

# Sommaire

---

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

## **Chapitre I : généralités**

1. Introduction .....	2
2. Principe de fonctionnement et constitution d'un système d'alarme incendie .....	2
2.1. Capteurs (détecteurs) .....	2
2.2. Détecteurs thermostatiques .....	3
2.3. Détecteurs thermo vélocimétriques .....	3
2.4. Détecteurs optiques.....	4
2.5. Centrale d'alarme incendie .....	5
2.6. Actionneurs (asservissements) .....	5
2.7. Voies spécialisées .....	5
2.8. Alimentations électriques .....	5
3. Analyse des boucles ou des zones de détection .....	7
3.1. Principe de fonctionnement d'une boucle .....	7
3.2. Dysfonctionnement.....	7
3.3. Installation d'un détecteur de fumée .....	8
4. Installation d'un détecteur dans les caravanes et mobil homes.....	8
5. Endroits où il ne faut pas installer des détecteurs .....	9
6. Procédure d'évacuation d'urgence .....	10
6.1. Plan d'évacuation .....	10
6.2. Obligations légales .....	11
6.3. Mise en œuvre de la procédure d'évacuation .....	11
6.3.1. Évaluation de la situation.....	11
6.3.2. Dresser un plan des lieux .....	11
6.3.3. Déterminer les secteurs .....	12
6.3.4. Déterminer les parcours d'évacuation.....	12

## **Chapitre II : Synoptique et étude des différents étages**

Introduction .....	14
--------------------	----

# Sommaire

---

1. Schéma synoptique du montage .....	14
2. Principe de fonctionnement.....	15
3. Alimentation (pile) .....	15
3.1. Pile .....	15
3.2. Fonctionnement d'une pile .....	15
3.3. Capacité et décharge des piles .....	16
4. Circuits intégrés.....	16
4.1. Définition.....	16
4.2. Circuit intégré CD 4001 .....	17
4.3. Circuit intégré CD 4093 .....	17
4.4. Circuit intégré CD 4049 (Inversion logique).....	17
5. Portes logiques .....	18
5.1. Porte logique ET .....	19
5.2. Porte logique OU .....	19
5.3. Inversion logique .....	20
6. Bascule .....	20
6.1. Bascule RS.....	20
7. Trigger de Schmitt.....	23
8. Multivibrateur astable .....	24
9. Génération d'un signal rectangulaire .....	24
9.1. Identification de la fonction.....	24
9.2. Rapport cyclique.....	25
9.3. Réalisation de la fonction génération d'un signal rectangulaire.....	26
9.3.1. Montage astable à 1 porte logique inverseuse à entrée Trigger .....	26
9.3.2. Montage astable à A.L.I. ....	27
9.3.3. Montage astable à NE555 .....	28
9.3.4. Montage astable à 2 portes logiques C-MOS inverseuses .....	29
9.4. Oscillateurs à deux portes logiques NAND.....	30
9.5. Oscillateurs à portes logiques NOR.....	31
9.6. Sextuple inverseur .....	31

# Sommaire

---

## Chapitre III : Réalisation pratique

1. Introduction .....	34
2. Circuit électrique du montage .....	34
2.1 Détection d'incendie .....	35
2.2 Fonctionnement global.....	36
3. Fonctionnement de chaque étage .....	37
3.1 Alimentation .....	37
3.2 Base de temps (oscillateur).....	38
3.3 Comparateur (Bascule RS) .....	40
3.4 Oscillateur astable 1.....	41
3.5 Oscillateur astable 2.....	43
3.6 Amplificateur (sextuple inverseur) .....	44
4 Réglages .....	44
5 Réalisation pratique.....	45
5.1 Circuit imprimé.....	45
5.2 Consommation d'énergie.....	47
Nomenclature : .....	47
Conclusion.....	50

# Liste des figures

---

## Chapitre I : Généralités

Figure 1.1 : Schéma du développent de feu.....	3
Figure 1.2 : Exemple de détecteur thermostatique [2]. ....	4
Figure 1.3 : Exemple de détecteur thermostatique [4]. ....	5
Figure 1.4 : Photo de l'installation réelle [1]. ....	6
Figure 1.5 : Schéma synoptique de l'installation [1]. ....	6
Figure 1.6 : Schéma d'une boucle de détection [1]. ....	8
Figure1.7 : Exemple pour un plan d'évacuation d'urgence [6]. ....	11

## Chapitre II : Synoptique et étude des différents étages

Figure 2.1 : Schéma synoptique du circuit. ....	14
Figure 2.2 : Symbole électrique d'une pile[4]. ....	15
Figure 2.3 : Structure d'un CD4001 [7]. ....	17
Figure 2.4 : Structure d'un CD 4093[7]. ....	17
Figure 2.5 : Structure d'un CD 4049 [7]. ....	18
Figure 2.6 : Symboles des trois fonctions de base [8]. ....	19
Figure 2.7 : Symboles de la porte logique ET [8]. ....	19
Figure 2.8 : Symboles d'une porte logique OU à deux entrées [8]. ....	20
Figure 2.9 : Symboles d'une porte inverse logique [8]. ....	20
Figure 2.10 : Bascule RS à portes NON-ET [8]. ....	21
Figure 2.11 : Bascule RS, pour chaque état de la table de vérité [9]. ....	22
Figure 2.12 : Exemple de réalisation d'un trigger de Schmitt [8]. ....	23
Figure 2.13: Cycle d'hystérésis associé à un trigger de Schmitt avec et sans tension de référence..	24
Figure 2.14 : Exemple d'un signal rectangulaire [8]. ....	25
Figure 2.15 : Exemple d'un signal carré [8]. ....	25
Figure 2.16 : Exemple d'un signal avec le rapport cyclique [2]. ....	26
Figure 2.17 : Schéma de l'astable à 1 porte logique Trigger inverseuse [9]. ....	27
Figure 2.18 : Exemple de Montage trigger inverseur à A.L.I [9]. ....	27
Figure 2.19 : Montage astable à base de NE555 [9]. ....	29
Figure 2.20 : Montage astable à 2 portes logiques C-MOS inverseuses [9]. ....	30
Figure 2.21 : Circuit électrique de l'oscillateur astable commandé à portes NAND [10]. ....	30

## Liste des figures

---

Figure 2.22 : Circuit électrique de l'oscillateur astable commandé à portes NOR [10].	31
Figure 2.23 : Circuit électrique de CD4049 (étage de sortie).	32

### Chapitre III : Réalisation pratique

Figure 3.1 : Circuit électrique du montage.	34
Figure 3.2 : Variation de la résistance d'une CTN en fonction de la température.	35
Figure 3.3 : Base de temps en série avec la CTN et $R_0$ .	36
Figure 3.4 : Schéma structurel complet.	36
Figure 3.5 : Signal de base de temps.	37
Figure 3.6 : Alimentation du circuit.	37
Figure 3.7 : Circuit de la base de temps (Proteus ISIS).	38
Figure 3.8 : Signal de la base de temps (pin 3 U1 : A).	39
Figure 3.9 : Signal de la base de temps (pin 4 U1 : B).	39
Figure 3.10 : Circuit de la bascule RS.	40
Figure 3.11 : Signal de la sortie de la bascule RS à l'état 1 et à l'état 0.	41
Figure 3.12 : Oscillateur astable 1 avec des portes NAND.	41
Figure 3.13 : Signal de sortie de l'oscillateur astable 1 (Pin10 de la porte NAND U1 : C).	42
Figure 3.14 : Circuit de l'oscillateur astable 2 avec des portes NOR.	42
Figure 3.15 : Signal au PIN11 de U2 : D.	43
Figure 3.16 : Amplificateur avec des portes inverseurs.	44
Figure 3.17 : Circuit imprimé final.	45
Figure 3.18 : Circuit imprimé PROTEUS ARES.	46
Figure 3.19 : Vue 3D du circuit imprimé avec composants.	46
Figure 3.20 : Circuit imprimé avec les composants sur la plaque.	47

## **Chapitre II : Synoptique et étude des différents étages**

Tableau 2.1 : Table de vérité de la porte logique ET [8].....	19
Tableau 2.2 : Table de vérité d'une porte logique OU à deux entrées [8]. ....	20
Tableau 2.3 : Table de vérité d'une bascule RS [8]. ....	21

# Introduction

Rapport-Gratuit.Com

## **Introduction générale**

Pour détecter le danger avant qu'il ne survienne dans une zone surveillée, un détecteur d'incendie est indispensable ; le détecteur de température en est un parmi tant d'autres.

En cas d'élévation de température au-dessus d'un certain seuil fixé, une alarme sonore est activée afin de prévenir les individus d'un potentiel risque d'incendie.

Notre projet consiste à l'étude et la réalisation d'un détecteur de température à base d'une thermistance ou résistance à coefficient de température négatif (CTN). Nous divisons notre travail en trois chapitres :

Dans le premier chapitre, nous présentons des généralités sur les différents détecteurs d'incendie qui existent.

Dans le deuxième chapitre, nous présentons le schéma synoptique du montage avec une explication générale du principe de fonctionnement ; puis nous étudions théoriquement les différents étages qui constituent le montage.

Le troisième chapitre est consacré à la réalisation pratique du montage. Nous y trouvons le circuit électrique avec une explication détaillée du fonctionnement, les étapes d'élaboration du circuit imprimé, le câblage et les mesures pratiques.

Nous terminons enfin notre mémoire par une conclusion générale et des perspectives.



# Chapitre I

## 1. Introduction

Dans ce chapitre ; nous allons parler des détecteurs d'incendie, d'une manière générale.

Les alarmes d'incendie sont installées dans de très nombreux bâtiments recevant du public ou des travailleurs, elles sont en général discrètes et personne ne s'en préoccupe jusqu'au jour où elles se déclenchent [1].

## 2. Principe de fonctionnement et constitution d'un système d'alarme incendie

Ce type de système est classiquement pourvu de capteurs (détecteurs) et d'actionneurs (asservissements) et d'un automate de contrôle (centrale d'alarme).

Une particularité de ce système de sécurité est qu'il puisse fonctionner en cas de coupure de l'alimentation électrique. Un certain nombre de batteries d'accumulateurs électrochimiques assurent l'autonomie du système dans ce cas.

Pour avoir une installation réaliste et intéressante à étudier nous avons visé une installation correspondant à celui d'un petit hôtel réalisée avec du matériel homologué et commercialisé [2].

### 2.1. Capteurs (détecteurs)

Le plus simple est le déclencheur manuel actionné pour donner l'alerte. Il correspond à la fermeture d'un simple contact, l'homme étant dans ce cas le détecteur.

Les détecteurs d'incendie sont de différentes technologies plus ou moins chères et sensibles, notons en particulier :

- ❖ les détecteurs thermostatiques qui déclenchent sur un niveau de température (lents à détecter).
- ❖ les détecteurs thermo-vélocimétriques qui détectent un accroissement de la température.
- ❖ les détecteurs optiques qui détectent la présence de particules coupant un rayon lumineux ou diffusant un rayon lumineux.
- les détecteurs multi-capteurs qui par l'association de deux technologies permettent d'obtenir une meilleure sensibilité tout en gardant une immunité face à des déclenchements intempestifs.

Il existait des détecteurs ioniques utilisant des éléments faiblement radioactifs qui permettaient la détection d'un courant de fuite en cas de particules dans l'air ; ils sont maintenant interdits. En cas de fin de vie soit dans une décharge soit dans un incinérateur, il y

avait une dispersion de l'élément radioactif non compatible avec des règles environnementales [2].

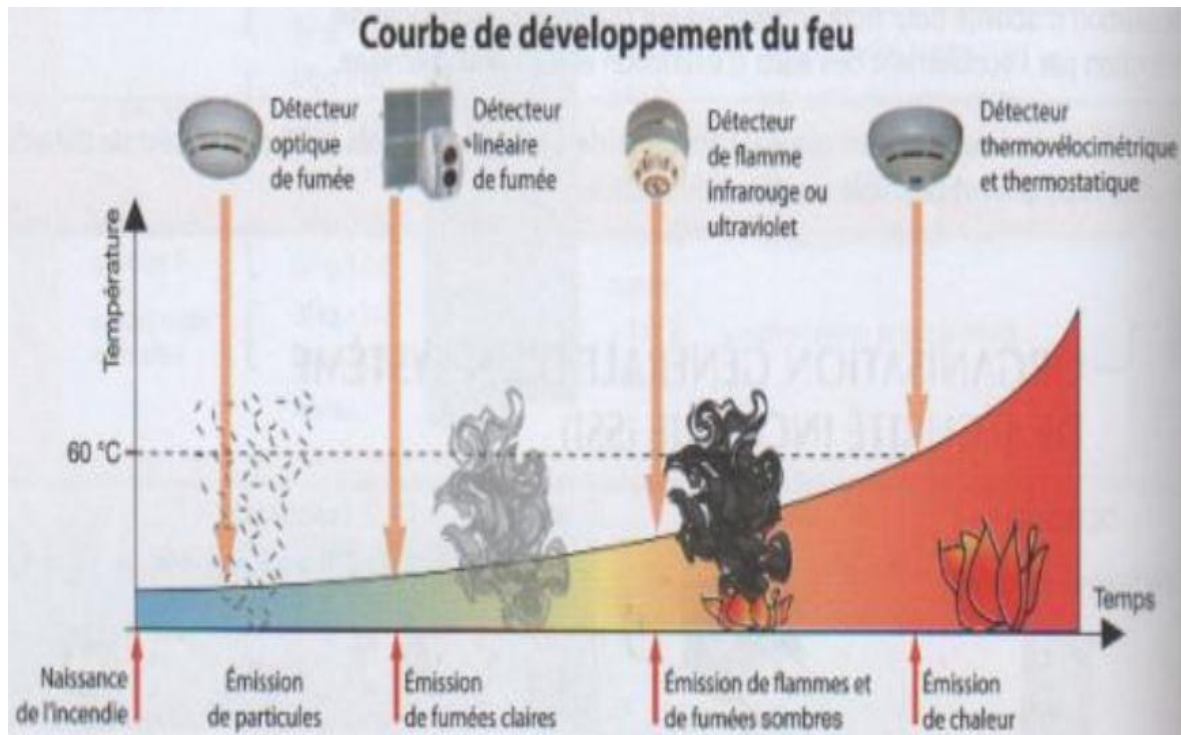


Figure 1.1 : Schéma du développement de feu.

## 2.2. Détecteurs thermostatiques

Le détecteur de chaleur thermostatique est conçu pour être installé dans des locaux où des changements importants de température peuvent se produire fréquemment. Il déclenche l'alarme lorsque la température ambiante atteint une valeur fixée à l'avance. Ce sont les modèles les plus anciens et leur emploi est réservé aux locaux clos et de faible volume dans lesquels la température est relativement stable [3].

## 2.3. Détecteurs thermo vélocimétriques

Le détecteur de chaleur thermovélocimétrique est conçu pour être installé dans des locaux où la température est stable. Il est insensible à la présence de fumées mais est parfaitement adapté pour détecter une élévation rapide de la température.

- Particulièrement adapté pour les débuts d'incendie occasionnant un développement anormalement rapide de la température ou un dépassement de seuil (60°C).
- Détection par mesure de la température ambiante (thermistance associée à un microcontrôleur).
- surface maximale de détection d'environ 30 m<sup>2</sup>.

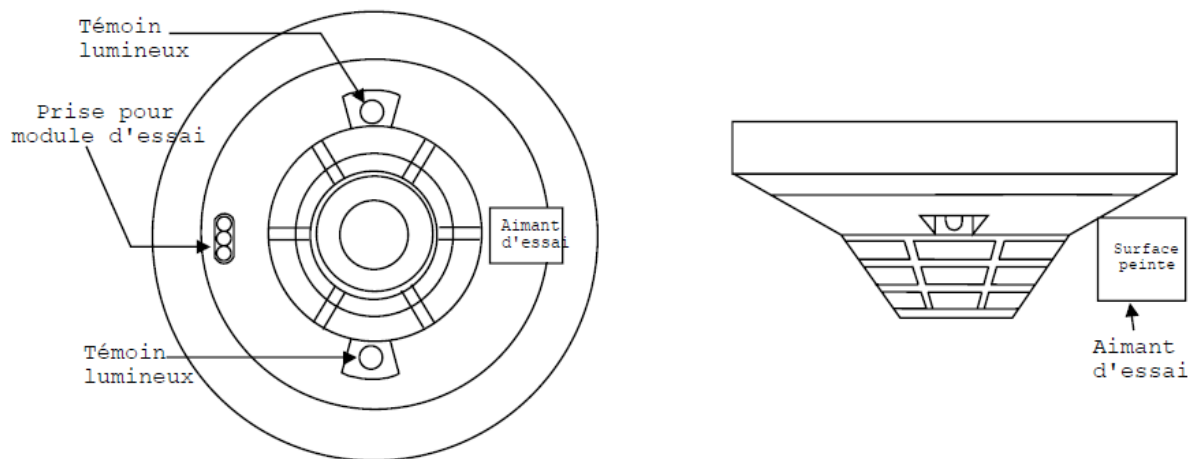


Figure 1.2 : Exemple de détecteur thermostatique [2].

## 2.4. Détecteurs optiques

Le détecteur optique possède une chambre optique avec une LED et une cellule photoélectrique placée perpendiculairement (voir schéma ci-dessous à droite). En l'absence de fumée, le faisceau lumineux émis par la diode parcourt la chambre optique sans toucher la cellule photoélectrique [4].

Lorsque de la fumée est présente dans la pièce et pénètre dans la chambre optique du détecteur, les particules de fumée renvoient le faisceau lumineux dans toutes les directions, ce qui éclaire faiblement la cellule photoélectrique. Cette dernière transforme alors la lumière en un courant électrique qui est envoyé au circuit de l'alarme et l'active [4].

- Particulièrement adapté pour les feux qui mettent longtemps à se déclarer (matelas, poubelle, canapé...) et qui sont les plus courants.
- Détection par réflexion d'un faisceau de lumière sur les particules de fumée.
- Surface maximale de détection d'environ 60 m<sup>2</sup>.

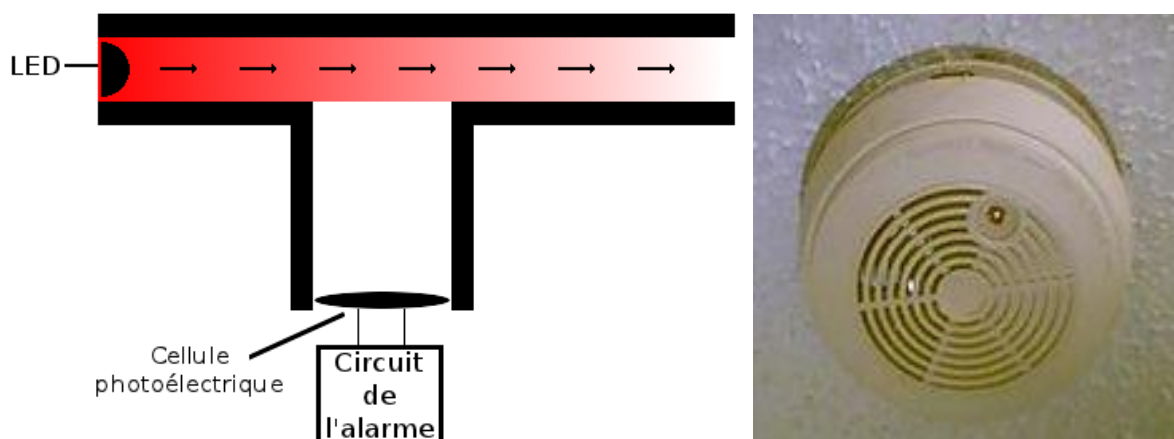


Figure 1.3 : Exemple de détecteur optique [4].

### **2.5. Centrale d'alarme incendie**

Elle permet d'assurer un fonctionnement de l'ensemble qui soit conforme à la réglementation en vigueur.

Son fonctionnement est facilement paramétrable comme le nombre de zones surveillées, et le nombre de voies asservies [1].

### **2.6. Actionneurs (asservissements)**

Le mot asservissement désigne des actionneurs commandés par la centrale d'alarme afin d'effectuer des actions limitant l'incendie, en particulier la fermeture des portes pare-feu assurant le compartimentage d'un bâtiment, et l'ouverture de trappes de désenfumage.

La commande de ces éléments nécessite des ventouses à rupture de courant pour les portes pare-feu ou des ventouses à injection de courant pour les trappes de désenfumage [1].

### **2.7. Voies spécialisées**

Certaines voies sont spécialisées et configurées d'origine : sirène, télé-report des informations vers un poste de gardiennage ou d'astreinte, commande de l'éclairage de sécurité TLU (Télécommande universelle) [1].

### **2.8. Alimentations électriques**

Les éléments de faible puissance disposent de leur propre accumulateur électrochimique assurant une autonomie en cas de coupure du secteur.

Pour les éléments plus dépen­si­ers en énergie lors d'un d'incendie comme le réseau de sirènes, le réseau de ventouses à injection de courant ; une alimentation extérieure à la centrale d'alarme est dans ce cas nécessaire. Un onduleur avec une réserve d'énergie sur batterie d'accumulateurs peut être nécessaire pour assurer le fonctionnement des moteurs de désenfumage [1].

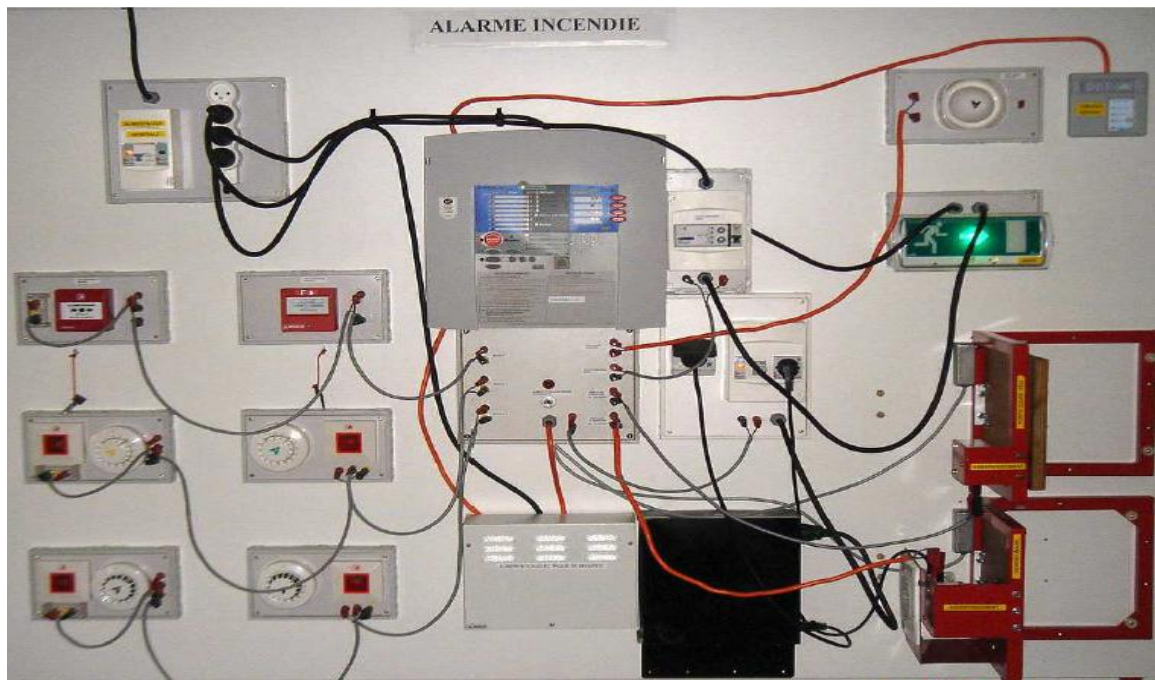


Figure 1.4 : Photo de l'installation réelle [1].

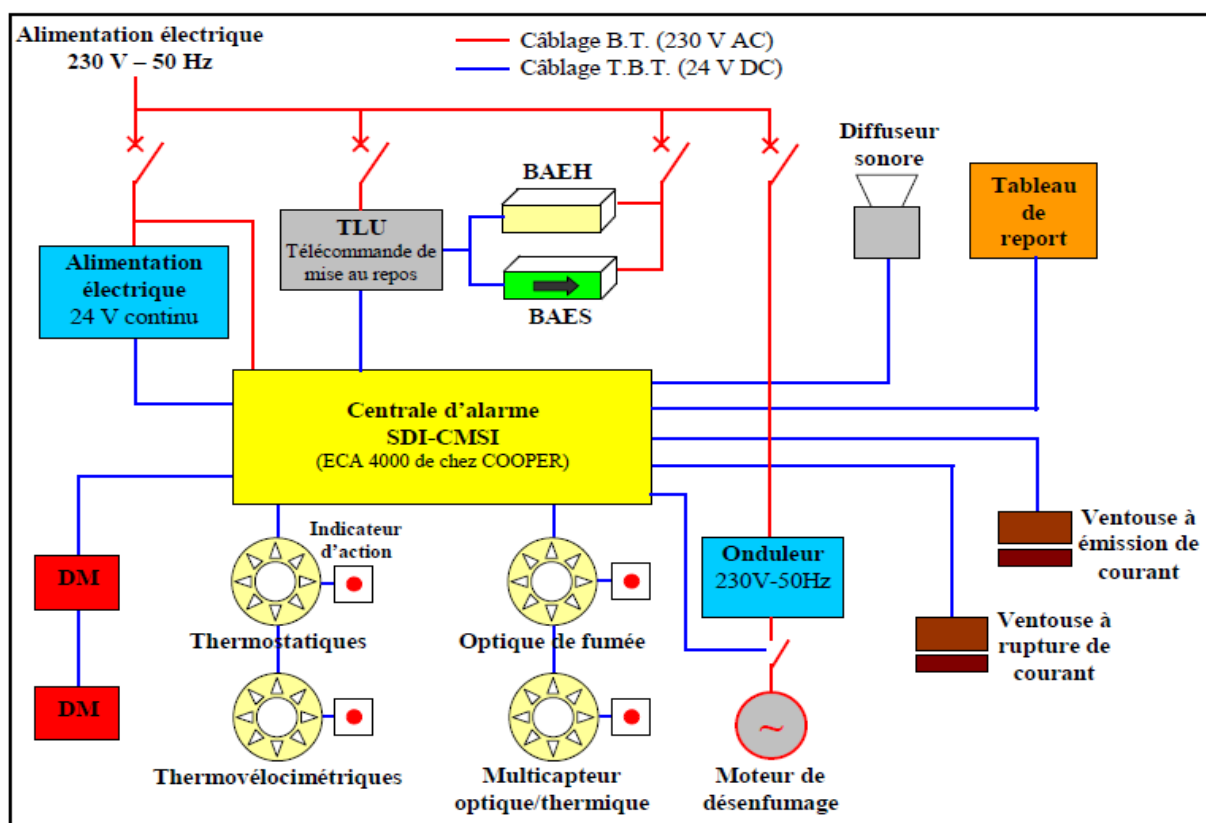


Figure 1.5 : Schéma synoptique de l'installation [1].

### 3. Analyse des boucles ou des zones de détection

Afin d'effectuer une prélocalisation du lieu d'incendie, la détection est partitionnée en un certain nombre de zones de détection. Chaque zone correspond à une boucle de détection.

Une boucle doit être constituée soit de déclencheurs manuels (DM) soit de détecteurs de température ou de fumée. Le mélange de ces deux types d'appareils n'est pas autorisé [1].

#### 3.1. Principe de fonctionnement d'une boucle

Les déclencheurs manuels ou les détecteurs d'incendie sont des interrupteurs normalement ouverts. Les différents capteurs d'une boucle sont branchés en parallèle, et le dernier capteur de la boucle contient une résistance de fin de boucle. La résistance de fin de boucle avec la résistance contenue dans la centrale forme un pont diviseur de tension. La tension en départ de boucle est mesurée en permanence par la centrale de manière à surveiller les différentes boucles [1].

#### 3.2. Dysfonctionnement

En cas de déconnexion d'un fil de la boucle, le courant ne circule plus dans la résistance de fin de boucle et la tension en départ de boucle devient égale à la tension d'alimentation. Ce qui déclenche la signalisation d'un défaut [1].

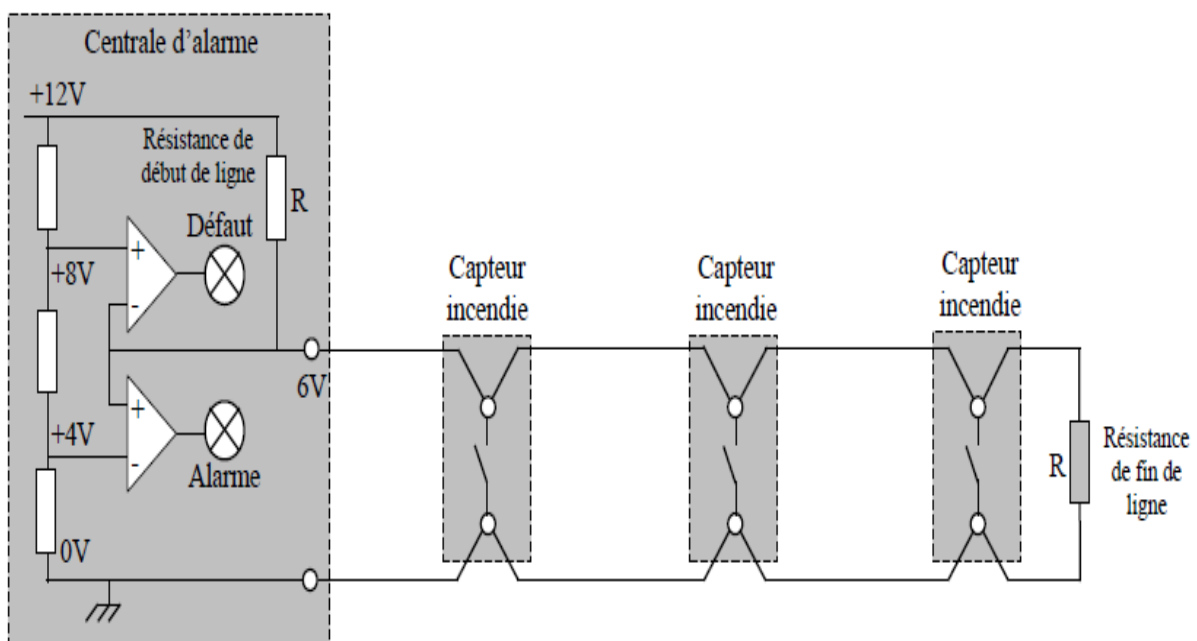


Figure 1.6 : Schéma d'une boucle de détection [1].



### 3.3. Installation d'un détecteur de fumée

Les détecteurs de fumée doivent être installés selon la norme NFPA Standard 74. Pour la protection complète d'une habitation, installer un détecteur dans chaque pièce, dans les couloirs, la cave et les vérandas. L'équipement minimum est d'un détecteur par étage, plus un par chambre à coucher [5].

#### ❖ Quelques conseils :

- installer un détecteur dans le couloir d'accès à chaque chambre ; pour les habitations sur plusieurs niveaux, installer un détecteur par niveau.
- installer au minimum 2 détecteurs par habitation.
- installer un détecteur dans chaque chambre à coucher.
- si le couloir qui dessert les chambres dépasse 12 mètres, installer un détecteur à chaque extrémité.
- installer un détecteur dans chaque chambre, car une porte fermée peut empêcher la fumée de se propager et l'alarme du couloir pourrait ne pas réveiller une personne en train de dormir.

Emplacements des détecteurs dans une habitation comportant plusieurs niveaux :

- Pour la cave, installer les détecteurs en bas de l'escalier.
- Pour l'étage, installer les détecteurs en haut de l'escalier.
- Veiller à ce qu'aucune porte ou autre obstacle n'empêche la fumée d'atteindre le détecteur.
- Installer des détecteurs supplémentaires dans les différentes pièces.
- Fixer les détecteurs aux plafonds, si possible au centre de chaque pièce. Sinon, les fixer au plafond à une distance minimum de 10 cm du bord.
- S'il est impossible de fixer les détecteurs au plafond, et que la réglementation en vigueur nous autorise à les fixer au mur, il faut respecter toujours une distance de 10 à 15 cm du plafond.
- Dans les pièces mansardées ou sous un toit, essayer d'installer les détecteurs à une distance minimum de 90 cm du point le plus haut [5].

### 4. Installation d'un détecteur dans les caravanes et mobil homes

Les caravanes et mobil homes construits depuis 1978 bénéficient d'une isolation renforcée. Les détecteurs doivent être installés comme il est indiqué précédemment.

Dans les modèles de fabrication antérieure, l'isolation est beaucoup moindre. Les portes et le toit sont souvent constitués de plaques métalliques non isolées, avec le risque que des



zones d'air plus froides (ou plus chaudes selon la température extérieure) empêchent la fumée d'arriver jusqu'aux détecteurs. Dans ce cas, installer les détecteurs sur les cloisons intérieures, à 10 / 15 cm du plafond, en évitant les parois pouvant être anormalement chaudes ou froides. Installer un détecteur aussi près que possible de chaque zone couchette [5].

### 5. Endroits où il ne faut pas installer des détecteurs

Les alarmes intempestives se déclenchent lorsque les détecteurs sont installés dans des emplacements où ils ne peuvent fonctionner correctement [5].

- Ne pas installer de détecteur là où il peut y avoir de la fumée : cuisines mal ventilées, garages (à cause des gaz d'échappement) fourneaux, chaudières, radiateurs à combustion.
- Les détecteurs doivent être installés à au moins 6 mètres de toute source de combustion (cuisine....) et si ce n'est pas possible (par exemple dans un mobil home), aussi loin que possible de la source de combustion, de préférence fixés au mur.
- Pour éviter les fausses alarmes, bien ventiler ces endroits.

**IMPORTANT :** En aucun cas, on ne doit mettre le détecteur hors service pour éviter les fausses alarmes.

Dans les cuisines, il faut tenir compte du sens de circulation de l'air.

Emplacements recommandés pour éviter de placer les détecteurs dans un courant d'air véhiculant des fumées [5].

- ✓ dans les zones humides ou les salles d'eau (douches), l'humidité peut pénétrer dans le détecteur et causer de fausses alarmes en cas de condensation. C'est pourquoi il faut installer les détecteurs à au moins 3 mètres des salles de bains.
- ✓ le détecteur est conçu pour fonctionner correctement entre 4°C et 38°C. Ne pas installer de détecteurs dans les zones très chaudes ou très froides, notamment les bâtiments non chauffés ou communiquant avec l'extérieur.
- ✓ une atmosphère très chargée en poussières peut rendre le détecteur trop sensible, ou au contraire obstruer la chambre de détection et empêcher le fonctionnement.
- ✓ les courants d'air provoqués par des ventilateurs, des climatiseurs ou des appareils de chauffage peuvent empêcher la fumée d'atteindre les détecteurs.

- ✓ L'air circule mal dans les zones situées sous les toits ou les coins autour des plafonds. Ne pas installer les détecteurs dans ce type d'emplacement.
- ✓ les insectes peuvent provoquer de fausses alarmes s'ils pénètrent dans le détecteur.
- ✓ les tubes d'éclairage fluorescents peuvent provoquer des perturbations et des fausses alarmes. Les détecteurs doivent être installés au moins à 1,5 mètre de ce type d'éclairage [5].

## 6. Procédure d'évacuation d'urgence

Plusieurs situations peuvent nécessiter l'évacuation du personnel d'une entreprise : un incendie, un appel à la bombe, un déversement de produits dangereux, une fuite de gaz, une attaque armée, un tremblement de terre, un colis suspect, etc. Cette fiche présente une démarche pour élaborer une procédure d'évacuation d'urgence conforme aux exigences légales et adaptée à la réalité de l'habitat [6].

### 6.1. Plan d'évacuation

- ✓ Le plan d'évacuation est une affiche à l'intention des occupants d'un édifice qui indique les mesures à prendre s'il faut évacuer d'urgence.
- ✓ Il peut également servir à l'orientation des premiers répondants lors d'une évacuation.
- ✓ On doit retrouver au moins un plan d'évacuation par « aire de plancher » [6].

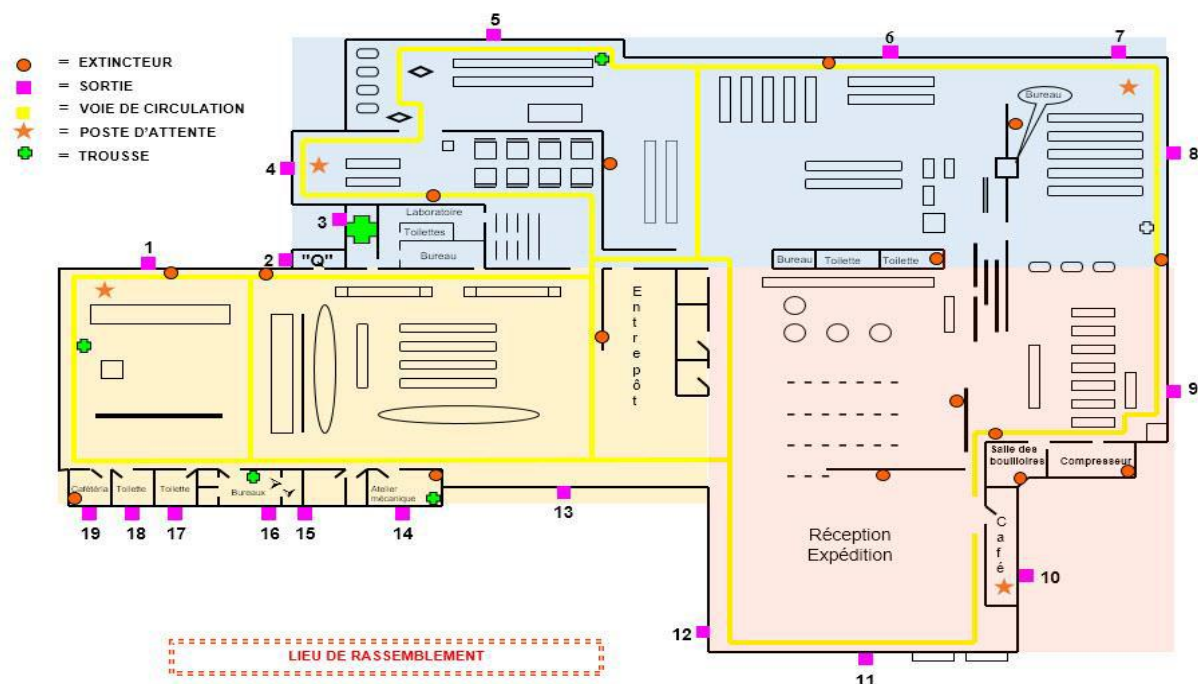


Figure 1.7 : Exemple pour un plan d'évacuation d'urgence [6].

## 6.2. Obligations légales

En vertu de la loi sur la santé et la sécurité du travail, l'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour protéger la santé, la sécurité et l'intégrité des travailleurs.

Le règlement sur la santé et la sécurité du travail stipule que dans tout établissement, un plan d'évacuation en cas d'urgence doit être établi et que des exercices d'évacuation adaptés aux risques que présente l'établissement ainsi qu'à la nature des activités qui y sont exercées doivent être tenues au moins une fois l'an. Il doit de plus y avoir des extincteurs en nombre suffisant et entretenus convenablement, un système d'avertissement et un système d'éclairage d'urgence [6].

## 6.3. Mise en œuvre de la procédure d'évacuation

La mise en œuvre d'une procédure d'évacuation d'urgence est un processus assez complexe qui comporte plusieurs étapes. Il est donc essentiel de bien choisir la personne qui aura la responsabilité d'élaborer cette procédure et de la maintenir à jour. En plus de bien connaître l'environnement de travail, les procédés et les produits utilisés, elle doit avoir reçu un mandat clair de l'employeur et être libérée pour le réaliser efficacement [6].

### 6.3.1. Évaluation de la situation

Considérer les éléments suivants en fonction d'une évacuation possible :

- ✓ aménagement de l'équipement ;
- ✓ structure de l'entreprise, par exemple le nombre d'escaliers, de cages d'escaliers, l'emplacement des sorties de secours, etc. ;
- ✓ le nombre d'individus à évacuer en tout temps, sans oublier le personnel de bureau et les visiteurs ;
- ✓ les équipes de travail.

### 6.3.2. Dresser un plan des lieux

Obtenir un plan ou un schéma sur papier de grandeur standard pouvant être facilement reproduit et y indiquer l'emplacement :

- ✓ des extincteurs;
- ✓ des trousse de premiers secours;
- ✓ des voies de circulation;
- ✓ des sorties de secours (numérotées);



- ✓ du lieu de rassemblement extérieur;
- ✓ des déclencheurs d'alarme (si applicable);
- ✓ de l'entreposage massif des produits chimiques (si applicable);
- ✓ du point de contrôle du gaz (si applicable);
- ✓ du point de contrôle des gicleurs automatiques (si applicable);
- ✓ des postes d'attente pour les personnes nécessitant de l'aide pour évacuer.

### **6.3.3. Déterminer les secteurs**

Il s'agit de déterminer qui sortira où, en tenant compte :

- ✓ du personnel à évacuer;
- ✓ de la distance à parcourir;
- ✓ du nombre de sorties disponibles.

Si les secteurs sont trop vastes, on les subdivisera en zones et on tiendra compte des mêmes critères.

### **6.3.4. Déterminer les parcours d'évacuation**

Pour chaque lieu de travail, il faut établir le parcours le plus court possible vers une sortie et une alternative advenant qu'il soit impraticable.

En vertu du code national des incendies, la longueur du parcours d'un point quelconque vers une sortie varie selon que le bâtiment est protégé ou non par un système de gicleurs. De plus, pour tout local comptant plus de 60 personnes, il doit y avoir deux portes donnant accès aux parcours d'évacuation [6].

# Chapitre II

### Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons le schéma synoptique du montage et son fonctionnement global. Puis, nous présentons les différents étages utilisés dans ce circuit.

#### 1. Schéma synoptique du montage

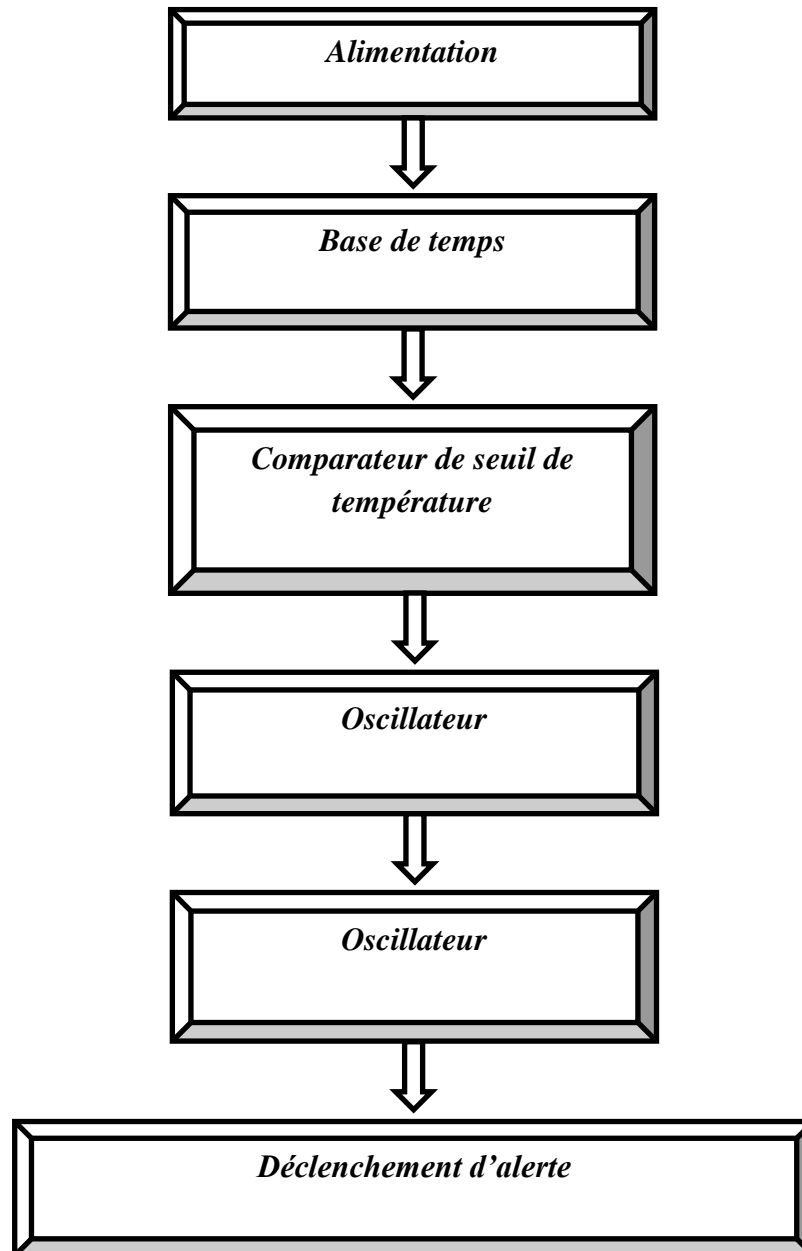


Figure 2.1 : Schéma synoptique du circuit.

## 2. Principe de fonctionnement

Au début on applique une alimentation continue de tension 6 V, cette tension attaque un oscillateur. Ensuite on a une bascule R/S qui compare la tension actuelle avec une tension de seuil ; une fois cette dernière tension est dépassée, on a un basculement vers l'état haut. Après, on a un premier astable qui nous délivre un signal de période de 340ms. Quand cet oscillateur est à l'état bas il amorce le deuxième astable dont on peut régler la fréquence entre 1 et 5khz permettant une meilleure sensibilité de l'oreille humaine. Le signal donné est amplifié en courant par 3 branches en parallèle contenant chacune deux inverseurs afin d'attaquer le buzzer.

Tout cela provoque le déclenchement d'alerte après une augmentation de température.

## 3. Alimentation (pile)

### 3.1. Pile

À l'origine, le terme « pile » désignait un dispositif inventé par le savant italien Alessandro Volta, composé d'un empilement de rondelles de deux métaux différents, séparés par des feutres imprégnés d'un électrolyte. Par extension, le mot « pile » désigne toute batterie monobloc [4].

Cependant, le terme « batterie » désigne un ensemble d'éléments montés en série pour obtenir une tension souhaitée, dans un emballage unique [4].

La locution « pile rechargeable » est un abus de langage couramment employé. De même, par abus de langage, le terme « pile » est utilisé pour désigner d'autres générateurs électrochimiques : pile à combustible, accumulateur électrique [4].

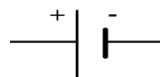


Figure 2.2 : Symbole électrique d'une pile[4].

### 3.2. Fonctionnement d'une pile

Le boîtier d'une pile abrite une réaction chimique entre deux substances dont l'une peut céder facilement des électrons (matériau réducteur), et l'autre qui les absorbe (matériau oxydant).

Chacune de ces réactions chimiques est dite « demi-réaction ». Lorsqu'elles sont proprement combinées, elles forment une réaction d'oxydoréduction. Chaque demi-réaction survient dans une solution où se produit un échange d'électrons [4].

Ce sont ces électrons qui sont échangés entre les deux substances. Pour assurer l'équilibre des charges électriques, il faut relier les deux solutions à l'aide d'un pont salin, système qui permet le transport de certains ions tout en interdisant la circulation du solvant [4].

Chaque élément du couple oxydant/réducteur est relié à une électrode. Ces électrodes, lorsqu'elles sont reliées à un consommateur électrique, provoquent la circulation d'un courant électrique ; la réaction chimique provoque une circulation de charges (électrons, ions). Une pile fournit donc du courant continu.

La borne (-) d'une pile correspond à l'anode où se produit la réaction d'oxydation qui va fournir les électrons.

La borne (+) d'une pile correspond à la cathode où se produit la réaction de réduction qui va consommer les électrons.

❖ Les différents types d'une pile [4] :

- Piles polarisables
- Piles impolarisables
- Piles à dépolarisation
- Piles de concentration

### 3.3. Capacité et décharge des piles

La relation entre le courant, la décharge et la capacité pour une batterie au plomb est approximativement déterminée par la loi de Peukert modélisant la capacité d'une pile en fonction du courant débité [4].

$$t = \frac{Q}{I^k}$$

Où :

3. Q est la capacité de décharge.
4. I est le courant débité par la batterie en ampères.
5. t est le temps que la batterie pourra tenir.
6. k est une constante empirique.

## 4. Circuits intégrés

### 4.1. Définition

Un circuit intégré est un support de silicium de quelques  $\text{mm}^2$  sur lequel sont assemblés de multiples composants électroniques (diodes, transistors, résistances, capacités...) et composé même par des portes logiques.



#### 4.2. Circuit intégré CD 4001

Le circuit intégré 4001 fait partie de la série des circuits intégrés 4000 utilisant la technologie CMOS. Ce circuit est composé de quatre portes logiques indépendantes NON-OU à deux entrées [4].

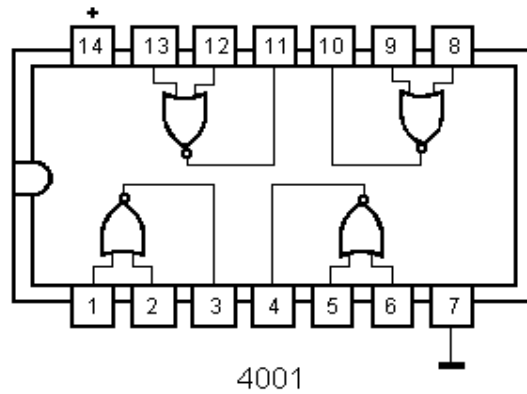


Figure 2.3 : Structure d'un CD4001 [7].

#### 4.3. Circuit intégré CD 4093

Le circuit intégré CD 4093 fait partie de la série des circuits intégrés 4000 utilisant la technologie CMOS. Il contient quatre portes logiques NAND à deux entrées [4].

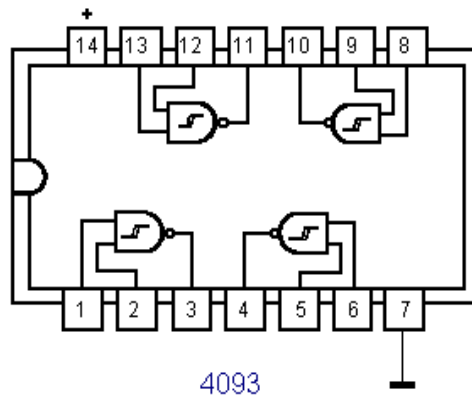


Figure 2.4 : Structure d'un CD 4093[7].

#### 4.4. Circuit intégré CD 4049 (Inversion logique)

Le circuit intégré CD4049 fait partie de la série des circuits intégrés 4000 utilisant la technologie CMOS. Il contient 6 portes logiques à une entrée et une sortie [4].

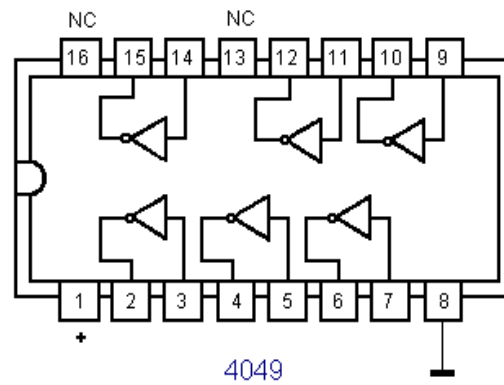


Figure 2.5 : Structure d'un CD 4049 [7].

En électronique numérique, on a besoin souvent d'inverser une entrée (le 1 devient 0 et vice versa). Cette opération est réalisée par une porte logique connue sous le nom de « porte NON » [8].

### 5. Portes logiques

Jadis, des boutons poussoirs et une lampe sont utilisés pour illustrer le fonctionnement des opérateurs logiques. En électronique digitale, les opérations logiques sont effectuées par des portes logiques. Ce sont des circuits qui combinent les signaux logiques présentés à leurs entrées sous forme de tensions. On aura par exemple 5V pour représenter l'état logique 1 et 0V pour représenter l'état 0 [8]. Voici les symboles des trois fonctions de base.

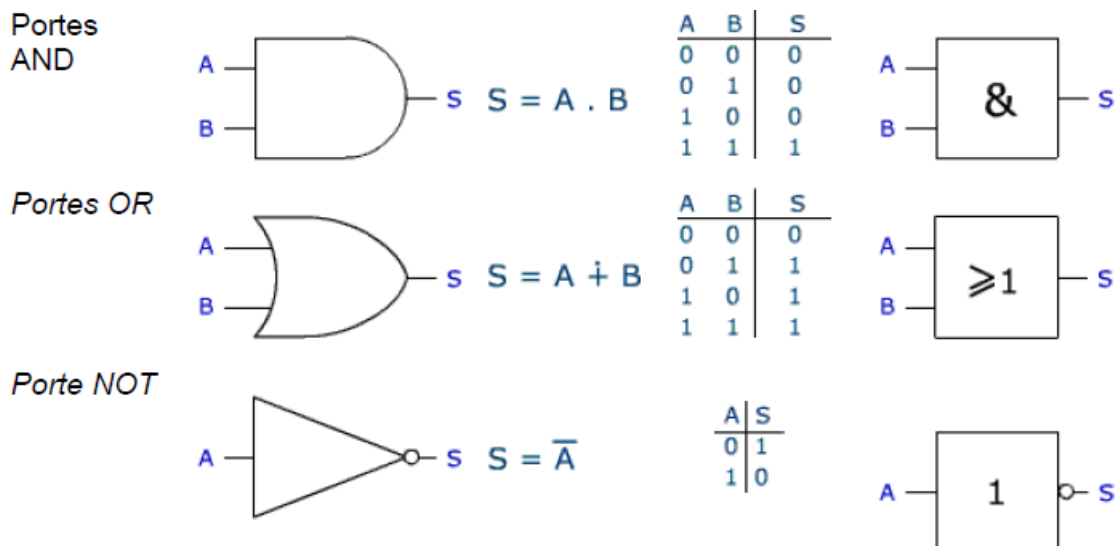


Figure 2.6 : Symboles des trois fonctions de base [8].

### 5.1. Porte logique ET

La fonction (ou porte logique) ET ou AND en anglais est utilisée pour obtenir un niveau de sortie à l'état haut « 1 » si tous les niveaux d'entrée sont à « 1 ».

Il faut un niveau logique haut « 1 » sur la première entrée de la porte ET, un niveau logique haut « 1 » sur la deuxième entrée ET un niveau logique haut « 1 » sur la troisième entrée... Il peut y avoir deux, trois ou plusieurs entrées.

Lorsque nous lisons l'équation logique, nous ne disons pas «  $S$  égal  $E1$  fois  $E2$  fois  $E3$  » mais «  $S$  est égale à  $E1$  et  $E2$  et  $E3$  » [8].

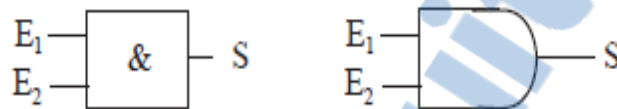


Figure 2.7 : Symboles de la porte logique ET [8].

$E_1$	$E_2$	$E_3$	$S$
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Tableau 2.1 : Table de vérité de la porte logique ET [8].

### 5.2. Porte logique OU

L'opérateur OU (*OR*) est un opérateur logique à plusieurs entrées qui réalise la fonction somme logique. Dans le cas de deux entrées, on a :

$$S = E1 + E2$$

On dit  $E1$  ou  $E2$  et non pas  $E1$  plus  $E2$  [8].

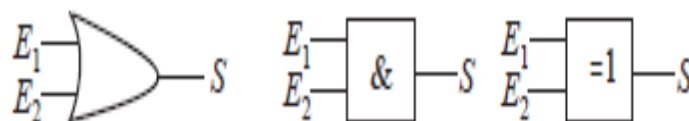


Figure 2.8 : Symboles d'une porte logique OU à deux entrées [8].

$E_1$	$E_2$	$S$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Tableau 2.2 : Table de vérité d'une porte logique OU à deux entrées [8].

### 5.3. Inversion logique

En électronique numérique, on a besoin souvent d'inverser une entrée (le 1 devient 0 et vice versa). Cette opération est réalisée par une porte logique connue sous le nom de « porte NON ». On peut aussi réaliser cette opération avec des portes « NON-ET ou NAND » ou des portes « NON-OU ou NOR » dont on réunit les entrées [8].

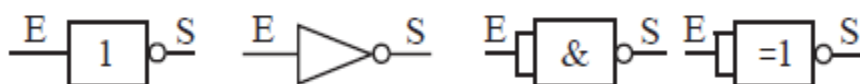


Figure 2.9 : Symboles d'une porte inverse logique [8].

## 6. Bascule

Lorsque l'état de sortie d'un opérateur dépend non seulement de la combinaison appliquée à l'entrée mais aussi de l'état précédent du circuit, on parle de circuits séquentiels qui possèdent un effet mémoire. On utilise alors des portes logiques classiques bouclées sur les sorties. Ces circuits sont appelés des bascules.

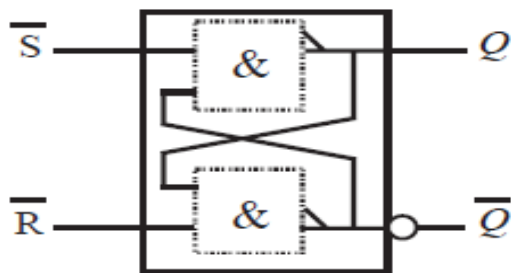
En réalité, une bascule est un circuit intégré doté d'une ou deux sorties et d'une ou plusieurs entrées. Ce qui différencie les bascules des circuits logiques combinatoires c'est que la sortie maintient son état, même après disparition du signal de commande [8].

### 6.1. Bascule RS

Le circuit le plus connu parmi les bascules est la bascule RS (Reset et Set). On trouve des bascules qui utilisent des opérateurs NON-ET, NON-OU et même des bascules RSH qui sont synchronisées sur les impulsions d'une horloge H. Le principe de fonctionnement de la bascule RS est [2] :

- mise à 1 de S (Set) : la sortie Q passe à 1
- mise à 1 de R (Reset) : la sortie Q passe à 0
- $R = S = 0$  : maintien de l'état précédent des sorties.

Une bascule à opérateurs NON-ET est donnée par la figure 2.10 et sa table de vérité par le tableau 2.3. L'état  $Q_n$  représente l'état précédant l'application de l'impulsion et  $Q_{n+1}$  représente l'état qui suit l'impulsion [8].



$\overline{R}$	$\overline{S}$	$Q_{n+1}$	$\overline{Q_{n+1}}$	État
0	0	xx	xx	interdit
0	1	0	1	mise à 0
1	0	1	0	mise à 1
1	1	$Q_n$	$\overline{Q_n}$	mémoire

Figure 2.10 : Bascule RS à portes NON-ET [8]. Tableau 2.3 : Table de vérité d'une bascule RS [8].

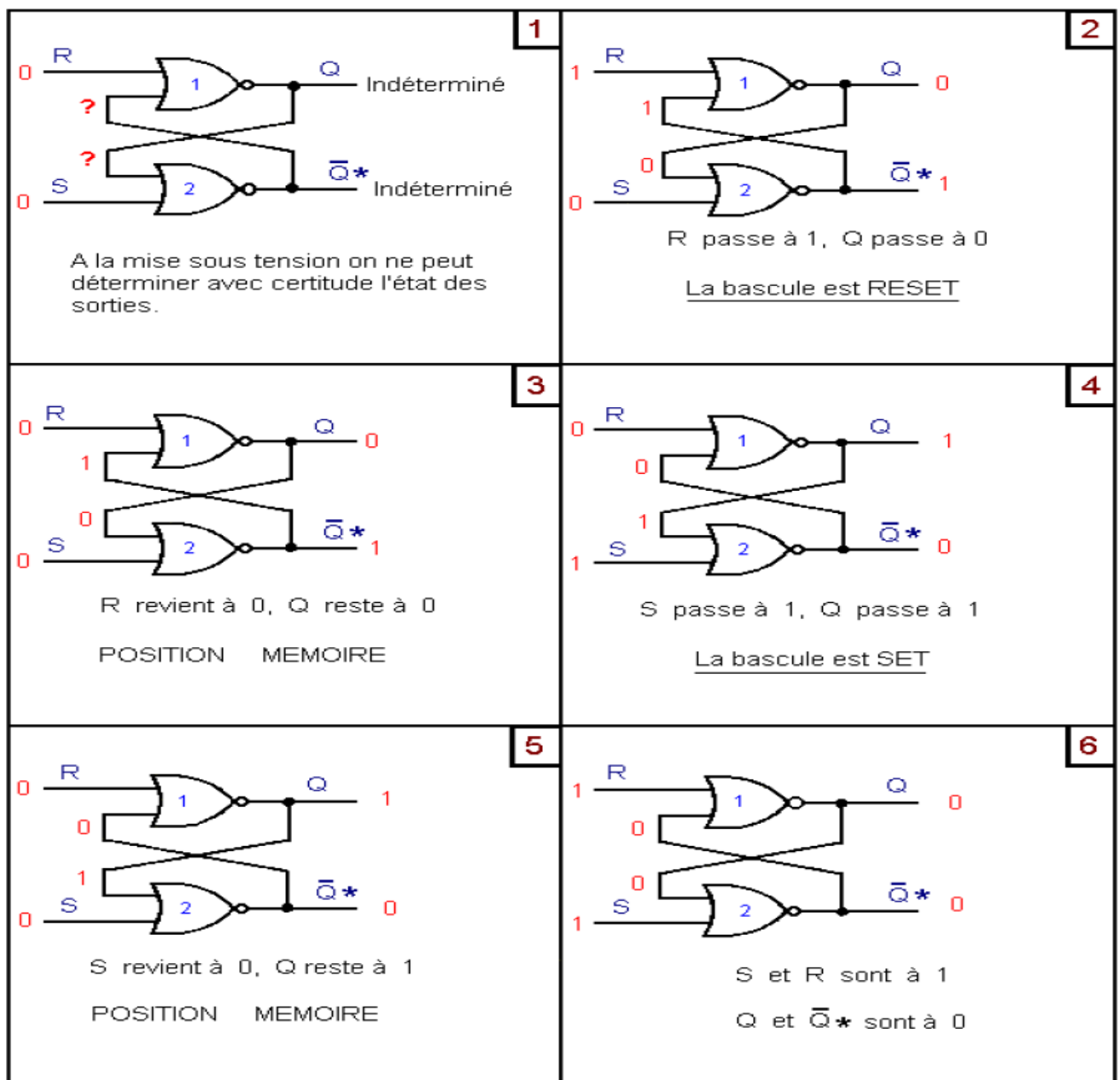


Figure 2.11 : Bascule RS, pour chaque état de la table de vérité [9].

Une bascule RSH est une bascule RS à laquelle est rajoutée une troisième entrée notée CK pour désigner l'horloge (clock) :

- si l'horloge est à l'état haut : CK = 1, la bascule répond normalement comme indiqué auparavant dans la table de vérité.
- si l'horloge est à l'état bas : CK = 0, la bascule maintient son état précédent et ceci quels que soient les niveaux appliqués aux entrées R et S [8].

## 7. Trigger de Schmitt

La figure suivante présente le schéma du montage, appelé comparateur à hystérésis ou trigger de Schmitt.

Le trigger de Schmitt permet de faire une comparaison entre une tension d'entrée et une tension de sortie en fonction de la valeur d'une tension de référence  $V_{réf}$  [8].

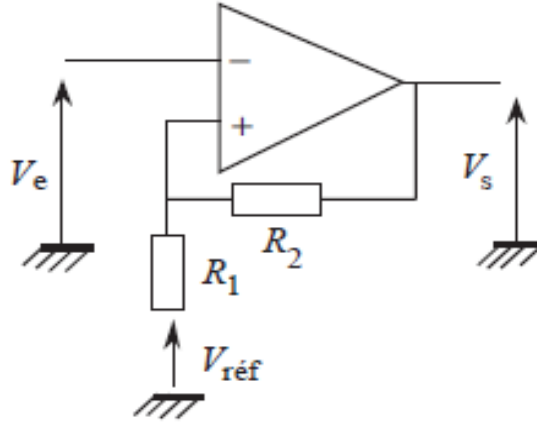


Figure 2.12 : Exemple de réalisation d'un trigger de Schmitt [8].

On note  $V_{sat}^+$  et  $V_{sat}^-$  les tensions de saturation de l'amplificateur opérationnel. Les tensions sur les entrées « - » et « + » sont déterminées en appliquant le théorème de superposition [8] :

$$V^+ = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{sat}^+ + \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{réf}^+$$

Supposons maintenant que la tension d'entrée augmente. Au moment où sa valeur dépasse la tension  $V_{sat}^+$ , le trigger bascule et la tension de sortie devient égale à  $V_{sat}^-$ . Dans ce cas, la tension qui existe sur l'entrée « + » évolue rapidement et devient [8] :

$$V^- = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{sat}^- + \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{réf}^+$$

L'allure de la tension de sortie en fonction de la tension d'entrée dépend du passage « bas vers haut » ou du passage « haut vers bas ». Ce phénomène est connu sous l'appellation de cycle d'hystérésis.

Le point A qui est le centre du cycle est donné par la formule suivante [8] :

$$V_e = \frac{V^+ + V^-}{2} + \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{réf}^+$$

Pour une tension de référence nulle, le point A devient le point d'intersection des deux axes et le trigger est centré et symétrique [8].

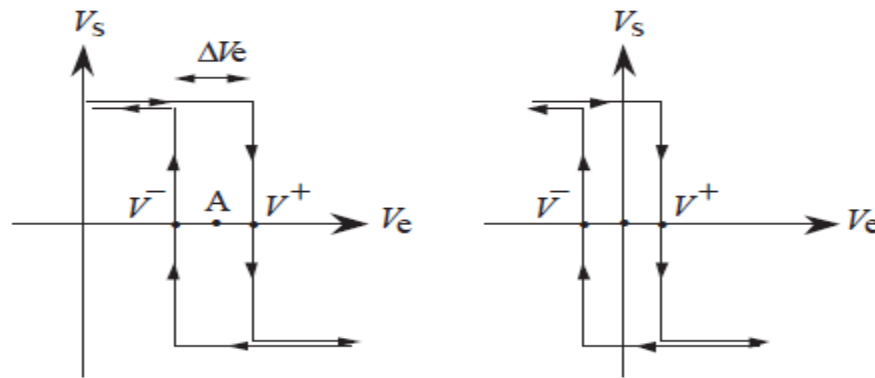


Figure 2.13 : Cycle d'hystérésis associé à un trigger de Schmitt avec et sans tension de référence [8].

## 8. Multivibrateur astable

Un multivibrateur astable est un générateur de tension rectangulaire ou carrée périodique évoluant entre deux états stables appelés état haut et état bas.

Un signal rectangulaire est caractérisé par le temps durant lequel le signal reste au niveau haut noté  $t_H$  et le temps durant lequel le signal reste au niveau bas noté  $t_B$  [9].

La valeur moyenne est donnée par la relation [9] :

$$V_{\text{moy}} = \frac{t_H \cdot V_{\text{max}} + t_B \cdot V_{\text{min}}}{T}$$

## 9. Génération d'un signal rectangulaire

### 9.1. Identification de la fonction

Générer un signal électrique consiste à produire des variations de tension dont les caractéristiques de forme, d'amplitude, et de fréquence sont connues [9].

Dans le cas d'un signal rectangulaire, les 4 caractéristiques importantes du signal généré sont :

- Le temps durant lequel le signal est à l'état HAUT (« temps haut » noté  $t_H$ )
- Le temps durant lequel le signal est à l'état BAS (« temps bas » noté  $t_B$ )
- L'amplitude (D.D.P. entre le niveau haut et le niveau bas)
- La valeur moyenne

Connaissant le temps haut et le temps bas du signal rectangulaire, on peut en déduire 2 autres caractéristiques (le temps  $t_H + t_B$  étant égal à la période  $T$  du signal) [9] :



- La fréquence

$$f = \frac{1}{t_H + t_B}$$

- le rapport cyclique

$$\alpha = \frac{t_H}{t_H + t_B}$$

Exemple de signal rectangulaire [9] :

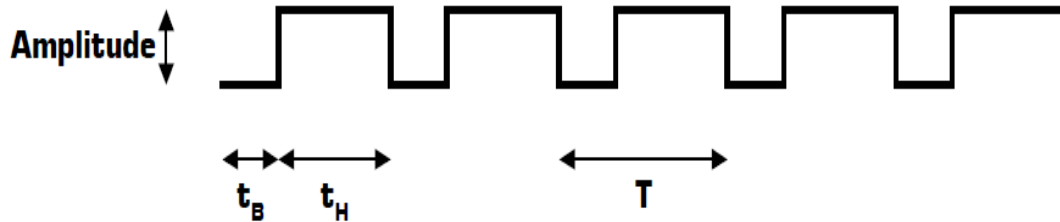


Figure 2.14 : Exemple d'un signal rectangulaire [8].

Remarque : un signal carré est un signal rectangulaire dont le temps haut est égal au temps bas.

Exemple de signal carré : [9]

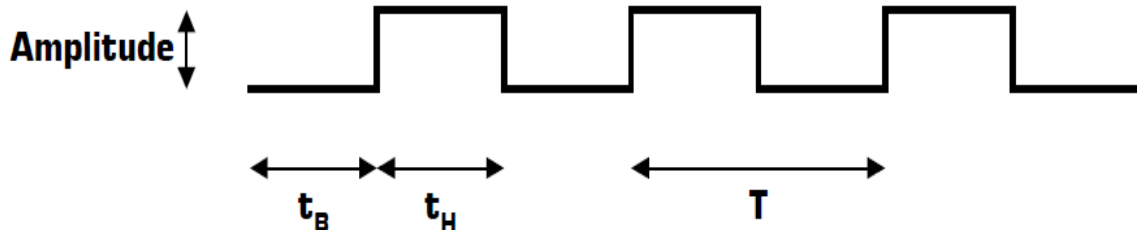


Figure 2.15 : Exemple d'un signal carré [8].

Dans le cas particulier d'un signal carré, nous avons [9] :

- $t_H = t_B$
- $T = 2.t_H = 2.t_B$
- $\alpha = 0,5$

## 9.2. Rapport cyclique

En électronique, le rapport cyclique désigne, pour un phénomène périodique, le ratio entre la durée du phénomène sur une période et la durée de cette même période.

Ce rapport varie de 0 à 1, en pourcentage de 0 % à 100 % [1].

On parle souvent de rapport cyclique lorsqu'on a un signal rectangulaire [1].

$\alpha = \frac{\tau}{T}$ , le rapport cyclique

$\tau$  Le temps à l'état haut dans une période

$T$  la période

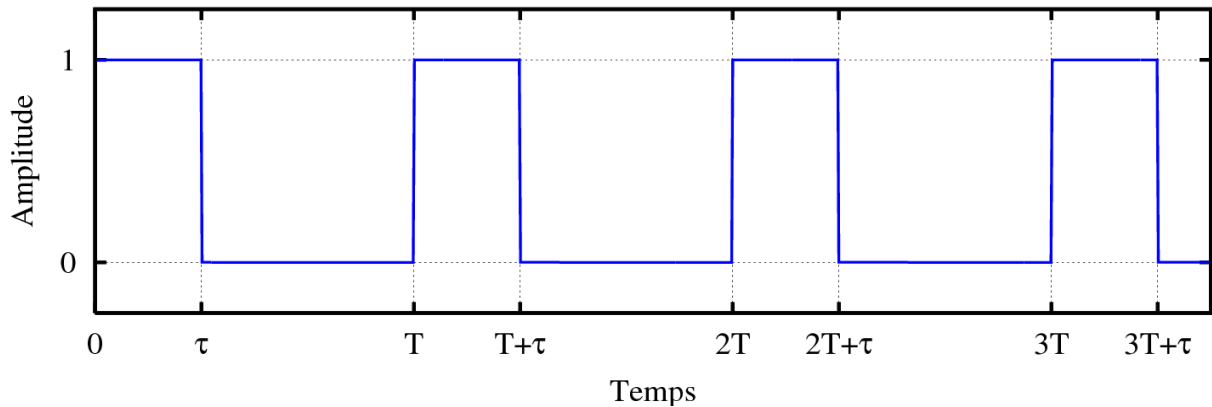


Figure 2.16 : Exemple d'un signal avec le rapport cyclique [2].

### 9.3. Réalisation de la fonction génération d'un signal rectangulaire

Un montage astable est un générateur autonome, délivrant une tension rectangulaire, périodique, évoluant entre deux états instables. Plusieurs structures électroniques existent, nous en étudierons 4 parmi les plus employés [9] :

- Montage astable à 1 porte logique inverseuse à entrée Trigger
- montage astable à A.L.I.
- montage astable à NE555
- montage astable à 2 portes logiques C-MOS inverseuses.

#### 9.3.1. Montage astable à 1 porte logique inverseuse à entrée Trigger

L'inverseur Trigger peut être obtenu à partir de portes logique ET-NON à entrées Trigger (exemple : le circuit CMOS 4093) [9] :

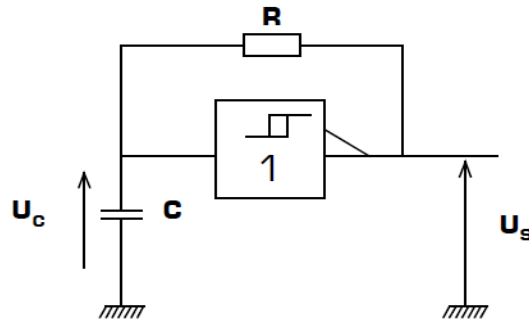


Figure 2.17 : Schéma de l'astable à 1 porte logique Trigger inverseuse [9].

La porte logique Trigger est caractérisée par ses 2 seuils de basculement [9] :

- le seuil bas  $V_B$
- le seuil haut  $V_H$

Hypothèse d'étude et conditions initiales [9] :

- la porte logique est alimentée entre 0 et VDD
- à  $t=0$  le condensateur C est totalement déchargé ( $U_C(0)=0$ )

Expression de  $t_H$  et  $t_B$  (pendant le régime établi) en fonction de R et C [9] :

$$\bullet \quad t_H = R \cdot C \cdot \ln \frac{V_{DD} - V_B}{V_{DD} - V_H} \qquad \bullet \quad t_B = R \cdot C \cdot \ln \frac{V_H}{V_B}$$

### 9.3.2. Montage astable à A.L.I.

L'A.L.I. (Amplificateur Linéaire Inverseur) fonctionne ici en comparateur à seuil (trigger inverseur). On retrouve donc le même principe que le montage précédent à porte trigger inverseuse [9].

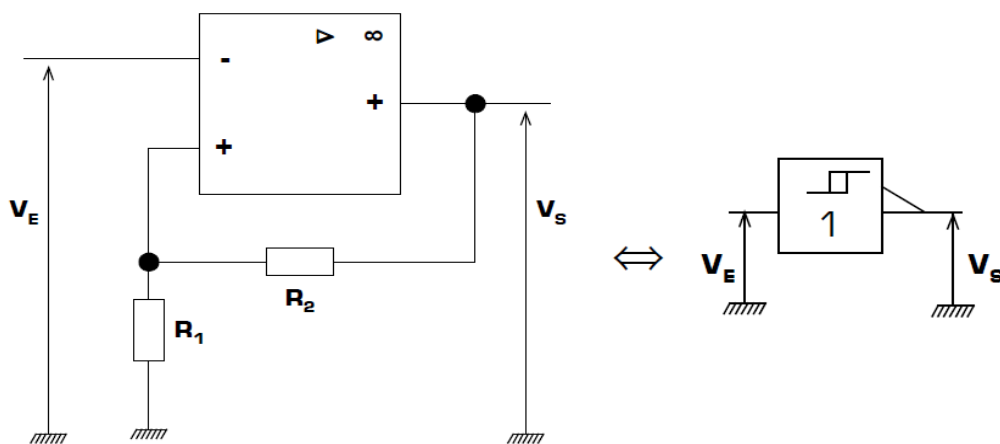


Figure 2.18 : Exemple de Montage trigger inverseur à A.L.I [9].

Les seuils du montage trigger inverseur à A.L.I. sont :

$V = +V$  (c'est la valeur de la tension sur l'entrée + lorsque  $V_S = +V_{sat}$ )

$V = -V$  (c'est la valeur de la tension sur l'entrée + lorsque  $V_S = -V_{sat}$ )

Deux variantes de l'astable à A.L.I. existent, en fonction de la tension d'alimentation de l'A.L.I. :

Si l'A.L.I. est alimenté entre  $+V_{CC}$  et  $-V_{CC}$  (alimentation symétrique), la résistance  $R_1$  du trigger peut être reliée directement à la masse.

Si l'A.L.I. est alimenté entre  $+V_{CC}$  et  $0V$  (alimentation non symétrique), il y a obligatoirement une source de tension  $V_{REF}$  entre la résistance  $R_1$  du trigger et la masse, telle que  $0V < V_{REF} < V_{CC}$ .

Nous allons voir le cas de l'astable à A.L.I., l'A.L.I. est alimenté entre  $+V_{CC}$  et  $-V_{CC}$  [9].

Hypothèse d'étude et conditions initiales [9] :

- l'A.L.I. est alimenté entre  $+V_{CC}$  et  $-V_{CC}$  (alimentation symétrique)
- l'A.L.I. fonctionne en comparateur ( $V_S$  ne peut prendre que 2 valeurs :  $+V_{sat}$  ou  $-V_{sat}$ )
- à  $t=0$  le condensateur  $C$  est totalement déchargé ( $U_C(0)=0V$ )
- à  $t=0$  la sortie  $U_S$  de l'A.L.I. vaut  $+V_{sat}$  ( $U_S(0) = +V_{sat}$ )

Les seuils du trigger  $V_H$  et  $V_B$  étant symétrique par rapport à  $0V$  ( $V_H = -V_B$ ), nous avons [9] :

- $t_H=t_B$ , avec  $t_H = t_B = R \cdot C \cdot \ln\left(1 + 2 \frac{R_1}{R_2}\right)$

Le signal  $V_S$  est un signal carré (le rapport cyclique [3] est  $\alpha = 0,5$ ), et la valeur de sa période  $T$

est :  $T = R \cdot C \cdot \ln\left(1 + 2 \frac{R_1}{R_2}\right)$

### Remarque :

Dans le cas particulier où  $R_1=R_2$ , nous avons :  $T = 2R \cdot C \cdot \ln(3)$  donc  $T = 2,2 \cdot R \cdot C$

### 9.3.3. Montage astable à NE555

Le NE555 est un circuit intégré à 8 bornes, spécialement conçu pour générer un signal rectangulaire [9].

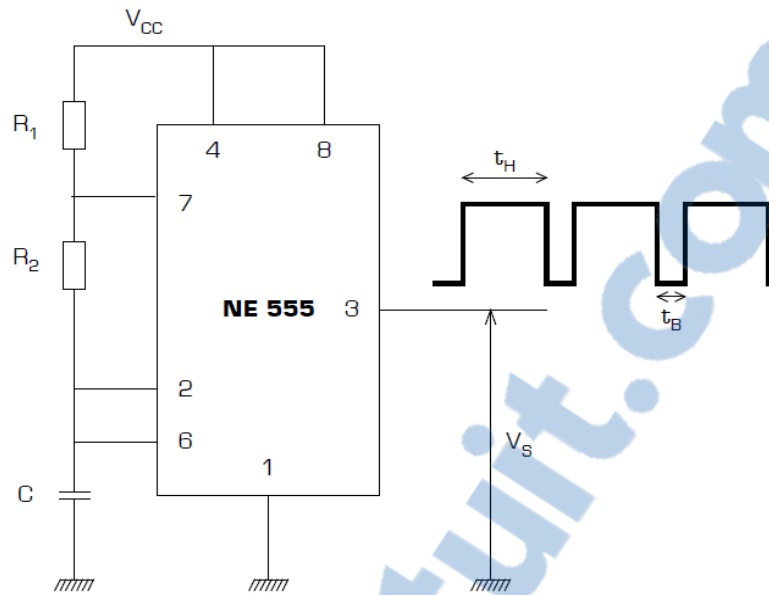


Figure 2.19 : Montage astable à base de NE555 [9].

Caractéristiques temporelles du signal de sortie  $V_S$  :

- $t_H = (R_1 + R_2)C \cdot \ln(2)$  : le condensateur se charge à travers  $R_1 + R_2$ .
- $t_B = R_2 \cdot C \cdot \ln(2)$  : le condensateur se décharge à travers  $R_2$  seulement.

Les temps de charge et de décharge du condensateur étant différents, le temps haut et le temps bas du signal  $V_S$  ne sont pas égaux : le temps haut est forcément supérieur au temps bas.

Il en résulte pour le signal  $V_S$  un rapport cyclique supérieur à 0,5.

Partant des expressions de  $t_H$  et  $t_B$ , on en déduit la période et le rapport cyclique de  $V_S$ .

#### 9.3.4. Montage astable à 2 portes logiques C-MOS inverseuses

Les portes logiques utilisées ici étant en technologie CMOS et alimentées entre 0V et  $V_{DD}$ , leur unique seuil de basculement est  $V_{DD}/2$ .

Hypothèse d'étude et conditions initiales :

- à  $t=0$  le condensateur  $C$  est totalement déchargé ( $U_{MH}(0)=0V$ ).
- à  $t=0$ ,  $V_S=V_{DD}$  et  $V_H=0V$ .
- le circuit commute à  $V_{DD}/2$ .
- les courants d'entrée des portes logiques sont considérés négligeables.

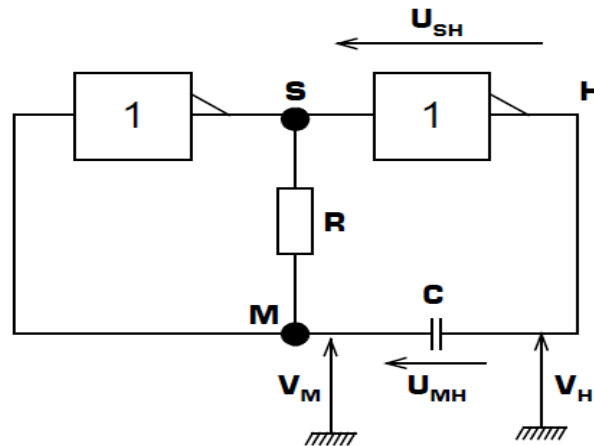


Figure 2.20 : Montage astable à 2 portes logiques C-MOS inverseuses [9].

Ce montage présente un oscillateur ou multivibrateur réalisé avec des portes NOR ou NAND, ce qui est notre cas. Cet oscillateur n'oscille pas spontanément comme celui à trois portes vu plus haut. Il est donc déconseillé de prendre une capacité trop petite. Il fonctionne avec des portes logiques ordinaires [8].

- Si l'on utilise des fonctions NAND, l'astable est commandé au niveau logique « 1 » [8].
- Si l'on utilise des fonctions NOR, l'astable est commandé au niveau logique « 0 » [8].

#### 9.4. Oscillateurs à deux portes logiques NAND

Premièrement on utilise un oscillateur à portes logiques NAND.

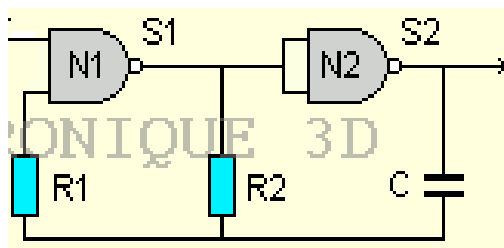


Figure 2.21 : Circuit électrique de l'oscillateur astable commandé à portes NAND [10].

La résistance  $R1$  sert à protéger l'entrée de la porte logique  $N1$ .

Si l'on considère la table de vérité d'un opérateur NAND, on s'aperçoit que l'entrée de  $N1$ , ne change d'état que lorsqu'un signal d'entrée est à l'état « haut ».

Si l'entrée de N1 est à l'état « bas », il n'y a pas d'oscillations et la sortie de N1 est constamment à l'état « haut ».

Ceci est normal, étant donné la table de vérité d'une porte NAND, si l'entrée est à zéro, la sortie est à l'état « haut » quelle que soit l'état de l'autre entrée.

Cet état « haut » de N1 est inversé par N2.

La fréquence varie beaucoup moins en fonction de la tension d'alimentation, 5% environ de 5 V à 15 V, donc meilleure stabilité en fréquence. La période est donnée par la relation T [10].

$$T = 2.2 \times R2 \times C3$$

### 9.5. Oscillateurs à portes logiques NOR

Il existe aussi un oscillateur de type commandé à base des portes NOR (multivibrateur astable commandé).

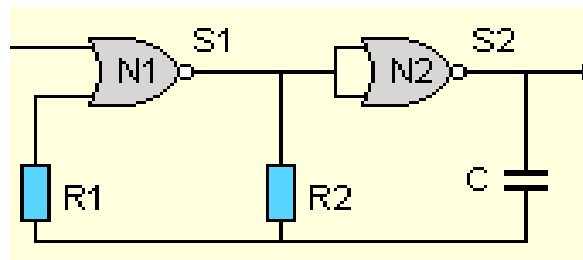


Figure 2.22 : Circuit électrique de l'oscillateur astable commandé à portes NOR [10].

Même dans ce montage, on a une résistance R1 qui sert à protéger l'entrée de la porte logique N1.

Avec les portes NOR c'est exactement l'inverse par rapport à l'astable précédent ; l'oscillateur fonctionne quand son entrée de la porte logique NOR est à l'état « bas ».

Il y a oscillation de la sortie de la porte logique N1, quand le signal d'entrée ou la tension d'entrée est à l'état « bas ».

Sur le niveau « haut » la sortie de l'oscillateur de la porte logique N2 est à l'état « bas ».

On relève sur cette sortie des créneaux de forme carrée, caractérisés par une période dont la valeur se calcule en appliquant la relation [10] :

$$T = 2,2 \times R2 \times C8$$

### 9.6. Sextuple inverseur

Le sextuple inverseur permet d'augmenter le courant de sortie, il appartient au circuit intégré CD4049 de type CMOS ; c'est un amplificateur de courant.

➤ Le 4049 possèdent en réalité, contrairement à presque tous les autres circuits CMOS, des amplificateurs intégrés qui font qu'il peuvent piloter une charge en absorbant un courant jusqu'à 15 ou 20 Am. [11]

Soit une pile électrique, une ampoule et un bouton-poussoir qui coupe un circuit quand il est enfoncé. Quand on n'appuie pas (inaction, c'est-à-dire 0), le courant passe. Donc un "0" à l'entrée donne un "1" en sortie, c'est-à-dire le contraire. D'où le nom inverseur ou non [11]. Quand on appuie (action, c'est-à-dire 1), le courant est coupé (0) [11].

La disposition adoptée pour les 6 portes inverseuses de U3, permet d'augmenter leur courant de sortie (mise en parallèle des portes) et d'obtenir une tension crête à crête aux bornes du buzzer égale au double de la tension d'alimentation [8].

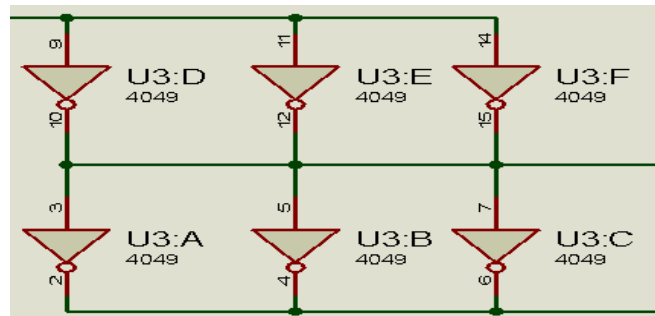


Figure 2.23 : Circuit électrique de CD4049 (étage de sortie).



# Chapitre III

## 1. Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons le circuit électrique du montage, les composants utilisés, les étapes de réalisation, le fonctionnement du détecteur d'incendie, les mesures pratiques aux différents points, et le circuit imprimé de sa réalisation.

## 2. Circuit électrique du montage

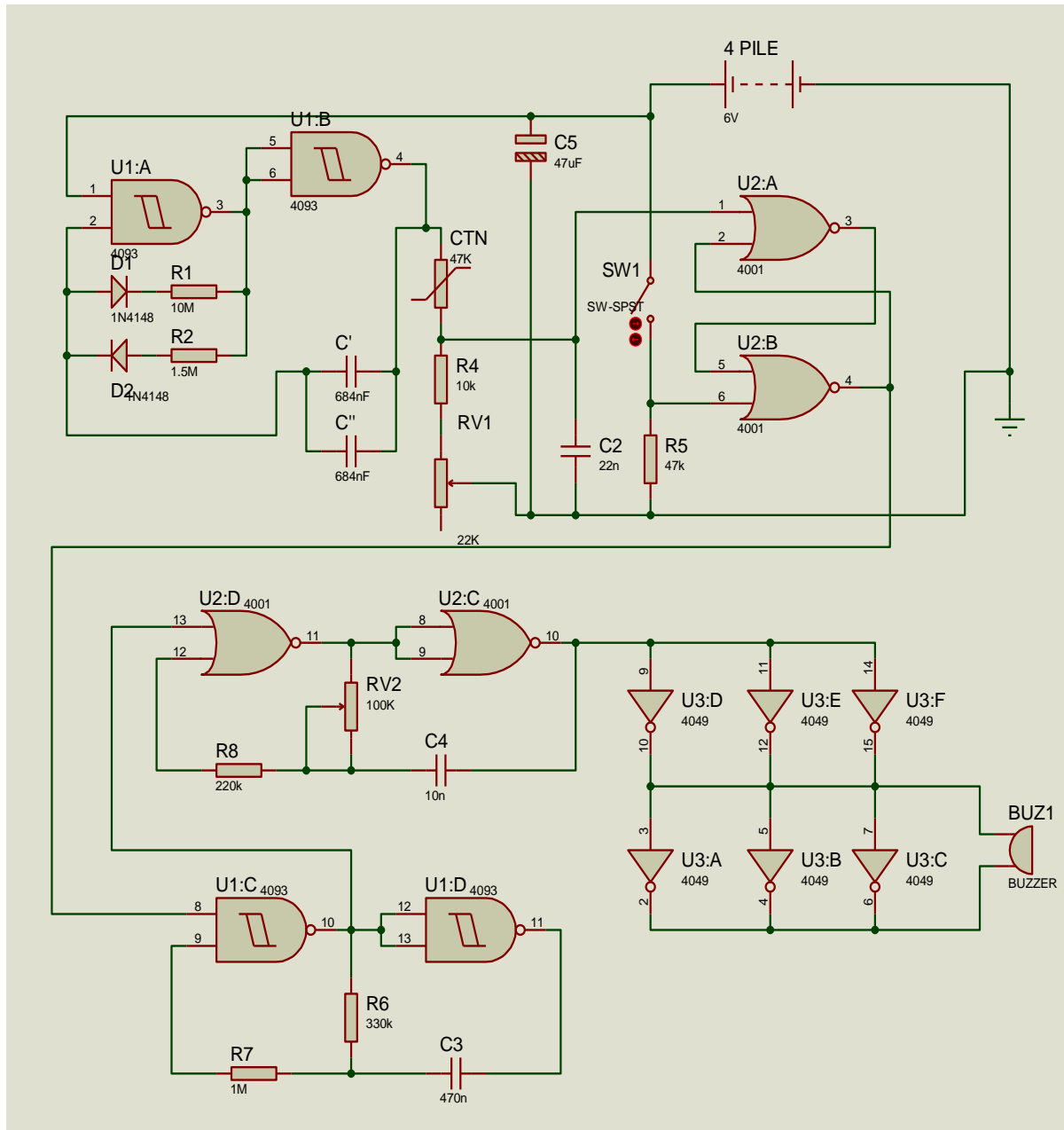


Figure 3.1 : Circuit électrique du montage.

## 2.1 Détection d'incendie

Un incendie peut se déclarer n'importe où, à proximité d'une source de chaleur de n'importe quel type ou à la suite d'un court-circuit sur une installation électrique. En conséquence, ce montage peut être réalisé à plusieurs exemplaires pour surveiller chaque pièce d'une habitation.

Le principe retenu pour détecter un incendie repose sur la mesure de la température de la pièce où se trouve le détecteur. Lorsque le seuil (fixé au voisinage de 35 à 40°C) est atteint, l'alarme est déclenchée. En cas d'incendie dans un local ce seuil de température (que l'on peut réduire) est très vite atteint, avant même que vous avez eu le temps de vous réveiller si vous dormiez dans une pièce voisine, d'où l'intérêt de l'alarme.

On peut objecter que ce principe ne permet pas de détecter la présence de fumées, sauf si celles-ci font monter la température de la pièce dans laquelle est situé le détecteur. Ces deux détecteurs peuvent se compléter. On notera cependant que la complexité d'un détecteur de fumée est plus importante que celle de notre montage que l'on peut par ailleurs alimenter par de simples piles (le fonctionnement sur pile est garanti pendant plus d'un an en utilisation permanente) ce qui nous fait préférer cette solution.

La détection de température est confiée à une thermistance (élément résistif dont la valeur dépend de la température). Le modèle retenu est une CTN (Résistance à coefficient de température négatif) dont la valeur nominale à 20°C est 22 k $\Omega$ . Lorsque la température de ce composant augmente, sa résistance diminue suivant une loi exponentielle.

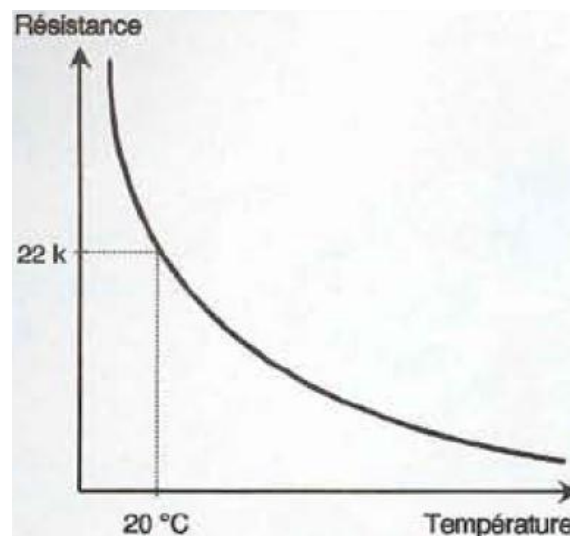


Figure 3.2 : Variation de la résistance d'une CTN en fonction de la température.

## 2.2 Fonctionnement global

Le premier bloc fonctionnel est une base de temps qui alimente de façon cyclique l'association en série de la CTN et d'une résistance ajustable  $R_0$ .

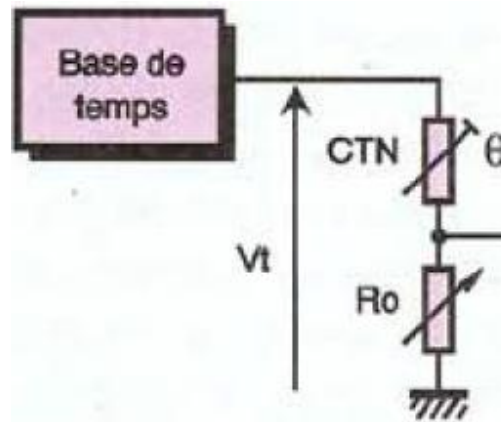


Figure 3.3 : Base de temps en série avec la CTN et  $R_0$ .

Le réglage de  $R_0$  est tel qu'à température normale, la tension  $V_{dec}$  présente aux bornes de cette même résistance soit inférieure au seuil de déclenchement du comparateur qui lui fait suite :

$$V_{dec} = \frac{V_{alim} \cdot R_0}{R_0 + R_{CTN}}$$

Si la température s'élève, la résistance de la CTN diminue, ce qui entraîne l'augmentation de  $V_{dec}$ . Dès que le seuil du comparateur est atteint, sa sortie passe à l'état haut ce qui a pour effet de mettre en route la sirène.

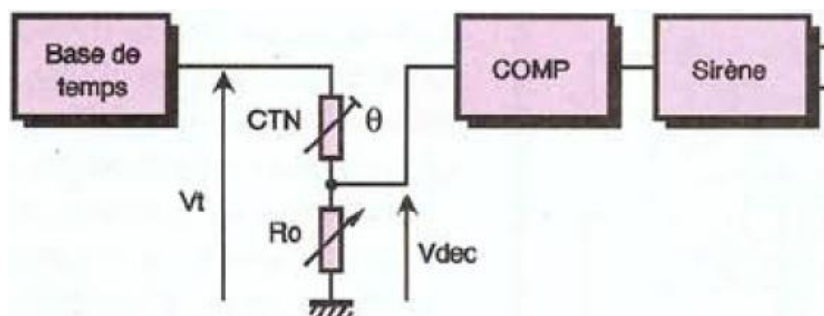


Figure 3.4 : Schéma structurel complet.

En dehors des périodes d'alarme, la quasi-totalité des composants actifs (de type CMOS) est au repos. Compte tenu de la technologie utilisée, la consommation globale de ceux-ci est presque nulle. En alimentant le détecteur de température proprement dit par une

base de temps au lieu de l'alimenter en permanence, on réduit la consommation globale du montage, ce qui prolonge la durée de vie des piles et permet d'atteindre une durée de fonctionnement d'environ 600 jours avec des piles de capacité 1Ah.

La CTN n'est en effet alimentée que lorsque  $V_t$  à l'état haut soit pendant environ 10% du temps total de surveillance.

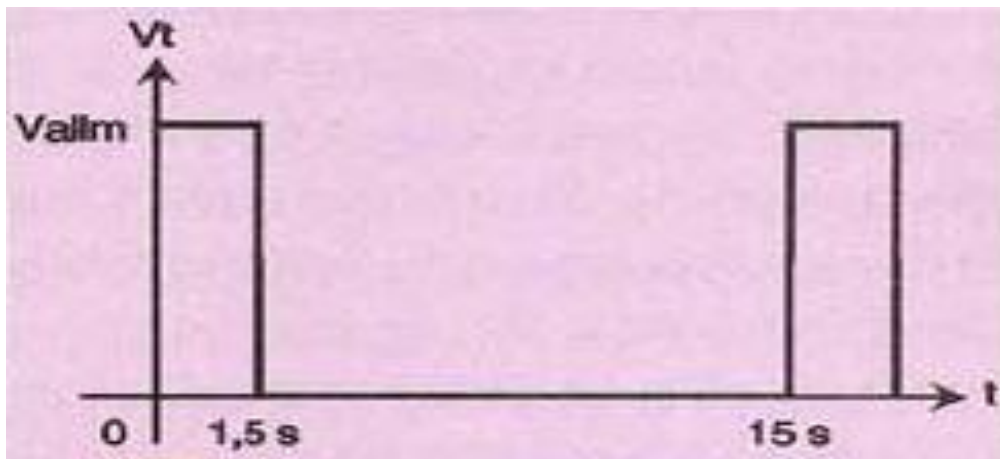


Figure 3.5 : Signal de base de temps.

Etant donné que les éléments CTN et  $R_0$  consomment près de 90% de l'énergie nécessaire au montage, cette réduction de leur temps de travail est capital pour obtenir une consommation globale très faible. Il faut toutefois s'assurer que la surveillance reste suffisante.

### 3. Fonctionnement de chaque étage

#### 3.1 Alimentation

On applique une alimentation continue avec des 4 piles de 1.5 V.



Figure 3.6 : Alimentation du circuit.

Le montage devant travailler en permanence ; son alimentation est confiée à 4 piles de 1,5 V en série pour avoir une tension globale de 6 V de type R6 ou 3A.

L'alimentation est découplée par le condensateur chimique C5 de valeur non critique (47 ou 100 $\mu$ F) et connecte directement à l'entrée de circuit intégré CMOS de type 4093.

### 3.2 Base de temps (oscillateur)

La base de temps du montage s'appuie sur la porte NAND U1:A (CMOS de type 4093) dont l'entrée « 1 » est portée au niveau haut en permanence afin d'autoriser son fonctionnement.

Dans notre montage on trouve cet oscillateur sous la forme suivante :

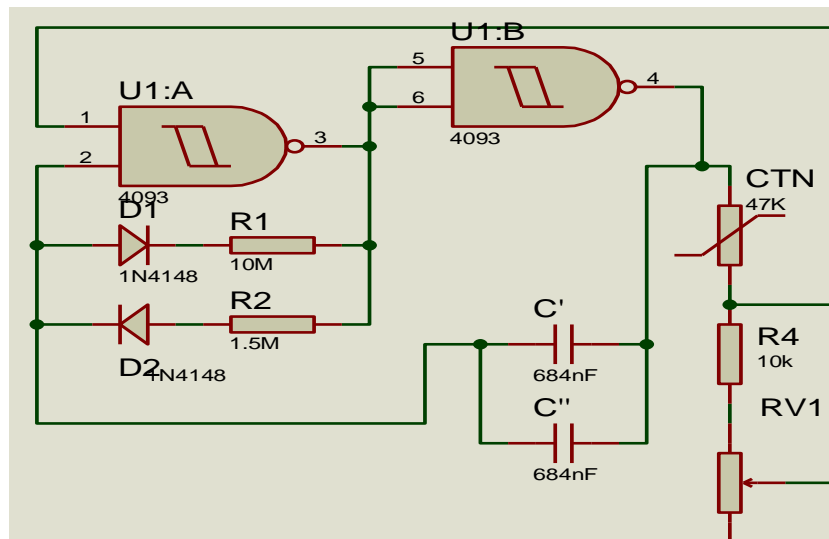


Figure 3.7 : Circuit de la base de temps (Proteus ISIS).

Les deux branches ( $D_1$ ,  $R_1$ ) et ( $D_2$ ,  $R_2$ ) sont utilisés ainsi pour fixer des durées différentes des états haut et bas de l'astable.

**L'amplitude (A) est égale à 6 V.**

**La période (T) :**

La période du signal :  $T = T_1 + T_2$

Avec  $R_2 = 1.5 \text{ M}\Omega$ ,  $R_1 = 10 \text{ M}\Omega$ ,  $C_1 = C' + C'' = 684 + 684 = 1368 \text{ nF}$

$$T_2 = 0.7 \times R_2 \times C_1$$

$$T_2 = 0.7 (1.5 \times 10^6) \times 1368 \times 10^{-9}$$

$$T_2 = 1.43 \text{ s}$$

Pour  $T_1 = 0.7 \times R_1 \times C_1$

$$T_1 = 0.7 (10 \times 10^6) 1368 \times 10^{-9}$$

$$T_1 = 9.57 \text{ s}$$

D'où la période théorique  $T = 11 \text{ s}$  ; dans la pratique, nous mesurons 15 s.

Ce signal donné par la sortie 3 de la porte NAND U1:A dans la figure 3. 8.

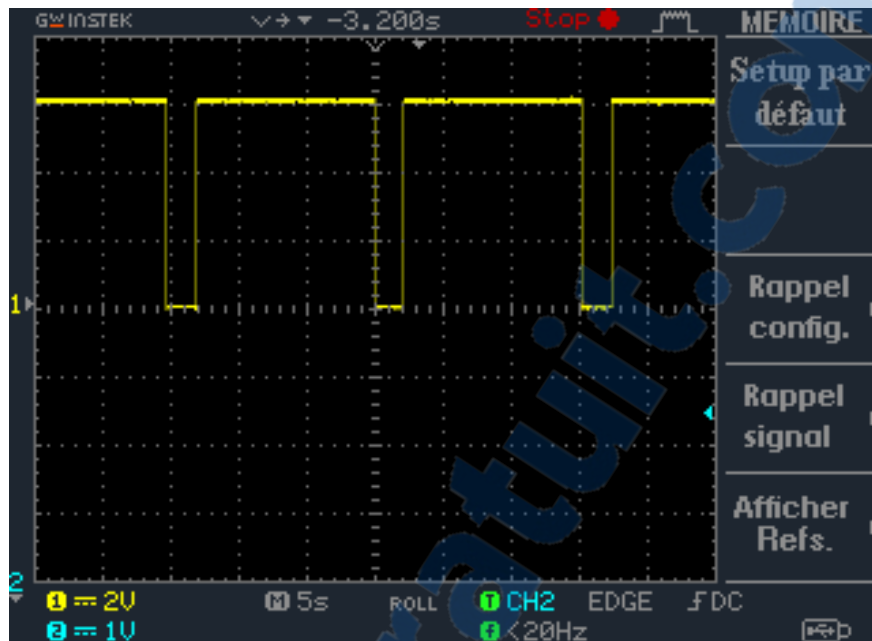


Figure 3.8 : Signal de la base de temps (pin 3 U1 : A).

La porte NAND U1:B joue ici un rôle de tampon inverseur à la sortie duquel la durée du niveau haut ne représente qu'environ 10% de la période globale.

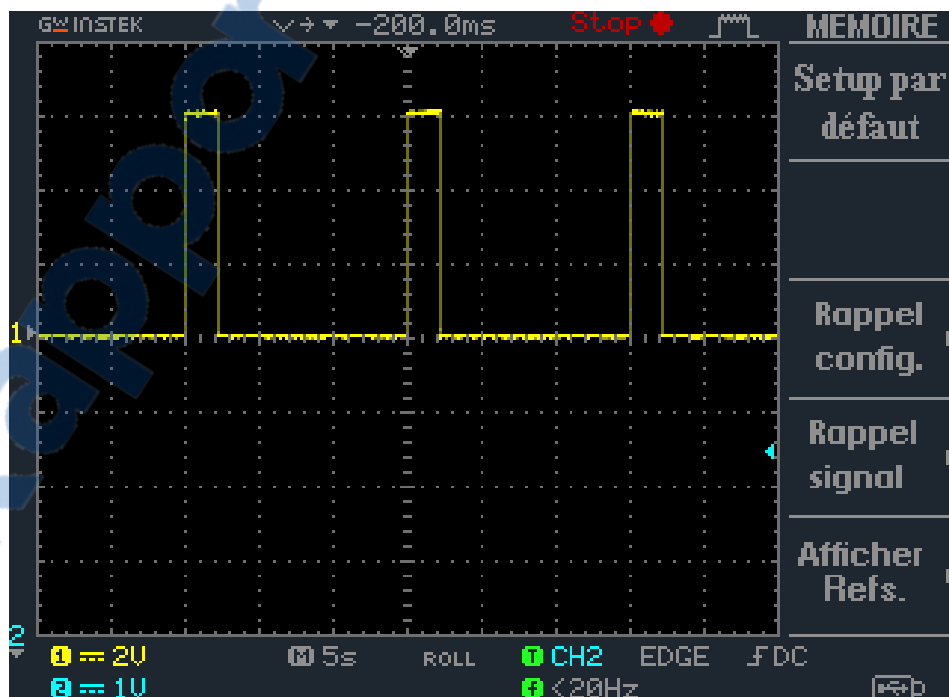


Figure 3.9 : Signal de la base de temps (pin 4 U1 : B).

Sa sortie alimente la CTN et la résistance  $R_0$  qui est en fait l'association série de  $R_4$  et de  $RV1$ , grâce à laquelle on peut modifier la température de déclenchement de l'alarme.

### 3.3 Comparateur (Bascule RS)

La fonction comparateur est remplie par la bascule de type RS constituée par l'association des 2 portes NOR U2A et U2B.

Pour ces portes logiques de type CMOS (NOR), l'entrée de la bascule RS est reliée directement à la sortie de la CTN, cela signifie que l'entrée de cette bascule est alimentée par la tension  $V_{dec}$ .

Le seuil de basculement est approximativement égal à la moitié de la tension d'alimentation et de même période T de  $V_T$ .

Le réglage de  $RV1$  doit donc être tel qu'à température ambiante normale, la tension à l'entrée du comparateur est inférieure à la tension de seuil ( $V_{alim}/2$ ) ; dans ce cas, sa sortie (PIN4 : U2B) est à l'état bas (0 V).

Quand la température dépasse la température ambiante, la tension à l'entrée du comparateur dépasse le seuil ( $V_{alim}/2$ ) ; dans ce cas la sortie de la bascule (PIN4 : U2B) passe à l'état haut (+  $V_{CC}$ ).

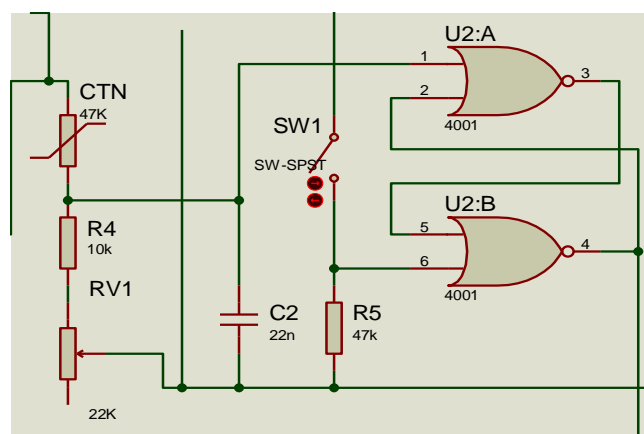


Figure 3.10 : Circuit de la bascule RS.

La sortie de la RS reste à l'état "haut" jusqu'au déclenchement par le bouton poussoir P. Cette bouton P relié à l'entrée RESET, remet la bascule au repos (sortie Q à 0 V) soit après l'insertion des piles, soit après une alarme.



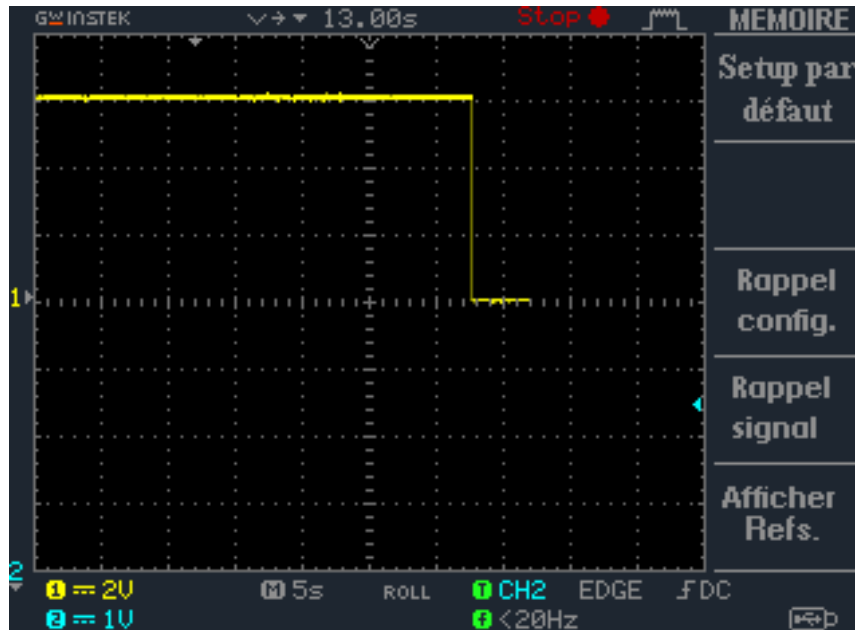


Figure 3.11 : Signal de la sortie de la bascule RS à l'état 1 et à l'état 0.

### 3.4 Oscillateur astable 1

Quand la sortie de la bascule RS est à l'état haut (PIN4 de la porte NOR U2 : B à l'état haut), l'astable 1 bâti autour de U1C et U1D entre en oscillation. Dans notre montage, on a un astable commandé à base de deux portes NAND du circuit intégré CD4093. Il génère des créneaux de forme non carrée.

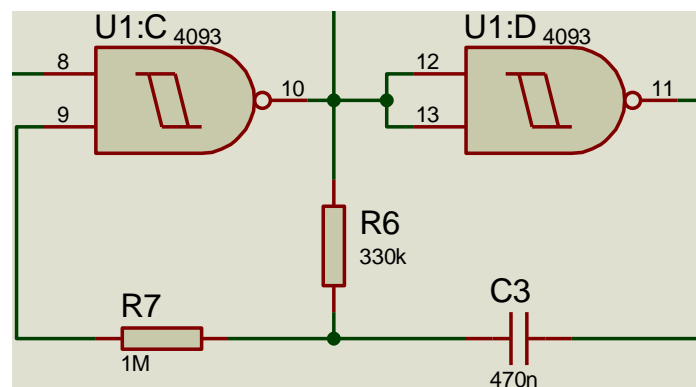


Figure 3.12 : Oscillateur astable 1 avec des portes NAND.

La période de cet oscillateur sur la sortie (Pin 10 de la porte NAND U1 : C) est déterminée par R6 (330 kΩ) et C3 (470 nF) et donnée par la relation théorique :

$$T = 2.2 \times 330 \text{ k}\Omega \times 470 \text{ nF} = 340 \text{ ms.}$$

La résistance R7 n'intervient pas dans le calcul de la période d'oscillation car sa valeur est très petite par rapport à l'impédance d'entrée de la porte NAND U1:C ; son rôle est de rendre le montage plus fiable. La fréquence varie beaucoup moins en fonction de la tension d'alimentation, 5% environ de 5 V à 15 V, donc meilleure stabilité en fréquence.

Pratiquement, nous trouvons la période égale à 400 ms.

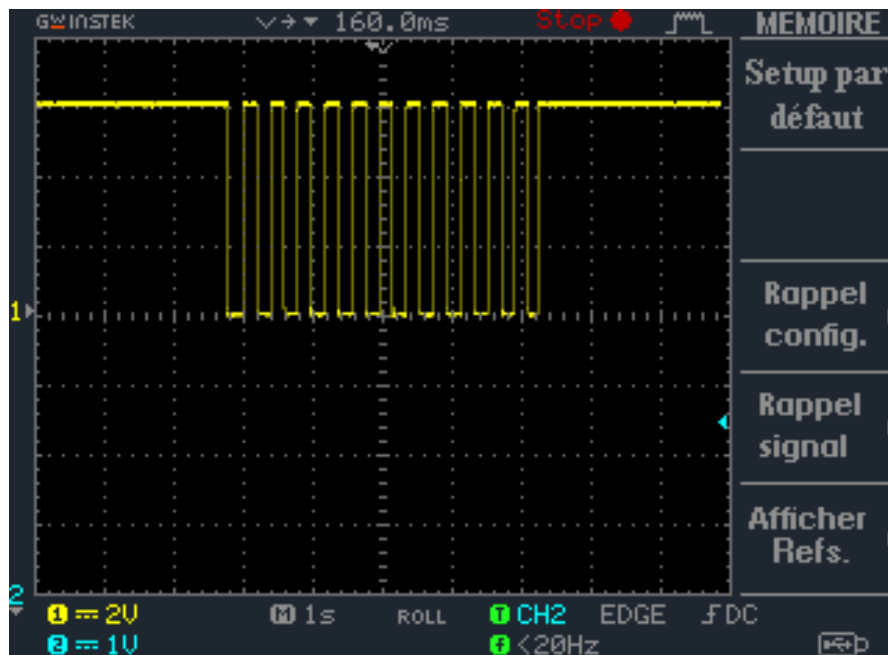


Figure 3.13 : Signal de sortie de l'oscillateur astable 1 (Pin10 de la porte NAND U1 : C).

### 3.5 Oscillateur astable 2

On utilise un deuxième oscillateur pour générer une fréquence réglable entre 1 et 5 kHz. Ce second oscillateur astable est bâti autour de U2D et U2C ; il entre à son tour en oscillation quand la sortie de l'astable 1 est au niveau bas. Sa fréquence dépend de RV2 et C4.

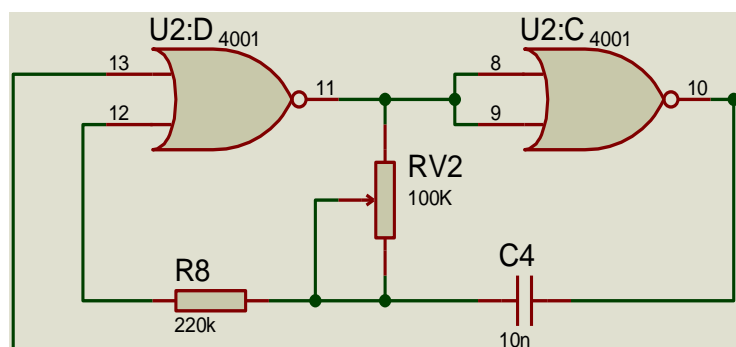


Figure 3.14 : Circuit de l'oscillateur astable 2 avec des portes NOR.

La résistance R8 n'intervient pas dans le calcul de la période d'oscillation, sa valeur est très petite par rapport à l'impédance d'entrée de la porte NOR U2:D.

Le réglage de la fréquence des oscillations de l'astable, faisant intervenir U2 : C et U2 : D permet de travailler à la fréquence de résonance du buzzer, ce qui augmente la puissance sonore qu'il délivre. La modulation (on pourrait dire aussi le découpage) du circuit d'excitation du buzzer par celui de période 0,3 Hz accroît la portée de l'alarme car il est reconnu qu'un son découpé est plus facilement détectable par l'oreille humaine qu'un son continu.

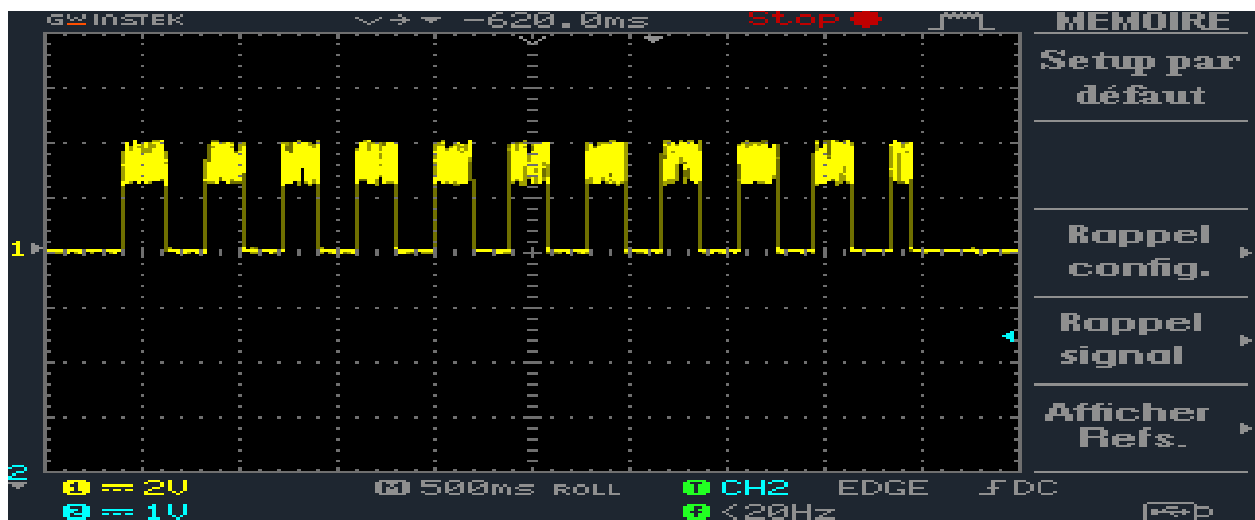


Figure 3.15 : Signal au PIN11 de U2 : D.

Soit  $T = 0.8 \times 500 \text{ ms} = 400 \text{ ms}$  ; on a alors une fréquence  $f = 2.5 \text{ kHz}$ .

Remarque : L'oreille humaine a une meilleure sensibilité pour une fréquence située entre 1 et 5 kHz.

### 3.6 Amplificateur (sextuple inverseur)

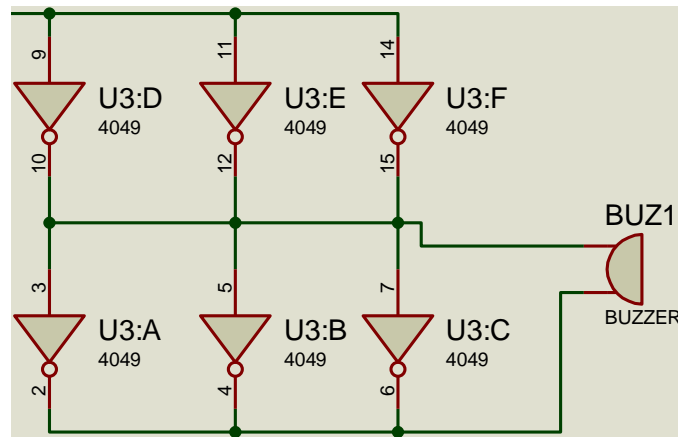


Figure 3.16 : Amplificateur avec des portes inverseurs.

Le signal du dernier oscillateur est appliqué à un buzzer piézo-électrique après amplification par le sextuple inverseur U3 (CMOS de type 4049), la disposition adoptée pour les 6 portes inverseuses de U3 permet d'augmenter leur courant de sortie (mise en parallèle des portes).

## 4 Réglages

Pour régler RV1, au mieux (seuil proche de 35 à 40°C) sans avoir recours à une enceinte thermostatée, une solution simple consiste à entourer la CTN avec les doigts et à chercher le point de réglage de RV1 qui entraîne le déclenchement de l'alarme.

Pour régler RV2, on se fie à son oreille pour obtenir un son le plus puissant possible lorsque l'alarme est déclenchée.

Ce détecteur d'incendie serait disposé de préférence, dans un endroit situé en hauteur, car la chaleur est toujours plus élevée au niveau du plafond qu'au niveau du sol. Cette disposition favorisera une détection plus rapide de l'élévation de température qui surviendrait en cas d'incendie. On évitera cependant de mettre le détecteur à proximité immédiate d'une source de chaleur (four, plaque électrique ou radiateur soufflant) sous peine de détections intempestives, à moins d'avoir élevé le seuil de déclenchement par RV1.

Pour la mise en marche, on positionne les 2 ajustables à mi-course et on alimente le montage par 4 piles de 1,5 V. Il est fort probable que le buzzer se mette à fonctionner au moment de la mise sous tension. Pour l'arrêter, il suffit d'appuyer une ou deux fois sur le

poussoir P. Si cette action est sans effet, on agira sur  $RV_1$ , (tourner dans le sens anti-horaire) pour diminuer  $V_{dec}$  et on appuiera à nouveau sur P ce qui devrait arrêter l'alarme.

## 5 Réalisation pratique

### 5.1 Circuit imprimé

L'ensemble des composants du montage tient sur le circuit imprimé dont le typon est présenté à la figure 3.17.

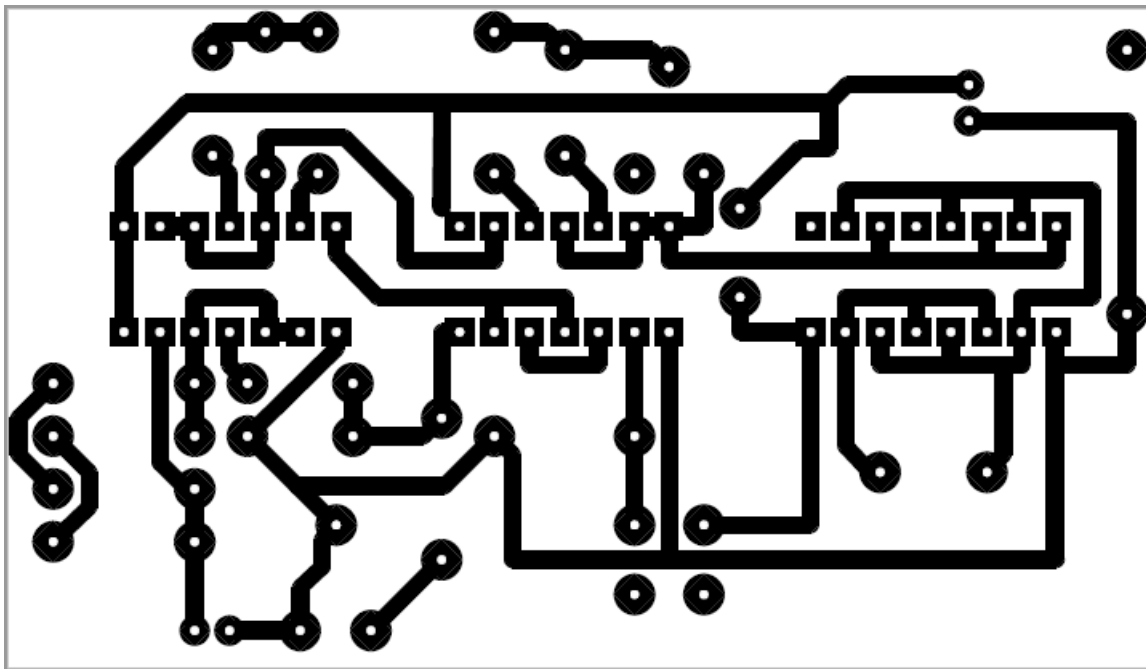


Figure 3.17 : Circuit imprimé final.

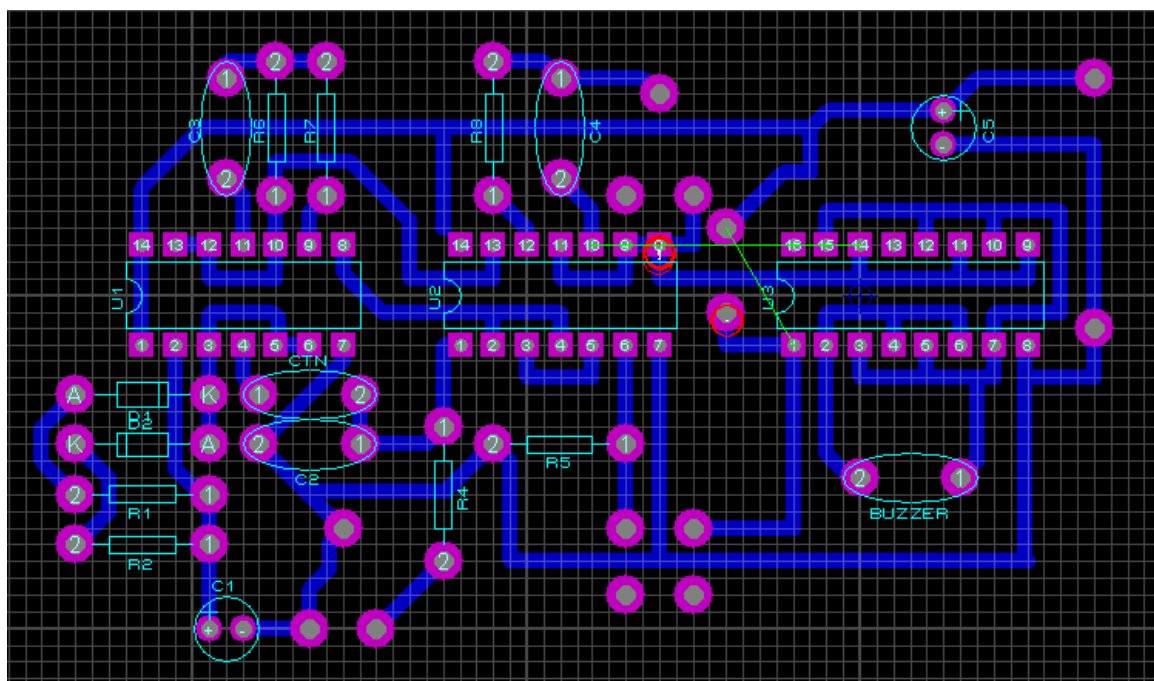


Figure 3.18 : Circuit imprimé PROTEUS ARES.

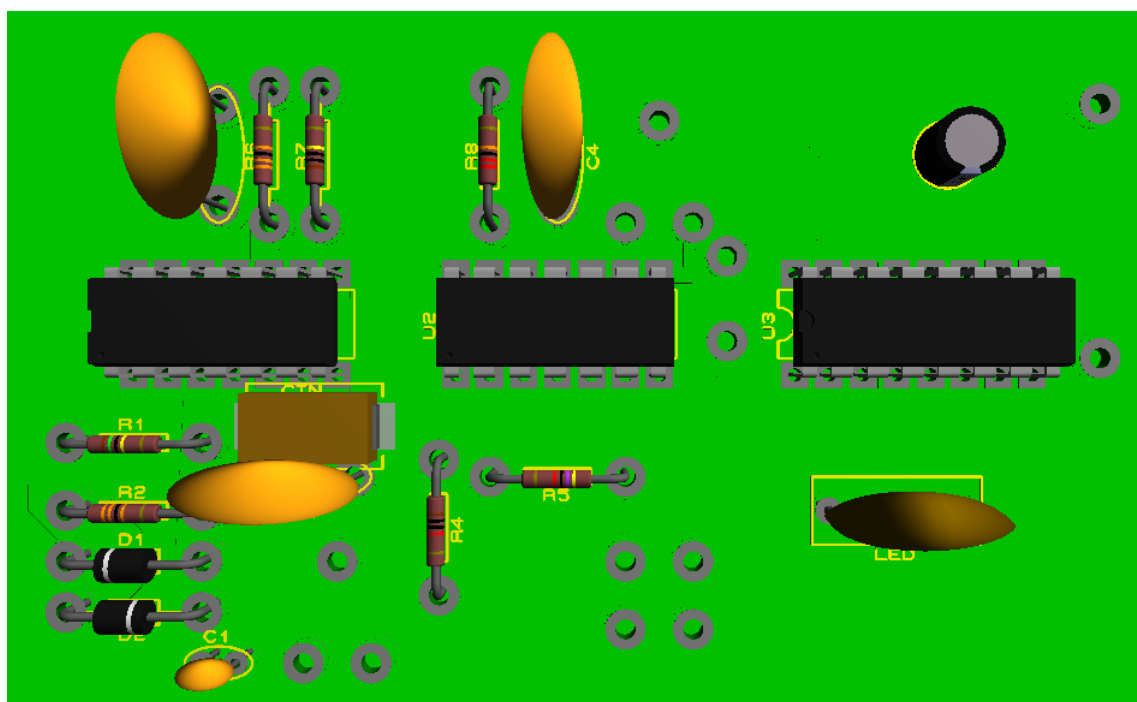


Figure 3.19 : Vue 3D du circuit imprimé avec composants.



Figure 3.20 : Circuit imprimé avec les composants sur la plaque.

## 5.2 Consommation d'énergie

On peut mesurer la consommation (hors alarme) et renseigner sur la durée de vie des piles utilisées. Il suffit pour cela d'interposer un milliampèremètre en série entre le bloc de piles et le montage. Avec une alimentation de 6 V, l'intensité absorbée passe de 30  $\mu\text{A}$  quand  $V_t$  est à l'état bas (90% du temps), à 220  $\mu\text{A}$  pour  $V_t$  à l'état haut (10% du temps).

**Nomenclature :****a) Résistance :**R1 : 10M $\Omega$ R2 : 1,5M $\Omega$ R4 : 10K $\Omega$ R5 : 47K $\Omega$ R7 : 1M $\Omega$ R6 : 330K $\Omega$ R8 : 220K $\Omega$ CTN : résistance à coefficient de température négatif 22K $\Omega$ A1 : 100K $\Omega$ A2 : 47K $\Omega$ **b) Semi-conducteurs :**

D1, D2 : 1N4148

**c) Condensateurs :**

C', C'' : 684nf

C2 : 100 $\mu$ f

C3 : 470nf

C4 : 10nf

C5 : 47 $\mu$ f**a) Divers :**

3 Supports 14 Broches

Buzzer

BP : Bouton poussoir



# Conclusion

Rapport-Gratuit.com

## Conclusion

Notre sujet et notre réalisation ne sont pas une chose de neuf en l'électronique courante ; mais vu les résultats obtenus de la réalisation pratique, ce circuit pourrait être utilisé dans des domaines tels que la sécurité et la maintenance industrielle, car il peut être placé et installé dans plusieurs locaux afin d'éviter des catastrophes, aussi bien humaines que matérielles.

Cette étude nous a fait bien comprendre qu'on a toujours des choses à apprendre en électronique.

Ce travail est susceptible d'être amélioré car la température et la fumée vont toujours de paire ; un circuit plus performant détecterait en même temps la température et la fumée. Des critiques et commentaires des lecteurs de ce mémoire nous aideraient à améliorer le montage.

# Bibliographie

- [1] Article publié par EDP Sciences et disponible sur le site <http://www.j3ea.org> ou
- [2] [www.systemsensor.ca/manuals/1024-001.pdf](http://www.systemsensor.ca/manuals/1024-001.pdf)
- [3] <http://www.somesca.fr/domotique/professionnels/detectchaleur.html>
- [4] [www.wikipédia.com](http://www.wikipédia.com)
- [5] détecteur de fumée autonome série nb-728 ft\_nb728\_detecteur\_de\_fumee pdf
- [6] Procédure d'évacuation d'urgence.pdf [www.preventex.qc.ca](http://www.preventex.qc.ca) 2016-02
- [7] [http://www.electronique-et-informatique.fr/Electronique-et-Informatique/Digit/Digit\\_6TS2.php](http://www.electronique-et-informatique.fr/Electronique-et-Informatique/Digit/Digit_6TS2.php)
- [8] ÉLECTRONIQUE de A à Z de *Tahar Neffati*, Paris, 2006
- [9] [www.gecif.net/articles/genie\\_electrique/.../les\\_montages\\_astables.pdf](http://www.gecif.net/articles/genie_electrique/.../les_montages_astables.pdf)
- [10] [http://www.electronique-3d.fr/Les\\_oscillateurs\\_rectangulaires.html](http://www.electronique-3d.fr/Les_oscillateurs_rectangulaires.html)
- [11] [http://www.ptitrain.com/electronique/tekno/pages/57non\\_logique.htm](http://www.ptitrain.com/electronique/tekno/pages/57non_logique.htm)
- [12] [www.eprat.com](http://www.eprat.com) 19 ELECTRONIQUE PRATIQUE