



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPEREUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
Faculté des Sciences et de la Technologie
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE



N° d'ordre : M..../GE/2021

MEMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme de

MASTER EN ELECTRONIQUE

Option : Électronique des systèmes embarqués

Par

- **Fatima Zohra BENTABIB**
- **Yassine CHEIKH**

THEME

**Réalisation d'un contrôleur de détection d'incendie dans un
bateau**

Soutenu le 11/07/2021

Devant le jury composé de :

M. Nasreddine ABDELLAOUI

Président

Université de Mostaganem

Mme. Naima BERROUCHEDI

Examinatrice

Université de Mostaganem

M. Benbella DJELTI

Encadreur

Université de Mostaganem

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2020/2021

Remerciements

En toute reconnaissance, nous n'aurions jamais pu réaliser ce travail sans les orientations, l'aide, les efforts et la patience de notre directeur de recherche M.

BENBELLA Djelti. Nous adressons nos sincères remerciements et notre gratitude à notre enseignant.

Nous adressons également nos sincères remerciements aux membres du jury qui ont accepté l'évaluation de notre mémoire.

Nous tenons à remercier tous les enseignants de notre département qui n'ont ménagé aucun effort pour nous aider.

Dédicaces

Nous dédions ce travail à nos chers parents. Ils méritent toute notre reconnaissance pour leur aide et patience, à nos chers frères et sœurs, et à nos

Chers amis

Tables des matières :

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste de l'abréviation	
Introduction générale	01
Chapitre 1 : « Généralités sur le système de sécurité dans un bateau »	
Introduction	04
1.1 Définition et types des bateaux	04
1.2 Les incendies dans les bateaux	05
1.3 Le système de sécurité dans les bateaux.....	06
1.4 Description des termes et fonctions.....	07
1.5 Les systèmes d'alarme d'incendie (SAI) ou FAS (Fire Alarm System)...	09
1.6 Le système d'alarme incendie (SAI).....	10
1.7 Le rôle d'un système d'alarme incendie.....	10
1.8 Le fonctionnement d'un système d'alarme incendie.....	10
1.9 Les différents types d'équipements d'alarmes incendie	11
1.10 Le système de détection d'incendie (SDI) dans un bateau	12
1.11 Définition d'un détecteur (capteur).....	14
1.12 Les différents types de capteurs d'incendies	15
1.13 Le tableau de bord	18
1.14 L'alimentation d'un bateau.....	18
Conclusion	19

Chapitre 2 : La conception d'un contrôleur de détection d'incendies dans un bateau

Introduction	21
2.1 Principe de fonctionnement de notre projet	21
2.2 Schéma bloc du système	23
2.3 Les matériels utilise pour chaque partie du projet.....	24
2.3.1 La partie de détection	24
2.3.2 La partie de commande	26
2.3.3 La partie d'avertissement et signalisation	30
2.3.4 La partie d'alimentation.....	33
Conclusion.....	33

Chapitre 3 : « la réalisation de notre projet et la partie soft »

Introduction.....	35
3.1 Schéma électrique de notre projet.....	35
3.2 Diviseur de tension.....	36
3.3 L'utilisation du clavier (keypad 4*4) dans notre système.....	36
3.4 Quelques étapes de réalisation de notre projet	37
3.5 La forme finale de notre projet	38
3.6 Présentation de logiciel Fritzing	39
3.7 La programmation	39
3.8 Présentation de logiciel Arduino	40
3.9 L'organigramme général de notre système.....	40
3.9.1 L'organigramme de la fonction de signalisation le défaut.....	41

3.9.2 L'organigramme de la fonction de signalisation d'alarme	42
3.9.3 L'organigramme de la fonction de vérification	43
3.10 Les difficultés (les aléas dans note projet).....	43
3.11 Perspective de recherche	44
3.12 Les cout de réalisation de notre projet	44
Conclusion	44
Conclusion générale	46

Annexe

Bibliographie

Liste des tableaux :

Chapitre 2 :

Tableau 2.1 : les caractéristiques de capteur YS17

Tableau 2.2 : les caractéristiques de capteur dht11

Tableau 2.3 : les caractéristiques de l'Arduino UNO

Tableau 2.4 : les caractéristiques de l'Arduino NANO

Tableau 2.5 : les caractéristiques du keypad 4*4

Tableau 2.6 : configuration des broches du clavier (keypad 4*4)

Tableau 2.7 : les caractéristiques d'un buzzer

Tableau 2.8 : les caractéristiques d'une LED RGB

Chapitre 3 :

Tableau 3.1 : le cout de la réalisation de notre projet

Liste des figures :

Chapitre 1 :

Figure 1.1 : Le chalutier

Figure 1.2 : Le paquebot

Figure 1.3 : Le porte-avions

Figure 1.4 : Le porte-conteneurs

Figure 1.5 : la péniche

Figure 1.6 : le pétrolier

Figure 1.7 : incendie sur un bateau

Figure 1.8 : schéma bloc de système de sécurité dans un bateau

Figure 1.9 : Schéma de principe d'un ECS Sensea.EC avec UGA et CMSI intégré

Figure 1.10 : les différents types d'alarme d'incendie

Figure 1.11a : exemple d'un SAI à contrôleur de détection conventionnelle de chez
« PRAXIS »

Figure 1.11b : exemple d'un SAI à contrôleur de détection adressable de chez
« PRAXIS »

Figure 1.12 : schéma fonctionnel d'un capteur

Figure 1.13 : capteur de fumée

Figure 1.14 : capteur de chaleur

Figure 1.15 : capteur de flamme

Figure 1.16 : Déclencheur manuel

Figure 1.17 : exemple de raccordement sur une ligne bouclée

Figure 1.18 : Raccordement des diffuseurs sonores sur une ligne non-bouclée

Figure 1.19 : le tableau de bord

Chapitre 2 :

Figure 2.1 : le schéma bloc de fonctionnement de notre projet

Figure 2.2 : capteur YS17

Figure 2.3 : capteur Dht1

Figure 2.4 : Modules Arduino-Uno et Arduino-Nano

Figure 2.5 : la carte arduino UNO

Figure 2.6 : la carte arduino NANO

Figure 2.7 : keypad 4*4

Figure 2.8 : Ecran LCD

Figure 2.9 : un I2C

Figure 2.10 : afficheur LCD I2C

Figure 2.11 : module Buzzer

Figure 2.12 : les broches d'une LED RGB

Figure 2.13 : LED RGB

Figure 2.14 : la batterie lithium

Figure 2.15 : le TP4056

Figure 2.16 : un convertisseur dc dc 3.5V-35V

Chapitre 3 :

Figure 3.1 : le schéma électrique de notre projet d'après logiciel Fritzing

Figure 3.2 : photos de notre projet en mode fonctionnement normal

Figure 3.3 : Quelques étapes de réalisation de notre projet

Figure 3.4 : la forme finale de notre projet

Figure 3.5 : L'interface de logiciel Fritzing

Figure 3.6 : l'organigramme générale de notre système

Figure 3.7 : l'organigramme de signalisation de défaut

Figure 3.8 : l'organigramme de signalisation d'alarme

Figure 3.9 : l'organigramme de vérification

Liste d'abréviations :

- BAAS** : Bloc Autonome d'Alarme Sonore
- CMSI** : Centralisation de mise en Sécurité Incendie
- DAC** : Détecteurs Automatique Conventionnels
- DAS** : Dispositifs Actionnes de Sécurités
- DM** : Déclencheur Manuels
- DS** : Diffuseurs Sonores
- EA** : Equipement d'Alarmes
- ECS** : Equipement de Contrôle et de Signalisation
- FAS**: Fire Alarme Système
- I2C**: Inter Integrated Circuit
- LCD**: Liquid Crystal Display
- LED**: Light Emitting Diode
- MCU**: Microcontrôleur
- NTC** : Coefficient de Température Négative
- RGB** : Red –Green- Blue
- RVB** : Rouge –Verte- Bleue
- SAI** : Système d'Alarme Incendie
- SDI** : Système de Détection d'Incendie
- SMSI** : Système de Mise en Sécurité Incendie
- SSI** : Système de Sécurité d'Incendie
- UART** : Universal Asynchronous Receiver Transmitter
- UGA** : Unité de Gestion des Alarmes
- Z.D** : Zone de Détection
- Z.S** : Zone mise en Sécurité

Introduction générale

Introduction générale :

Que ce soit sur terre, dans le ciel ou dans la mer, il est très important d'assurer la sécurité des passagers et des marchandises. En procédant à des investigations profondes, par des spécialistes, sur les principales causes des catastrophes au profit des compagnies des moyens de transports, Ces compagnies ne cessent d'améliorer la sécurité de leurs moyens de transport.

Selon une étude réalisée en 2012, les causes les plus élevées des naufrages représentent 49.1% pour les accidents, 21.7% sont causées par des avaries et 10.4% sont dues aux incendies et aux explosions. Nous avons choisi d'intervenir sur ce dernier facteur, afin de mieux comprendre comment ils sont conçus les systèmes de lutte contre les incendies et essayer d'en fabriquer un. Les règlements internationaux exigent des systèmes de sécurité rigoureux dans tous les navires pour préserver la vie des équipages, la marchandise et l'environnement.

Le cahier des charges de notre projet intitulé « Réalisation d'un contrôleur de détection d'incendies dans un bateau » comprend deux volets :

D'abord faire l'étude d'un exemple réel de système de détection d'incendies installé sur un bateau algérien puis essayer de réaliser son contrôleur avec les composants disponibles sur le marché national. Dans le but de pouvoir le remplacer en cas de panne irréparable.

Entre les contrôleurs « SENSEA-EC » de la société UGELEC, et le « T882 » de la société Néerlandaise « TYCO » nous avons choisi le second à cause de sa simplicité et sa forte présence dans les remorqueurs algériens. Après une étude un peu détaillée de ce système de détection d'incendies, nous avons essayé de s'inspirer de ce dernier et nous avons réalisé notre contrôleur à base de deux Arduino qui fait presque les mêmes fonctions.

Les étapes de la réalisation sont décrites dans ce manuscrit réparti en trois chapitres ; le premier concerne des généralités sur les systèmes de sécurité dans un bateau où nous mettons l'accent sur les notions liées à notre thème. Le deuxième chapitre est consacré à la conception de notre projet et décrit son principe de fonctionnement ainsi que le matériel utilisé. Le troisième chapitre expose la réalisation proprement dite, les organigrammes du programme développé sont donnés et les résultats des différents tests sont exposés. Des annexes clôturent ce mémoire.

Chapitre 1

Généralités sur les systèmes de sécurité dans un bateau

Introduction :

La protection contre les incendies dans les navires est très importante. La détection fiable et précoce d'un incendie sauvera des vies et préservera les biens. C'est la raison pour laquelle les spécialistes donnent beaucoup d'importance aux systèmes d'alarme incendie. Ces systèmes ne cessent de se développer améliorant ainsi la sécurité là où ils sont installés ; dans les bâtiments, dans les hôpitaux et dans les grandes surfaces de façon générale. Les bateaux sont les moyens de transport les plus sécurisés contre les incendies.

1.1 Les différents types de bateaux :

Un bateau, selon le « ROBERT » est une construction flottante destinée à la navigation. Il existe plusieurs types de bateaux qu'on peut classer selon deux critères majeurs : L'utilité et la taille (longueur de la coque).

a) Selon l'utilité :

On cite les bateaux de plaisance, les remorqueurs, les paquebots, les porte-conteneurs, les pétroliers, les méthaniers, Les porte-avions, les bâtiments de guerre, ...

b) Selon la taille :

On trouve, les petits bateaux, les moyens et les longs. Dans chacune de ces catégories, la différenciation se fait par la longueur de la coque.

a- le chalutier : il sert uniquement à la pêche, il a plus au moins un moteur puissant.



Figure 1.1 : Le chalutier

b- le paquebot : un gros bateau qui sert à transporter les passagers, il sert aux longs voyages dans les mers et les océans.



Figure 1.2 : Le Paquebot

c- le porte-avions : un bateau spécialisé à la guerre, il a une plateforme où décollent les avions militaires.



Figure 1.3 : Le Porte-avions

d- le porte-conteneurs : c'est la base du commerce international, il permet de transporter les conteneurs des marchandises.



Figure 1.4 : Le Porte-conteneurs

e- la péniche : elle navigue sur les fleuves et les canaux. Elle peut être utilisée dans certaines régions comme habitat.



Figure 1.5 : Le Péniche

f- Le pétrolier : il transporte la première source d'énergie au monde, il représente un navire-citerne.



Figure 1.6 : Le Pétrolier

1.2 Les incendies dans les bateaux :

Les incendies dans les bateaux sont relativement rares, mais lorsqu'un feu s'y déclenche, sa propagation est très rapide rendant difficile son extinction. Les dégâts sont majeurs sur l'équipage, le matériel et l'environnement marin. La prévention et la détection précoce restent les meilleures solutions.

Les causes des incendies dans un bateau sont multiples. Nous citons quelques facteurs qui déclenchent un feu :

- Une source de chaleur comme les flammes,
- un combustible ou les matières premières qui composent les bateaux comme le bois et l'aluminium,
- un comburant, qui est l'oxygène de l'air.



Figure 1.7 : incendie sur un bateau

Les principales causes d'incendie sont :

- Feu dans la cale moteur.
- Feux d'origine électrique.
- Fuite de gaz.
- Fuite de carburant

1.3 Le système de sécurité d'incendie dans les bateaux : [1]

Un système de sécurité d'incendie simplifié peut être représenté par le schéma bloc suivant :

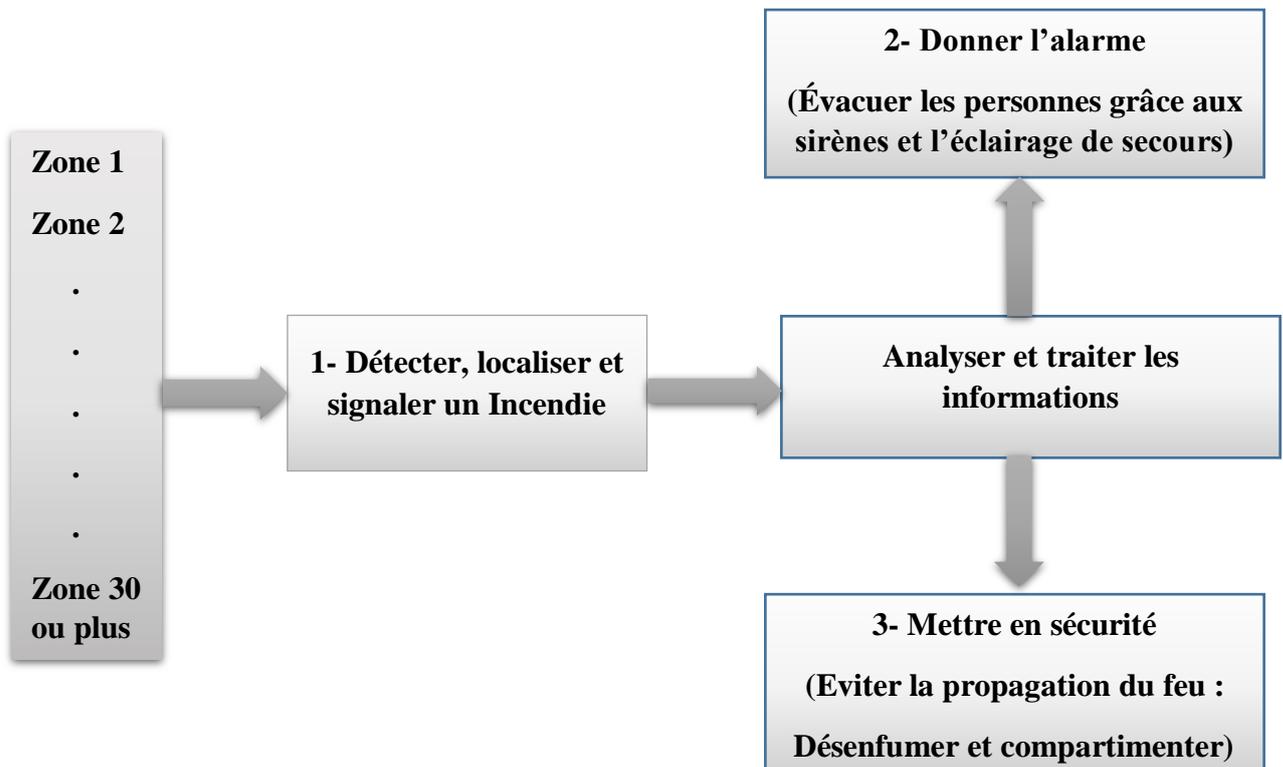


Figure 1.8 : schéma bloc de système de sécurité dans un bateau

a. Analyse du schéma :

Un bateau peut être divisé en plusieurs zones de détection selon sa taille. Chaque zone est couverte par un ensemble de dispositifs d'incendie ; des détecteurs, des capteurs et des déclencheurs manuels pour s'informer et un ensemble de diffuseurs sonores pour avertir. Les fonctions d'un système de sécurité incendie sont :

a.1 détecter et signaler : Le feu doit être détecté dès sa naissance ou même avant (dans son état fumé) afin qu'on puisse réussir à lutter contre. La signalisation précoce de sa localisation aux responsables de surveillance permet à ces derniers de réagir efficacement pour limiter les dégâts et sauver des vies humaines.

Remarque : la détection se fait automatiquement par le biais des capteurs et des détecteurs ou bien manuellement en appuyant sur l'un des déclencheurs manuels.

a.2 donner l'alarme : informer le personnel ainsi que les passagers grâce aux signaux visuels et sonores. Libérer par la suite les issus de secours.

a.3 mettre en sécurité : Le système doit limiter la propagation du feu et/ou la fumée par la fermeture des portes « coupe-feu » ainsi que l'ouverture d'un exutoire des fumés.

1.4 Description des termes et fonctions

Zone

Un bateau, un bâtiment ou un établissement est généralement découpé, au titre de la sécurité incendie, en plusieurs volumes correspondant chacun, selon le cas, à un compartiment, un local, un niveau, une cage d'escalier, ou à un secteur. Une zone peut correspondre à un ou plusieurs de ces volumes ou à l'ensemble de l'endroit. Les Zones de Détection (Z.D) et les Zones de Mise en Sécurité (Z.S) définies ci-après n'ont pas nécessairement les mêmes limites géographiques.

Zone de Détection (Z.D)

Une Zone de Détection (Z.D) est une zone surveillée par un ensemble de détecteurs ou de Déclencheurs Manuels (D.M) auxquels correspond une signalisation commune dans l'Equipement de Contrôle et de Signalisation (E.C.S) du Système de Détection Incendie (S.D.I). Dans le cas d'un E.C.S adressable, la zone de détection est programmable et correspond à un ou plusieurs points. Dans les menus de programmation, elle est appelée zone de détection.

Zone de Mise en Sécurité (Z.S)

Est une zone géographique définie, dans laquelle le Centralisateur de Mise en Sécurité Incendie (C.M.S.I) procède à une succession d'opérations susceptibles de mettre en sécurité la zone géographique définie.

La mise en sécurité d'une zone consiste à mettre en œuvre au moins une des fonctions suivantes :

- Le compartimentage,
- le désenfumage,
- l'évacuation.

Unité de Gestion des Alarmes (U.G.A)

Est un sous-ensemble de l'équipement d'alarme pouvant faire partie intégrante du centralisateur C.M.S.I, ayant pour mission de collecter les informations en provenance du système de détection incendie ou des déclencheurs manuels, de les gérer et de déclencher le processus d'alarme générale.

L'U.G. A, associée à des zones de détection par programmation, est commandée par des zones de détection. Cette unité est située soit sur l'ECS, soit sur le CMSI.

Système de Sécurité Incendie (SSI)

Un SSI est constitué généralement de :

- Un Système de Détection Incendie (SDI)
- Un Système de Mise en Sécurité Incendie (SMSI) comprenant :
 - Un ou plusieurs Centralisateurs de Mise en Sécurité Incendie (CMSI),
 - Un ou plusieurs Détecteurs Automatiques Conventionnels (DAC) si nécessaire,
 - Un ensemble de Dispositifs Actionnés de Sécurité (DAS),
 - Un équipement d'Alarme de type I ou de type IGH

Système de Détection Incendie (SDI) :

Un SDI est constitué de l'ensemble des équipements nécessaires à la détection d'incendie, et comprenant :

- L'Équipement d'Alimentation Électrique,
- L'Équipement de Contrôle et de Signalisation (ECS),
- Les Détecteurs d'Incendie (DI),
- Les Déclencheurs Manuels (DM)

- Les Organes Associés pouvant être placés entre les DI et l'ECS.

Equipement d'Alarme de type1 (EA1) :

Un EA1 peut être équipé d'une Unité de Gestion des Alarmes de Type1 (UGA1) permettant ainsi de gérer l'évacuation d'une ou plusieurs localités séparées.

L'EA1 est toujours associé à un SDI comprenant des Déclencheurs Manuels (DM) et des Détecteurs Automatiques d'Incendie (DAI).

Il comprend :

- Une unité de Gestion des Alarmes (UGA),
- Des Diffuseurs Sonores (DS),
- Eventuellement, des tableaux de report de signalisation.

Ci-dessous, un exemple d'un Centralisateur CMSI relié à un équipement ECS dans un système SSI de la société « UGELEC ».

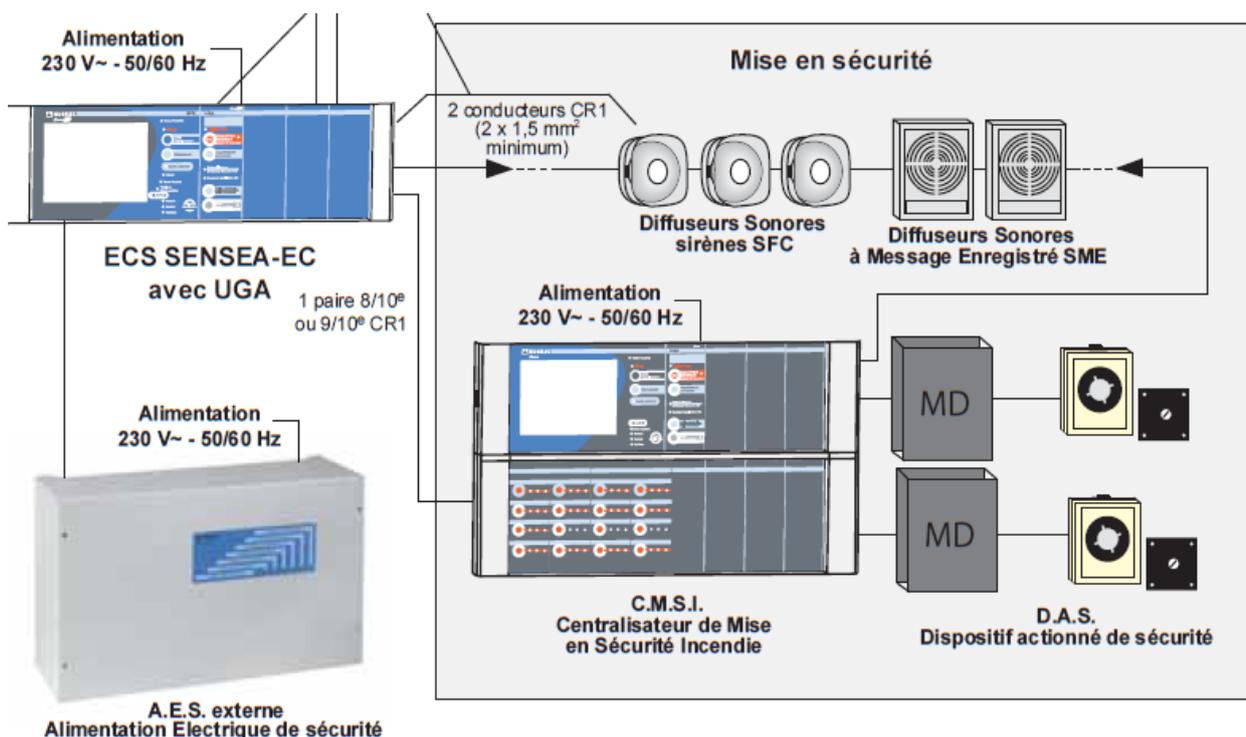


Figure 1.9 : Schéma de principe d'un ECS Sensea.EC avec UGA et CMSI intégré

1.5 Les systèmes d'alarme d'incendie (SAI) ou FAS (Fire Alarm System) :

Les accidents et les avaries dans les moyens de transport, notamment dans les bateaux, représentent des risques pour la vie des occupants de ces navires. Partout dans le monde, il est exigé que ces moyens de transport maritime soient équipés de systèmes de détection d'incendie.

1.6 Le système d'alarme incendie (SAI) :

a. Définition :

Un SAI ou contrôleur d'alarme incendie est un équipement essentiel de sécurité permettant de protéger la vie des passagers ainsi que leurs biens et l'environnement. Elle est définie comme un dispositif de sécurité qui sert à avertir, (généralement à l'aide d'un signal sonore et/ou visuel) les occupants, de la mise en danger de l'endroit où elle est installée.

Ce dispositif est un système de surveillance, souvent électronique ou microinformatique, qui permet de signaler une situation anormale ou inhabituelle en émettant un signal sonore et/ou visuel.

1.7 Le rôle d'un système d'alarme incendie :

Le SAI est un dispositif qui fonctionne 24h/24h pour qu'il puisse détecter le plus tôt possible l'incendie. Il a pour objectif de signaler d'une manière fiable le commencement d'un incendie (stade précoce). Cela sert à prévenir, à temps, les occupants du bateau pour qu'ils puissent prendre les mesures nécessaires de sécurité pour être protégés ainsi que leurs biens.

1.8 Le fonctionnement d'un système d'alarme incendie : [2]

Pour mieux expliquer le fonctionnement d'un SAI, nous nous sommes basés sur la « Technologie d'automatisation PRAXIS ». PRAXIS est l'un des spécialistes dans la fabrication des équipements innovants d'automatisation et de sécurité des navires.

Une alarme incendie (AI) est générée lorsqu'un ou plusieurs détecteurs dans un SAI passent en état d'alarme. Le SAI est capable d'identifier le ou les types de capteurs qui viennent de déclencher l'alarme.

La réaction d'un SAI face à une détection :

Dans un état normal, le SAI surveille le bon état des dispositifs branchés à ses entrées/sorties et leurs bonnes connexions. Suite à une détection, il active :

- Une lampe d'alarme incendie, un buzzer interne (pulsé à 2Hz), une sirène externe (continue), et un Horn (cas d'une alarme niveau 2),

- et identifie le détecteur en alarme sur le panneau d'opérateur SAI.

Lorsque le bouton « Silence » est appuyé, les sirènes sont réduites au silence, mais pas le buzzer interne. Cette fonction est également disponible pour une alarme niveau 1 lorsqu'elle est sélectionnée lors de l'installation.

Lorsque l'on appuie sur Reset (Réinitialisation) au niveau 2, le système est réinitialisé. La lampe d'alarme incendie s'éteindra et l'alarme du détecteur sur l'écran tactile sera effacée lorsque l'état de l'alarme incendie aura disparu.

1.9 Les différents types d'équipements d'alarmes incendie :

On distingue deux types de systèmes d'alarme incendie : les systèmes manuels et les systèmes automatiques. Le système manuel exige l'attention, ou la présence permanente d'une personne pour le déclencher. Cependant le système automatisé se déclenche automatiquement (grâce aux détecteurs de fumé, de chaleur...).

De façon générale, selon les différents niveaux de risque de l'endroit à sécuriser, On compte cinq catégories de système de sécurité incendie (SSI) pour lesquels sont fabriqués cinq types différents d'équipements d'alarme.



Figure 1.10 : les différentes catégories de système de sécurité incendie.

a. Alarme incendie type 4

Ce type concerne les établissements recevant du public, comme les restaurants et les établissements de petite taille. Il est équipé le plus souvent d'un flash lumineux pour indiquer la présence d'un risque. Il fonctionne sur pile ou sur secteur (alimentation électrique externe).

b. Alarme incendie type 3

Il est composé d'un ou plusieurs Bloc Autonome d'Alarme Sonore (BAAS). Dans ce type, il suffit de déclencher manuellement une alarme pour que les autres alarmes se déclenchent automatiquement.

c. Alarme incendie type 2B

Il est conçu principalement pour le système de sécurité incendie de catégorie C, ce genre se compose de BAAS type principal associé à un autre BAAS de type satellite. Ce dernier joue un rôle primordial dans la diffusion du signal d'alarme.

d. Alarme incendie type 2A

On utilise ce genre d'alarme pour la catégorie C, autrement dit pour un dispositif de commande avec signalisation ; la catégorie D ou Dispositif de commandes manuelles regroupées ainsi que la catégorie E qui signifie Dispositif de commande manuelle.

e. Alarme incendie type 1

C'est le type le plus exhaustif. Il est composé d'un système de détection d'incendie, il contient : des détecteurs automatiques, des déclencheurs manuels, des tableaux de signalisation, une source d'alimentation de secours (en cas de coupures d'électricité) et des diffuseurs sonores et visuels.

1.10 Le système de détection d'incendie (SDI) dans un bateau :

Les SDI dans un bateau sont utilisés pour détecter l'incendie le plus tôt possible. Le choix de tel ou tel système se fait selon la taille du navire, le nombre de personnes, les matériaux à l'intérieur....

On distingue deux types de contrôleurs dans les systèmes de détection d'incendie :

- **Contrôleur Adressé :** il est conçu pour les navires à forte densité de population, là où les incendies peuvent faire des dégâts importants. Pour que toute situation anormale soit détectée, les capteurs, détecteurs et déclencheurs sont reliés ensemble dans des boucles fermées à longues portées permettant ainsi de couvrir des espaces larges dans le navire.
- **Contrôleur Conventionnel :** Dans ce deuxième type, les capteurs, détecteurs et déclencheurs sont reliés entre eux en chaînes (zone de détection), chacune terminée par un dispositif de fin de ligne. Il s'agit d'une détection plus ou moins localisée.

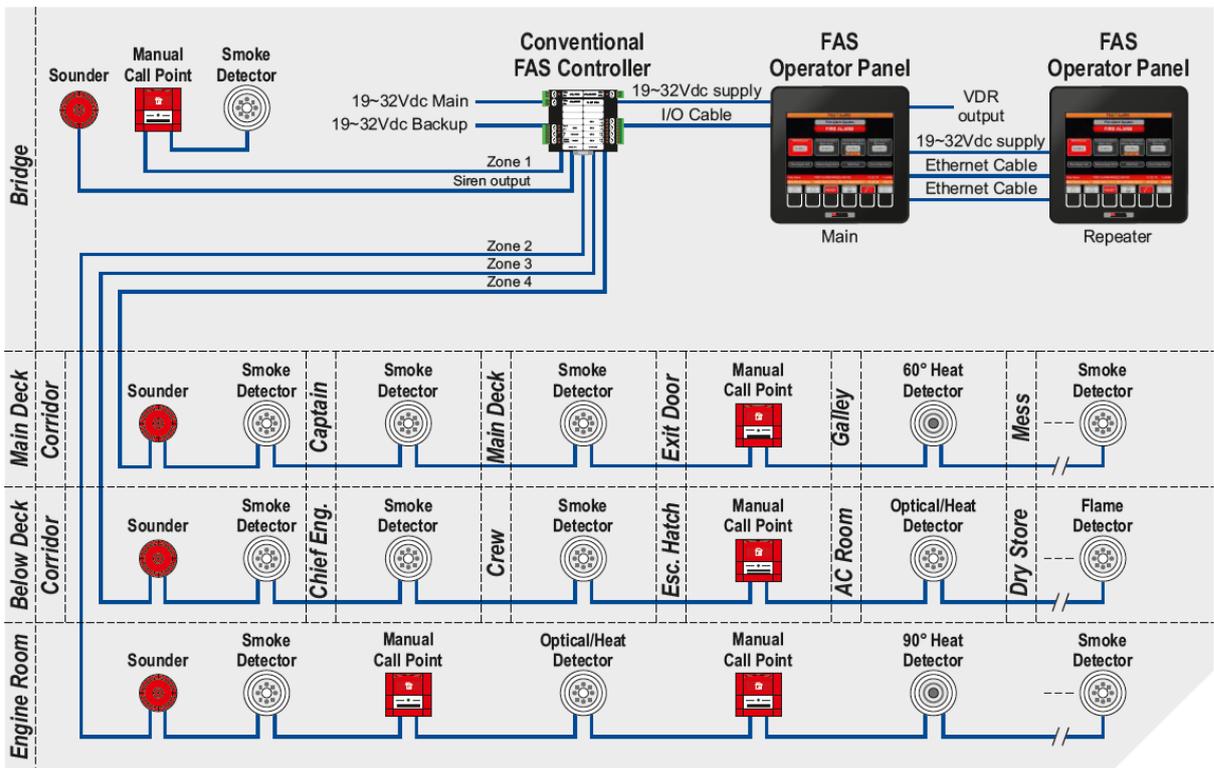


Figure 1.11a: exemple d'un SAI à contrôleur de détection conventionnelle de chez « PRAXIS »

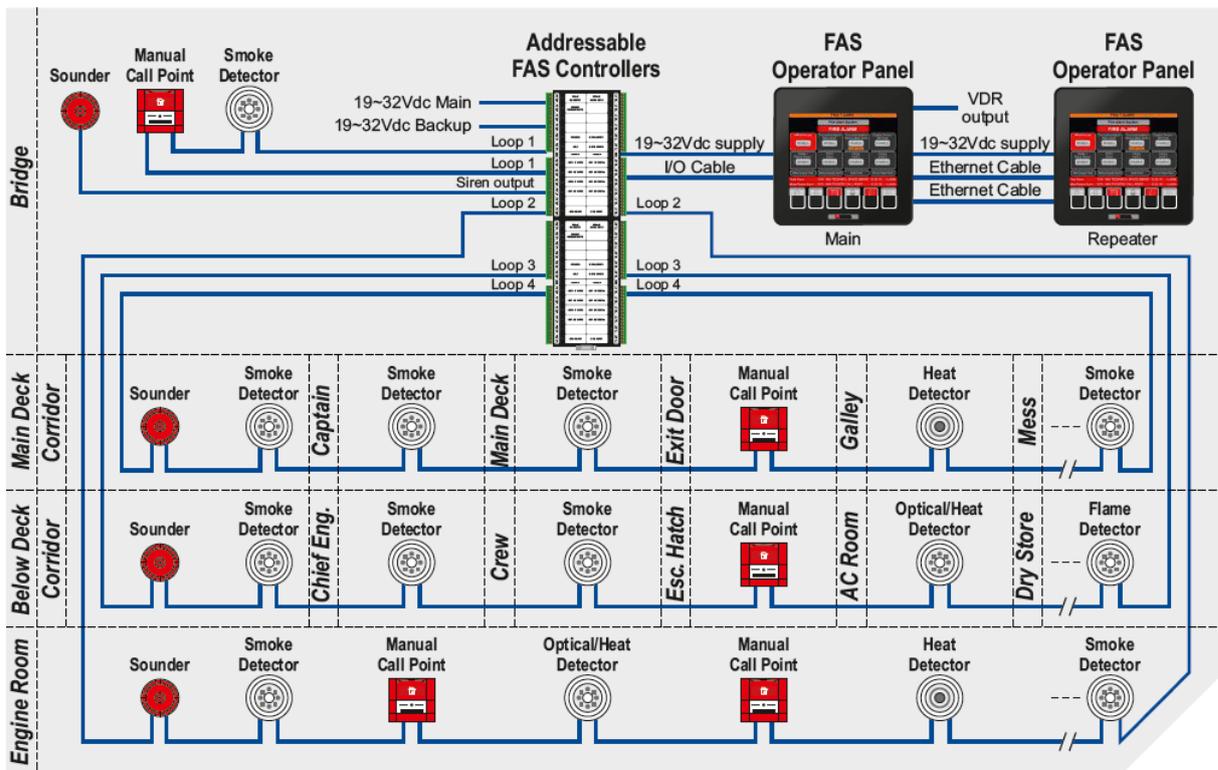


Figure 1.11b : exemple d'un SAI à contrôleur de détection adressable de chez « PRAXIS »

1.11 Définition d'un détecteur (capteur) : [3]

C'est un dispositif qui a la capacité de capter des informations provenant de l'environnement afin qu'il puisse, par la suite, réagir. On les emploie pour détecter différents phénomènes environnementaux tels que la chaleur, l'humidité, la pression, la lumière, le mouvement...

A la sortie d'un détecteur, on récolte souvent un signal converti en affichage lisible par l'opérateur ou transmet par voie électronique sur un réseau pour qu'il puisse être traité.

Les capteurs jouent un rôle primordial dans plusieurs domaines, notamment le transport maritime. Ils permettent la mesure de différents phénomènes dans l'environnement. Un détecteur est une unité qui « transforme la grandeur physique en information exploitable par la partie commande »

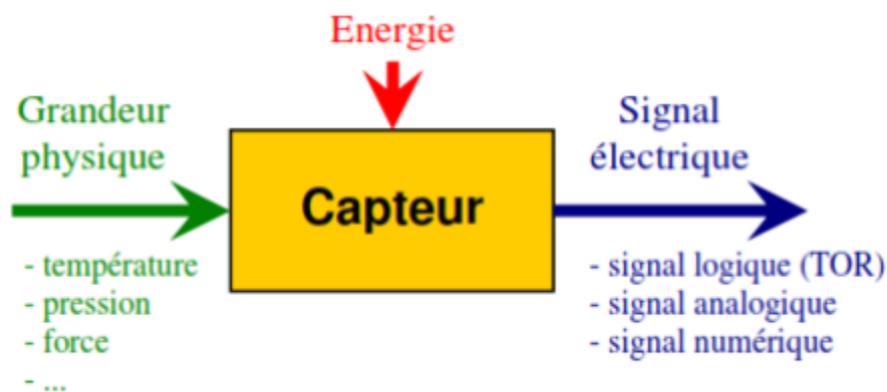


Figure 1.12 : Schéma fonctionnel d'un capteur

La grandeur obtenue à la sortie d'un capteur est de type électrique. Elle est proportionnelle à la valeur de la grandeur physique captée qui peut être soit :

- ✓ Une charge
- ✓ Une tension
- ✓ Un courant
- ✓ Une impédance (R, L, C).

1.12 Les différents types de capteurs d'incendies : [4]

Il existe deux types principaux de capteurs. On les caractérise en fonction de deux critères :

- La grandeur mesurée : c'est-à-dire l'information fournie par l'environnement. On trouve des capteurs de températures, de flamme, de pression, d'humidité . . . Ce type nécessite le contact direct avec le phénomène à détecter.
- Le caractère d'information délivrée : on distingue les capteurs logiques (tout ou rien), les capteurs analogiques et les capteurs numériques.

Le choix d'un capteur dépend de trois paramètres : le type d'évènement à détecter, sa nature et sa grandeur. On cite les principaux capteurs utilisés dans les SSI maritime.

a. détecteurs de fumée :

Un détecteur de fumée surveille d'une manière permanente l'air ambiant. Il identifie l'incendie en détectant la fumée dans l'environnement. Il peut être basé sur le principe d'ionisation ou de photoélectrique.



Figure 1.13 : capteur de fumée

a.1) Principe de fonctionnement d'un détecteur de fumée :

Le fonctionnement d'un détecteur de fumée photoélectrique est basé sur le principe de la dispersion de la lumière lorsqu'elle frappe de petites particules que constitue la fumée. Alors qu'un détecteur à ionisation utilise la propriété ionisante de l'air pour transporter l'électricité entre deux électrodes.

En absence de toute obstacle, la photodiode réceptrice capte la lumière émise par une source et reste en stand-by. En cas d'incendie, la fumée disperse la lumière et la photodiode ne reçoit plus la même quantité de lumière qu'auparavant. Ceci déclenche le circuit d'alarme.

Dans les situations normales, l'air est ionisé de manière égale un peu partout dans un endroit déterminé. En cas d'incendie ces ions réagissent avec la composition de la fumée ce qui affecte le flux de courant à travers les électrodes. Ce phénomène crée une différence dans le potentiel minime et déclenche par la suite l'alarme.

b. Détecteur de chaleur :

Un détecteur de chaleur est un dispositif électronique utilisé pour mesurer la chaleur dans n'importe quel endroit, notamment les bateaux. Ces dispositifs sont très importants dans plusieurs domaines. Ils déterminent et transmettent les données captées, afin d'être lues et traitées. Avec le développement actuel, leur fonctionnement devient de plus en plus fiable et rapide.



Figure 1.14 : capteur de chaleur

b.1) Principe de fonctionnement d'un détecteur de chaleur :

Un détecteur thermique détecte une chaleur supérieure au degré normal, cette mesure diffère en fonction des endroits. L'alarme est activée dans deux cas : le premier c'est quand température atteint un certain seuil et le deuxième lorsqu'on détecte une augmentation considérable (Le changement de température).

Ce détecteur fonctionne souvent avec des piles. Il émet un signal sonore lorsque le niveau de piles est faible.

c. détecteur de flamme :

Un détecteur de flamme cible la présence de flamme, contrairement à ceux de fumée et de chaleur. Ce genre est plus précis et plus rapide. Ce détecteur répond généralement en émettant un signal sonore, désactivation de la conduite des carburant et enfin l'activation des systèmes d'extinction.



Figure 1.15 : capteur de flamme

c.1) Principe de fonctionnement d'un détecteur de flamme : [5]

Ce type de capteur est composé d'un détecteur optique pour capter et localiser le feu à travers des rayons UV et infrarouges émis par la flamme. « Sanchari chakrabourty » a détaillé le principe de fonctionnement comme suit :

- Les capteurs de flamme sont construits à l'aide d'un circuit électronique qui reçoit les radiations électromagnétiques.
- Le capteur comprend une tige métallique isolée qui dirige un signal de courant alternatif dans la flamme.

- La flamme reçoit ce courant alternatif et renvoi sa partie continue au brûleur. Le brûleur est alors chargé de conduire le signal continu reçu d'abord vers le support de brûleur puis vers la commande en utilisant un fil échoué.
- La commande détecte alors la boucle de courant et se verrouille sur la vanne de gaz afin de continuer la course. Cela revient sous la forme d'un petit signal ampérage / tension qui a de fortes chances de dégradation du signal.

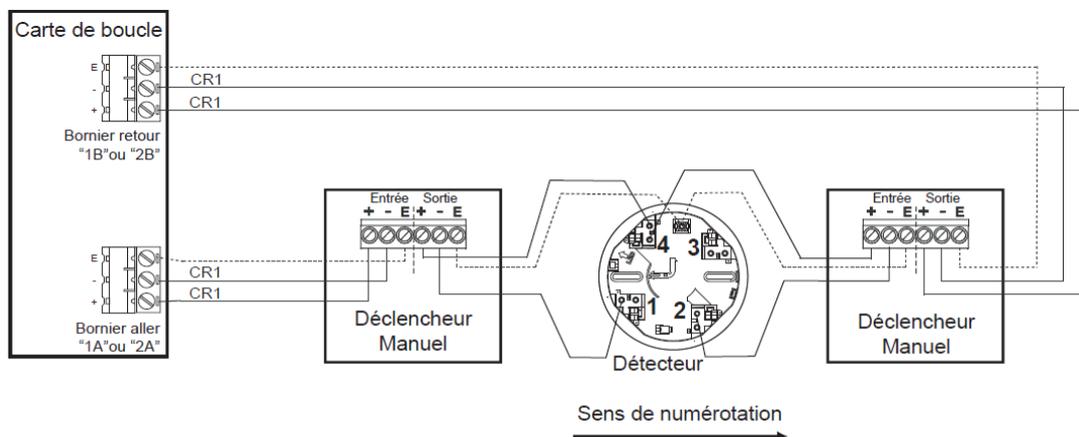
Le détecteur de flamme suit la méthode de flash de flamme infrarouge qui le rend capable de fonctionner à travers une couche de poussière, d'huile, de vapeur d'eau et parfois de glace.

d. Points de déclenchement manuel :

Un déclencheur manuel est un dispositif permettant au personnel d'activer l'alarme en brisant la vitre qui le couvre afin de prévenir les usagers du danger. Cet élément doit être obligatoirement implanté dans les circulations (les couloirs), les circuits d'évacuation...



Figure 1.16 : Déclencheur manuel



Raccordement de déclencheurs manuels et détecteur mixés sur une ligne rebouclée

Nota : Il ne peut être raccordé qu'un maximum de 128 déclencheurs manuels sur une ligne rebouclée.

Figure 1.17 : exemple de raccordement sur une ligne bouclée

Le raccordement des diffuseurs sonores se fait toujours sur une ligne non bouclée terminée par un dispositif de fin de ligne qui est souvent une simple résistance d'une valeur bien choisie.

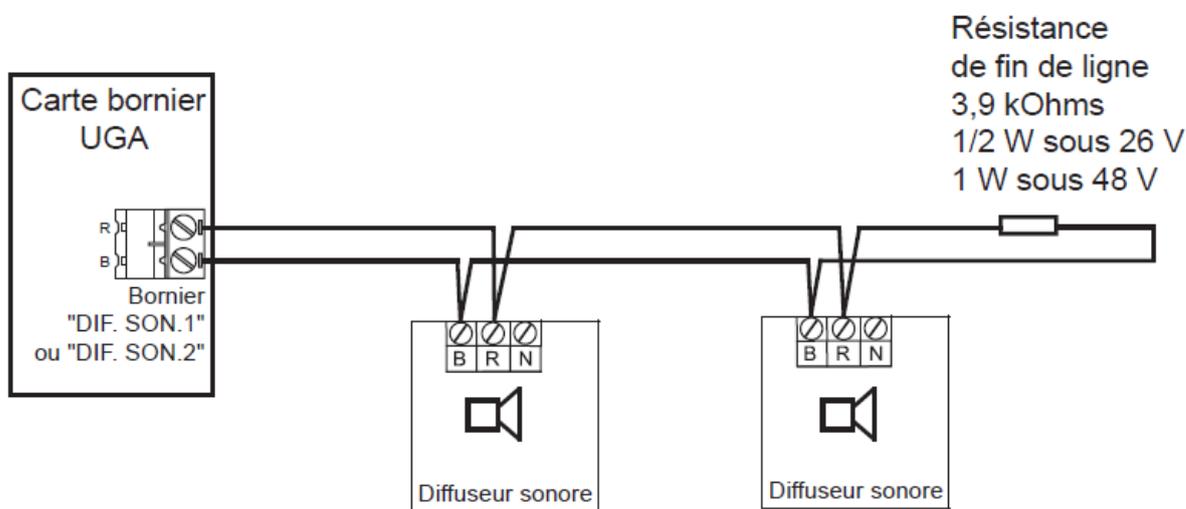


Figure 1.18 : Raccordement des diffuseurs sonores sur une ligne non-bouclée

1.13 Le tableau de bord :

Le tableau de bord est un élément électronique clé qui indique les paramètres de fonctionnement de bateau. C'est une interface disposée entre les mains du commandant de bord destinée au pilotage ainsi qu'au contrôle à distance des différents équipements du bateau.



Figure 1.19 : Le tableau de Bord.

a. Ses utilités :

Il est utilisé pour contrôler les alarmes, les sirènes, les essuies glaces, les moteurs, l'installation hydrauliques... etc.

1.14 L'alimentation électrique dans un bateau :

Les bateaux ont des besoins en énergie électrique pour faire fonctionner certains de leurs équipements, comme les circuits de commande de la propulsion, les pompes électriques, l'éclairage, les chauffages...

Dans la plupart des navires, on utilise des moteurs générateurs alimentés au diesel, pour l'alimentation principale et des génératrices de secours pour l'alimentation de secours. Le changement d'alimentation se fait automatiquement en cas de coupure de tension d'alimentation.

Un bateau accosté et en arrêt est alimenté par un courant de terre à partir des prises de 400 Vac installées sur le quai. La commutation entre les générateurs à bord et la prise de terre se fait manuellement par le chef mécanicien qui prend en soin de réduire au minimum la consommation du bateau avant de procéder à la commutation.

Conclusion :

Dans ce premier chapitre, nous avons essayé de définir les concepts et les mots clés liés à notre sujet notamment le système de sécurité, les types d'alarme entre autres. La compréhension de ces notions nous permettra de mieux saisir le fonctionnement de notre projet ainsi que son utilité.

Chapitre 2

La conception d'un contrôleur de détection d'incendies dans un bateau

Introduction :

Après avoir abordé les notions clés dans le chapitre précédent, nous allons décrire dans celui-ci avec un peu de détail, les composants et le fonctionnement de notre projet constituant un système de sécurité d'incendie dans un bateau.

2.1 Principe de fonctionnement du projet :

Notre projet est inspiré du contrôleur maritime de détection d'incendie « T882 » de la société Néerlandaise « TYCO » équipant plusieurs bateaux algériens de moyenne taille.

Le T882 est composé d'une carte mère à base d'un microprocesseur 6802 plus une trentaine d'autres circuits intégrés et une carte d'extension à laquelle est relié l'ensemble des capteurs et les diffuseurs sonores.

Spécifications du T882 :

- Surveillance de quatre zones de protection contre incendie,
- Possibilité d'isoler et de tester chacune de ces quatre zones
- Equipé de deux circuits de diffuseurs sonores,
- Relais de sortie individuel pour chacune des zones,
- Possibilité de choisir, à l'aide de jumpers, entre mémoriser ou non les indications d'un défaut,
- Verrouillage à clé du clavier sauf pour les commandes banales tel que « Lamp Test » et la consultation de « Zone Test » et « Zone Isolate ».

Il a pour rôle de détecter l'incendie avant même qu'il se propage afin d'éviter des pertes humaines, financières et environnementales.

Spécifications de notre contrôleur de détection d'incendie

Notre système contrôle deux zones 24h/24h tout en vérifiant constamment l'état et la liaison des capteurs et des diffuseurs sonores. Toute anomalie sur ces dispositifs est signalée par un « DEFAUT ». En cas de détection d'incendie, une « ALARME » niveau 1 est enclenchée. Au bout d'un moment, si aucune intervention de l'opérateur n'est ressentie, l'« ALARME » passera au niveau 2.

Un état « DEFAUT » est causé par un défaut d'état ou de liaison au niveau des dispositifs reliés aux entrées/sorties du contrôleur, à savoir les différents capteurs et les diffuseurs sonores et gyrophare.

Les défauts détectés sont :

- Coupure ou court-circuit de la liaison d'une zone, ou le déplacement d'un détecteur de son socle.
- Absence de tout diffuseur sonore sur l'une ou sur les deux sorties sonores.
- Coupure ou court-circuit au niveau d'un circuit sonore.
- Absence ou faible niveau de charge de la batterie de secours.

La signalisation d'un défaut se fait par :

- Une lampe témoin « défaut général » sur la face avant du contrôleur,
- Une lampe témoin « défaut spécifique » spécifiant la zone en défaut,
- Un buzzer interne avec possibilité du mode silencieux.

Alarme niveau 1 :

Lorsqu'un détecteur (de température ou de flamme) s'active, le contrôleur signale une alarme niveau 1 par :

- Une LED orange « ALARME » s'allume,
- La LED Blanche de la zone active clignote,
- Affichage sur LCD la zone active et le niveau de l'alarme,
- Le buzzer interne pulser (2 Hz) commence à retentir,
- Les diffuseurs sonores se mettent à retentir.

Au bout de 60 seconde, si cette alarme n'est pas s'acquittée par le bouton « SILENCE », le contrôleur passera en alarme niveau 2.

Alarme niveau 2 :

Elle est obtenue soit automatiquement (à partir d'une alarme niveau 1 après une temporisation sans acquittement) soit manuellement (lorsqu'un déclencheur manuel vient être appuyé). Elle est signalée par :

- La LED « ALARME » devient rouge,
- Les mêmes signaux de l'alarme niveau 1 sont reproduit,
- La sortie Horn (simulée par un second buzzer) s'active.

Acquittement :

L'acquittement se fait en saisissant d'abord le mot de passe (qui remplace la clé) puis en appuyant sur « SILENCE ». La mise en silence concerne uniquement les diffuseurs sonores, et pendant une période prédéterminée ne dépassant pas les 03 minutes. Le buzzer interne ne peut être acquitté que si les conditions qui ont causé l'alarme sont disparues.

Reset :

La remise en état normal du système se fait par la touche « RESET ». Cette action n'est possible que si on a déjà procédé à un acquittement.

L'interface de notre contrôleur permet plusieurs fonctionnalités selon le bouton appuyé (isolation des zones, Silence des alarmes, Test permettant de tester les capteurs, les diffuseurs sonores et l'état de la batterie). Le clavier de l'interface est sécurisé par un mot de passe. Un ensemble de leds permet de visualiser l'état des zones et capteurs et des diffuseurs sonores.

2.2 Schéma bloc du système :

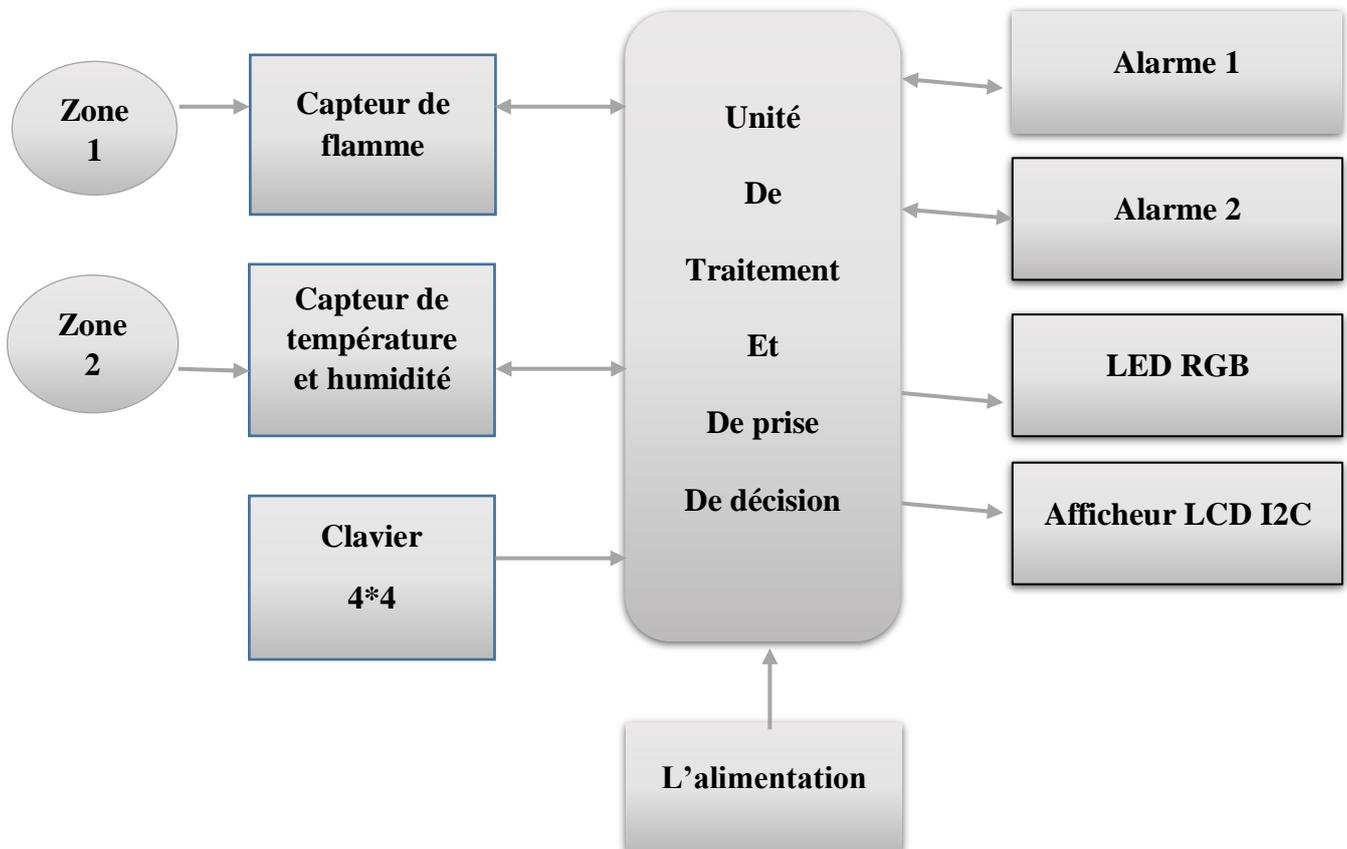


Figure 2.1 : Le schéma bloc de fonctionnement de notre projet

Notre système contrôle deux zones. Chaque ligne de détecteurs d'une zone est remplacée par un seul capteur (soucis économique).

- **Zone 1** : comprend un capteur de flamme.
- **Zone 2** : comprend un capteur de température et humidité (deux en un).

Pour les sorties :

- Le contrôleur est doté d'un buzzer (1) interne,
- la ligne des diffuseurs sonore est remplacée par un buzzer (2),
- Le Horn est remplacé par un buzzer (3).

Notre contrôleur est reparti en quatre parties :

- **Partie 1** : la partie de détection
- **Partie 2** : la partie de commande
- **Partie 3** : la partie d'avertissement et signalisation
- **Partie 4** : la partie de l'alimentation

2.2 2.3 2.3 Les composants de notre contrôleur :

2.3.1 Les composants de la partie de détection :

a. Capteur de flamme YS17 : [6]

Le capteur YS17 est un dispositif électronique qui détecte la présence d'un feu ou d'une flamme

a.1 Les caractéristiques de capteur YS 17 : [7]

Paramètre	Valeur
Longueur d'onde	760 à 940 nm
Tension directe	1.2 V ~ 1.5 V
L'angle	Est d'environ 60 degré

Tableau 2.1 : les caractéristiques de capteur YS 17



Figure 2.2 : capteur YS17

a.2 Principe de fonctionnement du capteur YS 17 :

Le rayonnement thermique de la flamme possède le spectre discret du rayonnement gazeux et le spectre continu du rayonnement solide. Le composant YS-17 utilisant un capteur infrarouge très sensible aux caractéristiques de la flamme, Il exploite un tube récepteur infrarouge spécial pour détecter le rayonnement thermique de la flamme. La luminosité de la flamme se transforme en un signal de niveau haut et bas. A travers la comparaison par rapport à un seuil de tension de référence, la sortie du module passera au niveau bas lorsque ce seuil est atteint.

b. capteur de température dht11 :

Le DHT11 est un capteur numérique à faible coût pour la détection de la température et de l'humidité. Ce capteur peut être facilement interfacé avec n'importe quel microcontrôleur tel qu'Arduino, Raspberry Pi etc...

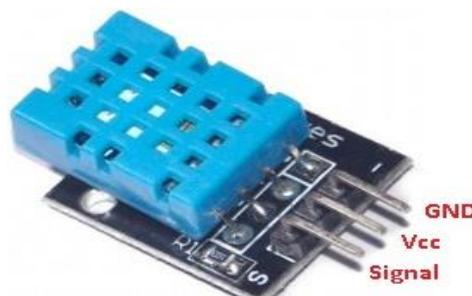


Figure 2.3 : capteur DHT11

Remarque : [8]

Le capteur DHT11 possède 4 broches, mais il est souvent vendu sur une carte support qui possède 3 broches. Il communique avec l'Arduino très simplement au travers d'une de ses entrées numériques. Les 2 autres broches sont pour son alimentation 5 V et la masse (GND).

b.1 Les caractéristiques de capteur dht11 : [9]

Paramètre	valeur
Seuil humidité (relative %)	20 ~ 80%
Précision (humidité)	+/- 5%
Seuil de température	0 ~ +50°C
Précision (température)	+/- 2°C
Fréquence mesure max	1Hz (1 mesure par seconde)
Tension d'alimentation	3 ~ 5.5 volts
Stabilité à long terme	+/- 1% par an

Tableau 2.2 : Les caractéristiques de capteur dht11

b.2 Principe de fonctionnement :

Le capteur DHT comprend un élément de détection capacitive d'humidité et une thermistance pour détecter la température. Le condensateur de détection d'humidité a deux

électrodes avec un substrat de maintien d'humidité comme diélectrique entre elles. Le changement de valeur de la capacité se produit avec le changement des niveaux d'humidité.

Pour mesurer la température, ce capteur utilise une thermistance à coefficient de température négatif (NTC). La valeur de sa résistance est inversement proportionnelle à la température mesurée. Pour améliorer sa sensibilité, des céramiques ou polymères semi-conducteurs sont utilisés.

2. 3.2 La partie de commande :

a. Les cartes programmables : [10]

Le module programmable est une carte sur laquelle sont intégrés des composants électroniques dont un ou plusieurs microcontrôleurs. Un microcontrôleur permet de faire fonctionner la carte avec un programme microinformatique, ce dernier peut être écrit en divers langage de programmation, puis implémenté dans le microcontrôleur. Une fois le programme injecté dans mémoire flash du circuit, le module devient autonome.

Les constructeurs de cartes programmables proposent plusieurs types de cartes. En fonction de besoin souhaité, il faut faire le bon choix en étudiant les caractéristiques de chaque carte, comme pour un ordinateur.

- Arduino
- Raspberry PI
- Node MCU...

L'Arduino est l'une des plus populaire marque de cartes programmables. Elle existe sous différentes versions de différentes formes. Notre projet emploie deux de ces modules (Arduino Uno et Arduino micro)

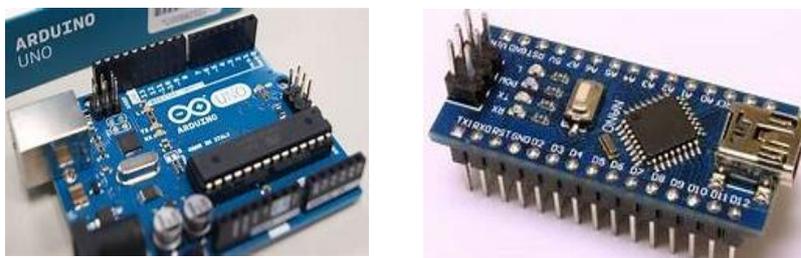


Figure 2.4 : Modules Arduino-Uno et Arduino-Nano

b. La carte Arduino UNO : [11]

L'Arduino UNO est un microcontrôleur programmable qui permet, comme son nom l'indique, de contrôler des éléments mécaniques : systèmes, lumières, moteurs, etc. Cette carte électronique permet donc à son utilisateur de programmer facilement des choses et de créer des mécanismes automatisés, sans avoir de connaissances particulières en programmation. Il est un outil pensé et destiné aux inventeurs, artistes ou amateurs qui souhaitent créer leur propre système automatique en le codant de toute pièce.

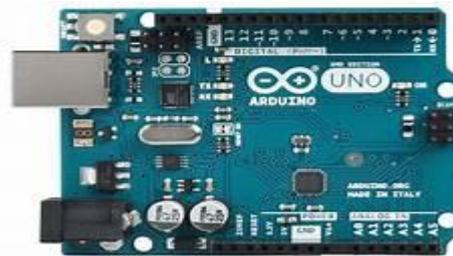


Figure 2.5 : La carte Arduino Uno

c.1 Les caractéristiques : [12]

paramètres	valeurs
Microcontrôleur	ATmega328P
Tension de fonctionnement	5V
Tension d'entrée (recommandé)	7-12V
Tension d'entrée (limite)	6-20V
E / S numériques Pins	14 (dont 6 fournissent la sortie PWM*)
PWM numérique E / S Pins	6
Pins d'entrée analogique	6
DC Courant par I O Pin /	20 mA
Courant DC pour 3.3V Pin	50 mA
Mémoire flash	32 KB (ATmega328P) dont 0,5 KB utilisé par bootloader**
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM ***	1 KB (ATmega328P)
Vitesse de l'horloge	16 MHz
Longueur	68,6 mm
Largeur	53,4 mm
Poids	25 g

Tableau 2.3 : les caractéristiques de l'arduino UNO

d. La carte Arduino Nano : [13]

L'Arduino Nano est une petite carte complète et conviviale basée sur un ATmega328 cadencé à 16 MHz. Sa mémoire de 32 KB et son grand nombre d'E/S font de ce circuit compatible DIL30 un élément idéal pour les systèmes embarqués ou pour des applications robotiques nécessitant du multitâches. Le Nano a été conçu et est produit par Gravitech.



Figure 2.6 : La carte Arduino Nano

d.1 Les caractéristiques : [14]

Paramètres	Valeurs
Microprocesseur	ATMega328
Mémoire flash	32 ko
Mémoire SRAM	2 ko
Mémoire EEPROM	1 ko
broches d'entrées et sorties	20
broches PWM	6
broches d'entrées analogiques 10 bits	6
Courant par entrées-sorties	40mA
Fréquence d'horloge	16 MHz
Bus série	I2C et SPI
Prise USB	mini-USB B
Dimensions	45 x 18 x 18 mm
Poids	5 g

Tableau 2.4 : les caractéristiques de l'arduino NANO

e. Keypad 4*4(clavier 4*4) :

C'est un clavier numérique qui se compose de 16 touches disposées sous la forme d'un tableau contenant 4 lignes et 4 colonnes. Il est utilisées pour charger des valeurs numériques dans le microcontrôleur.



Figure 2.7 : Le clavier 4 x 4

e.1 Les Caractéristiques d'un keypad :

Paramètre	Valeur
Type de produit	Module clavier 4X4
Tension nominale maximale	24V CC
Courant nominal maximal	30 mA
plage de température de fonctionnement	32 à 122 °F (0 à 50 °C)
Nombres de broches	8
Dimensions du clavier	6,9 cm X 7,9 cm
Dimensions du câble	2,0 cm X 8,8 cm
Conception	Très mince

Tableau 2.5 : Les caractéristiques d'un Keypad 4*4

e.2 Configuration des broches du CLAVIER 4*4 :

Code PIN	La description
LIGNES	
1	Le PIN1 est retiré du 1er RANG
2	Le PIN2 est retiré du 2ème RANG
3	Le PIN3 est retiré du 3e RANG
4	PIN4 est retiré de la 4ème RANGÉE
COLONNE	
5	PIN5 est retiré de la 1ère COLONNE
6	PIN6 est retiré de la 2ème COLONNE
7	PIN7 est retiré de la 3ème COLONNE
8	PIN8 est retiré de la 4ème COLONNE

Tableau 2.6 : Configuration des broches du CLAVIER 4*4

2.3.3 La partie d'avertissement et signalisation :

a. Afficheur LCD I2C : [15]

Un afficheur LCD I2C est un dispositif qui se compose de deux parties : un écran LCD et au dos un module d'interface I2C

a.1 Un écran LCD

a.1.1 Définition :

Un écran LCD ou affichage à cristaux liquides en français est un dispositif qui permet d'afficher des caractères tout en consommant assez peu d'électricité C'est Pourquoi on le retrouve dans de nombreux projet Électroniques et sur tous types d'appareils. 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

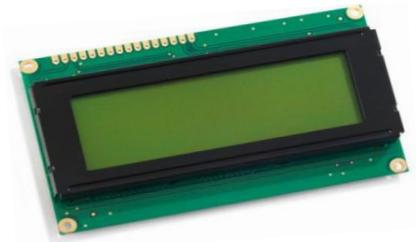


Figure 2.8 : Ecran LCD

a.1.2 Principe de fonctionnement :

L'orientation des cristaux liquides est la base du principe de fonctionnement d'un écran LCD. Chaque pixel peut être "allumé" ou "éteint" par la présence d'une tension entre les électrodes avant et arrière. Lorsqu'aucune tension n'est appliquée entre les électrodes correspondant au pixel de l'écran, les cristaux liquides font tourner le plan de polarisation progressivement d'une électrode à l'autre. La lumière polarisée verticalement arrive polarisée horizontalement sur le polariseur horizontal.

a.2 Un I2C : [16]

a.2.1 Définition :

Un I2C est un bus informatique. Conçu par Philips pour les applications de domotique et d'électronique domestique Il permet de relier facilement Un microprocesseur Et différents circuits tout en Réduisant le nombre de lignes Nécessaires à seulement deux lignes :

- ✓ SDA (Serial DAta) : Pour transmettre des données sur le bus
- ✓ SCL (Serial CLock) : faisant office d'horloge pour déterminer la fréquence de la communication

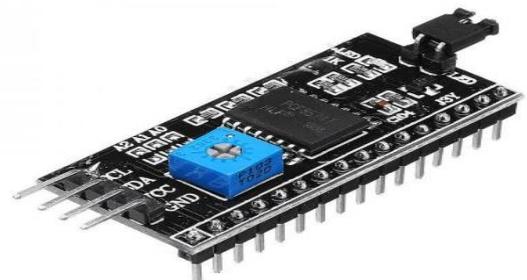


Figure 2.9 : Contrôleur I2C

a.2.2 Principe de fonctionnement :

Le bus I2C est basé sur un mode de transmission bidirectionnel sériel synchrone entre un maître et un ou plusieurs périphériques esclaves. Ce bus dit 2 fils utilise outre la référence Gnd un signal d'horloge de synchronisation (SCL Serial Clock Line) et un signal de donnée (SDA Serial Data Line). Si chaque élément connecté en parallèle au bus reçoit les données émises par tous les autres, seul le maître génère le signal d'horloge.

a.3 Montage d'un module I2C et l'écran LCD :

Le montage est vraiment très simple et vous pouvez souder le module I2C et l'écran LCD comme ceci :

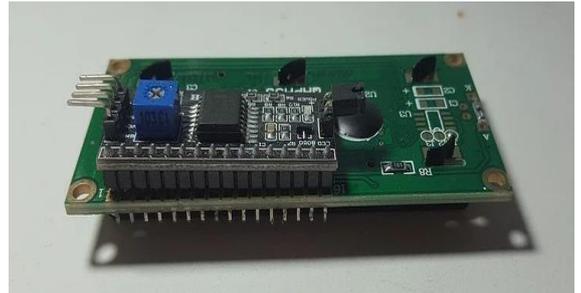


Figure 2. 10 : Afficheur LCD I2C

b. Module Buzzer : [17]

Un buzzer est un élément électromécanique ou piézoélectrique qui produit un son caractéristique quand on lui applique une tension. Certains nécessitent une tension continue, d'autres nécessitent une tension alternative



Figure 2. 11 : Module Buzzer

b.1 Les caractéristiques d'un buzzer :

Paramètres	Valeurs
Tension nominale	6 V CC
Tension de fonctionnement	4-8 V CC
Courant nominal	<30 mA
Type de son	bip continu
Fréquence de résonance	~2300 Hz

Tableau 2.7 : les caractéristiques d'un buzzer

c. LED RGB :

La LED RGB est un composant constitué en fait par 3 LED montées dans le même boîtier : une LED Rouge, une LED Verte, une LED Bleue. En français on dit RVB et en anglais RGB (Red–Green–Blue).

L'avantage d'une LED RGB par rapport à trois LED classiques est simple : il n'y a qu'un seul composant à câbler. Au lieu d'avoir trois composants à deux pattes, on a un unique composant à quatre pattes, ça demande moins de soudure et donc moins de temps à câbler.

Elle comporte donc 4 pattes, une par couleur plus une patte commune qui peut être l'anode ou la cathode.

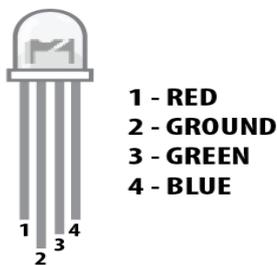


Figure 2.12 : les broches d'une LED RGB

Figure 2.13 : LED RGB

Remarque :

La broche numéro 2 est la broche de masse pour le type à cathode commune et la broche Vcc de 5 volts pour le type à anode commune.

c.1 Les caractéristiques d'une LED RGB :

Paramètres	Valeurs
Diamètres	5mm
Nombre de pattes	4
Type	cathode commune
Tension LED rouge	1.93 V
Tension LED verte	2.79 V
Tension LED bleue	2.88 V
Courant	0.022 A

Tableau 2.8 : les caractéristiques d'une LED RGB

2.3.4 La partie d'alimentation :

a. Batterie lithium 3.7v :

Les batteries sont des équipements qui transforment l'énergie chimique en énergie électrique. Plusieurs technologies composent la famille des batteries au Lithium. Elles occupent aujourd'hui une place prédominante sur le marché de l'Electronique portable, et sont de plus en plus utilisés dans les véhicules Electriques.

Les différentes catégories qui composent la famille des batteries au lithium sont :

- ✓ Lithium-ion - Li-ion
- ✓ Lithium Polymère - Li-Po
- ✓ Lithium-phosphate - LiFePO4
- ✓ Lithium MÉtal Polymère – LMP



Figure 2. 14 : la batterie au lithium

b. Le TP4056 : [18]

Le TP4056 est une puce encapsulée au format SOP-8 capable de gérer la charge d'une batterie. Autrement dit, il adapte la puissance d'entrée à la norme 1A de la plupart des batteries au lithium utilisées dans l'industrie électronique, et il est également capable de contrôler la température.

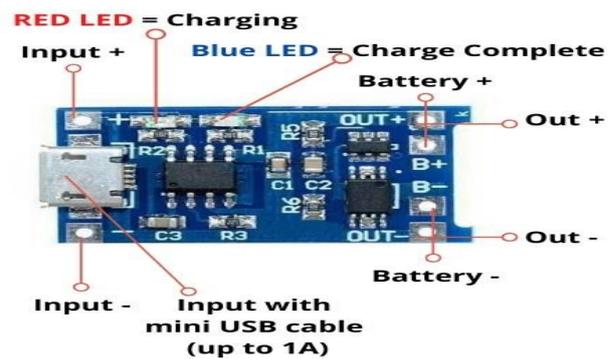


Figure 2. 15 : Module TP4056

c. Un convertisseur dc dc 3.5v-35v :

Un convertisseur dc dc (3.5v-35v) permet de transformer la tension d'un courant continu 3.5v en 35v ou inversement.

Le choix d'un convertisseur dc dépend de la tension nominale et de l'intensité de l'appareil à alimenter



Figure 2. 16 : un convertisseur dc dc 3.5v-35v

Conclusion :

Ce deuxième chapitre a été consacré particulièrement aux principes de fonctionnement de notre contrôleur et à son schéma bloc. L'ensemble du matériel composant le projet a été présenté avec leurs caractéristiques détaillées.

Chapitre 3

La réalisation de notre projet et la partie soft

Introduction :

Dans ce chapitre nous allons résumer toutes les étapes suivies lors de la réalisation de notre contrôleur d'incendie. Nous commençant par expliquer le schéma global de notre projet. Nous illustrons, par la suite, nos propos par des photos réelles que nous avons prises.

3.1 Schéma électrique de notre projet :

Ce schéma à l'aide du logiciel Fritzing représente la réalisation de notre projet. On trouve la liste des composants suivants :

Arduino UNO	3 Modules buzzer
Arduino NANO	Capteur de flamme YS17
Afficheur LCD I2C	Capteur de température dht11
Keypad 4*4	Convertisseur dc dc (3.5v-35v)
Batterie lithium 3.7v	LEDs RGB
Module TP4056	

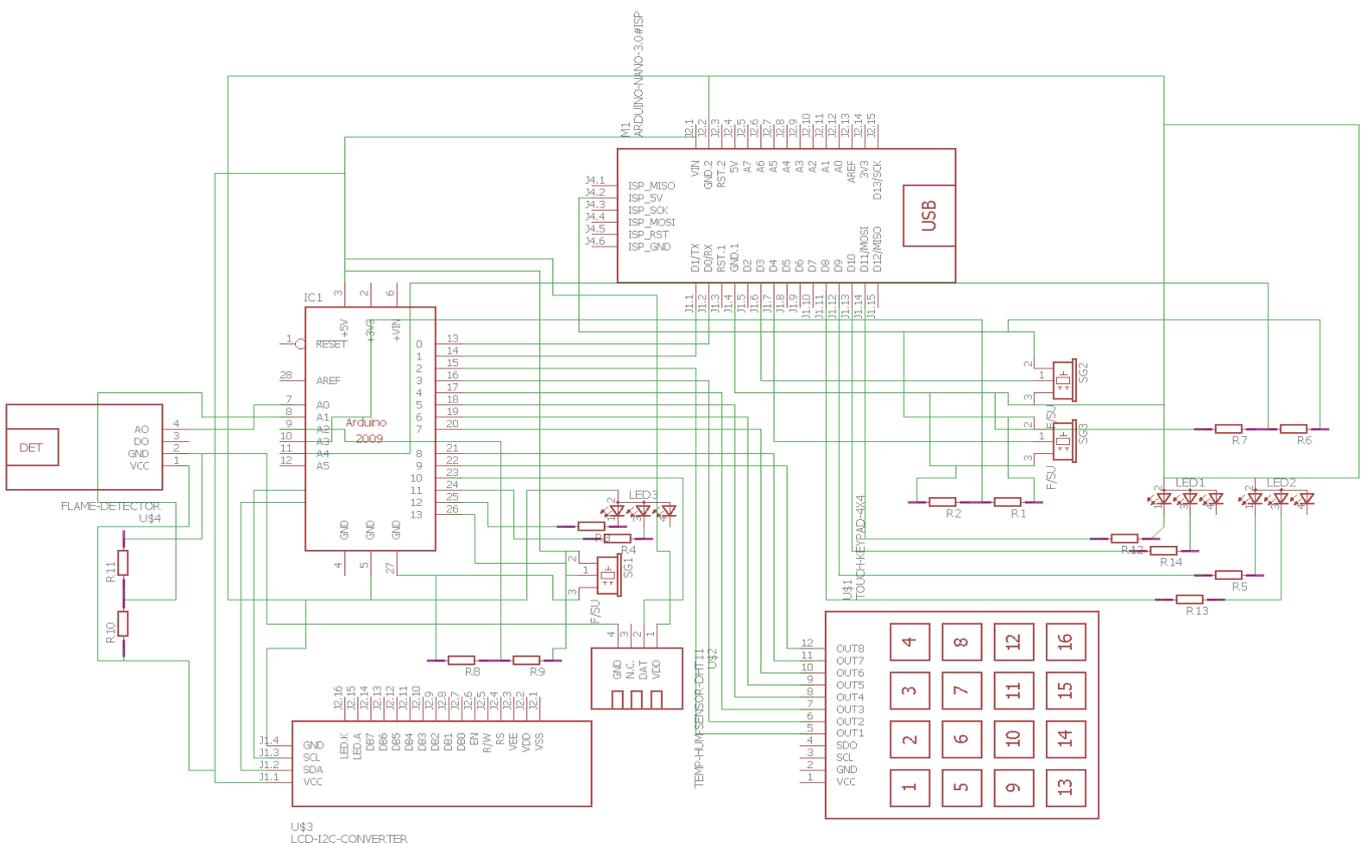
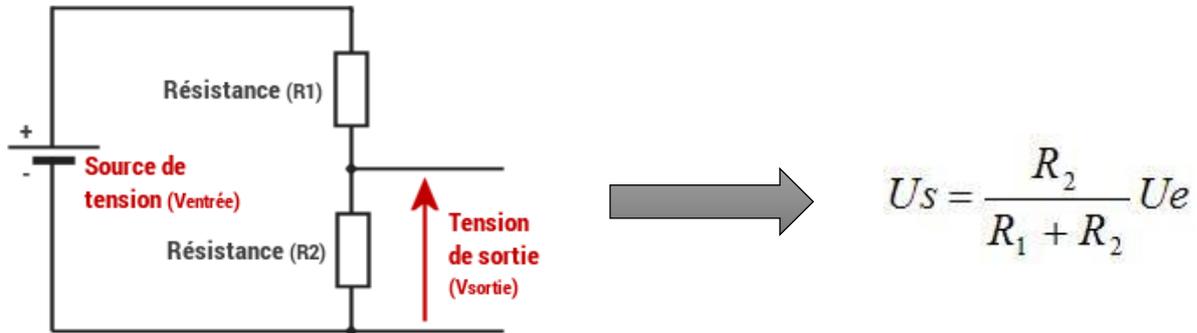


Figure 3.1 : le schéma électrique de notre projet d'après logiciel Fritzing

3.2 Diviseur de tension :

Le diviseur de tension est un montage réalisé avec deux résistances en série. Il permet de diviser une tension en entrée pour avoir une tension en sortie plus faible.

La valeur de la tension de sortie se calcule avec la formule suivante :



Pour notre projet nous avons exploiter ce principe de diviseur de tension pour s'assurer de la présence et du bon état d'un capteur électronique ou d'un buzzer.

3.3 L'utilisation du clavier (keypad 4*4) dans notre système :

Quand on appuie sur les boutons suivants :

: → Confirme si le mot passe est juste ou non

C : → Effacer (clear)

* : → Le mot de passe est correct

Si le mot passe est correcte, on appuie sur les boutons suivants pour obtenir ces options :

1 : → isolation de la zone une

2 : → isolation de la zone deux

3 : → reset

4 : → test de buzzer 1

5 : → test de buzzer 2

6 : → annulation de l'alarme 1

7 : → annulation de l'alarme 2

8 : → activation de l'alarme 3

9 : → alarme 3 off

0 : → activation de l'alarme niveau 2

Si le mot de passe est incorrect et on détecte un incendie on appuie sur les boutons suivant :

6 : pour annuler l'alarme 1 (buzzer 1)

7 : pour annuler l'alarme 2 (buzzer 2)

3.4 Quelques étape de réalisation de notre projet :

Ces deux figures représentent deux situations différentes. La première indique l'état normal (état safe), cependant que la deuxième désigne le danger dans une seule zone (zone 1).

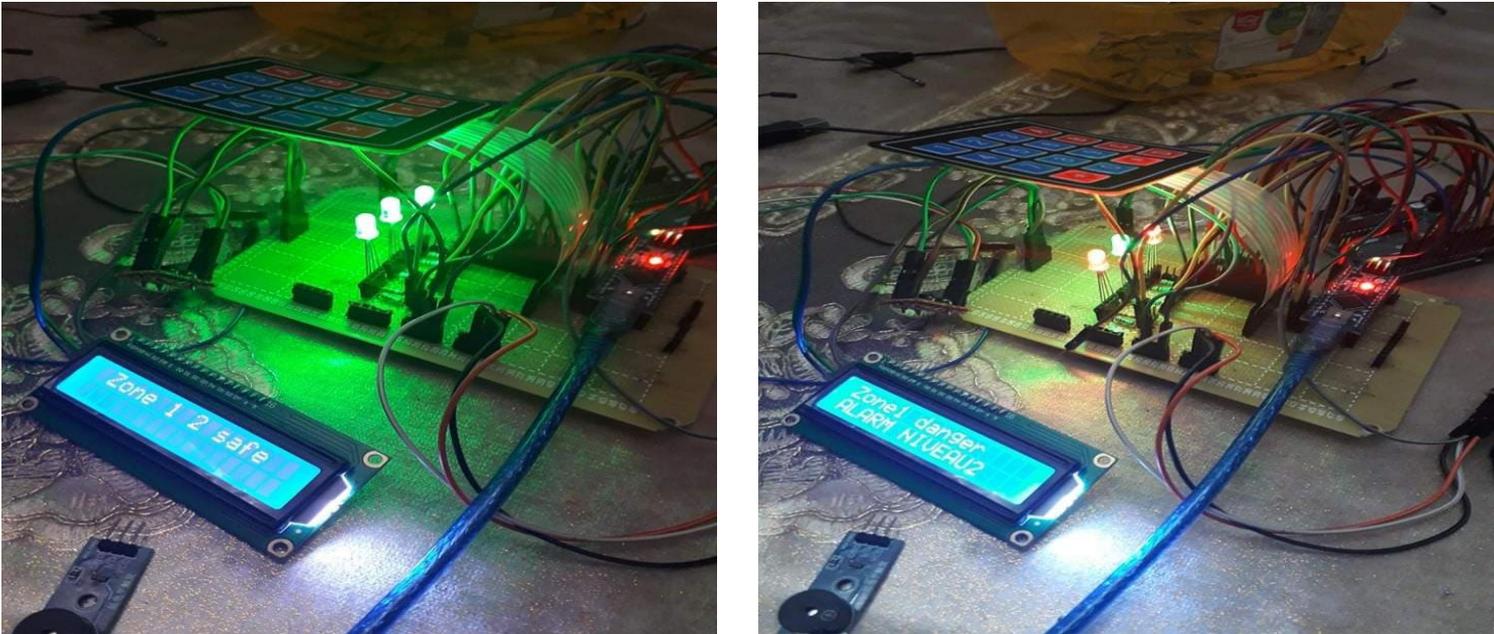


Figure 3.2 : photos de notre projet en mode fonctionnement normal

✓ Quelques exemples qui montrent des affichages du système sur l'afficheur LCD I2C



Figure 3.3 : Quelques étape de réalisation de notre projet

3.5 La forme finale de notre projet :

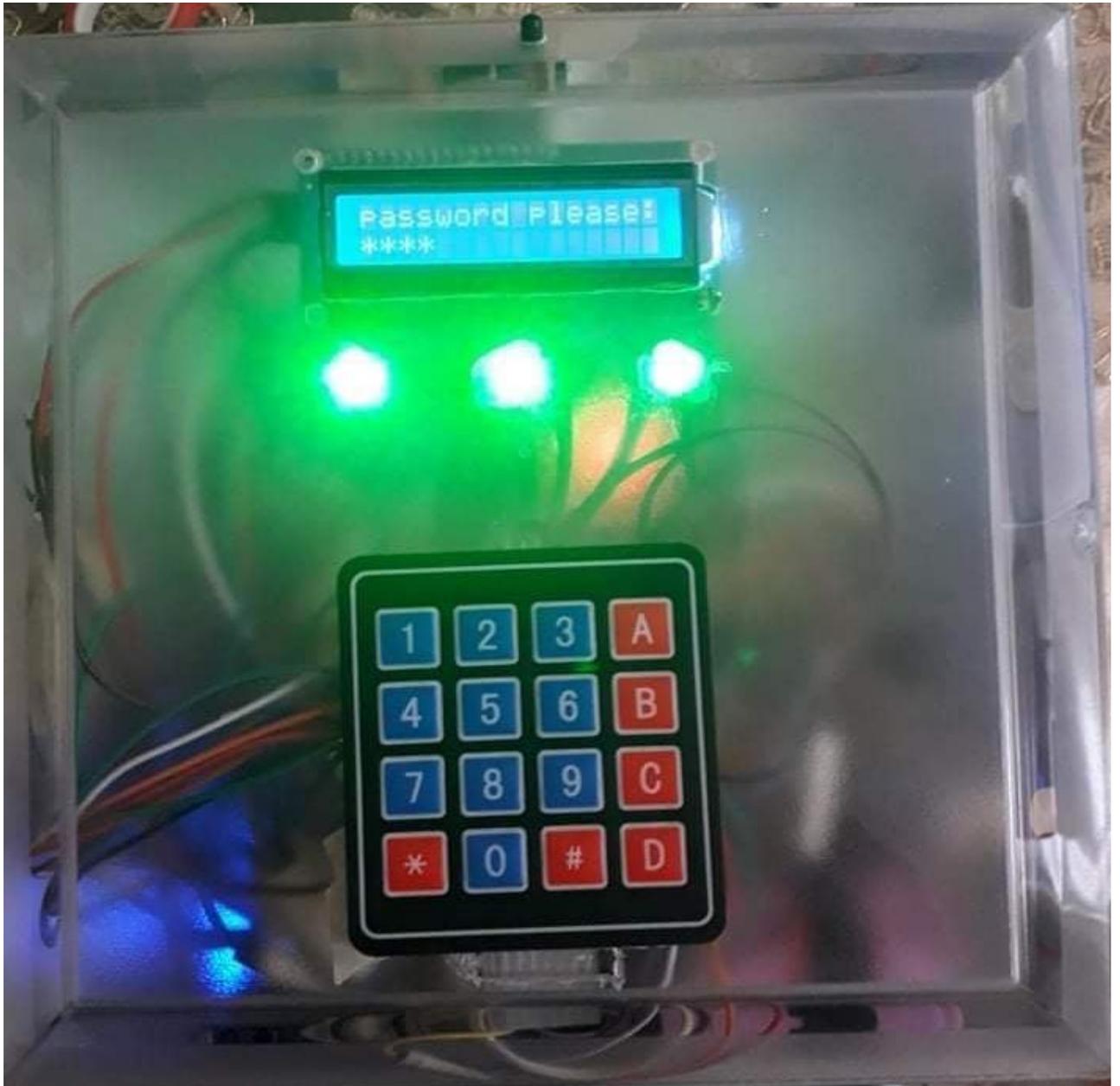


Figure 3.4 : La forme finale de notre projet

3.6 Présentation de logiciel Fritzing :

Fritzing est un logiciel libre de conception de circuit imprimé qui permet de réaliser graphiquement un circuit imprimé. Dans la ligne de Processing et d'Arduino, il permet notamment de créer les vues suivantes :

Platine d'essai (breadboard), où l'on voit les composants tels qu'ils sont dans la réalité et où l'on construit le montage

Vue schématique, représentant le schéma fonctionnel du circuit

Circuit imprimé, représentant la vue du circuit imprimé tel qu'il sera créé en PDF pour être imprimé

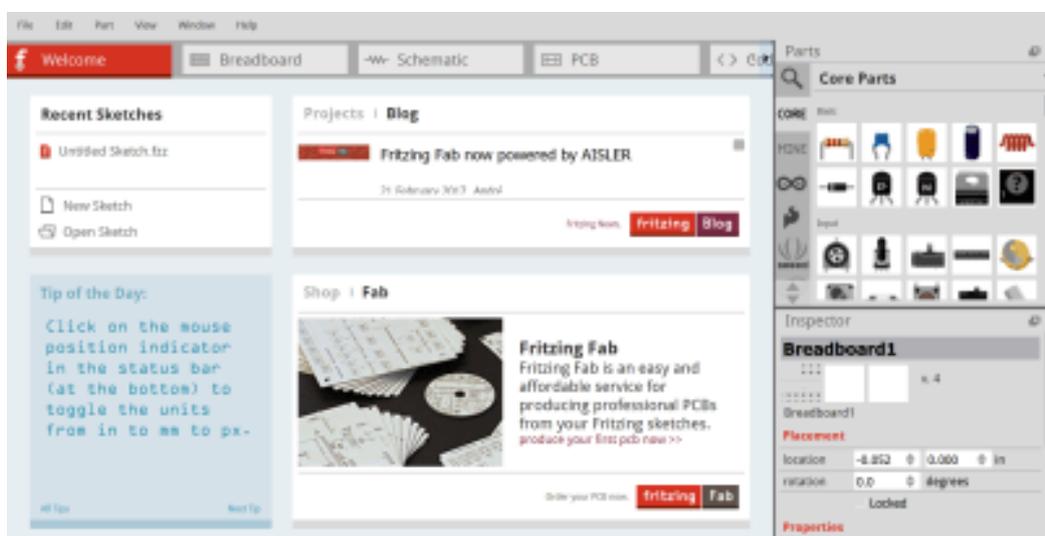


Figure 3.5 : L'interface de logiciel Fritzing

3.7 La programmation :

Pour le programme de notre projet « la réalisation d'un système de détection d'incendie dans un bateau » est en langage Arduino.

3.8 Présentation de logiciel Arduino :

Le logiciel Arduino permet de programmer la carte Arduino. Il offre une multitude de fonctionnalités. Le langage Arduino est inspiré de plusieurs langages. On retrouve notamment des similarités avec le C, le C++, le Java et le processing. Le langage impose une structure particulière typique de l'information embarquée.

3.9 L'organigramme général de notre système :

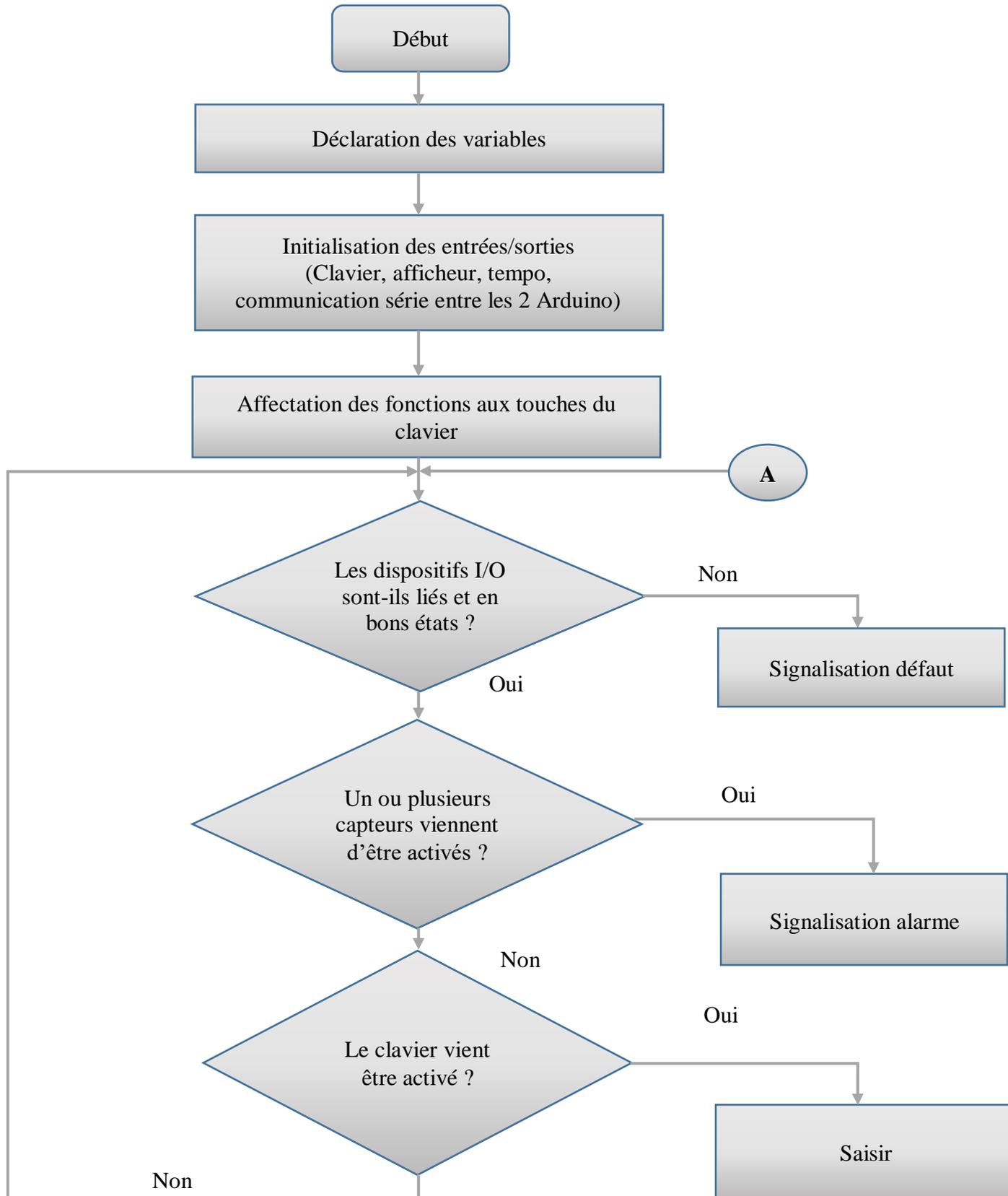


Figure 3.6 : L'organigramme général de notre système

3.9.1 L'organigramme de la fonction de signalisation d'un défaut :

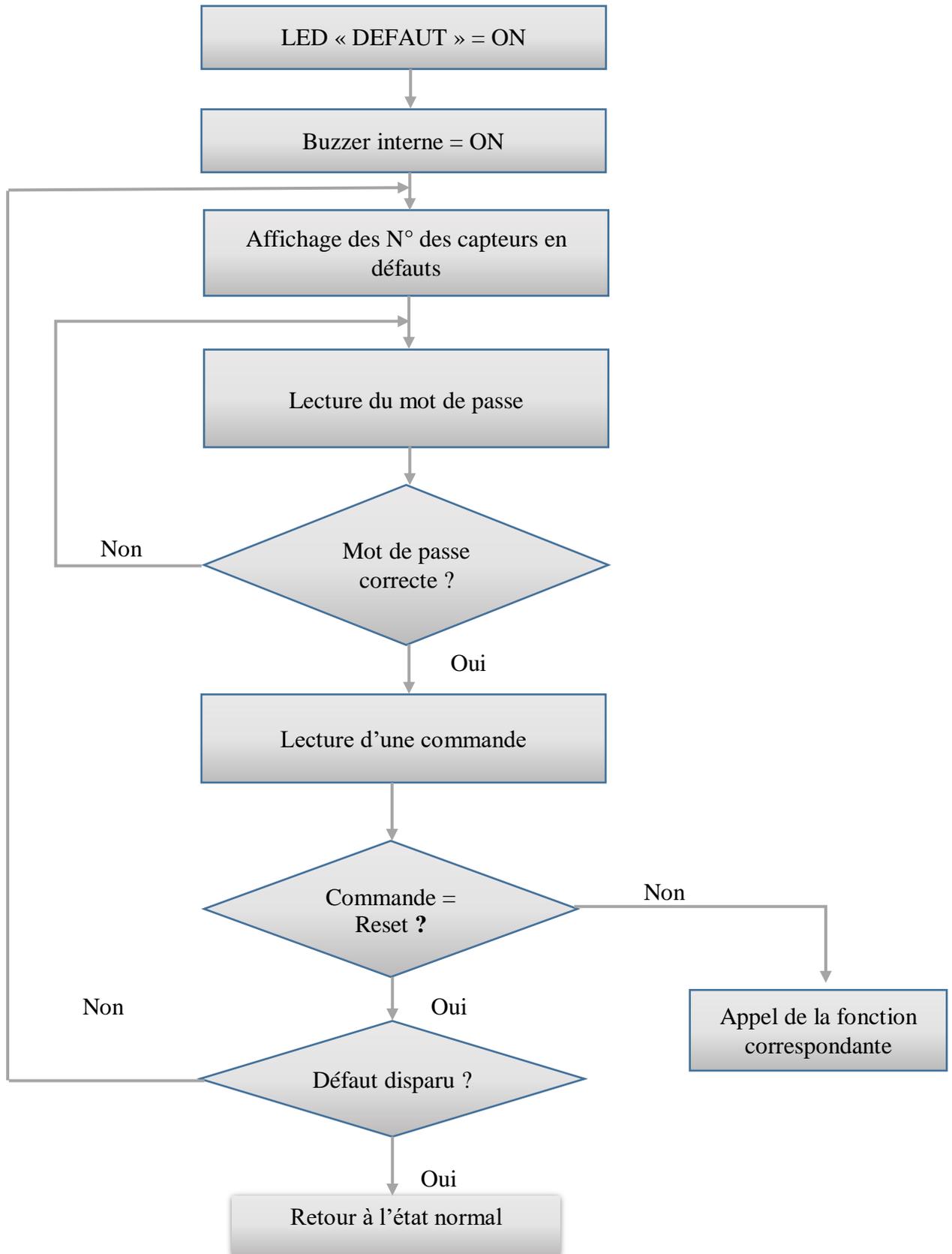


Figure 3.7 : L'organigramme de signalisation de défaut

3.9.2 L'organigramme de la fonction de signalisation d'alarme :

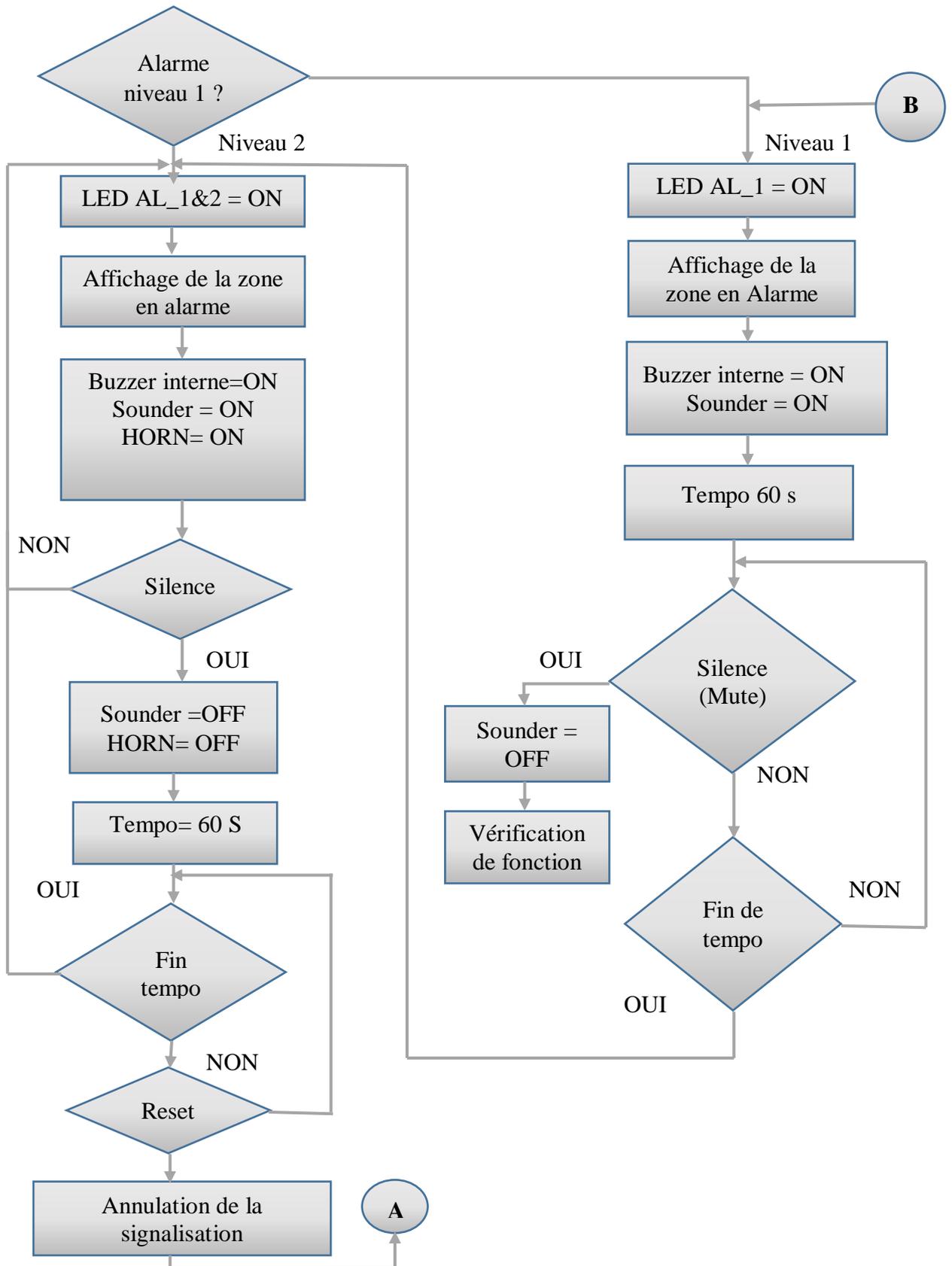


Figure 3.8 : L'organigramme de signalisation d'alarme

3.9.3 L'organigramme de la fonction de vérification :

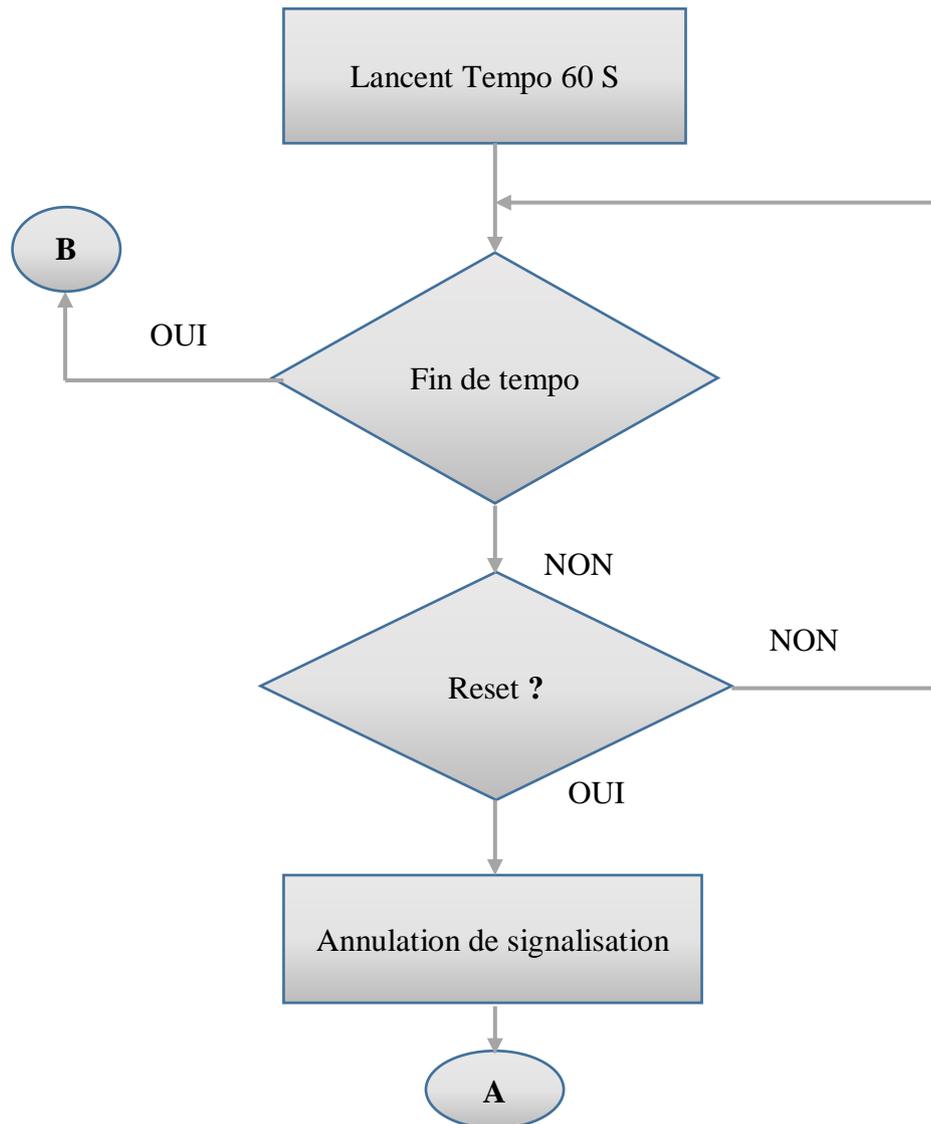


Figure 3.9 : L'organigramme de vérification

3.10 Les difficultés (les aléas dans notre projet) :

- -Manque de pin d'Arduino UNO
- -Les Fils fragile et cause des problèmes
- -Manque de capteur de qualité
- -La soudure
- -L'utilisation de l'interruption Millis

3.11 Perspectives de recherche :

Pour un mémoire de master, nous n'avons pas eu l'occasion de traiter certaines idées qui peuvent être développées d'avantage par d'autres étudiants dans de futurs travaux.

- changer l'Arduino (niveau bas) avec un Raspberry (niveau moyen) ou ordinateur qui contient système d'exploitation (windows7 windows10, linux).
- changer le mode filaire par mode sans fil.

3.12 Le cout de réalisation de notre projet :

Les matériels utilisent	la quantité	Prix unitaire (DA)
Arduino UNO	1	6000
Arduino NANO	1	1500
Keypad 4*4	1	300
Capteur (YS17)	1	50
Capteur (DHT11)	1	300
LCD I2C	1	1000
Module buzzer	3	300
LED RGB	3	30
Batterie lithium	2	250
TP4056	1	300
Convertisseur dc dc (3.5v-35v)	1	950
Les files de connexion	2	500
La boîte	1	1000
Le prix total		13890

Tableau 3.1 : Le cout de la réalisation de notre projet

Conclusion :

Ce dernier chapitre ou ce que nous avons appelé la réalisation de projet et la partie soft était consacré au schéma électrique suivi, l'organigramme et le cout de matériel. Nous avons présenté aussi les difficultés que nous avons rencontrées lors de la réalisation de notre projet.

Conclusion générale

Conclusion Générale :

Le projet que nous avons effectué consiste à concevoir et réaliser un système de sécurité incendie maritime. Nous nous sommes inspirés dans notre travail du model de contrôleur « T882 » de la société « TYCO » qui est installé dans plusieurs bateaux remorqueurs algériens.

Le T882 est composé d'une carte microinformatique à base d'un microprocesseur de Motorola « 6802 » joignant une trentaine de circuits intégrés, plus une carte d'extension à laquelle sont reliés en entrées quatre lignes de détecteurs (contrôlant 4 zones), et deux lignes de diffuseurs sonores en sortie. Un relais est destiné à une sirène (Horn) et un autre au gyrophare. La carte est munie d'un ensemble de relais acceptant la liaison d'un répéteur (T882 esclave).

Par souci économique, nous avons limité notre contrôleur à 2 zones de détection seulement. Nous avons remplacé la première ligne de détecteurs par un détecteur de température intégré dans le capteur (DHT11), et la deuxième ligne de détecteurs par un capteur de flamme (YS17). Les diffuseurs sonores sont remplacés par deux buzzer, un pour chaque ligne en sortie. Le buzzer interne est maintenu.

La signalisation par LED est maintenue, en plus un afficheur LCD est ajouté permettant au contrôleur d'être plus explicite dans ses indications. Les touches sur panneau avant du T882 sont remplacées par un clavier de 16 touches facilitant la réalisation et offrant plus de possibilités.

Notre réalisation a exploité deux modules simples d'Arduino (Uno et Nano). Le programme développé a été testé avec succès. Néanmoins, le fait que nous avons utilisé un seul capteur par ligne et un seul buzzer sur chaque sortie, nous restons un peu loin de la réalité. Pour bien s'assurer du bon fonctionnement du système, il faut encore le tester en employant de vrais détecteurs maritimes tels que les détecteurs optiques de fumée, de chaleur et de flamme de la série M300 ou M600 de la société « THORN Security ».

Annexes

1. Millis :

La fonction millis () est l'une des fonctions les plus puissantes de la bibliothèque Arduino. Cette fonction renvoie le nombre de millisecondes pendant laquelle l'esquisse actuelle s'est produite depuis la dernière réinitialisation. Elle est très pratique pour réaliser des temporisations.

2. Soft ware serial communication (Communication série logicielle) :

Le matériel Arduino a un support intégré pour la communication série sur les broches 0 et 1 (qui va également à l'ordinateur via la connexion USB). Le support série natif se produit via un élément matériel (intégré à la puce) appelé UART. Ce matériel permet à la puce Atmega de recevoir des communications série même en travaillant sur d'autres tâches, tant qu'il y a de la place dans le tampon série de 64 octets.

La bibliothèque Soft ware Serial a été développée pour permettre la communication série sur d'autres broches numériques de l'Arduino, en utilisant un logiciel pour répliquer la fonctionnalité (d'où le nom "SoftwareSerial«). Il est possible d'avoir plusieurs ports série logiciels avec des vitesses allant jusqu'à 115200 bps. Un paramètre active la signalisation inversée pour les périphériques qui nécessitent ce protocole.

UART : est un dispositif matériel informatique pour la communication série asynchrone dans lequel le format de données et les vitesses de transmission sont configurables. Il envoie des bits de données un par un, du moins significatif au plus significatif

3. Le programme :

✓ *Le programme pour l'Arduion UNO :*

```
#include <dht.h>#include <Keypad.h>#include <LiquidCrystal_I2C.h>char message1;
int dht_apin= 10;dht DHT;int cursorColumn = 0;LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
float voltage;float voltage1;int correct=0;int fals=0;int fire=0; int fire1=0;int horn=0;
int horn1=0;float voltage2;float voltage3;int mute1=0;int mute2=0;int v12=1;
int fb=0;int v=0;int v1=0;int v2=0;int v3=0;int z1;int z2;int c=0;int r1=0;int p=0;int f=0;
int safe=0;int rp=0;int t;//temperatureint A=0;int B=0;int C=0;int D=0;int pic=1;//permet de
savoir si le capteur a detecter une flamme ou pasint sf;//permet de savoir si buzzer et flame sont
active// unsigned long currentTime=0;//variable pour le temp actuel// unsigned long
previousTime=0;//variable pour le temp précédent// unsigned long s=0;//compteur en secondes
int ss=1;//variable qui me permet de reset le temps/ unsigned long s1=30;//intervale1
unsigned long s2=0;//intervale2const String password = "1234";const String password1 =
"4444";String input_password ;const int OUTPUT_PIN =10;
int flamesensor=0;//variable pour capteur de flame ;const int ROW_NUM = 4;const int
COLUMN_NUM = 4; //
char          keys[ROW_NUM][COLUMN_NUM]={{'1','2','3','A'},{'4','5','6','B'},{'7','8','9',
'C'},{'*','0','#','D'}};
byte pin_rows[ROW_NUM] = {9, 8, 7, 6};
byte pin_column[COLUMN_NUM] = {5, 4, 3, 2}; //}
Keypad keypad = Keypad(makeKeymap(keys), pin_rows, pin_column, ROW_NUM,
COLUMN_NUM );
voidsetup(void){Serial.begin(9600);pinMode(10,OUTPUT);pinMode(11,OUTPUT);pinMode
(12,OUTPUT);pinMode(13,OUTPUT);digitalWrite(13,HIGH);digitalWrite(12,HIGH);
lcd.init(); lcd.backlight();}
void loop(void) {
  DHT.read11(dht_apin);
  t=DHT.temperature;
  printVolts();
  flamesensor=analogRead(A0);
  char key = keypad.getKey();
  if(key&&correct==1||key&&fals==1||key&&fire==1||key&&fire1==1||key&&horn==1||key&
&horn1==1){
  lcd.clear();// if reaching limit, clear LCD
  lcd.setCursor(cursorColumn, 0);
  cursorColumn = 0;
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("password please:");
  lcd.setCursor(cursorColumn, 0);
  fals=0;correct=0;fire=0;horn1=0;horn=0;fire1=0;
  }
  if(key){
  //lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("password please:");
  lcd.setCursor(cursorColumn, 1);
  // move cursor to (cursorColumn, 0)
  lcd.print("*");
  cursorColumn++;
  // move cursor to next position
  if(cursorColumn ==5) {
```

```

lcd.clear();// if reaching limit, clear LCD
lcd.setCursor(cursorColumn, 0);
cursorColumn = 0;
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("password please:");
cursorColumn = 0;
lcd.setCursor(cursorColumn, 1);
r1=0; z1=0; z2=0; //p=0;
}
/* print key at (cursorColumn, 0)*/
if(key=='*' && p==1){
input_password = "";
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("chosir un bouton");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("123456789");
c=1;}
if(key=='1' && c==1){//isolation de la zone 1
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("isolation de la ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("zone 1");
Serial.println('i');//communication avec arduino
cursorColumn = 0;
s=100;
pic=0; }
if(key=='2' && c==1){//isolation de la zone 2
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("isolation de la" );
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(" zone 2");
Serial.println('I');
cursorColumn = 0;
s=100;
pic=0;}
if(key=='3' && c==1){
lcd.clear();
input_password = "";
cursorColumn = 0;
lcd.setCursor(cursorColumn, 0);
lcd.print("reset");
digitalWrite(13,HIGH);
digitalWrite(11,LOW);
digitalWrite(12,HIGH);
Serial.println('R');
s=0;//reset
ss=0;//reset
flamesensor=0;r1=0;z1=0;z2=0; c=0;p=0;D=0; f=0;C=0;B=0;
v=0;v1=0;v2=0;v3=0;

```

```

v12=1;
pic=1; }
if(key=='4'&&c==1){
//Test buzzer1
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("test buzzer ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("zone 1");
Serial.println('O');
s=100;}
if(key=='5'&&c==1){//Test buzzer1
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("test buzzer ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("zone 2");
Serial.print('o'); s=100;}
if(key=='6'&&c==1){//mute buzzer1
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("MUTE buzzer ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("alarm 1");
Serial.print('M');digitalWrite(13,LOW);s=s; }
if(key=='7'&&c==1){//mute buzzer2
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("MUTE buzzer ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("alarm 2");
Serial.print('m');digitalWrite(13,LOW);s=s;}
if(key=='8'&&c==1){ digitalWrite(13,LOW);lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("ALARM 3 ON");}
if(key=='9'&&c==1){ digitalWrite(13,HIGH);lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("ALARM 3 OFF");}
if(key=='0'&&c==1){ Serial.print('o');lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("ALARM NIVEAU2");pic=0;}
if(key == 'C') {
input_password = ""; // clear input password
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("password please:");
cursorColumn = 0;
lcd.setCursor(cursorColumn, 1);
c=0;// r1=0; z1=0; z2=0; //p=0;
} else if(key == '#') { if(password == input_password||password1==input_password) {
// Serial.println("password is correct");
input_password = "";
lcd.clear();
lcd.setCursor(1,0);
lcd.print("password is ");

```

```

lcd.setCursor(1,1);
lcd.print(" correct ");
p=1;
correct=1;
}else{lcd.clear();input_password="";lcd.setCursor(1,0);lcd.print("passwordis
");lcd.setCursor(1,1);lcd.print(" incorrect ");c=0; p=0; fals=1;
if(cursorColumn <= 5){
lcd.setCursor(cursorColumn, 0);
cursorColumn = 0;
r1=0;z1=0;z2=0; c=0;}}
input_password = "";
}else { input_password += key; }}
currentTime=millis();
if(currentTime-previousTime>=1000||ss==0){ s++; previousTime=currentTime;}
if(voltage<1||voltage1<1||voltage2<1||voltage<1&&voltage1<1&&voltage2<1){
digitalWrite(13,LOW); digitalWrite(12,LOW); digitalWrite(11,HIGH);
if(voltage<1){ while(v==0){ lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("default
capteur 1");v=1; }pic=0;D==1;C==1;sf=0;}if(voltage1<1){ while(v1==0){ lcd.clear();lcd.setCur
sor(0,0);lcd.print("default capteur2");v1=1; }pic=0;D=1;C=1;sf=0;}}
if(voltage<1&&voltage1<1){ while(v==1&&v1==1){ lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("
default capteur12");v=2;pic=0;}}
if(v==2&&voltage2<1){ while(v2==1){ lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("default
all");v2=2;pic=0;}}
//if(voltage<1&&voltage1<1&&voltage2<1){ while(v2=1&&v==2){ lcd.clear();lcd.setCursor(
0,0);lcd.print("defaultall");v2=3;v=3;pic=0;}}
if(voltage2<1){ while(v2==0){ lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("default
alarm1 ");v2=1;pic=0;}}//if(voltage3<0){ while(v3==0){ lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print
("default alarm2");v3=1;pic=0;}}
if(flamesensor<1000&&flamesensor!=0&&(voltage>1&&pic==1)||t>40&&(voltage1>1&&pic==1)||
(flamesensor<1000&&flamesensor!=0&&(voltage>1&&pic==1))&&t>40&&voltage1>1&&pic==1){ fb=1; f=1;
if(flamesensor<1000&&voltage>1||rp==1){ while(C==0){ lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.pri
nt("Zone 1 danger");lcd.setCursor(0,1);lcd.print("ALARM NIVEAU1");Serial.print('O'); sf=1;
C=1; s=0; fb=1; fire=1;}}
if(t>40&&voltage1>1){ while(D==0){ lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Zone 2
danger");lcd.setCursor(0,1);lcd.print("ALARM NIVEAU1");Serial.print('O'); sf=1;D=1;s=0;
fb=1;}}
if((flamesensor<1000&&t>40)&&voltage1>1){ while(D==0){ lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lc
d.print("Zone12danger");lcd.setCursor(0,1);lcd.print("ALARM NIVEAU1");Serial.print('O');;
sf=1;D=1;s=0;fb=1; fire=1;}}
if(s<=s1){ if(key=='6'&&fb==1){
lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("MUTE buzzer ");lcd.setCursor(0,1);lcd.print("alarm
1");Serial.print('M');s=0;;sf=0;mute1=1;horn=1; }if(s>=s1&&mute1==1){ s=0;
ss==0;flamesensor=0;r1=0;z1=0;z2=0;c=0;p=0;D=0;f=0;C=0;B=0;v=0;v1=0;v2=0;v3=0;
pic=1;mute1=0;}}
if(s>=s1&&sf==1){
while(B==0){ B=1;z1=2;s=0; correct==1; Serial.print('o');
if(C==1){ lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Zone1
danger");lcd.setCursor(0,1);lcd.print("ALARM NIVEAU2");C=2;fire1=1; }
if(D==1){ lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Zone2
danger");lcd.setCursor(0,1);lcd.print("ALARMNIVEAU2");D=2;fire1=1;}}

```

```

if(C==1&&D==1){lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Zone12
danger");lcd.setCursor(0,1);lcd.print("ALARM NIVEAU2");C=2;D=2;fire1=1;}
} } if(s<=s1){ if(key=='7'&&z1==2){
lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("MUTE buzzer ");lcd.setCursor(0,1);lcd.print("alarm
2");Serial.print('m');s=0;sf=0;mute1=2;horn1=1;} }
if(s>=s1&&mute1==2){ss==0;flamesensor=0;r1=0;z1=0;z2=0;c=0;p=0;D=0;f=0;C=0;B=0;v
=0;v1=0;v2=0;v3=0;
pic=1;mute1=0;}
} else{ if((flamesensor>1000||t<40)&&voltage>1&&voltage1>1){ //sf=0;
while(f==0){lcd.clear();lcd.setCursor(1,0);lcd.print("Zone 1 2 safe");f=1;}
} }
void printVolts(){ int sensorValue = analogRead(A1); int sensorValue1 = analogRead(A2);
int sensorValue2 = analogRead(A3); int sensorValue3 = digitalRead(A4);
voltage = sensorValue * (5 / 1024.00) * 2;
voltage1 = sensorValue1 * (5 / 1024.00) * 2;
voltage2 = sensorValue2 * (5 / 1024.00) * 2;
voltage3 = sensorValue3 * (5 / 1024.00)*2; }

```

✓ Le programme pour l'Arduino NANO :

```

#include <SoftwareSerial.h>
#include <SoftwareSerial.h>
float voltage;
char message;
int st=0;
void setup() {
// put your setup code here, to run once:
Serial.begin(9600); // communication
pinMode(3, OUTPUT); pinMode(4, OUTPUT); pinMode(12, OUTPUT); pinMode(11,
OUTPUT); pinMode(10, OUTPUT); pinMode(9, OUTPUT); pinMode(8, OUTPUT);
pinMode(7, OUTPUT);
digitalWrite(3,HIGH);digitalWrite(4,HIGH);digitalWrite(12,HIGH);digitalWrite(10, HIGH);}
void loop() {
if (Serial.available())
message = Serial.read();
if(message=='i'){digitalWrite(3,HIGH);digitalWrite(4,HIGH);digitalWrite(12,HIGH);digital
Write(10, HIGH); }
if (message == 'I') { digitalWrite(3, HIGH); digitalWrite(4, HIGH);digitalWrite(12, HIGH);
digitalWrite(10, HIGH);}
if (message == 'R') {
digitalWrite(3, HIGH);
digitalWrite(4, HIGH);
digitalWrite(11, LOW);
digitalWrite(9, LOW);
digitalWrite(12, HIGH);
digitalWrite(10, HIGH); }
if (message == 'M') {digitalWrite(3, HIGH);}
if (message == 'm') {digitalWrite(3, HIGH);digitalWrite(4, HIGH); }
if (message == 'O') {
digitalWrite(3, LOW); digitalWrite(12,LOW); digitalWrite(11, HIGH);} if (message == 'o'){
digitalWrite(4, LOW); digitalWrite(10,LOW);digitalWrite(9, HIGH); } }

```

Bibliographie :

- [1]. file:///C:/Users/Halima/Desktop/Alarme_incendie.pdf
- [2]. Système d'alarme incendie - Praxis Automation Technology B.V. (praxis-automation.eu)
- [3]. http://pedagogie.aclimoges.fr/sti_si/accueil/FichesConnaissances/Sequence2SSi/co/grain_1_generalites_capteurs.html
- [4]. <https://shipfever.com/fire-detector-types-working-principle/>
- [5]. <https://fr.lambdageeks.com/flame-sensor/> - respond
- [6]. <https://fr.lambdageeks.com/flame-sensor/>
- [7]. <https://ram-e-shop.com/product/sen-ys17-flame-5mm/>
- [8]. <https://tutoduino.fr/debuter/capteur-temperature/>
- [9]. <https://www.carnetdumaker.net/articles/utiliser-un-capteur-de-temperature-et-dhumidite-dht11-dht22-avec-une-carte-arduino-genuino/>
- [10]. <http://hack4.info/index.php?static1/cartes>
- [11]. <https://www.arduino-france.com/review/arduino-uno/>
- [12]. http://www.microsann.com/images/Atelier_Joomla/Fiches_PDF/La_carte_Arduino_UNO.pdf
- [13]. <https://www.gotronic.fr/art-carte-arduino-nano-12422.htm>
- [14]. <https://www.arduino-france.com/review/arduino-nano-avantages-inconvenients-utilisation-et-fonctionnement/>
- [15]. https://www.tutoriel-arduino.com/lcd_i2c_arduino/
- [16]. <https://www.technologuepro.com/cours-systemes-embarques/cours-systemes-embarques-Bus-I2C.htm>
- [17]. file:///C:/Users/Halima/Downloads/M%C3%A9moireFinale.pdf
- [18]. <https://www.hwlibre.com/fr/tp4056/>