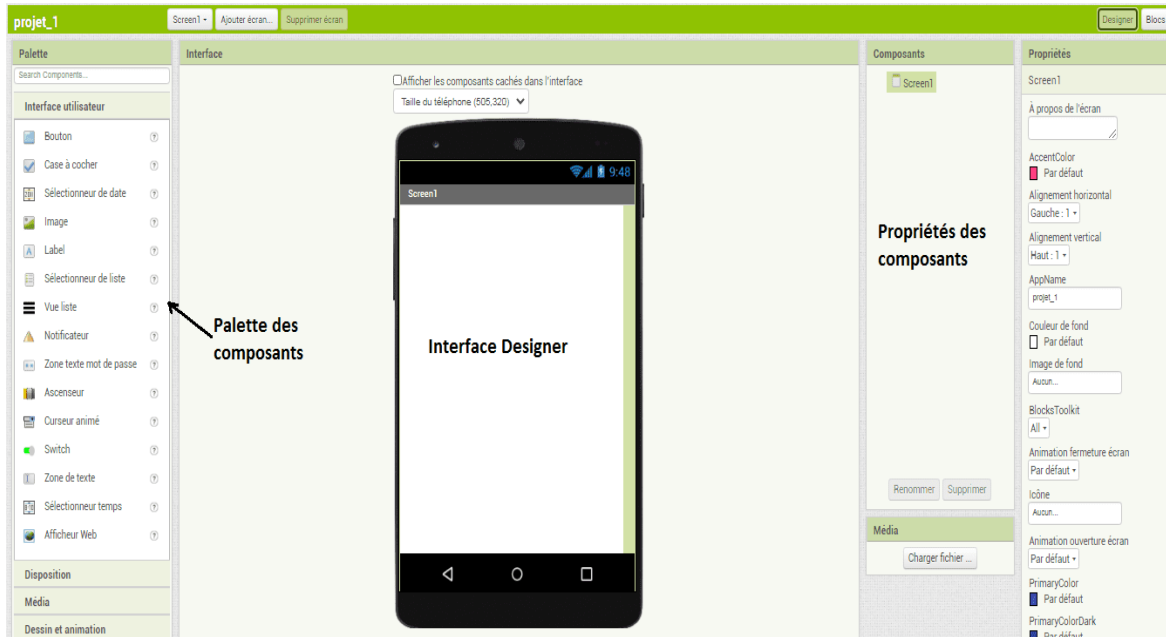


Figure .II. 26: L'interface d'application

- **la partie programmation:** L'espace Blocs vous permet de programmer le comportement de l'application. En fonction des objets à programmer que vous avez placés dans l'interface IHM (interface Homme Machine), vous avez des briques à disposition pour traiter du texte, des variables, des comportements mathématiques, contrôler les éléments

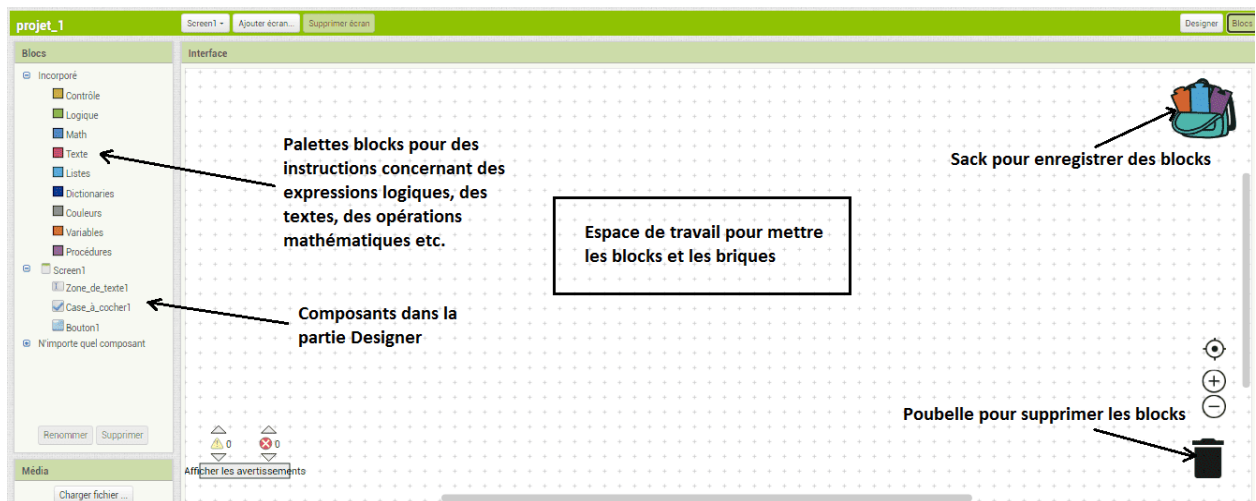


Figure .II. 27: Programmation de L'application

II.6 Conclusion

Ce chapitre nous a permis d'acquérir une connaissance approfondie sur la manière de démarrer les moteurs triphasés et d'assurer leur bon fonctionnement. Nous avons également exploré les dispositifs de protection et de contrôle présents dans la pompe, ce qui nous a donné un aperçu des meilleures pratiques pour garantir la sécurité et l'efficacité de l'équipement. Nous avons également ouvert la possibilité d'ajouter la carte Arduino, qui facilite le contrôle à distance

Chapitre III:

Simulation et réalisation d'un système de diagnostic
d'une pompe immergée

III.1 Introduction :

Après avoir mentionné les dispositifs de contrôle et de protection dans le chapitre précédent, dans ce chapitre, nous allons définir les étapes nécessaires pour atteindre notre objectif.

III.2 Simulation de système de diagnostic pompe immergée

III.2.1 Programmation Arduino :

```

int i=0;

String a,c,b,d;
void setup()
{Serial.begin(9600);
pinMode(13, INPUT);
pinMode(12, INPUT);
pinMode(11, INPUT);
pinMode(10, INPUT);
pinMode(7, OUTPUT);

}
void loop()
{if (digitalRead(13)==HIGH) {
    digitalWrite(7,HIGH);d="system on ";
}else{digitalWrite(7,LOW);d="system on "};
if(digitalRead(12)==HIGH) {
    b="ok";
}else{b="problem de niveau d'eau "};
if(digitalRead(11)==HIGH) {
    c="ok";
}else{c="problem de rupture de phase "};
if(digitalRead(10)==HIGH) {
    a="ok";
}else{a="problem d'intensité"};
//Serial.print(i);
Serial.println(d);
Serial.print("relais de niveau= ");
Serial.println(b);
Serial.print("relais de phase= ");
Serial.println(c);
Serial.print("relais thermique= ");
Serial.println(a);
delay(1000);
}

```

Figure.III. 1: Programmation Arduino

III.2.2 Simulation dans le Proteus :

Dans le programme Proteus, nous avons associé quatre bouton poussoir et quatre LED et le virtuel terminal pour afficher le message de type de problème que nous avons et tous ces composants reliés à la carte Arduino Uno.

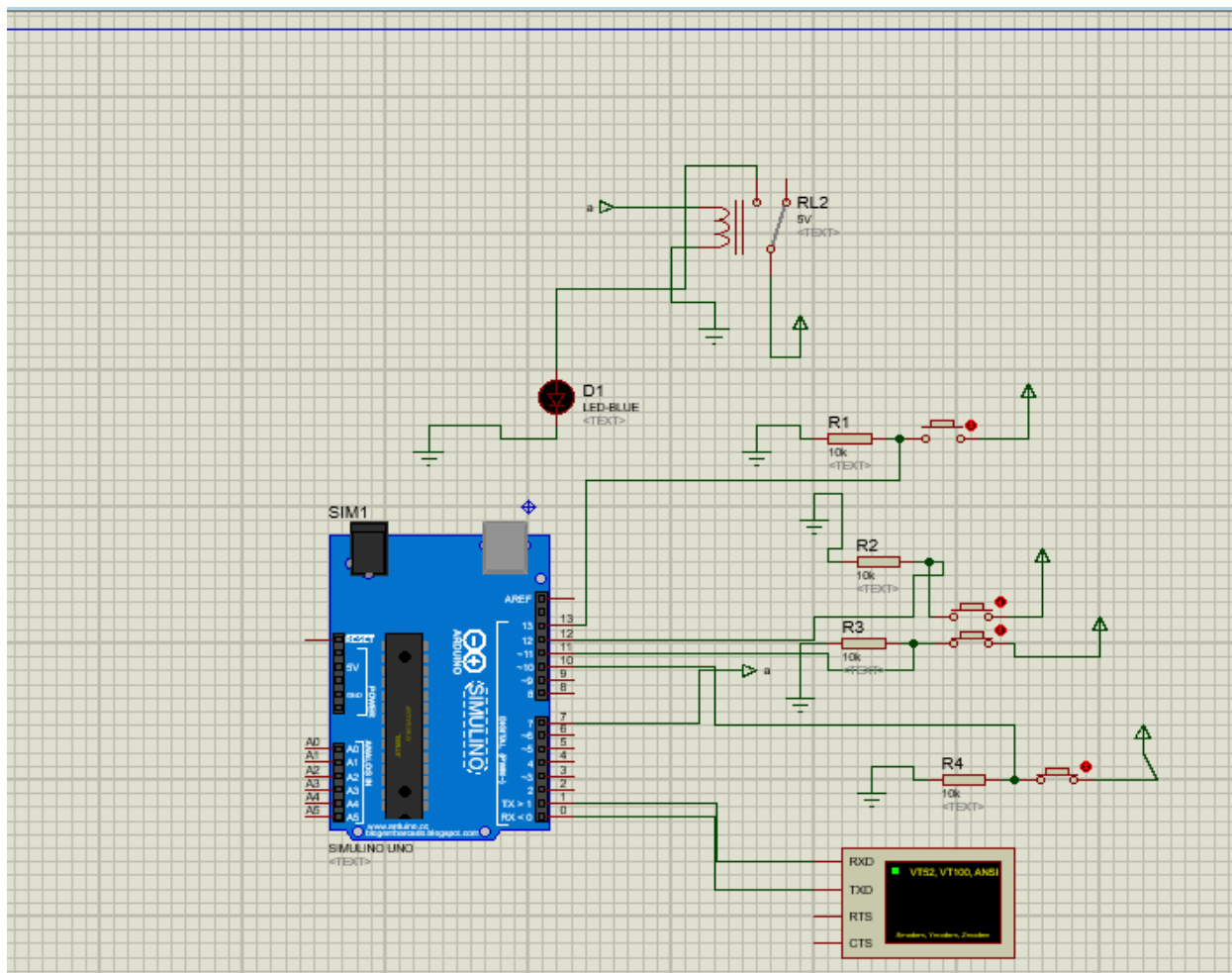


Figure.III. 2: Simulation dans le Proteus

III.2.3 Principe de fonctionnement de ce système de diagnostic :

Ce système offre une approche révolutionnaire de la surveillance et de la gestion des pompes. En diagnostiquant automatiquement les problèmes et en les signalant via de LED, il réduit considérablement le temps nécessaire pour identifier les dysfonctionnements. L'opérateur peut ainsi réagir plus rapidement, ce qui peut être crucial pour éviter des interruptions coûteuses dans les opérations.

L'intégration de la connectivité Bluetooth ajoute une couche de commodité et de contrôle. En couplant la pompe avec un téléphone, les informations sur les problèmes sont immédiatement accessibles via une application dédiée. Cela permet non seulement de connaître la nature du problème, mais aussi de fournir des instructions de dépannage précises. L'utilisateur peut ainsi prendre des décisions éclairées pour résoudre rapidement les problèmes, minimisant ainsi les temps d'arrêt non planifiés.

En résumé, ce système non seulement révolutionne la détection des problèmes des pompes, mais il améliore également la réactivité de l'opérateur grâce à la technologie Bluetooth, ce qui se traduit par une meilleure efficacité opérationnelle, moins d'arrêts et une maintenance plus proactive.

- Pour simuler des défauts, nous avons utilisé des boutons poussoirs comme alarmes pour envoyer un signal de dysfonctionnement, et chaque bouton est spécifique à un type de problème spécifique.

III.2.4 Les différents types affichés dans la simulation

- Lorsqu'il n'y a pas de problème, la simulation sera la suivante :

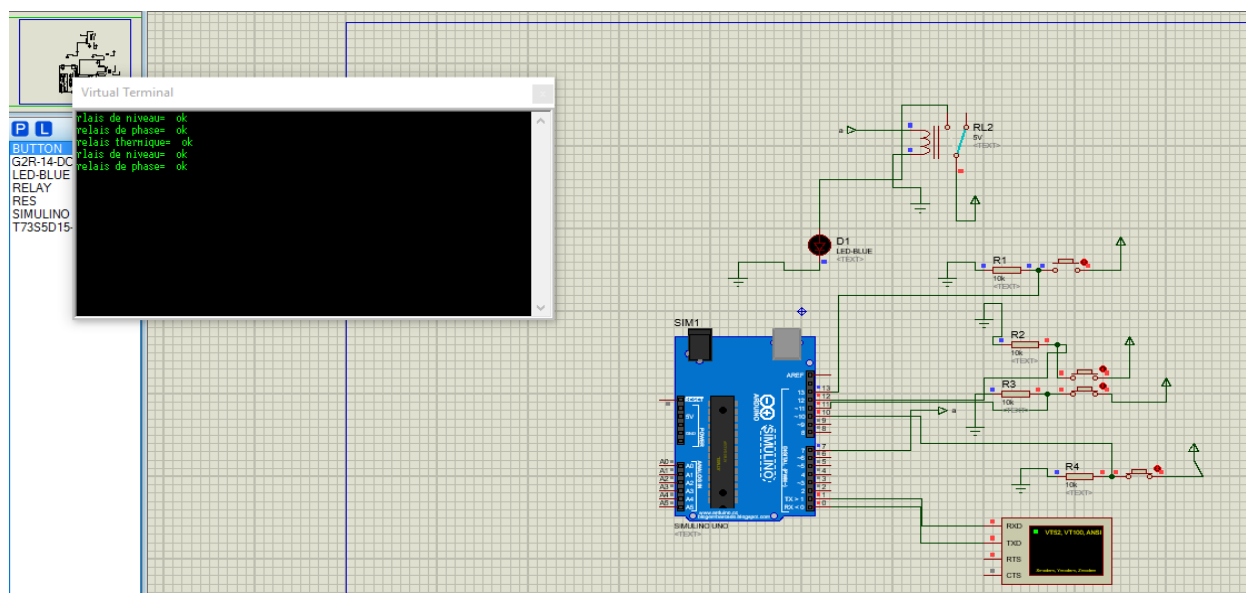


Figure.III. 3: Lorsqu'il n'y a pas de problème

- Lorsque on a un problème d'intensité le Virtual terminal affiche le message suivant :

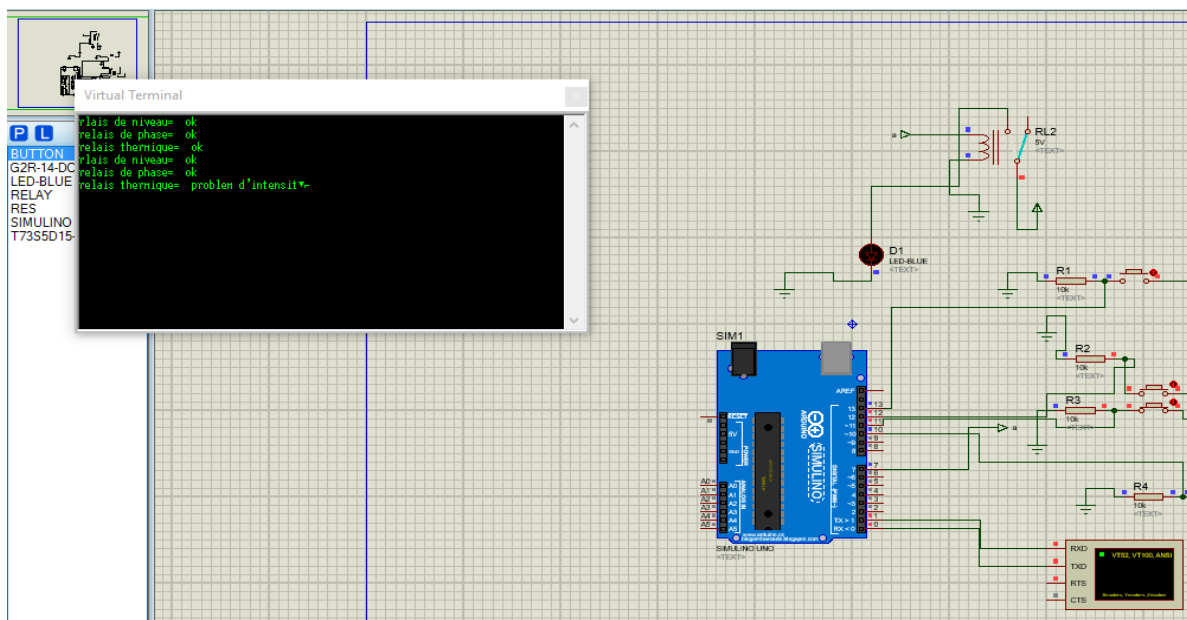


Figure .III. 4: Un problème d'intensité

- Lorsqu'on a un problème de rupture de phase le Virtual terminal affiche le message suivant :

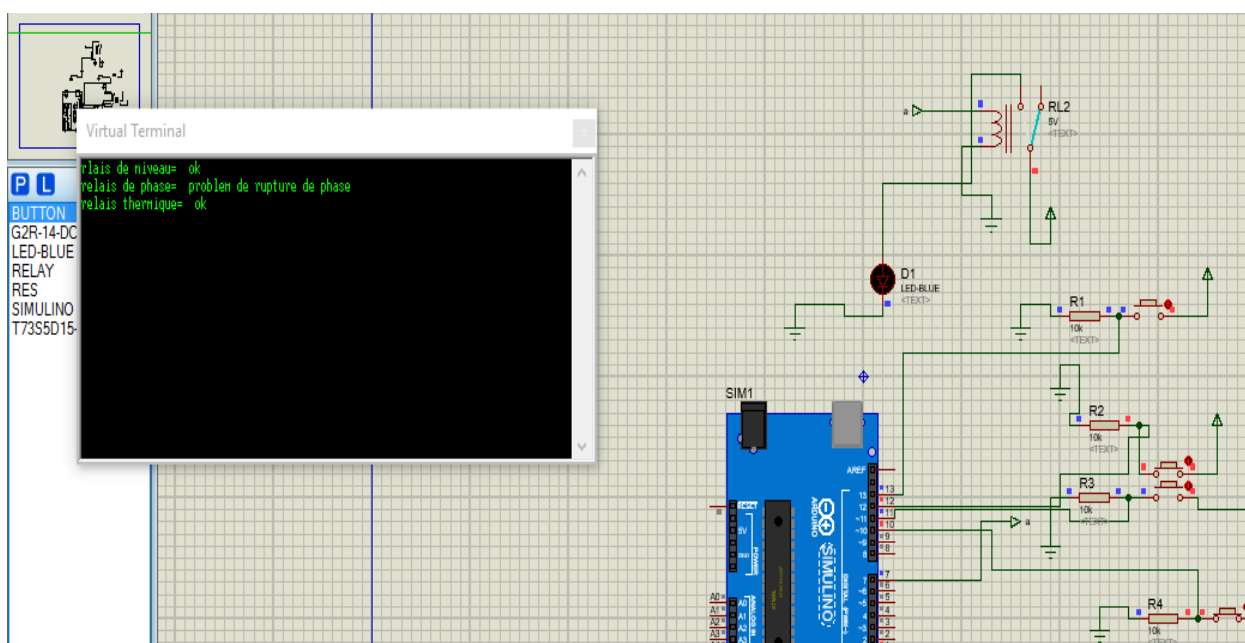


Figure.III. 5: Un problème de relais de phase

- Lorsqu'on a un problème de niveau d'eau le Virtual terminal affiche le message suivant :

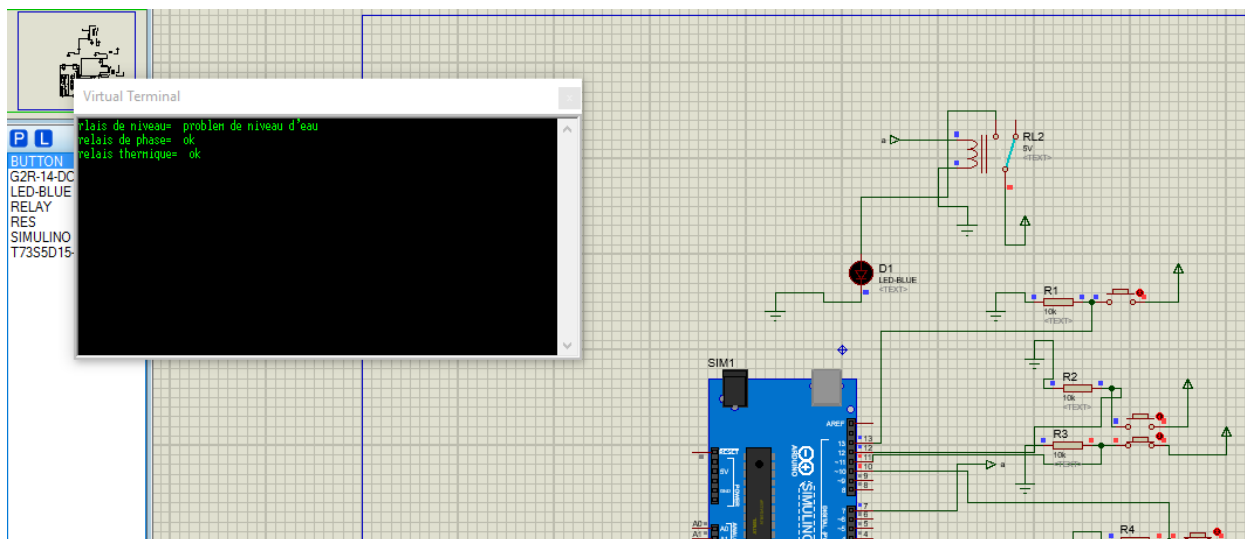


Figure .III. 6: Problème de niveau d'eau

III.3 Réalisation d'un système de diagnostic d'une pompe immergée:

III.3.1 Application :

III.3.1.1 Designer de l'Application :



Figure.III. 7: Designer de l'Application

III.3.1.2 : Programmation de l'application

- Partie du Bluetooth

```

when ListPicker1 .BeforePicking
do set ListPicker1 .Elements to BluetoothClient1 .AddressesAndNames

when ListPicker1 .AfterPicking
do if call BluetoothClient1 .Connect
    address ListPicker1 .Selection
then set ListPicker1 .Elements to BluetoothClient1 .AddressesAndNames
    set Label1 .Text to join "connecte " ListPicker1 .Selection
    Returns the text displayed by the label.
else set Label1 .Text to "disconnect "

when Clock1 .Timer
do if BluetoothClient1 .IsConnected and call BluetoothClient1 .BytesAvailableToReceive >= 0
then set Label3 .Text to call BluetoothClient1 .ReceiveText
    numberOfBytes call BluetoothClient1 .BytesAvailableToReceive
    
```

Figure.III. 8: Code du Bluetooth

- Code On et off du système

```

when Button1 .Click
do if get global RTH == true and get global RPH == true and get global RV == true
then call BluetoothClient1 .SendText
    text "1AB1 "
    set Ball1 .PaintColor to green
else set TextBox1 .Text to "error "

initialize global stop to false
initialize global RTH to true
initialize global RPH to true
initialize global RV to true

initialize global RTH2 to true

when Button2 .Click
User tapped and released the button. SendText
    text "10ab "
    set Ball1 .PaintColor to make color make a list 0 0 0
    set TextBox1 .Text to " "
    
```

Figure.III. 9:Code On et off du system

- Texte du système

```

when CheckBox1 . Changed
do
  if CheckBox1 . Checked
  then set global RTH to false
  else set global RTH to true

when CheckBox2 . Changed
do
  if CheckBox2 . Checked
  then set global RPH to false
  else set global RPH to true

when CheckBox3 . Changed
do
  if CheckBox3 . Checked
  then set global RV to false
  else set global RV to true

when Button3 . Click
do
  if (get global RTH = false) or (get global RPH = false) or (get global RV = false)
  then
    call BluetoothClient1 . SendText
    text "10ab"
    set TextBox1 . Text to "error"
  else
    call BluetoothClient1 . SendText
    text TextBox1 . Text
  
```

Figure.III. 10: Texte du système

- Code diagnostic du système

```

when Button4 . Click
do
  if (get global RTH = true) and (get global RPH = true) and (get global RV = true)
  then call BluetoothClient1 . SendText
  text "ab10"
  else if (get global RTH = false) and (get global RPH = true) and (get global RV = true)
  then call BluetoothClient1 . SendText
  text "100A"
  else if (get global RTH = true) and (get global RPH = false) and (get global RV = true)
  then call BluetoothClient1 . SendText
  text "AF22"
  else if (get global RTH = true) and (get global RPH = true) and (get global RV = false)
  then call BluetoothClient1 . SendText
  text "A10B"
  else if (get global RTH = false) and (get global RPH = false) and (get global RV = true)
  then call BluetoothClient1 . SendText
  text "4BA1"
  else if (get global RTH = false) and (get global RPH = true) and (get global RV = false)
  then call BluetoothClient1 . SendText
  text "ya70"
  else if (get global RTH = true) and (get global RPH = false) and (get global RV = false)
  then call BluetoothClient1 . SendText
  text "LOA0"
  else if (get global RTH = false) and (get global RPH = false) and (get global RV = false)
  then call BluetoothClient1 . SendText
  text "10BA"
  
```

Figure.III. 11: Code diagnostic du système

III.3.2 Réalisation

III.3.2.1 Liaison Arduino

Dans cette partie, nous parlerons de la façon d'installer la carte Arduino avec un module Bluetooth qui reçoit le signal du téléphone et l'affiche sur un appareil Virtual terminal Arduino ainsi qu'une lampe qui représentera l'état du système.

La photo suivante représente la méthode de liaison

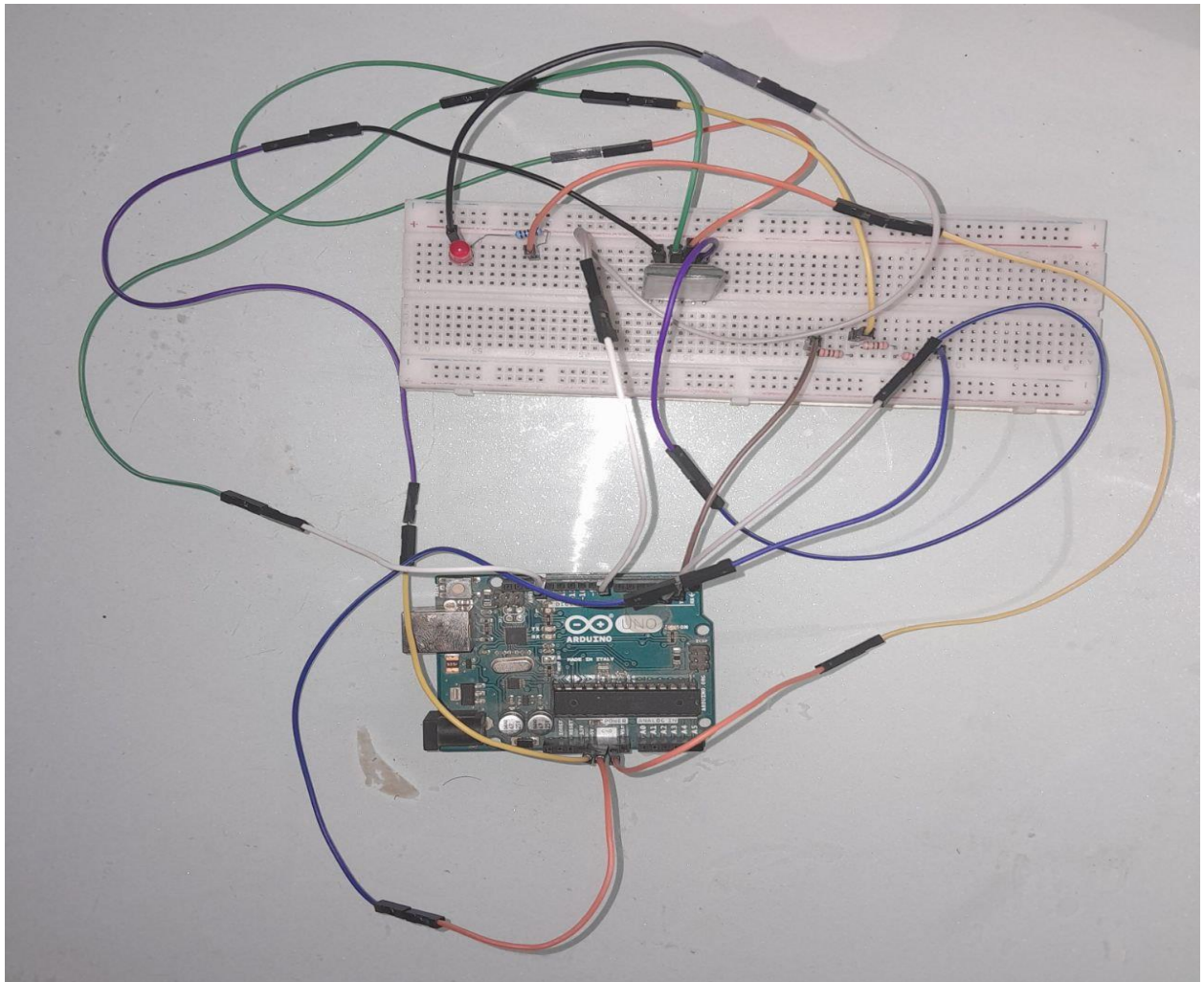


Figure.III. 12: Liaison des différents composants avec l'Arduino

III.3.2.2 Programmation Arduino

```
#include <SoftwareSerial.h>
const int bluetoothTxPin = 2 ; // Broche TX du module HC-05 connectée à la broche 2 de l'Arduino
const int bluetoothRxPin = 3 ; // Broche RX du module HC-05 connectée à la broche 3 de l'Arduino
SoftwareSerial bluetoothSerial(bluetoothTxPin, bluetoothRxPin) ;
int b=8;

int s;
char data;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600) ; // Initialise la communication série avec le moniteur série
  bluetoothSerial.begin(9600) ; // Initialise la communication série avec le module Bluetooth
  pinMode(b, OUTPUT);
  pinMode(e, INPUT);
  pinMode(d, OUTPUT);
}
```

```
void loop() {  
  
    if (bluetoothSerial.available()>0) {  
        // Serial.println(" Données reçues " ) ;  
        data = bluetoothSerial.read() ; // Lit les données reçues du module Bluetooth  
        // Serial.println(data) ;  
  
        if( data == 'K'){ digitalWrite(8, HIGH);s=1; Serial.println("system on") ;  
    }  
    else if (data == 'S'){digitalWrite(8, LOW);Serial.println("system off") ;}  
    else if (data == 'z'){Serial.println("system ok") ;}  
    else if (data == 'c'){Serial.println("thermal overload relay error") ;}  
    else if (data == 'b'){Serial.println("phase sequence relay error") ;}  
    else if (data == 'n'){Serial.println("level relay error") ;}  
    else if (data == '['){Serial.println("thermal overload & phase sequence relay error ") ;}  
    else if (data == '{'){Serial.println("thermal overload & level relay error ") ;}  
    else if (data == 'R'){Serial.println("phase sequence & level relay error ") ;}  
    else if (data == 'C'){Serial.println("thermal overload & phase sequence & level relay error ") ;}  
        }// Affiche les données reçues dans le moniteur série  bluetoothSerial.print(s);  
  
    }  
}
```

Figure.III. 13: Programmation de l'Arduino

III.3.2.3 Affichage des résultats

Lorsqu'il n'y a pas de problème (system on) .

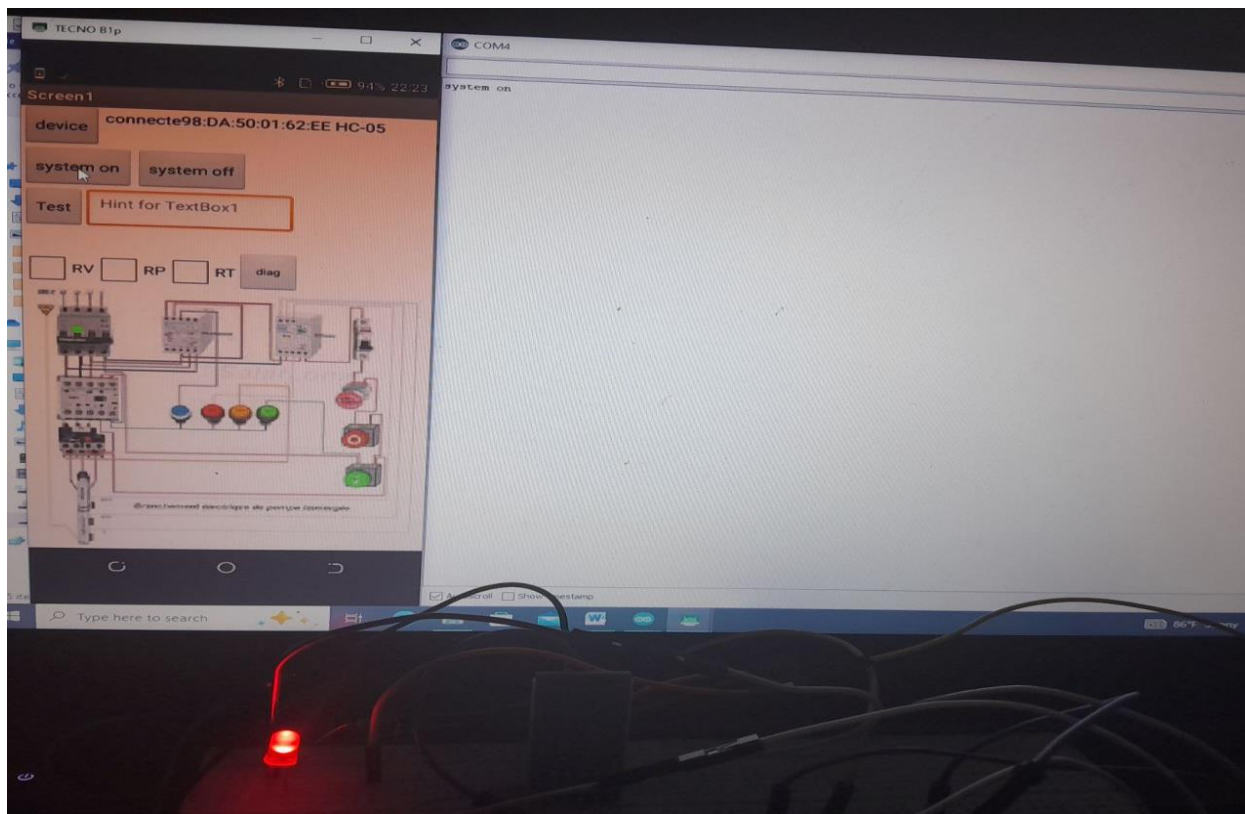


Figure. III. 14: System on

S'il y a une erreur ou un défaut dans le dispositif de protection (Relais de niveau, Relais de phase Relais thermique), le système cesse de fonctionner (si le système fonctionne et il y a une erreur, le système s'arrête également) et nous envoie un message nous indiquant qu'il y a une erreur.

En allant à l'icône de diagnostic, nous aurons l'information sur la cause du déséquilibre, ce qui nous permet de trouver plus facilement une solution rapidement.

Voici comment le système fonctionne en images:

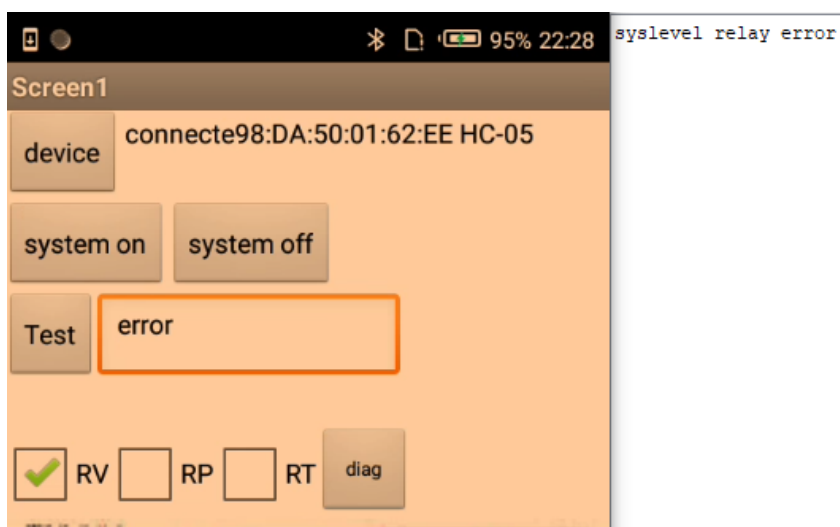


Figure.III. 15: Un problème de Relais de niveau

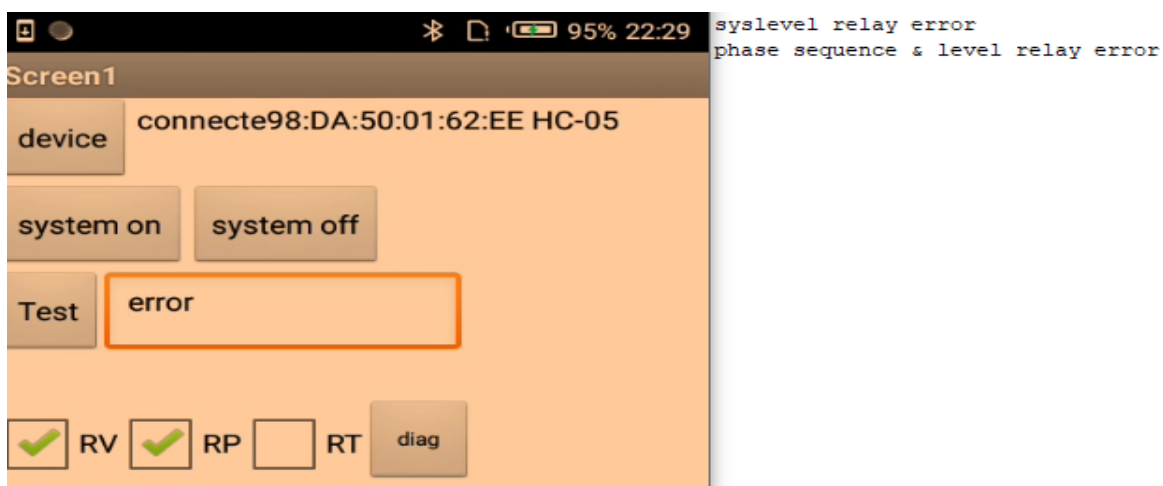


Figure.III. 16: Un Problème de Relais de niveau et Relais de phase

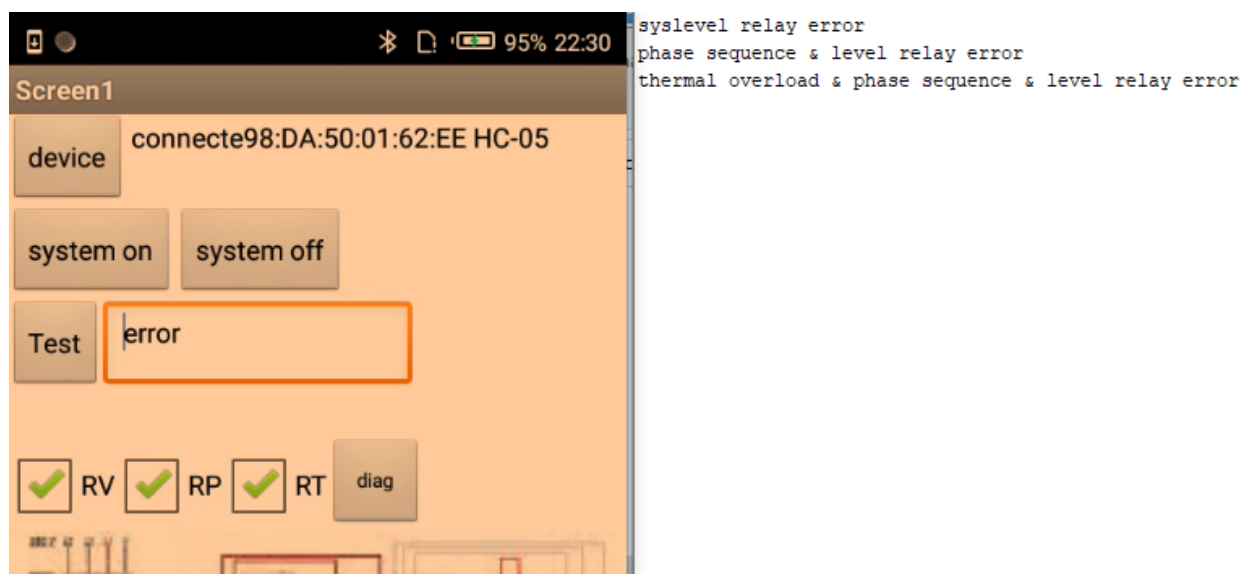


Figure.III. 17: Un Problème de Relais de niveau, Relais de phase et Relais thermique

III.4 Conclusion

En conclusion, ce chapitre constitue une étape cruciale de notre recherche, mettant en lumière l'efficacité de la simulation pour évaluer le diagnostic de la pompe immergée, ainsi que l'impact positif de l'utilisation de la carte Arduino dans le contrôle de son fonctionnement. Ces avancées représentent un jalon significatif dans le domaine de l'automatisation des systèmes de pompage, ouvrant la voie à des applications plus fiables, efficaces et économiques.

Conclusion Générale

Conclusion Générale :

En conclusion, cette lettre a discuté de l'importance des pompes immergées dans les secteurs industriel et agricole, où son rôle crucial dans le transport de liquides a été mis en évidence. Les défis et les difficultés liés à leur entretien et à leur diagnostic ont également été discutés car ce type de pompe était complètement immergé dans du liquide, ce qui est difficile à diagnostiquer. Pour résoudre ces défis, nous avons développé une solution innovante basée sur la programmation du panneau de contrôle Arduino et l'utilisation d'une application qui communique avec Arduino par puce Bluetooth pour faciliter le processus de contrôle et la gestion des pompes immergées. Ce système fournit un moyen efficace de contrôler les dispositifs de base dans la pompe immergée (Relais de niveau, Relais de phase et Relais thermique), ce qui facilite le processus de diagnostic et de maintenance.

En fin de compte, cette recherche ouvre de grandes portes sur la façon de diagnostiquer les pompes en programmant la carte Arduino et en utilisant une application mobile avec la réception de messages indiquant l'emplacement du problème, nous pouvons confirmer que cette approche innovante ouvre de nouveaux horizons passionnants dans la maintenance et la gestion des pompes immergées et les améliorer en remplaçant la puce Bluetooth par une carte SIM Ou Global Positioning System (GPS), Tout cela a un impact positif sur de nombreuses industries et un impact sur la production. En particulier, la combinaison de la technologie utilisée par Arduino et de la télécommunication non seulement pour un diagnostic plus rapide des problèmes, elle favorise également une meilleure réponse en permettant une intervention rapide en cas de problème. Cela contribue à réduire les temps d'arrêt coûteux dans les secteurs industriels et agricoles tout en améliorant l'efficacité opérationnelle.

Cette approche favorise la durabilité, la fiabilité et l'efficacité des pompes immergées, ce qui est bénéfique à de nombreuses industries et contribue à améliorer la gestion des ressources en eau. S'appuyer sur des solutions technologiques et l'intelligence artificielle qui ont fini par jouer un rôle important dans la résolution de problèmes complexes à notre époque.

Bibliographie

Bibliographie

- [1] [https://wilo.com/fr/fr/consulte le 1 Avril2023](https://wilo.com/fr/fr/consulte%20le%201%20Avril2023).
- [2] <https://www.scribd.com/document/475035364/Chapitre-1#> consulte le 1 Avril2023
- [3] [https://www.inoxmim.com/ fr/pompes/types-de-bombes-industrielles/](https://www.inoxmim.com/fr/pompes/types-de-bombes-industrielles/) consulte le 1 Avril2023
- [4]<https://wilo.cdn.mediamid.com/>consulte le 22 mars 2023
- [5] <https://www.elprocus.com/water-pump-types>consulte le 22 mars 2023.
- [6]<https://www.leguiteduchauffage.com/pompe-immeree.html> consulte le 24 mars 2023.
- [7]<https://www.seatec.fr/blog/2019/06/13/> pompe-immeree consulte le 24 mars2023.
- [8][https://www.arrosage-distribution.fr/ choix-dune-pompe-immeree/](https://www.arrosage-distribution.fr/choix-dune-pompe-immeree/) consulte le 27 mars2023
- [9] BOUHEBEL,Samira,BOUTERNIKH,Rania, Commande une pompe immergée par Arduino,2021, Centre Universitaire AbdelhafidBoussouf –Mila, mémoire de master.
- [10] AISSAOUI, TakeyEddine, BEN AZIZA, Mohamed Amin , Etude et diagnostic des défauts : Application aux machines asynchrone ,2020, Université d’Oran 2 Mohamed Ben Ahmed , mémoire de master
- [11] Amina kachachi PROJET de fin d’étudesupervisiond’un station de pompage3ème édition2011
- [12] jean hég,PRATIQUE DE LA PREVENTIVE ,4ème édition , 2017
- [13] [https://fcmicro.net/maintenance-corrective /-informatique/](https://fcmicro.net/maintenance-corrective/-informatique/) consulte le 29 mars 2023.
- [14] Mesaiaounhocine ,Diagnostic des defautsrotoriques dans la machine asynchrone triphasé a cage ,2019 ,Université EchahidHamma Lakhdar d’El Oued , mémoire de master
- [15] electrobrahim.com 2017/10/blog-post.html[consulté le 15/04/2023]
- [16][https://www.positron-libre.com/ cours/electrotechnique/schema/schema.php](https://www.positron-libre.com/cours/electrotechnique/schema/schema.php)[consulté le 15/04/2023]
- [17]<https://www.technologuepro.com/schema/procedes-demarrage-moteurs-asynchrone-triphases.htm>[consulté le 17/04/2023]
- [18]<https://monelectricite.pro/les-interrupteurs>[consulté le 19/04/2023]
- [19]Jacques Marie Broust Appareillages et installation électriquesindustriels3ème édition 2008
- [20]Benali Abdelkrim , Cors schemas et appareillage électrique, 2019/2020, universitaire Nour Bachir El bayadh , mémoire Licence
- [21][https://www.federal.com.tr/inc/uploads/katalog_images/katalogs-13- Relais% 20thermiques.pdf](https://www.federal.com.tr/inc/uploads/katalog_images/katalogs-13-Relais%20thermiques.pdf) [consulté le 22/04/2023]
- [22]<https://www.ourdoonline.com/MI/Relais-de-control-29.pdf>[consulté le 22/04/2023]

[23]https://www.pdfprof.com/PDF_Image.php?id=20613&t=17[consulté le 22/04/2023]

[21] <tps://arduino.developpez.com/tutoriels/cours-complet-arduino/?page=vous-avez-dit-arduino>
[consulté le 24/04/2023]

[25] <https://www.elprocus.com/different-types-of-arduino-boards/> [consulté le 24/04/2023]

[26]<https://store.arduino.cc/product/arduino-uno-rev3> [consulté le 25/04/2023]

[27]BENYETTOU, Abdelghafour , AIRECHE , Sofyane , Réalisation d'une commande numérique à l'aide d'une carte Arduino pour la régulation d'un niveau d'eau dans une cuve et la supervision sous l'environnement Matlab,2017, Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed, mémoire de master.

[28]<https://www.electronicwings.com/sensors-modules/bluetooth-module-hc-05->[consulté le 16/04/2023]

[29]khalida hamza cherif,farahbenrabah conception et realisation d'unemanipulation de chute libre interface a la carte arduino, 2021, université aboubakrbelkaïd-tlemcen ,mémoire de master

[30]<http://www.elektronique.fr/logiciels/proteus.php>[consulté le 02/05/2023]

[31]<https://www.robotique.tech/tutoriel/presentation-de-app-inventor/>[consulté le 03/05/2023]