

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

ECOLE NORMALE SUPERIEURE
D'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE D'EBOLOWA

BP : 886 Ebolowa



MINISTRY OF HIGHER EDUCATION

UNIVERSITY OF YAOUNDE I

HIGHER TECHNICAL TEACHERS'
TRAINING COLLEGE EBOLOWA

PO box 886 Ebolowa



DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE

**CONCEPTION ET REALISATION D'UN STERILISATEUR, VERIFICATEUR ET
COMPTEUR DES BILLETS DE BANQUE**

En vue de l'obtention du diplôme des professeurs d'enseignement technique et professionnel
de 2^{ème} grade (DIPET II)

Mémoire de fin d'étude du second cycle

Option : ELECTROTECHNIQUE

Rédigé et présenté par : **YEUSSEUK SIME Bérénice**

Matricule : 19W1204



Sous la direction de :

Dr. NGO NBISSE Jacquie
Chargé de cours à l'université de
Yaoundé I

Encadrement de :

Dr. ONANA ESSAMA Bedel
Assistant à l'université de Yaoundé I

Devant le jury composé de :

<i>Président</i>	Pr. NDJAKOMO ESSIAME SALOME (Maitre de conférences)
<i>Rapporteur</i>	Dr.ONANA ESSAMA. Bedel (Assistant à l'université de Yaoundé I)
<i>Examineur</i>	Dr. ABESSOLO O. Grégoire (chargé de cours)

Année académique : 2020/2021

DEDICACE

A MA FAMILLE

REMERCIEMENTS

La réalisation d'une œuvre scientifique nécessite d'énormes sacrifices financiers, matériels, intellectuels et son aboutissement ne saurait être le fruit d'un effort individuel. C'est l'occasion pour nous d'exprimer humblement et sincèrement notre profonde gratitude à toutes ces personnes ayant contribué à l'exécution et à la réussite de ce labeur. À cet effet, nous adressons mes remerciements à nos encadrants de projet de fin d'étude de DIPET II :

Dr NGO NBISSE Jacqueline Thérèse et **Dr ONANA ESSAMA Bedel** pour le suivi de ce travail et la disponibilité dont ils ont fait preuve à notre égard, leur compréhension et suggestions de très haute qualité. Leurs conseils, rigueur scientifique nous ont permis de mener à bien ce travail à son terme.

Je remercie le **Pr NDJAKOMO ESSIANE Salomé**, Directeur de l'ENSET d'Ebolowa et par ailleurs chef de département de Génie électrique, pour son suivi, ses orientations et sa rigueur au travail. Ses conseils, ses critiques son dévouement au travail et son entière disponibilité nous ont permis de mener à bien notre cursus académique.

Je remercie **Mme FOUDA BELLA Régime**, chargée d'étude du département génie électrique pour le temps consacré pour la bonne marche dudit département.

Une mention spéciale au corps enseignant et personnel d'appui du Département Génie Electrique de l'ENSET d'Ebolowa pour les cours qu'ils nous ont dispensés durant cette formation ainsi que leurs conseils.

Merci à ma **Grande famille**, pour son encouragement et son soutien incessant.

POUCHOKO SIANKAM OUSMAEL pour son soutien, sa qualité humaine et ses conseils.

M.MAMBOU TIBERE pour sa franche contribution à la recherche.

M.NGORBO ESSALA Guy Bertrand, **M. BIETE jean pierre**, **M. DONANG Saturin** pour leur soutien inconditionnel.

Je remercie tous mes **camarades promotion**, pour leur convivialité. Finalement, je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance envers mes **amis** et **frères** qui m'ont inlassablement encouragé tout au long de ce travail, et envers tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail.

SOMMAIRES

<u>DEDICACE</u>	ii
<u>REMERCIEMENTS</u>	iii
<u>LISTE DES FIGURES</u>	vii
<u>LISTE DES TABLEAUX</u>	viii
<u>GLOSSAIRE</u>	ix
<u>RESUME</u>	x
<u>ABSTRACT</u>	xi
<u>INTRODUCTION GENERALE</u>	1
<u>1. Question de recherche</u>	2
<u>2. Objectif de la recherche</u>	2
<u>CHAPITRE 1 :</u>	3
<u>REVUE DE LA LITTERATURE</u>	3
<u>Contexte</u>	3
<u>Problématique</u>	3
<u>1. Fonctionnement du distributeur bancaire</u>	3
<u>1.1 Description et fonctionnement</u>	3
<u>1.2 Diagramme d'activité d'un distributeur [4]</u>	5
<u>1.3 Fonctionnement d'un système bancaire</u>	5
<u>1.4 Signes de sécurité propres aux billets de banque</u>	5
<u>1.5 Les moyens utilisés par les banques centrales pour lutter contre la contrefaçon</u>	7
<u>1.6 Vérificateur des billets de banque</u>	8
<u>1.7 Stérilisation des billets de banque</u>	11
<u>1.8 Compteur de billets de banque</u>	13
<u>1.9 Evolution technologique de la machine</u>	15
<u>CHAPITRE 2 :</u>	17
<u>MATERIELS ET METHODES</u>	17
<u>2.1 Matériels utilisés</u>	17
<u>2.2. Capteurs</u>	18
<u>2.3 Relais électromécanique et carte relais</u>	20
<u>2.4 Transistors bipolaire</u>	22

<u>2.5 Moteur à courant continu</u>	23
<u>2.6 Bouton poussoir</u>	25
<u>2.7 Les afficheurs LCD</u>	26
<u>2.8 Résistance chauffante électrique</u>	27
<u>2.9 Résistances chauffantes</u>	28
<u>2.10 Régulateur</u>	28
<u>2.11 Pompe</u>	29
<u>2.11.1 Principe</u>	29
<u>2.12 Dimensionnement de la carte Arduino</u>	30
<u>2.13 Dimensionnement du moteur</u>	30
<u>2.14 Dimensionnement de l'afficheur LCD</u>	30
<u>2.15 Dimensionnement du transistor bipolaire</u>	31
<u>2.16 Dimensionnement du régulateur</u>	31
<u>2.17 Dimensionnement de la résistance chauffante</u>	31
<u>2.18. Dimensionnement du capteur</u>	31
<u>2.19 Dimensionnement du relais électromécanique</u>	32
<u>2.20 Choix du matériel</u>	32
<u>2.21. Choix de la carte</u>	32
<u>2.22. Choix du moteur</u>	32
<u>2.23 Choix de l'afficheur LCD</u>	33
<u>2.24 Choix du transistor bipolaire</u>	33
<u>2.25 Choix du régulateur</u>	33
<u>2.26. Choix de la résistance chauffante</u>	33
<u>2.27 Choix des capteurs</u>	33
<u>2.28 Choix des relais électromécaniques</u>	33
<u>2.29 Choix de la pompe</u>	33
<u>2.30 Cahier de charge</u>	33
<u>2.30.3 Structuration du projet</u>	36
<u>Conclusion</u>	36
<u>CHAPITRE 3 :</u>	37
<u>RESULTATS ET INTERPRETATIONS</u>	37
<u>3.1 Choix du langage de programmation</u>	37

<u>3.2 Schémas de câblage</u>	39
<u>3.3 Devis estimatif</u>	40
<u>3.4 Résultats et discussions</u>	42

LISTE DES FIGURES

<u>FIGURE 1 : PHOTO D'UN DISTRIBUTEUR AUTOMATIQUE DE BILLETS DE BANQUE.</u>	4
<u>FIGURE 2 :DIAGRAMME D'ACTIVITE D'UN DISTRIBUTEUR.</u>	5
<u>FIGURE 3: LES SIGNES DE SECURITES PROPRES AUX PETITES COUPURES</u>	7
<u>FIGURE 4: LES SIGNES DE SECURITES PROPRES AUX GROSSES COUPURES.</u>	7
<u>FIGURE 5: LES ELEMENTS DE SECURITE INTEGRES DANS LES BILLETS PAR LA BANQUE CENTRALE</u>	8
<u>FIGURE 6: PHOTO D'UN STERILISATEUR</u>	8
<u>FIGURE 7: SCHEMA SYNOPTIQUE D'UN VERIFICATEUR DE BILLET DE BANQUE</u>	9
<u>FIGURE 8: DETECTEUR PAR ULTRAVIOLETTE</u>	10
<u>FIGURE 9: VERIFICATION PAR L'ENCRE MAGNETIQUE</u>	10
<u>FIGURE 10: VERIFICATION PAR LUMIERE INFRAROUGE</u>	11
<u>FIGURE 11: DETECTION PAR TAILLE</u>	11
<u>FIGURE 12: STRUCTURE D'UN COMPTEUR DE BILLETS DE BANQUE</u>	14
<u>FIGURE 13: PHOTO D'UN COMPTEUR DE BILLETS DE BANQUE</u>	15
<u>FIGURE 14: CONSTITUTION DE LA CARTE ARDUINO NANO.</u>	17
<u>FIGURE 15: CAPTEUR INFRAROUGE</u>	19
<u>FIGURE 16: CAPTEUR DE TEMPERATURE</u>	20
<u>FIGURE 17: PHOTOS ET SYMBOLES DU RELAIS ELECTROMAGNETIQUE</u>	20
<u>FIGURE 18: PRESENTATION D'UN TRANSISTOR BIPOLAIRE.</u>	22
<u>FIGURE 19: CONSTITUTION D'UN MOTEUR A COURANT CONTINU.</u>	23
<u>FIGURE 20: PHOTO D'UN AFFICHEUR.</u>	26
<u>FIGURE 21: PHOTO D'UNE RESISTANCE CHAUFFANTE</u>	28
<u>FIGURE 22: PHOTO D'UN REGULATEUR DE TENSION.</u>	29
<u>FIGURE 23: POMPE.</u>	29
<u>FIGURE 24: DESCRIPTIF DE LA MACHINE</u>	34
<u>FIGURE 25 : SYNOPTIQUE D'UN STERILISATEUR, VERIFICATEUR ET COMPTEUR DES BILLETS DE BANQUE</u>	34
<u>FIGURE 26: ORGANIGRAMME DE LA MACHINE</u>	35
<u>FIGURE 27: SCHEMA DE SIMULATION DU VERIFICATEUR.</u>	37
<u>FIGURE 28: SCHEMA DE SIMULATION DU STERILISATEUR.</u>	38
<u>FIGURE 29: SCHEMA DE SIMULATION DU COMPTAGE.</u>	38
<u>FIGURE 30: SCHEMAS DE CABLAGE DU COMPTEUR DES BILLETS DE BANQUE.</u>	39
<u>FIGURE 31: SCHEMA DE CABLAGE DU STERILISATEUR DES BILLETS DE BANQUE.</u>	39
<u>FIGURE 32: SCHEMA DE CABLAGE DU VERIFICATEUR DES BILLETS DE BANQUE.</u>	40
<u>FIGURE 33: SCHEMA DE SIMULATION DU COMPTAGE.</u>	42

LISTE DES TABLEAUX

<i>TABLEAU 1: AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA CARTE ARDUINO NANO</i>	18
<i>TABLEAU 2: AVANTAGES ET INCONVENIENTS DU RELAIS</i>	21
<i>TABLEAU 3: DIFFERENTS TYPES DES MOTEURS A COURANT CONTINU</i>	24
<i>TABLEAU 4: AVANTAGES ET INCONVENIENTS DU RELAIS</i>	24
<i>TABLEAU 5: DEVIS ESTIMATIF</i>	40

GLOSSAIRE

SIGLES ET ABRÉVIATIONS	DÉFINITION
CPU	Central Processing Unit
PC	Personal Computer
DBA	Distributeur Automatique Bancaire
GAB	Guichet Automatique Bancaire
LED	Light Emitting Diode
IR	Infra Rouge
PMW	Pulse Width Modulation
USB	Universal Serial Bus
LCD	Liquid Crystal Display
BEAC	Banque des Etats de l'Afrique Centrale
CEMAC	Communauté Economique et Monétaire de l'Afrique Centrale
UV	Ultraviolet
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read Only Memory
SRAM	Static Random Access Memory

RÉSUMÉ

Au carrefour du développement, le monde entier connaît une mutation scientifique et technologique qui au jour le jour, améliore les conditions de vie de l'être humain. De ce fait, une mise en œuvre des distributeurs automatiques bancaires du système de paiement s'est inscrite dans le développement de la monétique pour faciliter les transactions commerciales et le développement de la monétique de l'économie. Les billets de banque étant l'élément le plus important de la banque, sont exposés à plusieurs dangers parmi lesquels, la contrefaçon. Pour conserver sa crédibilité et dans le but d'éviter non seulement la prolifération de la fausse monnaie, en tenant compte du contexte imposé par le COVID-19 qui mine notre société, mais également assurer la circulation de la distribution des services avec une grande efficacité, nous avons opté pour notre projet de fin d'étude sur « **CONCEPTION ET LA REALISATION D'UN STERILISATEUR, VERIFICATEUR ET COMPTEUR DE BILLETS DE BANQUE** ». Pour y parvenir, nous avons utilisé une technologie et des procédés précis. Par la suite, nous avons utilisé le logiciel *Proteus* pour modéliser les différents comportements de cette machine. Une étude expérimentale nous a mené à obtenir une machine fonctionnant en 3 compartiments ; un vérificateur, utilisant les lampes ultraviolettes, un stérilisateur utilisant un gel hydro-alcoolique et une résistance chauffante dont la fonction est de sécher le billet. Nous avons donc une machine automatique vérification, stérilisation et comptage des billets de banque avec un résultat satisfaisant de 61,28%.

Mots clés : billet de banque, distributeur automatique, stérilisateur, vérificateur, compteur, compartiment

ABSTRACT

With the crossroads of the development, the whole world knows a scientific change and technology which from day to day improves the living conditions human being. So a banking placement of the slot-machines of the system of payment fell under development of the electronic money to facilitate the transactions commercial and the development of the electronic money of the economy. The banknotes being the most significant elements of the bank are exposed to several dangers among which, the counterfeit. To preserve its credibility and with an aim of avoiding not only the proliferation of the counterfeit money, by telling account of COVID-19 which mines our company but also to ensure the circulation of the distribution of the services with a great effectiveness. We produced “*a sterilizer, inspector and a meter of banknotes*”. For y, we initially presented each one of this means while defining operation and technologies. Thereafter, we used the software Proteus to model the various behaviors of this machine. An experimental study carried out us to obtain a machine functioning in 3 compartments. According to our result, our machine does not convey banknotes automatically this because of a lack of financial means. A sterilizing compartment with hydroalcoholic gel and a heating resistor to sterilize as well as a counting counter. We have an automatic verification machine, sterilization and counting of bank notes with a satisfactory result of 61.28%.

Key words: banknote, slot-machine, sterilizer, inspector meter, compartment.

INTRODUCTION GENERALE

Le système bancaire présente une fonction importante et capitale pour le développement économique de notre pays. La compréhension de l'évolution du système bancaire de notre pays commence ainsi au lendemain de la première guerre mondiale avec la mise sous-tutelle franco-britannique du pays par les nations unies, et se poursuit normalement avec l'indépendance du Cameroun jusqu'à la crise des années 80. La restructuration opérée au cours des années 90 a permis le redressement du système bancaire jusqu'à nos jours. Dans ce cadre, les autorités bancaires se sont engagées dans de nouvelles techniques financières pour l'amélioration et le développement des systèmes et des moyens de paiement, assurant la circulation et la distribution des services avec une grande efficacité.

En effet, une mise en œuvre des distributeurs automatiques bancaires (DAB) du système de paiement s'est inscrite dans le développement de la monétique qui a pour but de faciliter les transactions commerciales et le développement de la bancarisation de l'économie avec une plus grande efficacité et sécurité de services. Par ailleurs, avec l'introduction d'un guichet automatique bancaire (GAB) permettant de faire les retraits ou des dépôts (en liquide ou par chèque) sur un compte bancaire et plusieurs autres opérations : La mensualisation des salaires et leur versement sur un compte bancaire sont en effet la règle ; ils permettent également l'accès à d'autres fonctionnalités (relevé des comptes...).

En outre, avec l'introduction de deux systèmes de paiement : gros montant et de paiement en masse, pour assurer le bon fonctionnement des fonds de façon sûre et rapide et sécurisée qui nécessite un compteur et une détection des billets de banque.

Aujourd'hui, le système de transaction commerciale le plus largement utilisé dans le monde demeure les espèces ; qui circulent de main en main à plusieurs reprises entre les citoyens, peuvent également favoriser une contamination des agents pathogènes. Même si les paiements par carte de crédit sont devenus de plus en plus courants, ils ne remplacent pas les moyens traditionnels. Malheureusement, cette situation a permis à l'industrie de la contrefaçon d'être de plus en plus sophistiquée.

Ainsi, pour pallier ces différents problèmes sus-cités, nous avons opté pour le thème : « **CONCEPTION ET REALISATION D'UN STERILISATEUR, VERIFICATEUR, ET COMPTEUR DES BILLETS DE BANQUE** ». Ceci étant une

machine qui doit faciliter les services électroniques des banques et assurer le bon fonctionnement des fonds de façon sûre et sécurisée pour les citoyens.

1. Question de recherche

Une question centrale est au cœur de notre problématique dans le cadre de notre recherche : quel est l'apport d'un stérilisateur, vérificateur, et compteur des billets de banque dans notre société ? D'autres questions toutes aussi importantes les unes que les autres à savoir sont :

- Comment fait-on pour se protéger contre les virus véhiculés par des billets de banque ?
- Comment fait-on pour distinguer un faux du bon billet de banque ?
- Comment assure-t-on le bon fonctionnement des fonds de façon sûre et rapide ?

2. Objectif de la recherche

La conception et la réalisation de ce dispositif a pour but d'éviter la prolifération de la fausse monnaie, en tenant compte non seulement de l'état actuel, c'est-à-dire avec le covid-19, mais également en luttant contre d'autres agents pathogènes toute fois en assurant, la circulation de la distribution des services avec une grande efficacité. Afin d'apporter des éléments de réponses à la problématique posée, nous avons subdivisé notre travail en trois (03) grands chapitres :

- Dans le chapitre1, il s'agira de faire une étude de la revue de la littérature sur les distributeurs automatiques de billet déjà étudié par nos prédécesseurs. Il sera question de faire une généralité sur certains de ces distributeurs. Dans un second temps, un focus est fait sur l'état de connaissance portant sur le stérilisateur, vérificateur, et compteur des billets de banque. Cette partie permet également de situer notre positionnement et nos contributions par rapport à l'existant.
- Dans le chapitre 2, il s'agira d'écrire les procédés, faire le choix du matériel et les moyens qui permettront la réalisation de la machine.
- Dans le chapitre 3, à partir des différents résultats obtenus mis au point, il sera question d'en interpréter et de discuter.

CHAPITRE 1 :

REVUE DE LA LITTÉRATURE

Contexte

Le distributeur automatique de billets de banque est un ordinateur placé dans un lieu public (banque) qui permet à un client qui recourt, à une carte magnétique et à un code confidentiel, de retirer des sommes d'argent dans la limite d'un plafond, le plus souvent hebdomadaire. [1] Dans l'objectif de mieux comprendre les billets de banque, ce chapitre nous permettra de définir certaines notions clés indispensables à la compréhension de notre thème. Ainsi, nous présenterons le fonctionnement d'un distributeur automatique de billets de banque ; par la suite, nous exposerons les signes de sécurité propres aux billets de banque ; et en fin, leurs techniques de stérilisation et de vérification.

Problématique

L'argent comptant est un moyen commode et rapide de payer ses achats. Comme il s'agit d'un mode de paiement, utilisé par tous, une vieille et une adaptation technologique sont nécessaires car le billet est un produit imprimé qu'il faut sans cesse perfectionner pour le mettre à l'abri des faussaires ainsi que pour conserver sa crédibilité. Chaque fois nous acceptons un billet de banque sans vérifier et non stériliser, nous risquons d'être victime de contrefaçon et de contamination des virus que nous soyons caissier ou client. Les commerçants victimes de fraude subissent des pertes dont ils répercutent le coût sur les consommateurs.

Ce dispositif permettra d'empêcher la circulation des faux billets, de désinfecter ces derniers ainsi qu'assurer les mesures préventives des citoyens et faciliter les services.

1. Fonctionnement du distributeur bancaire

1.1 Description et fonctionnement

Le distributeur est composé de nombreuses pièces, lui permettant de remplir sa fonction, mais aussi de faciliter la tâche de garantir la sécurité de l'argent et des données de l'utilisateur. Au niveau matériel il dispose d'un écran et d'un clavier numérique, ou directement un écran tactile, pour permettre au client de retirer son code personnel et choisir la somme à retirer, d'un lecteur de carte afin d'insérer la carte bancaire, et permettant, grâce à la puce de cette carte, de vérifier sa validité ; si le code est erroné plusieurs fois de suite, il est possible que la

machine retienne la carte afin d'éviter tout risque de vol .Il dispose également d'un coffre, dans lequel sont présentes plusieurs cassettes selon la valeur des billets. Afin de sécuriser ces cassettes, elles sont parfois munies de certaines sécurités, tels des gaz incapacitants, ou de l'encre indélébile, systèmes qui s'enclenchent en cas d'ouverture forcée de la cassette. Ce renforcement de sécurité a donc permis l'installation de DAB (distributeur automatique bancaire) dans un plus grand nombre de lieux. Une caméra de sécurité est souvent présente autour du distributeur. [2]

Le distributeur de billets utilise aujourd'hui des composants similaires à ceux d'un PC, la partie logicielle est basée sur un système d'exploitation comme linux, ou Windows. Le distributeur de billets est connecté à un réseau bancaire (grâce au modem intégré dans le DAB), permettant à la machine de vérifier des informations comme le code personnel, la validité de la carte, l'identité de la personne, le solde restant sur son compte en banque. Le processeur du DAB assure le chiffrement des données utilisateurs, qui ne sont bien sûr pas stockées sur le disque dur du DAB, mais directement envoyées au serveur bancaire pour comparaison. [2]

Le distributeur automatique des billets est apparu en 1967 à Londres. Grâce à ce dispositif, les usagers peuvent retirer de l'argent en liquide depuis leur compte sans avoir à se présenter au guichet de leur banque. Pour retirer de l'argent, la carte bancaire est nécessaire ainsi que son code secret. Aujourd'hui, les distributeurs automatiques sont disponibles dans les établissements bancaires et dans certains lieux publics. [3]



Figure 1 : photo d'un distributeur automatique de billets de banque. [3]

1.2 Diagramme d'activité d'un distributeur [4]

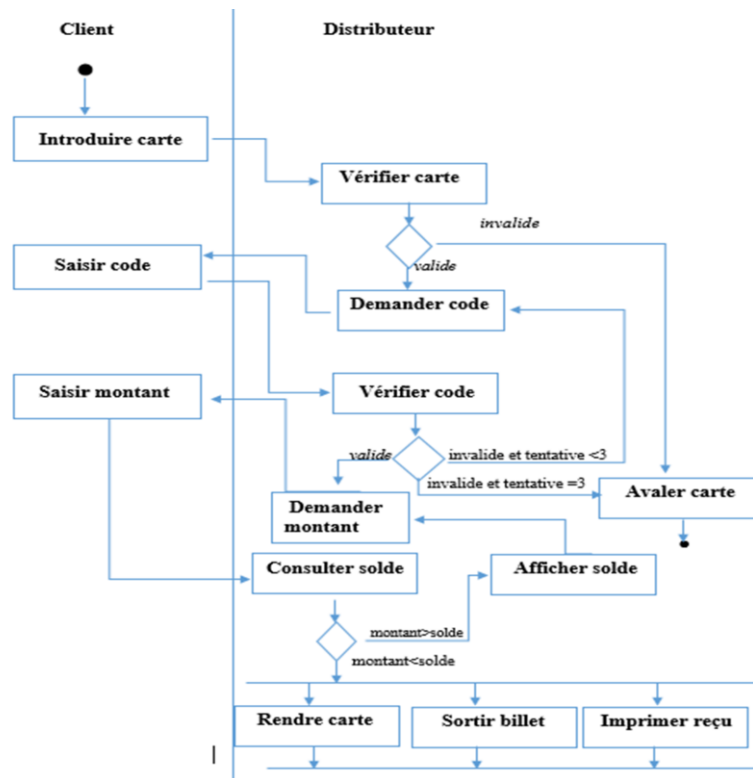


Figure 2 : Diagramme d'activité d'un distributeur [4]

1.3 Fonctionnement d'un système bancaire

Le client introduit sa carte, le système vérifie la validité de la carte : si la carte est valide alors, le client peut introduire son code ; si non l'appareil avale la carte. Une fois le code entré, le système vérifie le code. Si le code est valable, l'utilisateur peut demander son montant, sinon il doit procéder à une autre tentative. Au bout de trois (3) échecs, la carte est avalée (gardée par le système). L'utilisateur introduit alors la somme. Si la somme est acceptée (le système rend la carte sinon le système affiche le solde et demande le montant à nouveau et la somme à retirer est alors mémorisée et les billets sont distribués. Un ticket peut être distribué avec les billets.

1.4 Signes de sécurité propres aux billets de banque

1.4.1 Détection des vrais billets de banque

Tout d'abord, il existe cinq dénominateurs du franc **XAF** 500, 1 000, 2 000, 5 000, et 10 000 XAF. La valeur du dénominateur est inscrite au recto et au verso, à la fois sur l'extrémité supérieure gauche et droite, en héliogravure piquée. Sur le recto, une partie gauche visiblement blanche cache en fait des filigranes invisibles à l'œil nu et difficilement

falsifiables. De même, le bandeau inférieur sur lequel est écrite la valeur du billet en toutes lettres est truffé d'impressions microscopiques et d'encre ultraviolette. De plus, un fil de sécurité traverse le billet. En fin, sur le billet de 10 000XAF, la parabole qui figure au verso change de couleur lorsque le billet est incliné. [5]

Les nouveaux Billets BEAC sont dotés de nombreux signes de sécurité modernes, visibles et/ou tenus secrets qui les protègent de la contrefaçon. En raison de leur forte valeur faciale, les deux grosses coupures de cinq mille et de dix mille francs CFA disposent de deux sécurités renforcées. [6]

1.4.2 Signes de sécurité commune à tous les billets

Cinq billets ont en commun six (6) signes de sécurité à l'instar de :

- le filigrane c'est lui qui donne la transparence du billet, en laissant apparaître les lettres BEAC et trois têtes d'antilopes appelées « *élans de derby* » et qui constituent le logo officiel de la BEAC ;
- le fil de sécurité qui permet d'examiner le billet par transparence. On remarque une ligne sombre discontinue sur toute la hauteur du billet comportant le sigle CEMAC écrit en toute petite lettre ;
- l'impression en léger relief : sa rugosité est perceptible au toucher par exemple sur les gros chiffres, ses traits dessinent très finement les principaux motifs des billets ; le visage en particulier ;
- la trans-vision : en observant le billet par transparence, on voit apparaître totalement l'image du masque. Les deux motifs incomplets imprimés sur chaque face du billet se superposent pour former une image complète.
- une forme géométrique en relief pour la première fois sur chaque coupure est imprimée un motif en relief à l'usage des malvoyants et aveugles. [6]

1.4.3 Signes de sécurité propres aux petites coupures

Les petites coupures de cinq cent, mille francs CFA disposent d'une sécurité supplémentaire observable au verso, il s'agit d'une bande nacrée. En inclinant légèrement le billet, on observe la brillance d'une encre spéciale, jaune ou grise selon l'inclinaison du billet. [6]

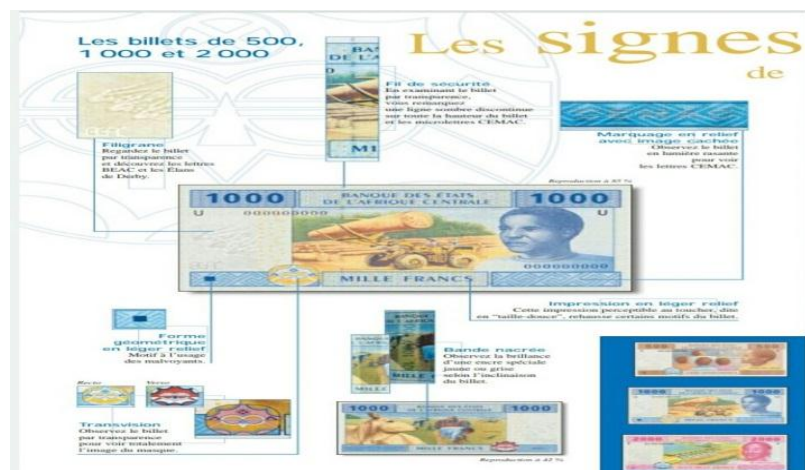


Figure 3: Les signes de sécurité propres aux petites coupures. [6]

1.4.4 Signes de sécurité propres aux grosses coupures

En raison de leur forte valeur faciale, deux grosses coupures de cinq mille et dix mille francs CFA disposent de deux sécurités renforcées. Il s'agit de :

- une bande holographique métallisée discontinue au recto. En inclinant le billet, on distingue alternativement un masque, des formes géométriques et des lettres CEMAC
- un motif imprimé au verso à couleur changeante. En inclinant le billet, le jeton du jeu d'Abia change de couleur pour passer de l'or au vert. [6]

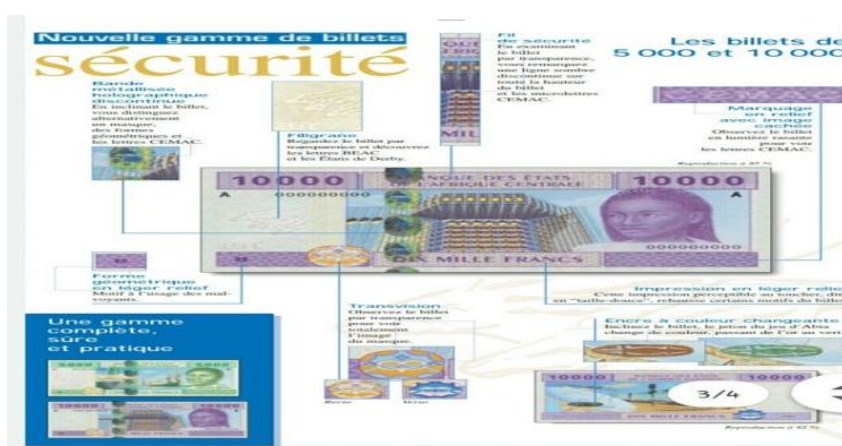


Figure 4: Les signes de sécurité propres aux grosses coupures. . [6]

1.5 Les moyens utilisés par les banques centrales pour lutter contre la contrefaçon

Tous les détecteurs de faux billets reposent sur les éléments de sécurité sophistiqués que les banques centrales intègrent délibérément dans les billets. Cela commence avec du papier de trésorerie spéciale qui est produit à partir d'un mélange de coton et de lin ou, de plus en plus souvent à base de polymère. Les Banques Centrales conçoivent ensuite chaque billet pour

qu'il comporte les éléments complexes : Ultraviolet①, Magnétiques ②③, Infrarouge④, Couleurs⑤, et holographique⑥. Pour de nombreuses devises, chaque type de billet (ou dénomination) a également un format⑥, une épaisseur⑥ et un poids tous unique et très spécifiques afin de pouvoir lutter contre la décoloration des billets (les faux-monnayeurs décolorent un faux billet de valeur supérieure en réutilisant le papier du billet original). [7]



Figure 5: Les éléments de sécurité intégrés dans les billets par la banque centrale [7]

1.6 Vérificateur des billets de banque

La lutte contre la contrefaçon de billets de banque a toujours constitué une préoccupation majeure des banques centrales nationales. Depuis sa création en 1800, la banque a constamment été attentive à la confiance de nos concitoyens dans le billet de banque et déployé tous les moyens nécessaires pour la préserver.

1.6.1 Définition

Les vérificateurs de billet de banque sont des machines généralement alimentées par batterie et qui ont pour but de garantir l'authenticité des billets de banque. Dotés de différents systèmes de détection, selon le modèle, ils peuvent analyser comment les billets ont été fabriqués et émettre un signal lorsque l'un d'eux ne respecte pas les paramètres légaux.



Figure 6: photo d'un stérilisateur [7]

1.6.2 Structure de vérification des billets de banque

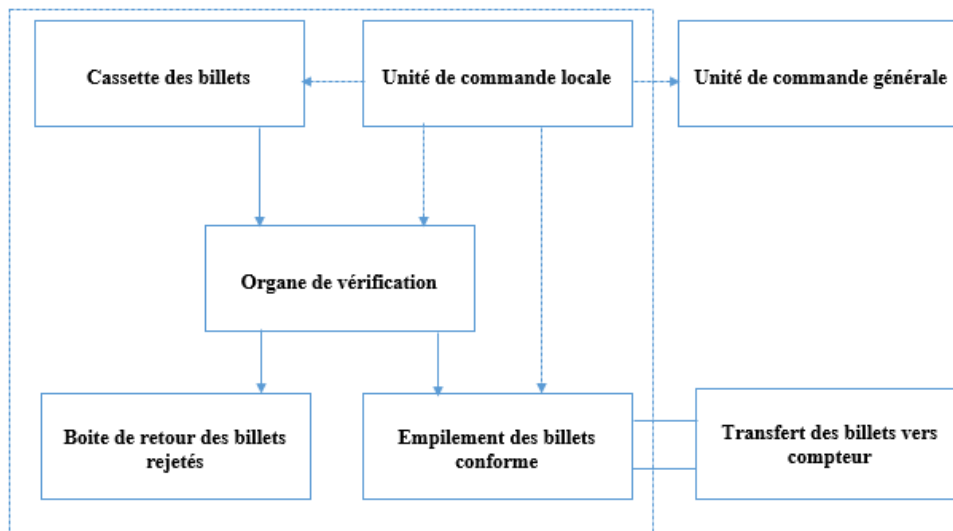


Figure 7: schéma synoptique d'un vérificateur de billet de banque

1.6.2.1 Fonctionnement du vérificateur de billet de banque

A la sortie d'une cassette de billets à distribuer, et de son équipement d'extraction de billets, on prévoit immédiatement des organes de préhension, de vérification sous forme de roue à aube, qui vont tester si un billet est conforme ou non conforme. Les billets conformes sont relâchés dans un poste d'empilement tandis qu'un convoyeur de rejet ramène les billets non conformes dans une boîte de retour.

1.6.3 Techniques de vérification des billets de banque

1.6.3.1 Vérification par la lumière ultraviolette

Tous les billets de banque modernes comportent de l'encre ultraviolette (UV) avec des phosphores fluorescents qui sont invisibles à la lumière naturelle, mais qui sont clairement visibles si on utilise une lumière UV avec une longueur de 365 nanomètres. Les détecteurs UV vous permettent de placer un billet sous une lampe émettant une lumière UV à la longueur d'onde appropriée et de vérifier visuellement qu'il comporte bien les marques UV. Les détecteurs de catégorie supérieure identifient automatiquement les caractéristiques UV des billets de banque modernes au moyen des capteurs UV et photoniques sophistiqués.

[7]



Figure 8: Détecteur par ultraviolette [7]

1.6.3.2 Vérification magnétique

Les Banques centrales utilisent de l'encre magnétique, laquelle est disponible en plusieurs couleurs, pour imprimer sur les billets des motifs magnétiques complexes qui se ressemblent tous à l'œil nu. Les banques centrales incorporent également un fil métallique dont la taille et l'emplacement varient en fonction du billet. Les détecteurs magnétiques manuels peuvent vous aider à détecter les faux billets simples qui ne contiennent ni encre magnétique ni fil métallique. Les vérificateurs de catégorie supérieure peuvent détecter les faux billets les plus sophistiqués : ils sont programmés pour identifier, au moyen de divers capteurs magnétiques, les fils et les encres spécifiques et uniques à chaque devise et dénomination prises en charge. [7]



Figure 9: Vérification par l'encre magnétique [7]

1.6.3.3 Vérification par la lumière infrarouge

Les billets de banque actuels sont imprimés avec de l'encre qui se comporte de manière spéciale lorsqu'elle est soumise à la lumière infrarouge du spectre électromagnétique. Il existe deux sortes d'encres IR : l'encre qui reflète la lumière IR et l'encre qui absorbe la lumière IR. Toutes deux sont invisibles à la lumière normale et ne peuvent être détectées qu'au moyen d'appareils spécialement prévus à cet effet. Les vérificateurs IR manuels vous permettent de contrôler visuellement si un billet de banque répond à ces fréquences IR ; Les vérificateurs automatiques identifient automatiquement le type de réponse spécifique à la lumière IR (lequel est unique pour chaque devise et dénomination prise en charge) au moyen de capteurs qui réfléchissent et qui absorbent la lumière IR. [7]



Figure 10: Vérification par lumière infrarouge [7]

1.6.3.4 Vérification par la taille

Les Banques centrales produisent chaque dénomination de billet en respectant une longueur, une largeur et une épaisseur très précises. Cependant, la majorité des devises utilisent une taille unique pour chaque valeur). Les vérificateurs de billets sophistiqués ont recours à des paires d'émetteurs-récepteurs à pulsation LED et un capteur infrarouge pour mesurer la taille et l'épaisseur d'un billet de banque au dixième de millimètre près. A titre de comparaison, un dixième de millimètre représente moins qu'à la fin de cette phase. [7]



Figure 11: Détection par taille [7]

1.6.5 Vérification par l'analyse spectrale

Les Banques centrales utilisent de l'encre colorée pour imprimer sur chaque billet des motifs complexes uniques à chaque dénomination. Les vérificateurs de faux billets sophistiqués parcourent automatiquement le billet de banque testé à l'aide d'un capteur ultrasensible au spectre, puis comparent le résultat à l'image correcte enregistrée dans la mémoire de l'appareil.

1.7 Stérilisation des billets de banque

Des billets de banque sont souvent désignés comme une source de bactéries et virus. Avec un stérilisateur, ces craintes peuvent être écartées. Utilisés avec un compteur de billets, vous

pouvez stériliser les billets pendant le comptage ou stériliser les éléments de la machine après chaque utilisation. [8]

1.7.1 Définition

La stérilisation est une technique destinée à détruire tout germe microbien. C'est d'une opération au résultat momentané, qui permet d'éliminer ou de tuer les microorganismes et /ou d'inactiver les virus indésirables portés par les milieux inertes contaminés en fonction des objectifs fixés. [9]

1.7.2 Différentes techniques de stérilisation

Il n'existe pas de technique de stérilisation universelle. Il faut choisir entre les différentes techniques en prenant en compte les propriétés des objets à stériliser. Les traitements basses température (25 à 50°C) sont utilisés entre autres pour les objets ne supportant pas la chaleur.

1.7.2.1 Stérilisation par chaleur sèche

Le processus de stérilisation à la chaleur sèche est accompli par conduction. En effet, la chaleur est absorbée par la surface extérieure du dispositif que l'on veut stériliser. Ensuite, la chaleur diffuse dans la couche suivante. Finalement, la totalité de l'élément atteint la bonne température nécessaire pour obtenir la stérilisation.

Elle est de moins en moins utilisée. Appareil peu fiable ne permettant de toute façon que de traitement du verre et du métal qui a disparu ou quasiment en milieu hospitalier. Les températures utilisées doivent être élevées : 180° en 1h 30 minutes. [10]

1.7.2.2 Stérilisation par la chaleur humide (Autoclave)

Elle donne de meilleurs résultats car c'est la seule utilisable pour détruire les bactéries de façon fiable. Ce procédé est conseillé et le seul légalement utilisé en thérapeutique.

1.7.2.3 Stérilisation à la vapeur

Le dispositif contaminé est mis à tremper dans une solution détergente désinfectante puis rincé. Ensuite, la stérilisation à la chaleur humide est effectuée au moyen de vapeur saturée et sous pression pour atteindre la température nécessaire. Ce procédé de stérilisation est le plus fiable et le plus facile à contrôler, représente donc le premier choix pour le matériel qui résiste aux températures de 120 à 134°C et à l'humidité.

1.7.2.4 Stérilisation par les gaz ou les radiations ionisantes

On distingue trois types de stérilisation par gaz ou radiations ionisantes :

- ✚ La stérilisation par l'oxyde d'éthylène : c'est un gaz très utile pour stériliser le matériel médicochirurgical thermosensible. Peu implantée en France dans le milieu hospitalier, malgré un bon compromis entre le coût et la praticabilité. Malgré sa fiabilité, cette technique présente un certain nombre d'inconvénients dont son caractère toxique pour le personnel et ses propriétés inflammables. [10]
- ✚ La stérilisation par le formaldéhyde gazeux : c'est un agent stérilisateur en surface, ne pénétrant pas en profondeur à l'inverse de l'oxyde d'éthylène. Il est de plus corrosif et sa désorption se poursuit après stérilisation. [10]
- ✚ La stérilisation par gaz plasma de peroxyde d'hydrogène présente une voie d'avenir très prometteuse dans les techniques de stérilisation des dispositifs médicaux réutilisable et thermosensible. Cette appareil utilise la vapeur de peroxyde d'hydrogène introduit dans un récipient sous vide (dépression < 20mmHg) qui va être excitée par une onde électromagnétique, induit par une onde radio. Avantage : permet de stériliser à basse température de 45° ; utilisation simple et non toxique ; cycle rapide soit 75mn ; ne nécessite pas de désorption. Inconvénients : couteux ; ne permet pas de traiter les objets comportant de la cellulose ; ne permet pas de traiter les instruments de masse importante, ni les liquides ; la stérilisation par radiations ionisantes, en particulier par les rayons gamma, présente de nombreux avantages tel que l'utilisation sur le matériel thermosensible, l'absence de risque d'irradiation résiduelle n'est pas actuellement utilisé en milieu hospitalier.

1.7.2.5 Stérilisation par des rayonnements ultraviolets [9]

La stérilisation peut être effectuée par des rayonnements électromagnétiques tels que :

- stérilisation plasma c'est un mode de stérilisation donc le matériel à stériliser est soumis aux électrons, ions et photo issus d'un plasma ;
- stérilisation par faisceau d'électrons ;
- stérilisation par irradiation gamma dont la radio stérilisation du matériel médico-chirurgical par rayonnement gamma est réalisée avec une dose de l'ordre de 25 kg et peut s'effectuer sur un matériel déjà placé dans son emballage définitif. [9]

1.8 Compteur de billets de banque

Avoir le nombre exact de billets de banque est toujours un problème pour ceux qui travaillent dans le domaine. Le tri et le comptage sont des tâches fastidieuses.

1.8.1 Définition

Les compteurs de billets sont des machines électromécaniques destinées au comptage des billets de banque. [13]

1.8.2 Structure d'un compteur de billets de banque

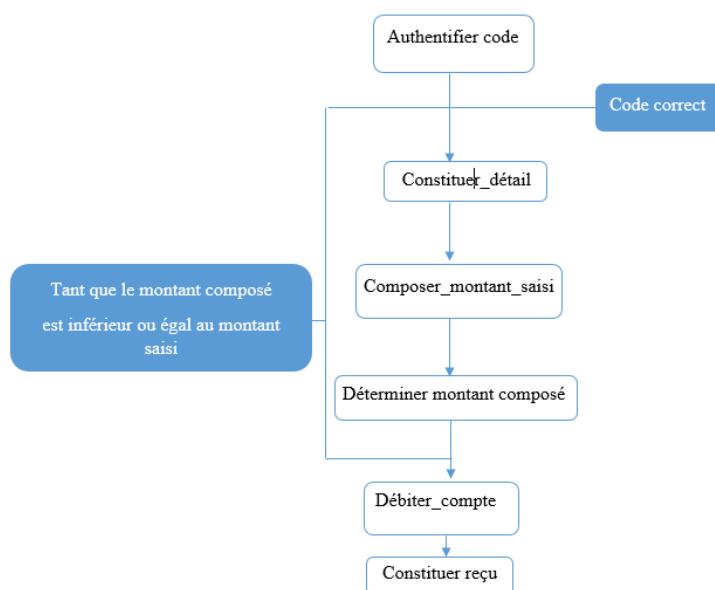


Figure 12: structure d'un compteur de billets de banque [13]

1.8.1 Fonctionnement

Les billets à compter sont placés dans le bac d'alimentation situé au-dessus de la machine. Au fur et à mesure de leur introduction, les billets sont comptés et recueillis dans le bac de réception qui se trouve à l'avant.

1.8.2 Différents modèles de compteurs de billets de banque

Les compteurs pour billets de banque représentent les outils qui comptent automatiquement un grand nombre de billets. Grâce à ces outils, les différents opérateurs des entreprises ne sont plus obligés de compter manuellement les recettes et les dépenses.

Ces équipements doivent leur efficacité à un système de comptage infaillible et fiable à 100%. Le comptage est donc réel sans marge d'erreur, ce qui plaît au monde de la trésorerie et de la comptabilité. Il suffit de savoir les utiliser et l'opération se fait de manière très rapide. L'un des principaux avantages de ces appareils est l'économie de temps réalisée qui est un réel atout dans le monde professionnel.

Certains compteurs de billets ne se limitent pas à la simple tâche de comptage. Elles arrivent même à détecter les faux billets grâce à un mécanisme d'analyses complexe.

Quelques modèles de compteurs automatiques peuvent compter différentes devises du monde. Ils peuvent également regrouper les billets en différents lots. Le compteur de billets est ainsi véritablement nécessaire lorsqu'on traite d'énormes sommes d'argent au quotidien.



Figure 13: photo d'un compteur de billets de banque [13]

1.9 Evolution technologique de la machine

1.9.1 Une invention britannique [14]


Le premier distributeur de billets de banque au monde a été inauguré le 27 juin 1967 dans une agence Barclays du quartier d'Enfield au nord de Londres. A l'époque, cette nouveauté est une petite révolution car, pour la première fois, on peut retirer de l'argent en dehors des heures d'ouverture des agences. Or, ces horaires d'ouverture n'étaient pas très étendus : selon le site web de Barclays, ladite agence d'Enfield fermait ses portes à 15h30.

C'est d'ailleurs la frustration de n'avoir déposé un chèque un samedi qui inspira l'idée d'un automate bancaire à John shepherd-Barron en 1965.

En 1967, les cartes bancaires en plastique et à puce n'existaient pas encore. Pour utiliser le distributeur et obtenir 10 livres, les clients perforés en papier et devaient, comme aujourd'hui, composer un code secret à 4 chiffres.

1.9.2 Une innovation vite adoptée en France [14]

L'invention de John shepherd-Barron connaît un succès fulgurant, qui dépasse rapidement les frontières de la grande Bretagne. En France, le premier distributeur de billets arrive dès le 2 juillet 1968. C'est la société marseillaise de crédit qui installe cette première caisse automatique au 4, rue Auber dans le IXe arrondissement de Paris. Cette machine fonctionne avec les cartes perforées et un code secret, et chaque carte perforée donnait accès à 200 francs, délivrés dans un étui en plastique. Rapidement, d'autres automates ont été installés à Marseille, à Nice et à Cannes si bien qu'en un an, 10.000 clients avaient déjà utilisé ces



caisses automatiques révolutionnaires. Dans les années 1980, le DAB (distributeur automatique bancaire) a progressivement évolué pour devenir un GAB (guichet automatique bancaire). Grâce à l'informatisation, ce type de guichet ne se contente plus de délivrer des billets mais d'effectuer plusieurs opérations bancaires, comme des virements internes, la consultation du solde de son compte.

Avec l'essor du paiement sans contact ou en ligne ou par Smartphone, les distributeurs de billets subissent une rude concurrence. Pire encore, ils ont une image un peu vieillotte voire peu rassurante, certains utilisateurs craignant de percevoir les billets contrefaits et d'être contaminés par les virus. Pour redonner une seconde jeunesse GAB, nous allons ajouter à cela un stérilisateur, vérificateur et un compte.

Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons pu recenser un ensemble de techniques indispensables à l'objet de notre thème. Ainsi nous procéderons dans le chapitre suivant à l'étude de quelques matériels et méthodes nécessaires à la réalisation de notre machine

CHAPITRE 2 :

MATERIELS ET METHODES

Après l'étude générale de la revue de littérature, ce chapitre 2 s'attache à décrire les différents matériels et méthodes employés pour la conception et la réalisation de notre prototype.

2.1 Matériels utilisés

2.1.1 Microcontrôleur : Carte *Arduino*

Un microcontrôleur est un circuit intégré rassemblant dans un même boîtier un microprocesseur, plusieurs types de mémoires et des périphériques de communication entrées-sorties.

Le choix d'un microcontrôleur pour faire de la programmation dépend en réalité des situations. Autrement dit, il faut trouver ce qui convient idéalement au type de projet que l'on souhaite réaliser. Cet état de chose peut malheureusement limiter les travaux. Heureusement, il existe un microcontrôleur capable de s'adapter à toute situation : *Arduino*. La carte *Arduino* est un élément fiable et capable d'exécuter un programme complet. Cependant, il peut arriver que l'on soit confronté à un problème de format ou d'espacement irrégulier avec certaines cartes *Arduino*. C'est justement pour faire face à ce genre de situation que la carte *Arduino Nano* a été conçue. [15, 16]

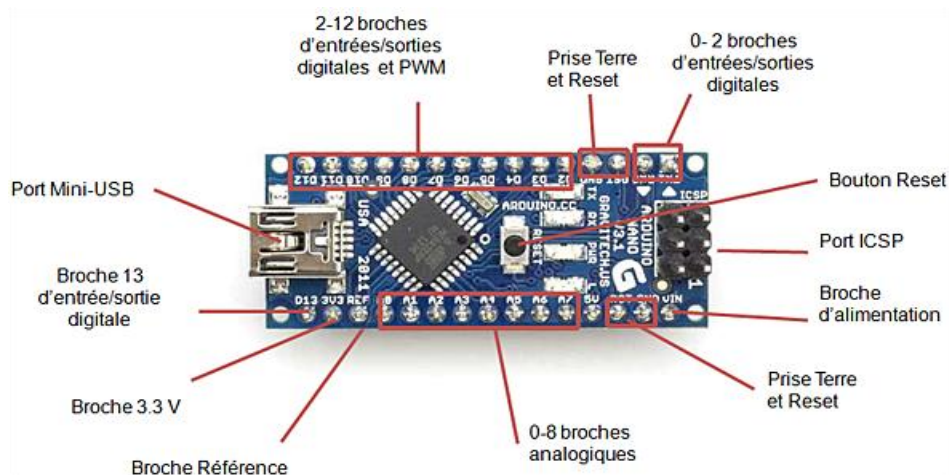


Figure 14: constitution de la carte *Arduino Nano*. [15]

2.1.1.1 Fonctionnement de la carte *Arduino Nano*

Pour fonctionner, la carte Nano a besoin d'être alimentée par une prise mini-USB. Il est généralement possible d'utiliser une source d'énergie externe avec les caractéristiques : suivantes 6-20V. On peut également se servir d'une source d'énergie externe non régulée à 5V. Pour la programmer, on peut utiliser le logiciel de programmation libre de droits, disponible en téléchargement et mis à disposition par *Arduino*. [16]

Il faut noter que le microcontrôleur ATmega328 de la carte *Arduino Nano* bénéficie d'un bootloader. Celui-ci assure le téléchargement de nouveaux codes sans pour autant solliciter un programmeur matériel supplémentaire. Toutefois, il existe une solution qui permet de se passer du boot loader afin de programmer le microcontrôleur grâce au connecteur In-Circuit serial programming. [16]

2.1.1.2 Avantages et inconvénients

Tableau 1: avantages et inconvénients de la carte *Arduino Nano*

AVANTAGES	INCONVENIENTS
prix très faible	Manque d'options de connectivité
compatible avec d'autres logiciels	Manque de mémoire
possède plusieurs broches	
facile à utiliser	
bonne taille	
pratique	

2.2. Capteurs

Un capteur est un dispositif qui transforme l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable. En d'autres termes, les capteurs prélèvent une information sur le comportement de la partie opérative et la transforme en une information exploitable par la partie commande (donc sous une forme électrique). Le but étant de faire évoluer le système aux caractéristiques de l'environnement externe. [18]

Nous pouvons caractériser les capteurs selon deux critères :

- ❖ en fonction de la grandeur mesurée ; on parle de capteur de position, température, de vitesse, de force, de pression etc....

- ❖ en fonction du caractère de l'information délivrée ; on parle alors du capteur logique appelée aussi capteur tout ou rien (TOR), de capteur analogique ou numérique.

Tous les capteurs présentent deux parties distinctes. Une première partie qui a pour rôle de détecter ou mesurer un événement et une deuxième partie qui a pour rôle de traduire un événement en un signal compréhensible par un système de contrôle PC.

2.2.1 Capteur infrarouge

C'est un détecteur réagissant à un rayonnement infrarouge



Figure 15: capteur infrarouge [12]

2.2.1.1 Description [12]

La lumière du module de capteur est adaptable à l'environnement, la tension de fonctionnement est de 3,3V à 5V. Il dispose d'une paire de transmission infrarouge et de réception de tube, lorsque la détection de direction rencontre des obstacles (surface réfléchissante), le récepteur infrarouge réfléchi par le tube. Après le traitement, de circuit comparateur, le voyant vert s'allume en même temps la sortie de l'interface du signal, un signal numérique (un signal de bas niveau), peut régler la distance de détection à travers le bouton du potentiomètre de gamme de distance efficace 2~ 30cm, facile à monter et à utiliser.

Les modules de capteurs infrarouges peuvent être utilisés dans les robots des obstacles, les manœuvres d'éjection automatique, les lignes noires et blanches, etc.

Le module détecte la distance de 2 à 30cm, angle de détection de 35°C, la distance qui peut détecter le potentiel est ajustée. Le module de capteur de port de sortie peut être directement connecté au port de sortie IO au microcontrôleur.

2.2.2 Capteur de température à résistance

Ce sont des dispositifs permettant de transformer l'effet du réchauffement ou refroidissement sur leurs composants en signal électrique. [11]



Figure 16: capteur de température [11]

2.2.2.1 Description

Les Capteurs de température à résistance fonctionnent sur le principe des variations de résistance électrique des métaux purs et se caractérisent par une modification positive linéaire de la résistance en fonction de la température. Concrètement, une fois chauffé, la résistance du métal augmente et inversement une fois refroidi, elle diminue. [11]

2.3 Relais électromécanique et carte relais

Un relais électromécanique est un organe électrique permettant de distribuer la puissance à partir d'un ordre émis par la partie commande. Ainsi, un relais permet l'ouverture et la fermeture d'un circuit électrique de puissance à partir d'une information logique. Les deux circuits puissance et information, sont complémentaires, isolés et peuvent avoir des caractéristiques d'alimentation électriques différentes. [21]

2.3.1 Description [21]

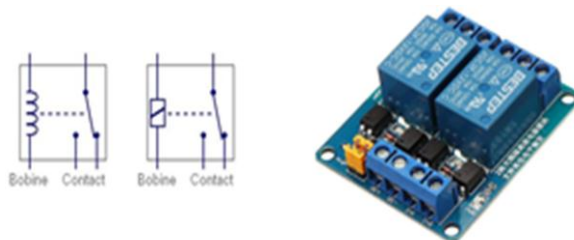


Figure 17: photos et symboles du relais électromagnétique [21]

Un relais est composé principalement d'un électroaimant qui, lorsqu'il est alimenté, soumet à une force palette qui agit mécaniquement sur le système de commutation électrique : les contacts.

L'électroaimant peut être, suivant les spécifications et les besoins, alimenté en TBT (très basse tension) (moins de 12V, 24V, 48V,) continu ou alternatif ou en BT (basse tension) (110V, 230V, 400V).

Le système de commutation peut être composé d'un ou plusieurs interrupteurs simples effets appelés contacts normalement ouverts (NO) ou normalement fermés (NF), d'un ou plusieurs

inverseurs. Ces commutateurs sont adaptés aux courants et à la gamme de tensions utilisés dans la partie puissance.

Dans les systèmes mettant en œuvre de plus fortes puissances, les relais sont appelés contacteurs.

Divers système électroniques, mécaniques et pneumatiques peuvent créer un retard à l'enclenchement ou au relâchement.

2.3.2. Différents types de relais

Un relais peut être monostable ou bistable.

Fonctionnement en monostable : Les contacts commutent quand la bobine est alimentée et le retour à l'état initial se fait quand la bobine n'est plus alimentée.

Fonctionnement bistable à une bobine : On alimente la bobine pour que les contacts commutent : l'état ne change pas quand la bobine n'est plus alimentée, un système mécanique bloque le retour. Pour revenir à l'Etat initial, on alimente à nouveau la bobine pour débloquent le mécanisme, dans certains cas en inversant la polarité de l'alimentation.

Fonctionnement bistable à deux bobines : On alimente la première bobine pour que les contacts commutent : l'état ne change pas quand la bobine n'est plus excitée. Pour revenir à l'état initial, on alimente la deuxième bobine.

2.3.2.1 Avantages et inconvénients

Tableau 2: avantages et inconvénients du relais

AVANTAGES	INCONVENIENTS
Capacité de commuter aussi bien des signaux continus qu'alternatifs sur une large gamme de fréquence	Surtension important lorsque le courant circulant dans la bobine est interrompu (loi de Lenz)
Fonctionnement avec une dynamique considérable du signal commuté	Présence de rebonds lors des commutations
Aucun ajout de bruit ou de distorsion	Nécessite un circuit d'interface spécifique
Résistance de contact fermé très faible	
Résistance de contact ouvert très élevée	

2.4 Transistors bipolaire

Un transistor bipolaire est un morceau de conducteur, dont la conductivité est contrôlée par une troisième broche/borne. Il est utilisé de deux manières différentes : Soit comme interrupteurs, soit comme amplificateurs. Le plus souvent, ils servent d'interrupteurs commandables, à savoir des interrupteurs commandés par leur troisième broche. Ils se comportent comme un interrupteur fermé ou ouverts selon ce qu'on met sur la troisième broche. [23]

Ils servent aussi d'ampliateurs. Ils amplifient une tension ou un courant qui les traverse. Le coefficient d'amplification est déterminé par la tension et le courant placé sur la troisième broche. Plus précisément, les transistors bipolaires sont les amplificateurs de courant [23]

Il existe deux types de transistors bipolaires : Le transistor **NPN** et le transistor **PNP**

Les transistors bipolaires possèdent trois bornes appelées broches, sur lesquelles on peut appliquer une tension électrique. Les trois broches portent les noms suivants : collecteur, base et émetteur. [23]

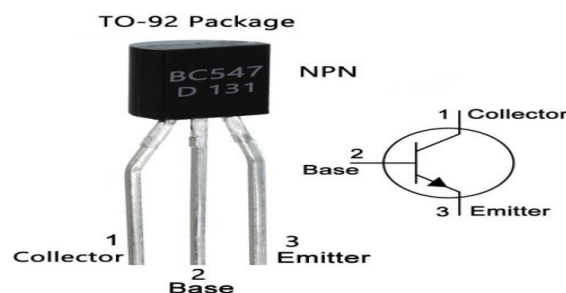


Figure 18: présentation d'un transistor bipolaire [23]

Il existe deux régimes de fonctionnement :

- régime de saturation ou transistor en commutation : Dans cet état le transistor possède deux (2) états : bloqué ou passant. L'état est considéré comme bloqué lorsque le courant ne parcourt plus le transistor. L'état est par ailleurs considéré comme passant lorsqu'il est saturé ou circule entre le collecteur et l'émetteur ;
- régime linéaire : ce régime permet de laisser plus ou moins passer le courant à travers le transistor.

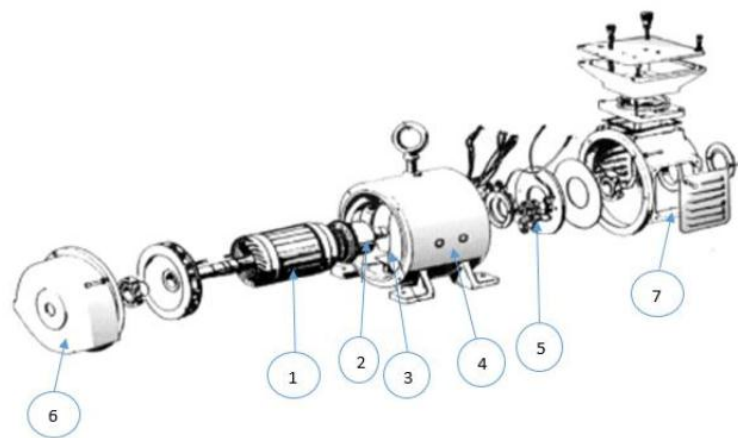
2.5 Moteur à courant continu

Un moteur à courant continu est une machine qui transforme l'énergie électrique en énergie mécanique.

2.5.1 Constitution

Un moteur à courant continu est composé des éléments suivants :

- ✚ Un inducteur, appelé aussi stator : il est composé soit d'aimant permanent, soit d'enroulements bobinés autour d'un élément immobile de stator. IL crée le champ magnétique dit statorique.
- ✚ Un induit appelé aussi rotor : le rotor cylindrique est composé de tôles isolées entre elles et munies d'encoche dans lesquelles sont repartis les conducteurs. Parcouru par un courant, ceux-ci créent le champ magnétique dit rotorique.
- ✚ Un collecteur fixé à l'induit, il est en contact avec le charbon.
- ✚ Des charbons appelés aussi balais. Ils alimentent l'induit par le collecteur sur lesquels ils frottent.



1) Rotor	2) Enroulement	3) Masse polaire	4) Stator
5) Balais	6) Flasque avant	7) Flasque arrière	

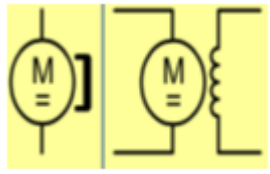
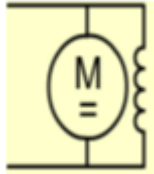
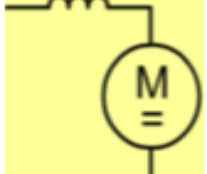
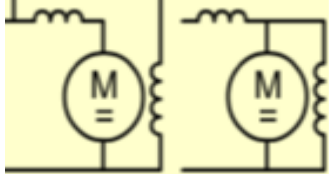
Figure 19: constitution d'un moteur à courant continu [24]

2.5.2 Principe de fonctionnement

L'induit est plongé dans le champ magnétique créé par l'inducteur. Par l'intermédiaire des charbons et du collecteur, un courant électrique circule dans les enroulements de l'induit. Il se crée alors un champ magnétique dans chacune des spires de chaque enroulement et une force électromagnétique qui provoque la rotation de l'induit autour de son axe. [24]

2.5.3. Différents types des moteurs à courant continu

Tableau 3: Différents types des moteurs à courant continu. [24]

Excitation séparée	Excitation dérivation (moteur shunt)	Excitation série (moteur universel)	Excitation composée (moteur compound)
			
Dans le cas d'un inducteur bobiné, nécessite deux alimentations. Petites puissances pour les moteurs à aimants permanents.	Relativement constante, quelle que soit la charge. Absence d'emballement à vide. Couple de démarrage moyen.	Fort couple à basse vitesse. Autorégulateur de puissance : la vitesse décroît lorsque la charge augmente. Risque d'emballement à vide.	Couple de démarrage meilleur qu'en dérivation mais plus faible qu'en série. Vitesse relativement stable, quelle que soit la charge. Absence d'emballement à vide.

2.5.4. Avantages et inconvénients des moteurs à courant continu

Tableau 4: avantages et inconvénients du relais

AVANTAGES	INCONVENIENTS
Variateur de vitesse électronique	Peu robuste par rapport à la machine asynchrone
Large plage de variation (1 à 100% de la plage)	Investissement important
Indépendance par rapport à la fréquence du réseau	Maintenance coûteuse
Large champ d'application	

2.5.5 Caractéristiques des moteurs à courant continu

La qualité du moteur (régularité de l'entraînement, couple, vitesse...) est donc directement liée à sa constitution :

- Nombre de pôle ;
- Nombre de faisceaux ;
- Nombre de spires dans un faisceau ;

2.6 Bouton poussoir

C'est un dispositif de commande d'un appareil électrique destiné à être actionné manuellement et possédant un ressort de rappel.

Il a pour rôle de fournir une information logique. Il doit donc être raccordé à un port numérique en mode INPUT. Le montage ci-dessous permet de fournir un port numérique D :

0V quand le bouton est relâché : état bas

5V quand le bouton est appuyé : état haut

2.6.1 Principes et caractéristiques

Les boutons poussoirs sont généralement fabriqués à partir de matériaux durs, habituellement en plastique ou en métal, mais peuvent être également être constitués de caoutchouc. On distingue deux types de boutons poussoirs : le bouton poussoir normalement ouvert et celui normalement fermé. Dans un bouton poussoir normalement ouvert, la liaison électrique est créée quand on appuie sur le bouton, et dans un bouton normalement fermé, le circuit électrique est ouvert quand on appuie sur le bouton. Le mécanisme du bouton est majoritairement équipé d'un ressort ou d'un système permettant automatiquement le retour en position initiale. Le plus souvent, les boutons poussoirs sont équipé d'un mécanisme qui maintient la position enclenchée lorsqu'il est actionné par une pression courte. Dans la majeure partie des cas, l'action sur un bouton déclenche le processus de façon durable, jusqu'au moment où le bouton peut rester légèrement enfoncé, ce qui indique l'état actionné de l'interrupteur. Une deuxième action sur le bouton permet de revenir à la position initiale. Le processus peut également être arrêté par un autre bouton.

2.7 Les afficheurs LCD

Les afficheurs à cristaux liquides, autrement appelés afficheurs LCD (Liquid Crystal Display), sont des modules compacts intelligents et nécessitent peu de composants externes pour un bon fonctionnement. Ils consomment relativement peu (de 1 à 5mA), sont relativement bon marché et s'utilisent avec beaucoup de facilité. Plusieurs afficheurs sont disponibles sur le marché et diffèrent les uns des autres, non seulement par leurs dimensions, de 1 à 4 lignes de 60 à 80 caractères, mais aussi par leurs caractéristiques techniques et leur tension de service. Certains sont dotés d'un rétro éclairage. Cette fonction fait appel à des LED montées derrière l'écran du module, cet éclairage est gourmand en intensité de 80 à 250mA. [28]

2.7.1 Définition et rôle

Un afficheur LCD est une interface visuelle entre un système et l'homme. Son rôle est de transmettre les informations utiles d'un système à un utilisateur. IL affichera donc des données susceptibles d'être exploiter par l'utilisateur d'un système.

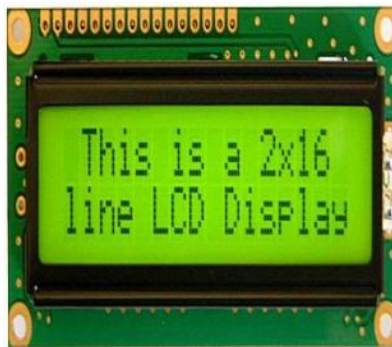


Figure 20: photo d'un afficheur [28]

2.7.2. Description

L'afficheur est constitué de deux lames de verre, distance de 20 μ m environ, sur lesquelles sont dessinées les mantisses formant les caractères. L'espace entre elles est rempli de cristal liquide normalement réfléchissant. L'application entre les deux faces d'une tension alternative basse fréquence de quelques volts (3 à 5V) le rend absorbant. Les caractères apparaissent sombres sur fond clair. N'émettant pas de lumière, un afficheur à cristaux liquides réfléchitif ne peut être utilisé qu'avec un bon éclairage ambiant. Sa lisibilité augmente avec l'éclairage. Les modèles transmissifs fonctionnent différemment : normalement opaque au repos, le cristal

liquide devient transparent lorsqu'il est excité ; pour rendre un tel afficheur lisible, il est nécessaire de l'éclairer par l'arrière, comme c'est le cas pour les modèles rétro éclairés.

2.7.3 Caractéristiques d'un afficheur LCD

Il existe six caractéristiques d'un afficheur LCD à savoir :

- le nombre de point constituant l'image visible en pixels ;
- la dimension en diagonale qui est indiquée en pouces ;
- la luminosité équivalente à la luminance mesurée en cd/m^2 ;
- le contraste qui est le rapport de luminosité entre pixel blanc et un pixel noir ;
- l'angle de vision qui indique jusqu'à quel angle on peut observer ;
- le temps de réponse qui définit le temps total d'aller et retour blanc-noir- blanc.

2.8 Résistance chauffante électrique

La résistance chauffante électrique est utilisée dans divers procédés où la température d'un objet peut être augmentée. L'élément chauffant électrique fonctionne en convertissant l'énergie électrique en chaleur. La chaleur est ensuite transférée au procédé à diverses formes de transfert de chaleur. [30]

2.8.1 Méthode de transfert de chaleur

Pour maintenir la pression d'un système de mesure thermocouple, un câble thermocouple de même alliage est requis pour couvrir la distance entre la sonde thermocouple et l'appareil de mesure. Un transfert de chaleur se produit lorsque la chaleur est transférée sous l'effet du mouvement d'un fluide (comme un liquide ou un gaz). Il existe deux formes principales de convection : La convection libre et la convection forcée. La convection libre se produit lorsque le fluide coule naturellement sous l'effet des gradients de température. Par exemple l'air chaud monte et l'air froid descend ; La convection naturelle décrit donc la tendance de l'air chaud à passer au-dessus de l'air froid. Comme l'air est en mouvement, une partie de la chaleur provenant de l'air chaud est transférée à l'air plus froid. La convection forcée décrit des situations dans lesquelles une force externe est utilisée pour accélérer l'écoulement d'un mélangeur pour créer un mouvement dans un liquide ou un gaz est un exemple de convection forcée [30]. Le transfert de la chaleur par conduction est la méthode la plus courante de transfert de chaleur pour les matières solides. Lorsque la chaleur est transférée à une matière solide, Les atomes microscopiques qui forment cette dernière commence à devenir plus chauds et à vibrer plus rapidement. L'énergie produite par cette vibration est transférée aux

atomes voisins, qui commencent eux aussi à devenir plus chauds. Le chauffage par conductivité est généralement utilisé sur les matières solides, car celles-ci ont une structure moléculaire dense répétitive.

2.9 Résistances chauffantes

Il existe plusieurs types de résistances chauffantes parmi lesquels :

- *Les thermoplongeurs* : conçus pour le réchauffage des liquides
- *Résistance blindée formée* : ces éléments blindés sont destinés à tous types d'utilisation à l'instar des moules à canaux chauds, les fours et étuves, les appareils de cuisson pour cuisines professionnelles et collectivités, enceintes climatique, etc...
- *Résistance à ailettes* : destinées à équiper les fours, climatiseurs, évaporateurs, convecteurs, radiateurs, etc...

Ces résistances sont composées d'ailettes et tubes en acier protégé ou tout inox. Elles fonctionnent en convection naturelle ou ventilation forcée. Ce dispositif est conseillé pour les applications nécessitant un transfert de chaleur maximal.

- *Résistance chauffante à air en céramique* : utilisé pour humidificateur, voiture, climatisation et Autres appareils électriques couramment utilisés
- *Résistance chauffante en céramique PTC à air isolé* : adopter un élément chauffant en céramique PTC et un tube en aluminium, une faible résistance thermique, une efficacité de transfert de chaleur élevée.



Figure 21: photo d'une résistance chauffante [30]

2.10 Régulateur

Un régulateur de tension est un composant dont le rôle consiste à rendre continue une tension qui présente une ondulation et à stabiliser sa valeur. Cette régulation s'opère en amont et en aval. Car en amont la tension d'entrée V_{in} peut fluctuer et en aval car la charge branchée aux bornes de V_{out} peut aussi varier dans ses caractéristiques. Il existe deux familles de régulateurs de tension : à tension de sortie fixe et à tension de sortie V_{out} variable. Dans

chaque de ces familles, on trouve des modèles faibles courant et des modèles plus puissants, capables de débiter de 1A à 2A, voire d'avantage. On trouve également des régulateurs fournissant des tensions positives ou négatives.

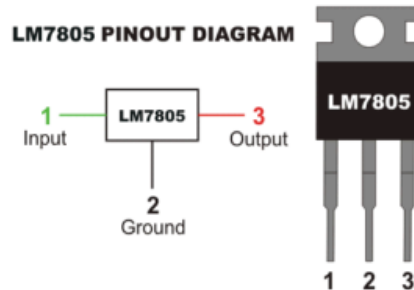


Figure 22: photo d'un régulateur de tension [29]

2.10.1 Principales caractéristiques

- ❖ *Tension de sortie V_{out}* : c'est le principal critère de choix, puisqu'il correspond à la tension désirée. Ainsi pour une tension de +5V ; on choisira un 7805 ou un **78L05**, selon le courant nécessaire.
- ❖ *Courant de sortie* : un **78L05** peut débiter 100mA tandis qu'un 7805 est capable de fournir 1A en permanence.
- ❖ *Tolérance* : indiquée par une lettre C ; le plus souvent, elle est en général meilleure que 5% soit pour un 7805, une tension de sortie comprise entre 4,75V et 5,25V.

2.11 Pompe

Une pompe est un dispositif permettant d'aspirer et de refouler un liquide. Pour déplacer ce liquide, il faut lui communiquer de l'énergie. [17]

2.11.1 Principe

Le moteur qui alimente les pompes transforme l'énergie thermique ou électrique en énergie mécanique pour permettre le mouvement des organes des pompes. Cette énergie mécanique est transmise au fluide. Cette énergie fluide se traduit sous forme de débit et de pression. Ces énergies vont s'échanger et se consommer dans le circuit de l'installation. [17]



Figure 23: pompe [17]

2.12 Dimensionnement de la carte *Arduino*

Selon notre application, nous avons une carte *Arduino* donc les caractéristiques sont les suivantes :

- Microprocesseur : **ATMega328**
- Mémoire flash : 32Ko
- Mémoire **SRAM** : 2ko
- Mémoire **EEPROM** : 1Ko
- 20 broches d'entrées et sorties, dont 6 broches PWM et 6 entrées analogiques 10 bits
- 2 broches uniquement d'entrée analogiques 10 bits
- Courant par entrées-sorties : 40mA
- Fréquence d'horloge : 16 MHz
- Bus série, I2C et SPI
- Gestion des interrupteurs
- Prise USB : mini-USB B
- Boitier DIL30
- Dimensions : 45x18x18mm
- Poids : 5g

2.13 Dimensionnement du moteur

Selon notre application, nous avons un moteur donc les caractéristiques sont les suivantes :

- Tension : 12V
- Vitesse de rotation : 700 tr/min
- Fréquence du moteur : 50 Hz.

2.14 Dimensionnement de l'afficheur LCD

Selon notre application, nous avons un afficheur donc les caractéristiques sont les suivantes :

- Retro éclairage bleu
- Caractères blancs
- Tension d'alimentation : 5V
- Taille de la carte : 60 mm x 99 mm

- Interface I2C incluse
- Ajustement du contraste possible
- Ajustement du retro éclairage possible
- Adresse 0 x 20 ou 0 x 24 ou 0 x 27
- Pin definition: **GND, VCC, SDA, SCL**

2.15 Dimensionnement du transistor bipolaire

- Polarité du transistor : NPN
- Configuration simple
- Courant de collecteur continu (I_c) : 6A
- Tension du collecteur-émetteur (V_{ce0}) : 100V
- Gain en courant cc (h_{EE}) : 15
- Tension base collecteur (V_{cbo}) : 100V
- Tension émetteur- base (V_{ebo}) 5V
- Température de fonctionnement min : $-65^{\circ}c$
- Température de fonctionnement max : $150^{\circ}c$
- Dissipation d puissance (pd) 65W
- Type de boitier : 220
- Broches : 3
- Type de montage THT
- Tension de saturation de l'émetteur du collecteur max (V_{cesat}) : 1,5v

2.16 Dimensionnement du régulateur

- Tension de sortie V_{out} : +5V
- Courant de sortie : 1A en permanence
- Tolérance : 5%

2.17 Dimensionnement de la résistance chauffante

- ✚ La température de surface de chauffage est généralement autour de $230^{\circ}C$.
- ✚ La tension : 220 en AC.
- ✚ Puissance : 100W.
- ✚ Sa durée de vie est de 2000 heures de fonctionnement.

2.18. Dimensionnement du capteur

2.18.1 Capteur de température

+ Caractéristiques

- Capteur possédant une plage de température allant de -55°C à 125°C avec une tolérance comprise entre $-0,5^{\circ}\text{C}/+0,5^{\circ}\text{C}$ si celle-ci se situe entre -10°C et 80°C
- Temps de conversion : minimum (9 bits) :93.75ms, maximum (12 bits) :750ms
- Diamètre du câble : 1m, 4mm de diamètre
- Trois fils : le fil rouge se connecte au (+/VCC) une alimentation de 3 à 5,5V le fil noir se relie à la masse (-) et le fil jaune ou blanc est le fil.

2.18.2 Capteur infrarouge

+ Caractéristiques

- Le module détecte la distance de 2 à 30cm, angle de détection de 35°C , la distance peut détecter le potentiel est ajustée
- 3 contacts: V CC, GND, OUT
- Tension : 5V
- Dimensions : environ 45mmx13mmx8mm (avec contacts LED).
- Poids : 3g.

2.19 Dimensionnement du relais électromécanique

- Relais en monostable ;
- Tension de la bobine : 12V en DC ;
- Structure de contact : 8 broches 2 normalement ouvertes, 2 normalement fermées.
- Capacité de contact : 10A 250VAC ;

2.20 Choix du matériel

Après avoir dimensionné les différents matériels, nous allons procéder à leur choix en respectant leurs différentes caractéristiques que nous avons déterminées.

2.21. Choix de la carte

Les caractéristiques déterminées nous permettent de choisir une carte *Arduino Nano*

2.22. Choix du moteur

Les caractéristiques déterminées nous permettent de choisir un moteur en courant continu à excitation série

2.23 Choix de l'afficheur LCD

D'après les caractéristiques déterminées, nous avons choisi un *afficheur lcd l2c 20x4*

2.24 Choix du transistor bipolaire

D'après les caractéristiques déterminées, nous avons choisi un transistor bipolaire de référence : *TIP41C*.

2.25 Choix du régulateur

Selon les caractéristiques que nous avons dimensionnées, nous avons choisi un régulateur 7805

2.26. Choix de la résistance chauffante

D'après les caractéristiques déterminées, nous avons choisi une Résistance chauffante en céramique PTC

2.27 Choix des capteurs

D'après les caractéristiques déterminées, nous avons choisi un capteur de température de référence **DS18B20** et les capteurs infrarouges de référence **MH-sensor-series flying-fish**

2.28 Choix des relais électromécaniques

Les caractéristiques déterminées nous permettent de choisir :

- Un relais de référence **OMRON LY4** pour la résistance chauffante
- Un relais de référence **MY2N-D2** pour le moteur pompe
- Une carte relais de référence **Module 2RELAIS** pour la présence des billets

2.29 Choix de la pompe

D'après les caractéristiques, nous avons choisi une mini pompe du **model QR30E**.

2.30 Cahier de charge

2.30.1 Description brève de la machine

Ce processus se déroule dans une enceinte subdivisée en trois compartiments :

- Compartiment vérificateur.
- Compartiment comptage des billets.
- Compartiment stérilisateur.

Dans cette partie nous présenterons 03 schémas descriptifs des différentes parties de la machine, voir image ci-dessous.

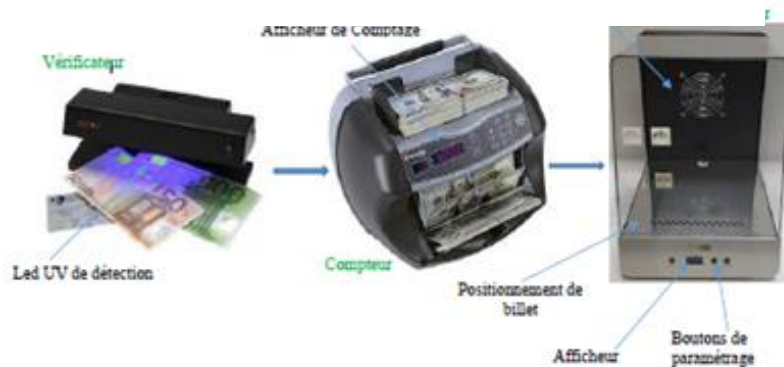


Figure 24: descriptif de la machine

2.30.2 Synoptique d'un stérilisateur, vérificateur et compteur des billets de banque

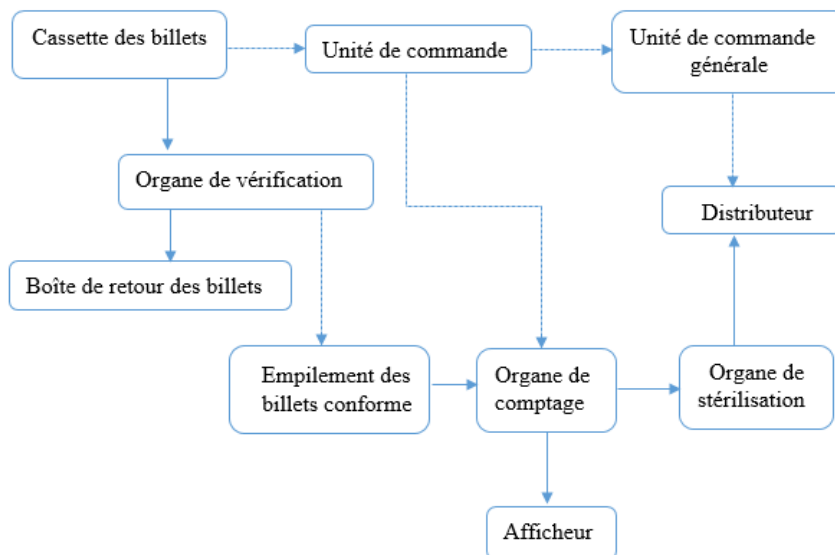


Figure 25 : synoptique d'un stérilisateur, vérificateur et compteur des billets de banque

2.30.2.1 Fonctionnement

Les billets sont stockés dans une cassette, dès que le moteur est mis en marche, le tambour (moteur circulaire ou pas à pas) tire les billets un a un et les envoie vers l'organe de vérificateur : les faux billets sont rejetés et les billets conformes se dirigent vers l'organe de stérilisation ; grâce à une unité de commande. En suite l'unité de commande envoie l'information et les billets ainsi stérilisés se dirigent vers l'organe de comptage en fin et se dirigent vers le distributeur.

2.30.2.2 Organigramme

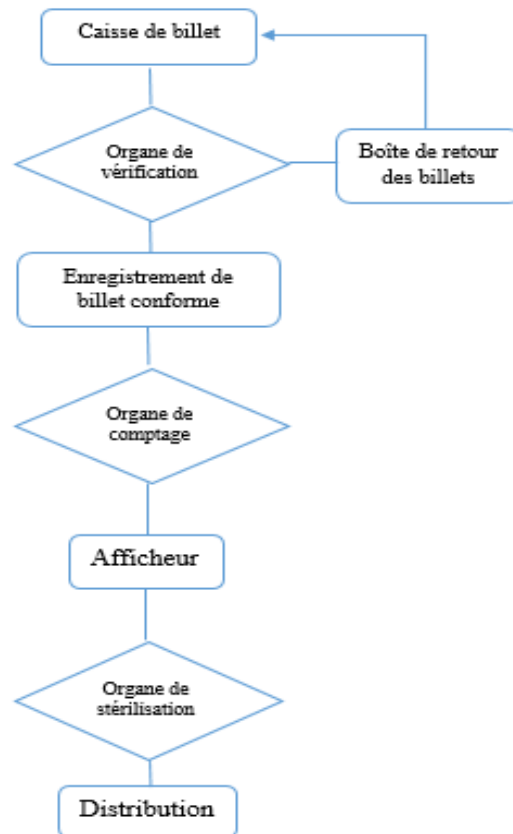


Figure 26: organigramme de la machine

2.30.2.3 Fonctionnement

Lors de la mise en place d'un billet dans le vérificateur, un capteur de présence actionne les LED UV de détection qui vérifient l'authenticité de ce dernier. En cas de détection de faux billet, celui-ci est placé dans la boîte de retour de billets rejetés et les bons billets quant à eux passent dans la cassette de comptage ou un deuxième capteur de détection à son tour détecte la présence de billets et actionne le tambour de roulement qui fait défiler ces billets qui sont comptés par un troisième capteur et le nombre de billets est affiché sur un écran LCD et à la fin du comptage un bip sonore est émis pour marquer la fin du comptage. Vient ensuite l'acheminement des billets comptés dans le stérilisateur et à l'aide de bouton est paramétrée la durée de stérilisation d'où le cycle est émis en marche, une fois le temps un second bip sonore est émis pour marquer la fin de la stérilisation.

2.30.3 Structuration du projet

Le projet sera structuré en phase et chaque phase constituée de plusieurs tâches.

Notre projet sera constitué de 03 phases : Conception, Réalisation, Test Phase 2 - Réalisation

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étudié le matériel à utiliser ainsi que le cahier de charge pour ce projet est ainsi défini, la durée de réalisation de la machine est d'un mois

CHAPITRE 3 :

RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Introduction

Après avoir terminé la phase de conception, la solution étant déjà choisie et étudiée, il question pour nous d'analyser et d'interpréter les résultats de notre prototype conçu.

3.1 Choix du langage de programmation

« C » est le langage de programmation que nous avons utilisé. Il offre au développeur une marge de contrôle importante sur la machine et est de ce fait utilisé pour réaliser les fondations (compilateurs, interpréteurs...)

3.1.1 Simulation du système sur PROTEUS

Afin de vérifier le fonctionnement de la machine, nous avons réalisé ses schémas de simulation sous **PROTEUS 8.9** comme le montre les figures ci-dessous.

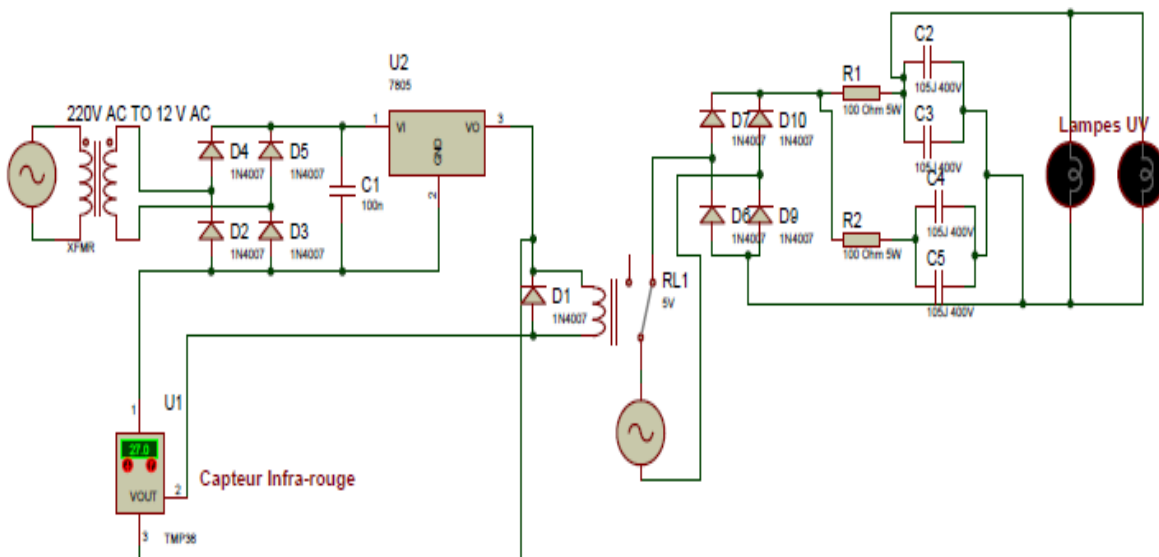


Figure 27: Schéma de simulation du vérificateur.

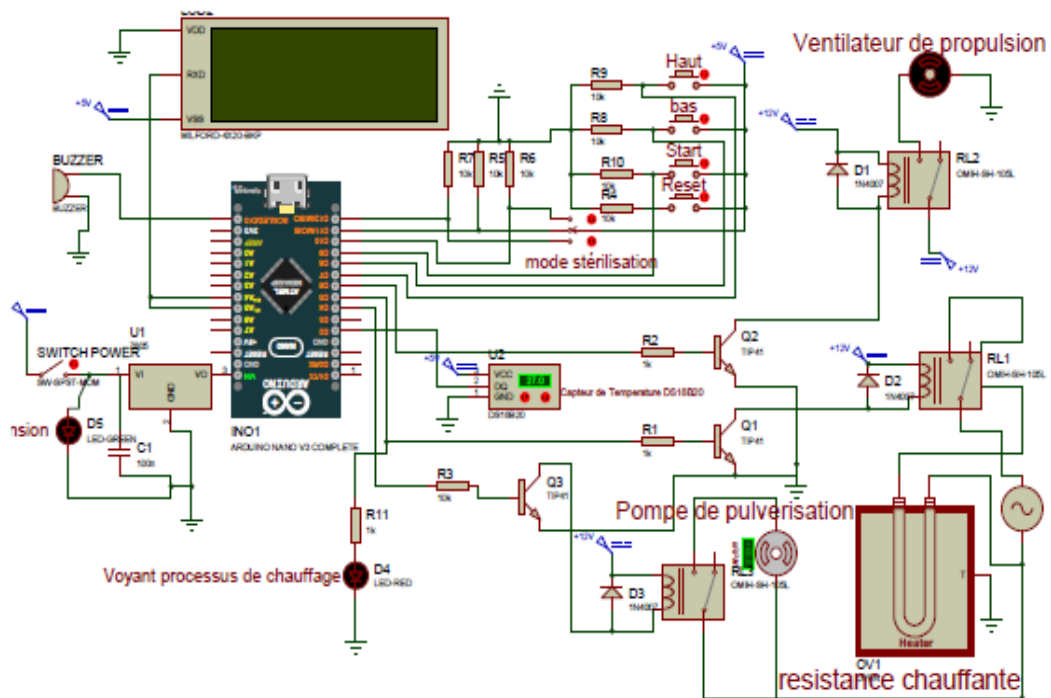


Figure 28: Schéma de simulation du stérilisateur.

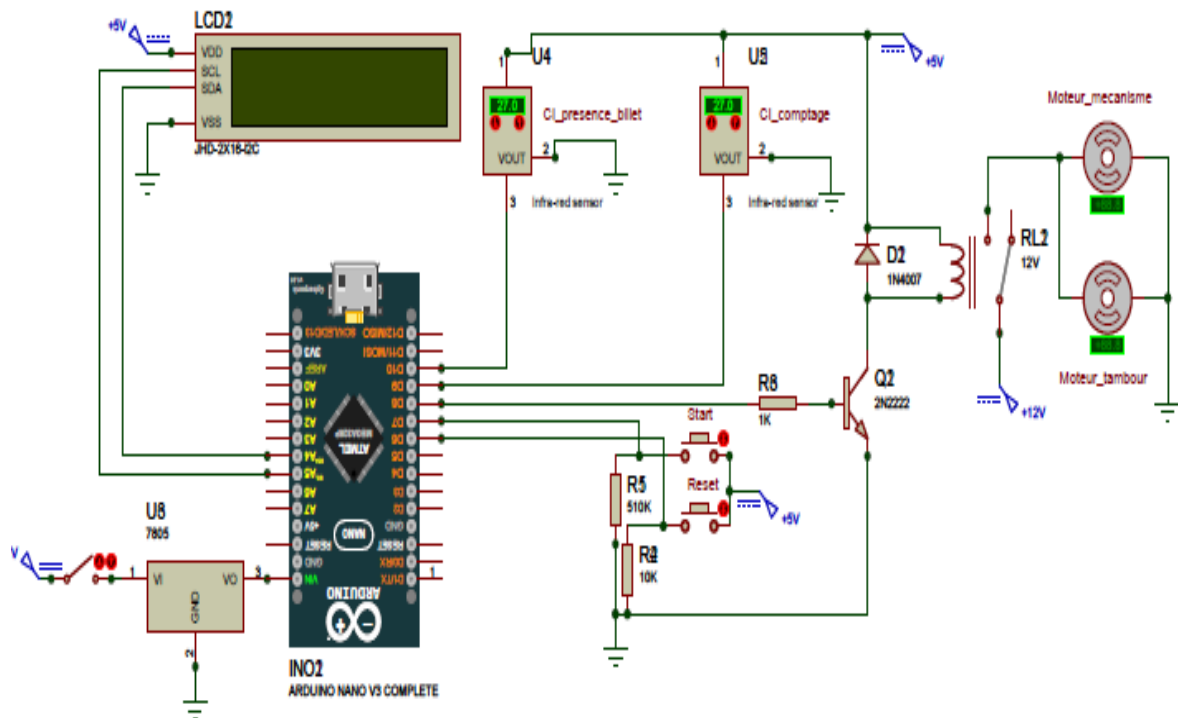


Figure 29: Schéma de simulation du comptage.

3.2 Schémas de câblage



Figure 30: Schémas de câblage du compteur des billets de banque.

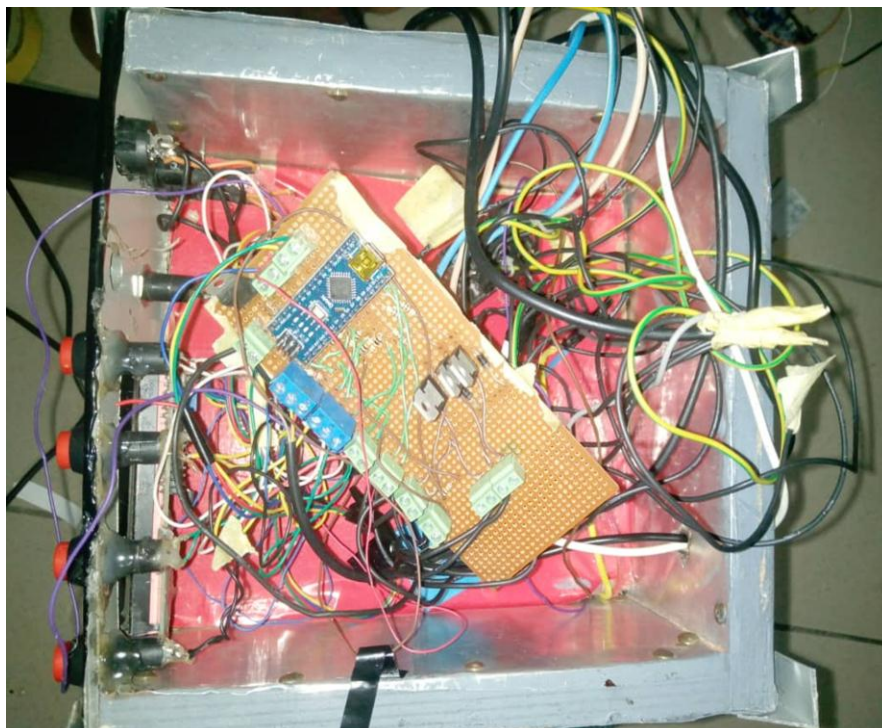


Figure 31: Schéma de câblage du stérilisateur des billets de banque.

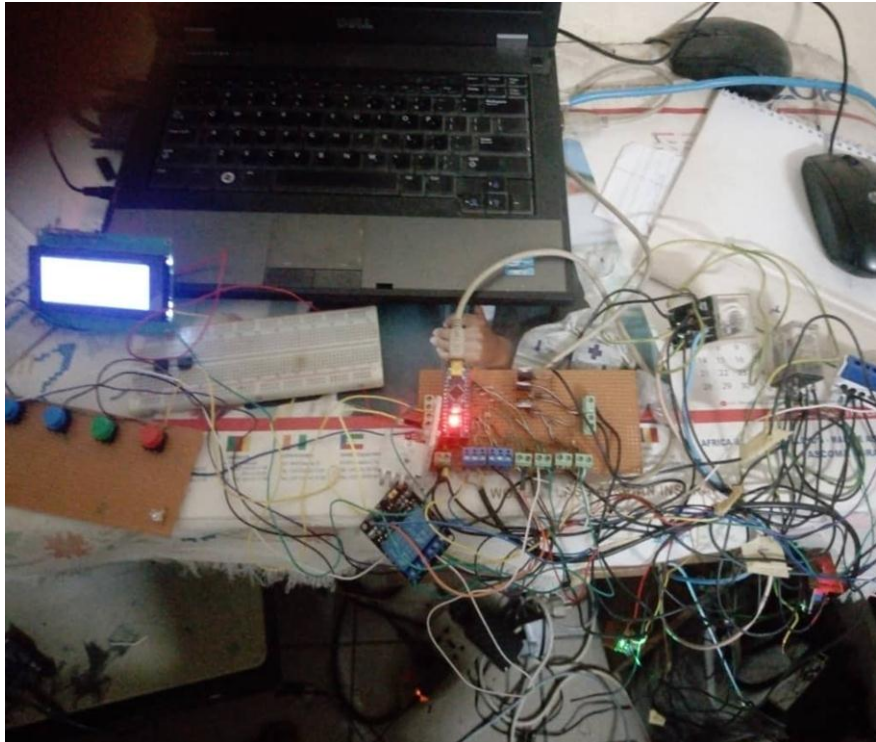


Figure 32: Schéma de câblage du vérificateur des billets de banque.

3.3 Devis estimatif

Tableau 5: Devis estimatif.

N°	DESIGNATIONS	REFERENCES	QTE	PU (fcfa)	PT(fcfa)
1	Carte Arduino	Nano	02	3000	6.000
2	bouton poussoir	E44 standard	06	250	1.500
3	Afficheur	LCD 12C 20X4	02	8000	16.000
4	Transistor bipolaire	TIP41C	04	500	2.000
5	régulateur	7805	02	150	300
6	Résistance		20	25	500
7	Plaque perforée		01	500	500
8	LED		10	25	250
9	Lampe ultraviolet		02	1500	3.000
10	Pompe	QR30E	01	2500	2.500
11	Résistance chauffante	céramique PTC	01	10000	10000
12	interrupteur		03	300	900
13	Mécanisme de Roulement		01	10000	10.000
14	Alimentation stabilisée		01	3500	3.500

15	buzzer		01	500	500
16	Capteur infrarouges	MH-sensor-series	02	3500	3500
17	Capteur de température	DS18B20	01	3500	3500
18	Condensateur			1500	1.500
19	Relais électromagnétique		02	2500	5.000
20	Carte relais	Module 2Relais	03	2500	7.500
22	Radiateur		01	100	100
23					
24	Liquide désinfectant		01	500	500
25	Mini étagère		2	1000	2.000
26	Voyants lumineux		2	250	500
27	Switch mode		1	500	500
28	Bornier 2 et 3 sortie		5	300	1.500
29	câble	0.75mm	2	300	600
30	Alimentation	12V DC 3A	1	3000	3.000
31	Borniers femelle pour arduino		4	300	1.200
32	Câble de raccordement relais	1mm ²	2	1000	2.000
33	Fiche d'alimentation	220V	1	1500	1.500
34	Bornier	220V	6	500	3.000
35	Eteint pour soudure		1	2500	2.500
37	Maquette	ENS	1	25000	25.000
39	Divers			10000	10.000
MONTANT HT					132.350
TVA					25.477,375
MONTANT TTC (XAF)					157.827,375

3.4 Résultats et discussions

La réalisation de cette machine est obtenue à partir d'une simulation faite sur le logiciel **PROTEUS** et une programmation en langage C. Nous avons obtenu une machine fonctionnant en 3 compartiments (stérilisateur, vérificateur et compteur). Comme le montre le schéma ci-dessous :



Figure 33: Schéma de simulation du comptage.

Fonctionnement en stérilisateur : après la mise en marche du stérilisateur par l'interrupteur et l'insertion des billets de banque sur les étagères, on fait une presse longue sur les BP Haut et Bas premièrement, pour paramétrer le temps de la stérilisation et deuxièmement, pour paramétrer la consigne. Ceci nous amène dans le menu de paramétrage ainsi nous permettant d'incrémenter ou décrémente Selon le besoin. Le temps étant paramétré, après 3s, on reçoit un bip sonore indiquant que les données sont bien prises en compte et enregistrées dans la mémoire EEPROM de la carte *Arduino*.

On appui ensuite sur le BP Start pour démarrer le processus de la stérilisation et le voyant vert s'allume, la pompe se met en marche puis, pulvérise le liquide désinfectant dans le stérilisateur en quelque seconde et s'arrêt. Un bip sonore marque le début du chauffage et le voyant rouge s'allume. Le temps du chauffage est lancé, après ce temps, la résistance chauffante s'arrêt et un bip sonore est émis continuellement pour marquer la fin du chauffage. On peut en fin appuyer sur le BP Reset pour mettre le temps du chauffage à zéro et arrêter ce bip sonore.

Fonctionnement en vérificateur : le vérificateur étant connecté au réseau, on appuie sur l'interrupteur pour mettre la machine en marche. La première LED du capteur s'allume

signalant que le capteur est alimenté. Lorsqu'on place les billets de banque dans le vérificateur, le capteur détecte la présence des billets et la deuxième LED s'allume, envoie ainsi l'information à la carte relais.

Fonctionnement en compteur : après la mise en marche de la machine, on place les billets dans la cassette, l'infrarouge de détection est coupé et l'appui sur le bouton poussoir Start met en marche les moteurs de roulement qui accélèrent le passage des billets et une fois les billets défilant un autre capteur infrarouge permet de compter ces billets. A la fin du comptage, le bouton Reset permet la mise à zéro du compteur.

Par rapport aux machines existantes dans les banques, ceux-ci fonctionnent uniquement en compteur avec vérifications incorporé utilisant les encres pour imprimer sur les billets de banque. Nous avons trouvé les compteurs fonctionnant à la fois avec les vérificateurs infrarouge, analyse spectrale, magnétique, et par la taille. Ce dernier utilisant les encres uniques à chaque devise fonctionnant avec les capteurs. Ces capteurs étant très coûteux, raison pour laquelle nous avons la technique de vérifications ultraviolettes qui est très difficile à être incorporé.

Quant à la stérilisation, qui est l'innovation dans notre travail, nous avons utilisé une résistance chauffante et un liquide désinfectant. Ce qui a fait en ce que l'on ne puisse pas concevoir une machine fonctionnant à un seul compartiment car certains composants sont sensibles à la chaleur et au liquide. C'est sans doute ce qui justifie le résultat de notre travail fonctionnant en trois compartiments

Tout au long de notre travail, nous avons rencontré plusieurs problèmes parmi lesquels : le mécanisme de roulement pour le comptage, le mécanisme d'acheminement des billets de banque automatiquement. Pour résoudre le problème de comptage, nous avons utilisé deux moteurs à courant continu. : un pour entraîner le mécanisme et l'autre pour accélérer le passage des billets. Associé à cela l'engrenage pour pouvoir contrôler la vitesse de rotation. Quant au mécanisme d'acheminement des billets, ceci pourra nécessiter plus de temps de recherche et de moyen financier pour y parvenir.

Conclusion

Après avoir réalisé les schémas de câblages et de simulations, nous avons établi un devis et procédé à la réalisation. Ainsi cette machine nous a coûtée **157.827,375 XAF**.

CONCLUSION GENERALE

Le travail qui s'achève porte sur la « *conception et la réalisation d'un stérilisateur, vérificateur et compteur des billets de banque* », ceci étant une machine qui permettra d'éviter la prolifération de la fausse monnaie, tout en tenant compte de l'état actuel c'est à dire avec le COVID-19 et en assurant la circulation de la distribution des services avec une grande efficacité. Nous avons pu explorer de façon théorique, en simulation et en expérimental le comportement de ladite machine. Tout compte fait, nous avons subdivisé notre travail en 3 chapitres. Premièrement, nous avons tenté de présenter dans ensemble les techniques indispensables de l'objet de notre thème. Ensuite, nous avons présenté quelques matériels qui nous ont permis à réaliser notre machine et en fin, nous avons procédé à la réalisation de ce projet toute fois en passant par une programmation et la simulation. Tout au long de l'élaboration du projet, nous avons rencontré plusieurs difficultés tant au niveau conceptuel qu'au niveau de la réalisation. Tout de même, nous avons réussi à surpasser pour présenter en fin de compte un stérilisateur, vérificateur et un compteur de billets de banque. Comme perspective, nous espérons voir notre projet évoluer par une étape d'acheminement de billets de banque d'une façon automatique et non manuellement. Ceci pourra combiner cette machine en une seule pièce afin de rendre notre travail plus intéressant. Aucune œuvre humaine n'étant parfaite, ce travail reste ouvert pour l'amélioration de notre recherche.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] www.mataf.net ›...›Glossaire
- [2] blood.sam.free.fr ›isi›tpe›fonct...
- [3] www.banqueepargne.net›distribute...
- [4] www.cours-gratuit.com ›exercice-u...
- [5] shop.ctms.fr ›...›Support› FAQ
- [6] www.beac.int › Billets et pièces
- [7] www.safescan.com › fr-xf › detectio...
- [8] www.scancoin.com › product_Guide
- [9] fr.m.wikipedia.org › wiki ›stérilisat...
- [10] campus.cerimes.fr › site › html
- [11] eduscol.education.fr › sti › files
- [12] www.Amazon.fr
- [13] fr.m.wikipedia.org › wiki ›Compte
- [14] www.infinance.fr › entreprise › artic...
- [15] www.techno-science.net ›definition
- [16] www.arduino-france.com › review
- [17] fr.m.wikipedia.org › wiki › pompe
- [18] technthereses3cg2.unblog.fr ›...
- [19] www.superprof.fr ›...tous niveaux
- [20] fr.m.wikipedia.org › Diode_é...
- [21] Fr.m.wikipedia.org › wiki ›Relais_é...
- [22] www.zpag.net › Electroniques › relais
- [23] Fr.m.wikipedia.org › wiki › Les_ Tra...
- [24] www.les-electroniciens.com › ...
- [25] prod-maint-indus.pagesperso-orange.fr›...
- [26] www.larousse.fr › français ›bouton...
- [27] fr.wikipedia.org›wiki ›bouton...
- [28] d1n7iqsz6ob2ad.cloudfront.net›...
- [29] www.aurel32.net ›elec›lcd
- [30] www.omega.fr ›element-chauffant

ANNEXES

Annexe 1 : programmation.

Annexe 2 : résultat du stérilisateur, vérificateur et compteur des billets de banque.

Annexe 3 : vue intérieure et de face du stérilisateur.

Annexe 4 : test de la machine.

Annexe 1: programmation.

```
#include <EEPROM.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <OneWire.h>
#include <avr/pgmspace.h>
#include <Wire.h>
OneWire ds(2);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3f, 20, 4);
const int buzzer = 13;
boolean Minlt = true;
float celsius;
float voltage;
const int Bouton_reset = 12;
const int capteur_presence_billet = 11;
const int capteur_comptage_billet = 10;
const int pin_bp_haut = 3; // broche bouton Haut
const int pin_bp_bas = 4; // broche bouton bas
const int bouton_start = 5; // Sortie etat lampe
const int CHAUFFAGE = 7;
const int Brumisation = 8;
const int Moteur_comptage = 9;
const int Mode_Comptage_Sterilisation = 6;
int compteur_bouton_start = 0;
int compteur = 0;
int compteur_temp = 0;
unsigned int minutes = 0;
int valeurmenu = 0; // Valeur à incrementer et décrémenter pour visualiser les differents
menus
int BP_HAUT = 0; // Valeur bouton haut
int Etat_precedent_bpHaut = 0; // valeur precedant la valeur du bouton Haut
int BP_BAS = 0; // Valeur bouton bas
int Etat_precedent_bpBAS = 0; // valeur precedant la valeur du bouton bas
int AUTO_MANU = 0;
////////////////////
int consigne = 0; // consigne de temperature
////////////////////
int Reglage = 0; // Valeur de depart pour réglage de consigne dans la boucle while
int tempo = 2000; // Tempo d'attente lorsqu'il y a appui simultanée des deux boutons
poussoirs
int tempo2 = 7000; // Tempo d'attente pour enregistrement valeur de consigne réglée
unsigned long temps_actuel; // tempo prenant la valeur millis()
unsigned long temp_precedent = 0; // tempo decremantant la valeur millis
unsigned long temp_precedent2 = 0; // Tempo de sortie de ma boucle while
int eeAddress1 = 10; // this sets the eeAddress1 tag and sets the address to 10,
eeprom
int eeAddress2 = 20;
unsigned int secondes = 0;
```

```

void setup() {
  lcd.init();
  lcd.backlight();// Maintenir l'afficheur toujours allumée
  pinMode(pin_bp_haut, INPUT); // configuration du bouton Haut
  pinMode(pin_bp_bas, INPUT); // configuration du bouton bas
  pinMode(Mode_Comptage_Sterilisation, OUTPUT); // configuration sortie etat lampe
  pinMode(Brumisation, OUTPUT);
  pinMode(Moteur_comptage, OUTPUT);
  pinMode(CHAUFFAGE, OUTPUT);
  pinMode(capteur_presence_billet, OUTPUT);
  pinMode(capteur_comptage_billet, OUTPUT);
  pinMode(bouton_start, OUTPUT);
  pinMode(Bouton_reset, OUTPUT);
  pinMode(buzzer, OUTPUT);
  EEPROM.get(eeAddress1, consigne); // retrieves the start psi from eeprom
  EEPROM.get(eeAddress2, compteur_temp);
}
void loop() {
  temps_actuel = millis(); // Tempo prenant la valeur millis()
  BP_HAUT = digitalRead(pin_bp_haut);// Lecteur due la valeur du bouton Haut
  BP_BAS = digitalRead(pin_bp_bas);// Lecteur due la valeur du bouton bas
  int Comptage_Sterilisation = digitalRead(Mode_Comptage_Sterilisation);
  int presence_billet = digitalRead(capteur_presence_billet);
  int comptage_billet = digitalRead(capteur_comptage_billet);
  int Bouton_start = digitalRead(bouton_start);
  int bouton_reset = digitalRead(Bouton_reset);
  stockage();
  //////////////////////////////////////MODE
  COMPTAGE////////////////////////////////////
  if (Comptage_Sterilisation == HIGH)
  {
    ////////////////////////////////////// SYNTAXE POUR LA NAVIGATION DES DIFFERENTS
    MENUS////////////////////////////////////
    if (BP_HAUT == HIGH && Etat_precedent_bpHaut == LOW && (valeurmenu >= 0 &&
    valeurmenu <= 1))
    {
      valeurmenu = valeurmenu + 1;
    }
    if (BP_BAS == HIGH && Etat_precedent_bpBAS == LOW && (valeurmenu >= 0 &&
    valeurmenu <= 1))
    {
      valeurmenu = valeurmenu - 1;
    }
    Etat_precedent_bpHaut = BP_HAUT;
    Etat_precedent_bpBAS = BP_BAS;
    ////////////////////////////////////// FIN SYNTAXE NAGIVATION DES DIFFERENTS MENUS
    //////////////////////////////////////
    ////////////////////////////////////// SWITCH POUR LA SUCCESSION DES DIFFERENTS MENUS A
    L'ECRAN LCD////////////////////////////////////
    switch (valeurmenu) {

```

```

case 0:
  //lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("***MACHINE A BILLET**");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("  MODE COMPTAGE  ");
  lcd.setCursor(0, 2); lcd.print("      ");
  lcd.setCursor(10, 2); lcd.print(compteur);
  lcd.setCursor(13, 2); lcd.print("      ");
  lcd.setCursor(0, 3); lcd.print("  >>>START<<<  ");

}
if (presence_billet == HIGH && compteur_bouton_start == 1)
{
  digitalWrite(Moteur_comptage, HIGH);
}
else if (comptage_billet == HIGH)
{
  delay(500);
  compteur = compteur + 1;
}
else if ( compteur > 1 && bouton_reset == HIGH && presence_billet == LOW)
{
  lcd.clear();
  compteur = 0;
  compteur_bouton_start = 0;
}
else if (comptage_billet == LOW && presence_billet == LOW)
{
  digitalWrite(Moteur_comptage, LOW);
}
if (Bouton_start == HIGH)
{
  compteur_bouton_start = compteur_bouton_start + 1;
}
}
////////////////////MODE
STERILISATION////////////////////
else
{
  ////////////////// SYNTAXE POUR LA NAVIGATION DES DIFFERENTS
  MENUS////////////////////
  if (BP_HAUT == HIGH && Etat_precedent_bpHaut == LOW && (valeurmenu >= 0 &&
valeurmenu <= 2))
  { lcd.clear();
    valeurmenu = valeurmenu + 1;
  }
  if (BP_BAS == HIGH && Etat_precedent_bpBAS == LOW && (valeurmenu >= 1 &&
valeurmenu <= 3))
  { lcd.clear();

```

```

    valeurmenu = valeurmenu - 1;
}
Etat_precedent_bpHaut = BP_HAUT;
Etat_precedent_bpBAS = BP_BAS;
////////// FIN SYNTAXE NAGIVATION DES DIFFERENTS MENUS
////////// SWITCH POUR LA SUCCESSION DES
DIFFERENTS MENUS A L'ECRAN LCD//////////
switch (valeurmenu) {
  case 0:
    //lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("MODE STERILISATION");
    lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("Temperature: ");
    lcd.setCursor(13, 1); lcd.print(celsius);
    lcd.setCursor(18, 1); lcd.print((char)223);
    lcd.setCursor(19, 1); lcd.print("C");
    lcd.setCursor(0, 2); lcd.print("Consigne T:");
    lcd.setCursor(13, 2); lcd.print(consigne);
    lcd.setCursor(18, 2); lcd.print((char)223);
    lcd.setCursor(19, 2); lcd.print("C");
    lcd.setCursor(0, 3);
    lcd.print("Time: ");
    lcd.print(minutes);
    lcd.print(":");
    lcd.print(secondes);
    lcd.setCursor(15, 3); lcd.print("NEXT>");
    if ((BP_HAUT == 0) && (BP_BAS == 0))
    {
      temp_precedent = temps_actuel;
    }
    if ((BP_HAUT == 1) && (BP_BAS == 1) && (temps_actuel - temp_precedent >=
tempo))
    {
      temp_precedent2 = temps_actuel;
      Reglage = 1;
      while (Reglage == 1) {
        if (digitalRead(pin_bp_haut) == HIGH) {
          lcd.clear();
          consigne = consigne + 1;
        }
        if (digitalRead(pin_bp_bas) == HIGH) {
          lcd.clear();
          consigne = consigne - 1;
        }
      }
      //lcd.clear();
      lcd.setCursor(0, 0);
      lcd.print("****Bienvenue****");
      lcd.setCursor(0, 1);
      lcd.print("REG CONS:");
      lcd.setCursor(9, 1);
      lcd.print(consigne);

```

```

    lcd.setCursor(18, 1);
    lcd.print((char)223);
    lcd.setCursor(19, 1);
    lcd.print("C");
    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print("      ");
    lcd.setCursor(0, 3);
    lcd.print("      ");
    temps_actuel = millis();// de recomparer la tempo et sortie de la boucle(Tres
important)

    if (temps_actuel - temp_precedent2 >= tempo2)
    {
        Reglage = 0;
        lcd.clear();
        tone(buzzer, 600, 500);
        delay(300);
        tone(buzzer, 600, 500);
        break;
    }
}
temp_precedent2 = temps_actuel;
}
break;
case 1:
//lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("*MODE STERILISATION*");
lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("reglage du Temps");
lcd.setCursor(4, 2); lcd.print(compteur_temp);
lcd.setCursor(13, 2); lcd.print("min");
lcd.setCursor(0, 3); lcd.print("<<Precedent  ");
//delay(1);

if ((BP_HAUT == 0) && (BP_BAS == 0))
{
    temp_precedent = temps_actuel;
}

if ((BP_HAUT == 1) && (BP_BAS == 1) && (temps_actuel - temp_precedent >=
tempo))
{
    temp_precedent2 = temps_actuel;
    Reglage = 1;
    while (Reglage == 1) {
        if (digitalRead(pin_bp_haut) == HIGH) {
            lcd.clear();
            compteur_temp = compteur_temp + 1;
        }
        if (digitalRead(pin_bp_bas) == HIGH) {
            lcd.clear();

```

```

    compteur_temp = compteur_temp - 1;
  }
  //lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("*****Bienvenue*****");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("****veuillez regler**");
  lcd.setCursor(10, 2);
  lcd.print(compteur_temp);
  lcd.print(" ");
  lcd.print("Min");
  lcd.setCursor(0, 3);
  lcd.print("          ");
  //delay(1);
  temps_actuel = millis();// de recomparer la tempo et sortie de la boucle(Tres
important)
  if (temps_actuel - temp_precedent2 >= tempo2)
  {
    Reglage = 0;
    lcd.clear();
    tone(buzzer, 600, 500);
    delay(300);
    tone(buzzer, 600, 500);
    break;
  }
}
temp_precedent2 = temps_actuel;
}
break;
// fin de menu consigne de temperature
////////////////////// FIN //////////////////////// FIN ////////////////////////
}
if (bouton_reset == HIGH)
{
  compteur_bouton_start = 0;
  minutes = 0;
  secondes = 0;
  tone(buzzer, 600, 500);
  delay(300);
  noTone(buzzer);
}
if (Bouton_start == HIGH)
{
  compteur_bouton_start = compteur_bouton_start + 1;
  digitalWrite(Brumisation, HIGH);
  delay(2000);
  digitalWrite(Brumisation, LOW);
  tone(buzzer, 600, 500);
}
if (compteur_bouton_start == 1) {

```

```

delay(1000);
secondes = secondes + 1;
if (secondes == 60)
{
    lcd.clear();
    secondes = 0;
    minutes = minutes + 1;
}
}
Temperature_ambiante();
if (celsius > consigne && compteur_temp > minutes)
{
    digitalWrite(CHAUFFAGE, LOW);
}
else if (celsius > consigne && compteur_temp == minutes)
{
    digitalWrite(CHAUFFAGE, LOW);
    compteur_bouton_start = 0;
    tone(buzzer, 600, 500);
    delay(300);
    noTone(buzzer);
}
else if (celsius <= consigne && minutes < compteur_temp && compteur_bouton_start =1)
{
    digitalWrite(CHAUFFAGE, HIGH);
}
else if (celsius <= consigne && minutes == compteur_temp )
{
    digitalWrite(CHAUFFAGE, LOW);
    digitalWrite(Brumisation, LOW);
    compteur_bouton_start = 0;
    tone(buzzer, 600, 500);
    delay(300);
    noTone(buzzer);
}
}
}
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
void stockage()
{
    EEPROM.put(eeAddress2, compteur_temp);
    EEPROM.put(eeAddress1, consigne);
}
void Temperature_ambiante()
{
    byte i;
    byte present = 0;
    byte type_s;
    byte data[12];
    byte addr[8];

```



```

float Celsius, fahrenheit;
if ( !ds.search(addr)) {
    ds.reset_search();
    delay(20);
    return;
}
for ( i = 0; i < 8; i++) {
    Serial.write(' ');
}
if (OneWire::crc8(addr, 7) != addr[7]) {
    return;
}
// the first ROM byte indicates which chip
switch (addr[0]) {
    case 0x10:
        type_s = 1;
        break;
    case 0x28:
        type_s = 0;
        break;
    case 0x22:
        type_s = 0;
        break;
    default:
        return;
}
ds.reset();
ds.select(addr);
ds.write(0x44, 1);    // start conversion, with parasite power on at the end
delay(100);    // maybe 750ms is enough, maybe not
// we might do a ds.depower() here, but the reset will take care of it.
present = ds.reset();
ds.select(addr);
ds.write(0xBE);    // Read Scratchpad
for ( i = 0; i < 9; i++) {    // we need 9 bytes
    data[i] = ds.read();
}
int16_t raw = (data[1] << 8) | data[0];
if (type_s) {
    raw = raw << 3; // 9 bit resolution default
    if (data[7] == 0x10) {
        // "count remain" gives full 12 bit resolution
        raw = (raw & 0xFFF0) + 12 - data[6];
    }
} else {
    byte cfg = (data[4] & 0x60);
    // at lower res, the low bits are undefined, so let's zero them
    if (cfg == 0x00) raw = raw & ~7; // 9 bit resolution, 93.75 ms
    else if (cfg == 0x20) raw = raw & ~3; // 10 bit res, 187.5 ms
    else if (cfg == 0x40) raw = raw & ~1; // 11 bit res, 375 ms
}

```

```
//// default is 12 bit resolution, 750 ms conversion time
}
celsius = (float)raw / 16.0;
fahrenheit = celsius * 1.8 + 32.0;
}
```

Annexe 2 : résultat du stérilisateur, vérificateur et compteur des billets de banque.



Annexe 3 : vue intérieure, en mode marche et de face du stérilisateur.



Annexe 4 : test de la machine.

ITEMS	Désignation	S1	S2	S3	S4
1	Conception des différents compartiments				
2	Conception du système électrique				
3	Fabrication et montage des différents compartiments				
4	Installation système électrique				
5	Test de la structure Entière				
6	Test des différentes parties à l'intérieur de la machine				
7	Test en mode manuel				
8	Test en normale				

