

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أبي بكر بلقايد- تلمسان
Université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen
كلية التكنولوجيا
Faculté de Technologie

Département de Génie Electrique et Electronique (GEE)
Filière : Electronique



MASTER INSTRUMENTATION
PROJET DE FIN D'ETUDES

Présenté par : BELDJILALI Mohammed & MUHUMUZA Peter.

Intitulé du Sujet

**Réalisation d'un appareil de détection du
monoxyde de carbone**

Soutenu le 26 /06 / 2019, devant le jury composé de :

M ^r BOUAZZA Benyounes	Professeur	Univ. Tlemcen	Président
M ^{me} BOUAZZA née GUEN Ahlam	Professeur	Univ. Tlemcen	Encadreur
M ^r LACHACHI Djamel	MCB	Univ. Tlemcen	Examineur 1
M ^{me} BERROUBA TANI Nadera	MCB	Univ. Tlemcen	Examineur 2

Année Universitaire 2018-2019

Remerciements :

On remercie Dieu le tout-puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de M^{me} BOUAZZA née GUEN Ahlam, nous tenons à la remercier pour la très bonne qualité de son encadrement, pour sa présence, pour sa patience, pour sa compétence, sa rigueur et sa disponibilité durant ce travail de mémoire *avec toujours cette authentique capacité à se surpasser pour mener à bien notre travail.*

Nos remerciement s'adresse à M^r BOUAZZA Benyounes pour son aide et ses encouragements. Nous sommes conscients de l'honneur que nous a fait M^r BOUAZZA Benyounes en acceptant de présider ce jury ainsi que M^r LACHACHI Djamel et M^{me} BERROUBA TANI Nadera pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Notre remerciement s'adresse également à tous nos professeurs pour leur générosité et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.

Nos profonds remerciements vont également à toutes les personnes qui nous ont de près ou de loin aidée et soutenue principalement à tous l'effectif du département électronique et électronique de la faculté de Technologie de notre université .

Dédicace :

C'est avec une très grande émotion et un immense plaisir que je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents qui m'ont soutenu durant toute la durée de mes études.

A mes frères et sœurs et tous les membres de ma famille, petits et grands surtout OSSAMA ,
ZAHRA,SAMIR , SAMIA,NAFISSA et AKRAM

A mes chers amis SEHOULI NAIMA , MOKHTAR ABDERHMANE, TALEB HAFSA,
SOLTANI SID AHMED, NADJAR HAMZA , BOUAZZA AKRAM ,AZIZI
ABDELLAH ,MEZIANE RIYAD qui m'a beaucoup aidé durant ces années d'études
Amon binôme et mon bon ami MUHUMUZA PETER

A tous ceux qui m'aiment et que j'aime.

BELDJILALI Mohammed

Dédicaces

Je voudrais dédier ce travail tout spécialement à mes chers parents pour
l'amour, les sacrifices consentis et les encouragements que vous m'avez donnés

A mes frères et Sœur et toute ma famille

A tous mes professeurs qui ont consacré leur temps à me transmettre des
connaissances depuis ma première année de Licence jusqu'à la deuxième année
de Master en particulier mon encadreur Mme BOUAZZA née GUEN Ahlam.

A mon ami et Binôme BELDJILALI Mohammed

A tous ceux qui mon soutenu.

MUHUMUZA. Peter

Sommaire

Introduction générale	6
Chapitre 1: Généralités sur le monoxyde de carbone	9
1.1 Les généralités sur le monoxyde de carbone (CO) :.....	10
1.1.1 Formation du monoxyde de carbone.	11
1.1.2 Mesure de la concentration du CO dans un environnement :	19
1.1.3 Effet du monoxyde de carbone sur la santé et le corps humain : [14]	19
1.1.4 signes et symptômes de L'intoxication :	22
1.1.5 Conclusion.....	24
Chapitre 2: Détection du monoxyde de carbone	25
2.1 Détection de monoxyde de carbone :	26
2.1.1 Définition :	26
2.1.2 Les types de détecteur de CO.	26
2.2 Système de sécurité et de protection :	32
2.2.1 Définition	32
2.2.2 Exemples des systèmes de protection :	32
2.2.3 Moyens de protection et les précautions à prendre pour éviter ces intoxications :	33
Chapitre 3 : Etude théorique des différents étages du circuit.	36
Introduction	37
3.1 Le capteur de Détection du CO.....	37
3.1.1. Capteur de gaz :	39
3.2 Comparateur à base d'amplificateur opérationnel (AOP) :	40
3.2.1 L'Amplificateur opérationnel monté en comparateur.....	40
3.2.2 Principe de fonctionnement du comparateur	40
3.3 Les multivibrateurs:	42
3.3.1 Le multivibrateur monostable.	42
3.3.1.3 Le Monostable à circuit intégré	45
3.3.2 Le multivibrateur astable	46
3.4 Bascules et compteurs	49
3.4.1 Bascule	49
3.4.2 Le diviseur de fréquence et compteurs	50
3.4.3 L'oscillateur et Compteur CD4060	54

3.5	Trigger Schmitt ou comparateur avec hystérésis.	55
3.5.1	Trigger de schmitt à Porte Logique.	55
3.6	Transistor en commutation	56
3.6.1	Transistor bipolaire	57
3.6.2	Régimes de fonctionnement du bipolaire.	57
3.6.3	Principe de fonctionnement d'un transistor Bipolaire NPN en interrupteur (mode de commutation).	59
3.7	Conclusion.....	60
Chapitre 4 : Résultats et interprétations		61
4.1	Analyse du circuit.....	61
4.2	Résultats et interprétations	67
4.2.1	Introduction au logiciel Proteus version 7	67
4.2.2	Capture schématique et Simulation avec ISIS.....	68
4.2.3	Résultats obtenus à partir des points de tests et les interprétations.....	68
4.3	Description et Fabrication du circuit imprimé	73
Conclusion générale.....		78
Liste des Figures :		81
Liste des tableaux.....		84
Liste des Composants:		85
Bibliographie		87
Annexe1:		90
ANNEXE 2: Présentation du logiciel PROTEUS		98
Annexe 3:		103

Introduction générale

Le monoxyde de carbone est un gaz incolore, inodore, insipide, très toxique, non irritant très dangereux et pour finir mortel. Pour prévenir le risque d'empoisonnement au monoxyde de carbone il est recommandé de s'équiper d'un détecteur de "CO". Cet équipement s'avère être extrêmement utile dans les endroits qui nécessitent la pose de ce type d'appareil on cite entre autre les habitations équipé d'un appareil de chauffage à combustible, poêle, chaudière par exemple et c'est bien le cas de diverses habitations ou la propagation de ce monoxyde de carbone peut subvenir suite à une défaillance ou à un mauvais fonctionnement de ces appareils. Par conséquent, le détecteur de monoxyde de carbone peut être considéré comme un moyen très utile et fiable pour détecter rapidement la présence de monoxyde de carbone dans l'environnement. La principale source de monoxyde de carbone a été identifiée comme une combustion incomplète des hydrocarbures, c'est pourquoi le détecteur de monoxyde de carbone a trouvé de nos jours de nombreuses applications dans des endroits tels que:

- Les industries qui brûlent du carburant pour produire de l'énergie.
- Dans les hôtels et les maisons qui utilisent des appareils de chauffage dans les chambres ainsi que les cuisines .etc.....

Ainsi notre travail a consisté à étudier et réaliser pratiquement un détecteur de monoxyde de carbone et de le tester. Notre travail a ainsi fait l'objet de quatre chapitres:

- Le premier consacré aux généralités sur le monoxyde de carbone, les sources de création de ce gaz, ainsi que ses effets sur le corps humain.
- Le deuxième chapitre nous a permis de présenter différents types de détecteurs de monoxyde de carbone et de systèmes de détection actuellement utilisés.

- Au troisième chapitre nous étudions les différents montages électroniques utilisés pour la réalisation de notre détecteur.
- Enfin, le quatrième chapitre nous présentons l'analyse du circuit étudié et présentons nos différents résultats et chronogrammes.

Chapitre 1 : Généralités sur le monoxyde de carbone.

1.1 Les généralités sur le monoxyde de carbone (CO) :

Le monoxyde de carbone (CO) est le plus simple des oxydes du carbone. C'est un gaz très dangereux, il ne se voit pas et ne sent rien. C'est donc un gaz incolore, inodore, insipide, très toxique, non irritant et pour finir mortel. L'émanation du monoxyde de carbone provient de la combustion incomplète de composés carbonés. Son émanation, provient d'une combustion incomplète de composés carbonés, et est accentuée par une mauvaise alimentation en air frais ou d'une mauvaise évacuation des produits de combustion (ventilation). Son mélange avec l'air est aisé puisque les deux gaz ont une densité proche. L'inhalation de ce gaz toxique entraîne des maux de tête, une envie de vomir, et une très grande fatigue. Il entraîne aussi des évanouissements ou entraîne même à mort. L'empoisonnement au monoxyde de carbone est le plus souvent lié à un mauvais entretien ou à une mauvaise utilisation d'un appareil de chauffage ou d'un moteur. Le dégagement de ce gaz mortel est aussi favorisé par une aération insuffisante par exemple dans les maisons en hivers qui sont calfeutrées pour maintenir la chaleur dans la maison pendant les grands froids. Certaines intoxications surviennent aussi dans un contexte d'inhalation de fumée d'incendie. Par ailleurs, Le tabagisme majore de façon limitée le taux de monoxyde de carbone dans le sang des fumeurs actifs et même passifs.

Sachant que la masse volumique du monoxyde de carbone est de $1,14 \text{Kg/m}^3$, on remarque donc qu'elle est presque identique à celle de l'air, de ce fait ce gaz se dissout facilement dans l'air.

La molécule du monoxyde de carbone présentée en figure 1.1 est composée d'un atome de carbone et d'un atome d'oxygène reliés par trois liaisons chimiques. Ce corps composé est à l'état gazeux dans les conditions normales de température et de pression.

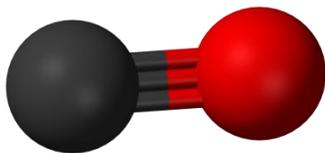


Figure 1.1: modèle d'une molécule de CO [1].

Les principales propriétés de ce composés sont:

Formule : CO

Masse molaire : 28,01 g/mol

Masse volumique : 1,14 kg/m³

Point d'ébullition : -191,5 °C

Point de fusion : -205 °C

Le monoxyde de carbone CO se différencie du dioxyde de carbone CO₂ par le fait que pour le CO (Monoxyde de Carbone) un atome d'oxygène est le produit d'une combustion incomplète alors que pour le CO₂ (Dioxyde de Carbone) deux atomes d'Oxygène sont produit d'une combustion complète.

Par ailleurs, Le CO a un poids moléculaire un peu plus léger que celui de l'air normal (densité de 0.97). Avec la chaleur produite par la combustion incomplète le CO sera appelé à monter vers le plafond mais est généralement appelé à se propager partout dans le volume ou se produit la combustion alors que le CO₂ a un poids moléculaire plus lourd que l'air (densité de 1.53), conduisant le CO₂ à descendre plutôt vers le plancher.

1.1.1. Formation du monoxyde de carbone.

Le monoxyde de carbone est le plus simple des oxydes du carbone, il se forme principalement comme nous l'avons noté auparavant, lorsque l'oxygène utilisé dans le processus de combustion est insuffisant. Dans le cas où suffisamment d'oxygène est utilisé, c'est le dioxyde de carbone (CO₂) qui est produit.

• le monoxyde de carbone est le produit de la **combustion incomplète** des combustibles.

Combustibles fossiles

- Gaz naturel ou en bouteille
- Mazout, fuel, essence
- Bois
- Charbon



**Mauvaise
combustion**

Monoxyde de carbone

- Invisible
- Incolore
- Inodore
- Très toxique
- Mortel

Figure1.2 :Formation du monoxyde de carbone. [2]

Cette réaction chimique peut être illustrée à l'aide de l'équation chimique ci-dessous.

➤ Equation chimique pour la création du CO :

Deux molécules de carbone sont brûlées dans une molécule d'oxygène insuffisant pour produire du CO.

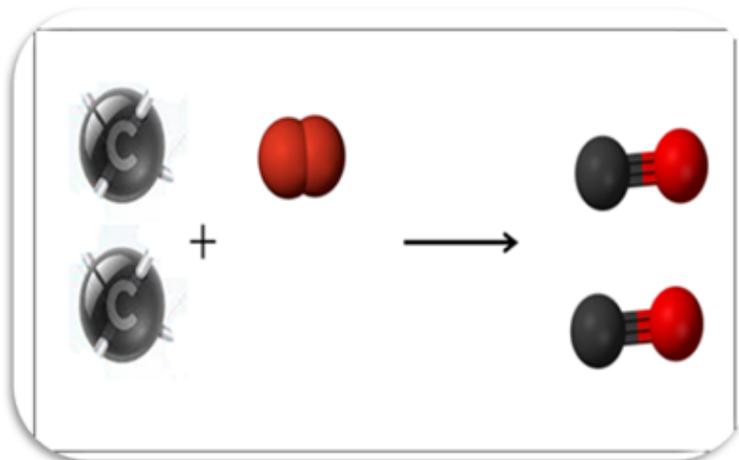


Figure1.3 : modèle chimique de l'équation

On présente dans cette partie de notre mémoire quelques exemples permettant de mettre en évidence la formation du monoxyde de carbone suite à une combustion incomplète de carbone brûlant dans peu d'oxygène pour produire du CO.



Figure1.4 : gaz d'échappement des véhicules. [3]



Figure1.5 : la fumée de cigarette. [4]

1.1.1.1. Les source de création du monoxyde de carbone

Voici quelques sources susceptibles de provoquer la formation do monoxyde de carbone au cours du processus de combustion

- **Sources domestiques:**

Dans les habitations, les principales sources de CO sont les foyers utilisant un combustible carboné (bois, charbon, gaz, pétrole...) que ce soit des appareils de chauffage, de production d'eau chaude, un four ou une cuisinière [5].

Les gaz brûlés émis par ces appareils à usage domestique contiennent toujours une petite quantité de CO parce que la combustion n'est jamais tout à fait complète.

La quantité de CO qui se dégage est principalement influencée par l'apport d'air frais soit par la ventilation mais aussi l'évacuation des gaz brûlés principalement par les cheminées. Pour une combustion efficace, il faut que l'appareil domestique soit correctement installé et que les brûleurs soient bien réglés. Un usage inapproprié ou un entretien insuffisant peuvent également conduire à la formation de monoxyde de carbone.

Un appareil utilisant un combustible carboné non raccordé à une cheminée aura pour conséquence la libération de gaz brûlés directement dans l'habitation. C'est le cas par exemple des poêles à pétrole mobile (qui n'est heureusement pas le cas pour nous car on n'utilise pratiquement pas ce type de poêle à pétrole), des foyers au bioéthanol ou d'un barbecue utilisé à l'intérieur.



Figures 1.6 : Appareils domestiques susceptibles de dégager du monoxyde de carbone faute d'entretien.

[6][7]

- Sources liées au trafic (Les gaz d'échappement des automobiles) :

Les véhicules à moteur tels que les voitures, camions, tracteurs, etc. sont une source non négligeable de CO [5]. La teneur en monoxyde de carbone issu des gaz d'échappement des voitures et des camions varie entre 0,1 et 8 % et peut même atteindre quelques fois près de

30 % dans des cas extrêmes. Notons cependant que les gaz d'échappement des locomotives "diesel", des bateaux ainsi que des avions contiennent également du monoxyde de carbone. Dans des conditions bien particulières, la circulation peut mener à des intoxications graves, on cite à titre d'exemple le cas où de nombreux véhicules quittent en même temps un parking souterrain ou lorsque les files de voitures s'allongent dans un tunnel qui est mal ventilé situation pouvant se produire pendant les heures de pointe par exemple.



Figures 1.7: Emanation du monoxyde de carbone dans le cas des différentes sources de trafic. [5][8]

- Les incendies :

Un incendie s'accompagne toujours d'un dégagement d'une importante quantité de monoxyde de carbone . Ce type de feux libèrent malheureusement un taux impressionnant de CO. Ce taux de monoxyde de carbone peut s'élever jusqu'à des seuils d'explosivité, de par ce fait une explosion peut se manifester à l'ouverture d'une des issues des bâtiments en feu dû à l'apport d'oxygène.



Figures 1.8: Dégagement du CO suite aux incendies. [9][5]

- Le tabac (La fumée due au tabagisme):

Le tabagisme est malheureusement une source qu'on ne peut négliger dû au nombre de fumeurs et qui ne cesse d'augmenter chez les jeunes et menant à un dégagement du monoxyde de carbone. La fumée de tabac a des répercussions non seulement sur les fumeurs directs mais aussi sur leur entourage. La fumée dégagée affecte les fumeurs de façon directe, par l'intermédiaire de la fumée primaire lorsque les fumeurs consomment du tabac, et aussi de façon indirecte, avec les fumées secondaire et même tertiaire lorsque leurs proches des fumeurs inhalent les substances chimiques présentes dans l'air ou imprégnées dans les surfaces [5]. La fumée secondaire est en fait de la fumée ambiante qui s'ingère mécaniquement par l'entourage des fumeurs et est le résultat d'une combustion incomplète à faible température du tabac. On peut donc conclure que c'est en fait du monoxyde de carbone mélangé à des produits chimiques nocifs. En effet, une personne qui fume un paquet de cigarettes chaque jour peut avoir des taux de carboxyhémoglobine (HbCO) qui peuvent varier de 5 à 6 % et s'il consomme deux ou trois paquets par jour, les taux d'HbCO peuvent atteindre 7 à 9%. Par ailleurs, fumer la pipe à eau appelée "chicha", ou "narguilé" peut entraîner une intoxication non négligeable au monoxyde de carbone. On a mesuré des taux de carboxyhémoglobine de 21 % à 32 % chez les personnes qui fument la pipe à eau. La fumée d'une pipe à eau contient malheureusement plus de monoxyde de carbone que la fumée dégagée par la cigarette et a la propriété d'être inhalée plus facilement et ceci en raison d'une température plus basse. L'exposition à la fumée est également plus intense. En termes d'exposition au CO, une séance de quelques heures aussi bien en tant que fumeur actif ou passif équivaut à la consommation d'une cinquantaine de cigarettes à peu-près ce qui n'est pas du tout négligeable. Notons malheureusement que l'entourage de ces fumeurs est lui aussi fumeur passif et subit les mêmes dommages que le fumeur lui-même sinon plus.



Figure 1.9: Dégagement de la fumée contenant du CO par le biais de la cigarette. [10]

- Sources industrielles :

Les usines de pâte à papier, les usines de noir de carbone, la métallurgie du fer et d'autres métaux, les raffineries de pétrole, aussi bien que les industries fabriquant du méthanol, de l'acide formique ou acétique ou des métaux carbonyles sont aussi malheureusement de grands producteurs de monoxyde de carbone [5]. Notons aussi que les incinérateurs, aussi bien que les industries qui produisent du gaz de chauffage contribuent aussi au dégagement du monoxyde de carbone dans l'atmosphère. Dans le cas des pays riche en gaz naturelle, le gaz de chauffage provient de gisements de gaz naturel ceci est le cas de l'Algérie et des Pays-Bas ou le gaz de chauffage est composé essentiellement de méthane et ne contient pas de monoxyde de carbone.

Divers cas d'intoxication ont été observés dans des magasins qui utilisent des chariots élévateurs à moteur au diesel ou à essence telles que polisseuses à béton ou asphalteuses qui peuvent fonctionner dans des espaces mal ventilé et peuvent provoquer des intoxications au monoxyde de carbone.



Figures 1.10: Dégagement du monoxyde de carbone dû à des sources industrielles. [11]

- **Les granulés de bois (pellets) :**

Les granulés de bois qu'on entrepose généralement dans un milieu clos peuvent même sans combustion, dégager du monoxyde de carbone par oxydation des acides gras se trouvant dans le bois [5]. On a pu observer plusieurs cas d'intoxications au monoxyde de carbone par exemple dans les soutes de bateaux qu'on utilise pour le transport des pellets ou dans des espaces de stockage de ces pellets qui sont généralement destinés à l'alimentation de chaudières.



Figures 1.11: Les granulés de bois source de CO. [12]

- **Sources naturelles :**

Le monoxyde de carbone est produit naturellement par oxydation du méthane dans l'atmosphère et photodissociation du carbone [5]. Les autres sources naturelles du monoxyde de carbone sont: les océans, les volcans, les feux de forêts, les orages et les gaz des marais. La germination

des graines et la croissance des semis par action des micro-organismes sont d'autres sources naturelles de CO.



Figures 1.12: Sources naturelles menant au dégagement du CO [5] [13]

1.1.2. Mesure de la concentration du CO dans un environnement :

Le niveau de concentration de CO est mesuré à l'aide d'un système permettant de calculer une concentration en parties par million (ppm) . La partie par million est la fraction valant 10^{-6} . Par exemple, 100 ppm de CO signifient que pour 1 000 000 molécules d'air, il existe 100 molécules de CO.

Pour convertir cette valeur en pourcentage on divise la valeur 100ppm par 10.000 on obtient alors un pourcentage égal à (0.01%)

1.1.3 Effet du monoxyde de carbone sur la santé et le corps humain :

Le monoxyde de carbone est un gaz toxique. L'inhalation de quantités importantes de ce gaz au cours d'une période donnée provoque une intoxication à ce gaz [14]. La toxicité du CO dérive principalement de sa capacité à se lier à des métaux appelés métaux de transition , on note alors comme métal de transition le fer qui se situe au centre d'une molécule d'hémoglobine du sang située plus exactement dans les globules rouges. Le monoxyde de carbone s'attache plus facilement à l'hémoglobine qu'à l'oxygène. Par conséquent, dans le sang, la présence de monoxyde de carbone empêche une partie de l'hémoglobine des globules rouges à effectuer son travail qui est de transporter suffisamment d'oxygène vers différentes

parties du corps. En effet, ce gaz dangereux car non décelable, a un effet très toxique même à des concentrations très réduites en volume lors d'exposition prolongée. Le CO est singulièrement un poison sanguin, donc ce dernier est absorbé par les poumons, il passe donc rapidement la barrière alvéolo-capillaire et juste après sa dissolution il se fixe sur l'hémoglobine formant une molécule stable soit la carboxyhémoglobine (HbCO). L'hémoglobine (Hb) s'associe préférentiellement avec le CO plutôt qu'avec l'oxygène, et cette fixation est malheureusement irréversible.



Cet effet est d'autant plus important que l'affinité de l'hémoglobine pour le CO est 230 fois plus importante que celle de l'oxygène. L'hémoglobine du sang, privée de son oxygène ne peut plus jouer son rôle principal et qui est celui de transporteur l'oxygène des poumons vers les tissus. En outre le CO déplace l'oxygène de sa combinaison avec l'hémoglobine appelé oxyhémoglobine "HbO₂" entraînant alors de l'anoxémie qui est une baisse de l'oxygène sanguin, puis une asphyxie qui peut malheureusement être mortelle.



L'équation ci-dessus est réversible, l'oxygène (O₂) peut agir sur la carboxyhémoglobine (HbCO) pour déplacer le CO de sa combinaison et reformer du HbO₂. La gravité de l'intoxication au monoxyde de carbone dépend de la quantité de ce gaz fixée par l'hémoglobine. La gravité de l'intoxication est donc liée à la concentration de ce gaz dans l'air, à la durée d'exposition et au volume respiré. Les enfants qui par exemple ont une respiration plus rapide, ainsi que les personnes pratiquant une activité physique présenteront un taux de carboxyhémoglobine plus élevé. La proportion d'hémoglobine transformée en carboxyhémoglobine ne devrait pas dépasser 1 % chez un adulte en bonne santé. Dès que le taux de carboxyhémoglobine (HbCO) atteint 5 %, des effets peuvent être visibles au niveau du système nerveux et des modifications peuvent apparaître au niveau du flux sanguin et de la fréquence cardiaque et pulmonaire. En effet, Pour un taux de HbCO plus grand que 15% l'intoxication se traduira par des nausées, des vertiges ou, plus grave, un évanouissement. Généralement, la mort survient quand le taux d'HbCO atteint environ 66 %. L'exposition au CO

est décelée par la mesure du taux sanguin de carboxyhémoglobine, du taux de monoxyde de carbone dans l'air exhalé ou du taux de CO dans l'air de l'endroit où on se trouve.

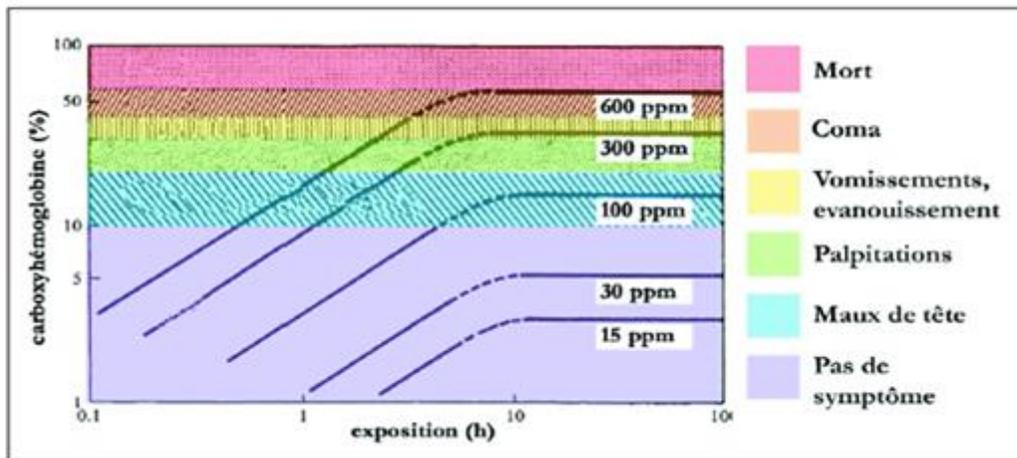


Figure 1.13: symptômes de l'intoxication au CO en fonction de l'exposition et de la concentration en HBCO [14]

On définit alors l'Oxygénothérapie comme l'utilisation thérapeutique du gaz d'oxygène en inhalation et on définit l'hypoxie ou anoxie comme étant la diminution de la quantité d'oxygène que le sang distribue aux différents tissus.

- Autre Risque dus au monoxyde de carbone:

Le CO est dangereux pour nous tous mais certaines personnes sont particulièrement et plus exposés au risque d'empoisonnement au CO comme par exemple les femmes enceintes et qui sont considérées comme des personnes à risque parce que l'hémoglobine du fœtus se lie plus facilement au CO comparé à l'hémoglobine de la personne adulte. Le taux de carboxyhémoglobine dans le sang du fœtus peut ainsi dépasser de 10 à 15% celui de la mère. D'autre part, une respiration rapide accélère l'absorption du CO. Nous savons tous que les jeunes enfants respirent plus vite que les adultes et résorbent donc plus rapidement le CO. D'autre part, un adulte faisant un effort physique s'intoxiquera plus rapidement que celui au repos. Par ailleurs, certains métiers exposent au risque d'intoxication au CO on cite alors les pompiers, le personnel des parkings souterrains, la police assurant la circulation, les personnes travaillant avec des machines à moteur à essence tel que ceux qui travaillent dans les trains etc.



Figures 1.14: Fumée saturée de monoxyde de carbone émanant des trains ou lors d'un incendie. [15][16]

1.1.4. Signes et symptômes de L'intoxication :

Les symptômes d'une intoxication au monoxyde de carbone varient d'une personne à l'autre. Cependant en général, les premiers symptômes d'une faible inhalation de CO sont :

- un syndrome grippal,
- une dépression,
- le syndrome de fatigue chronique,
- les douleurs thoraciques,
- une gastro-entérite,
- la migraine ou des maux de tête.



Figures 1.15 : une gastro-entérite. [17] [18]



Figures 1.16 : la migraine ou maux de tête. [19][20]

L'intoxication aigue apparaît dans les organes les plus dépendants de l'utilisation d'oxygène tel que le système nerveux central et le cœur par exemple. Les signes cliniques pour une intoxication aigue sont:

- les céphalées,
- les vertiges,
- la confusion,
- les convulsions,
- les troubles de conscience.



Figure 1.17 : Le vertige l'un des premiers symptômes d'un empoisonnement au CO. [21]

Tableau 1.1_ concentrations de CO par rapport au corps humain dans un temps donné. [22]

Niveau de CO	Effets ressentis
0 ppm	l' air normal
9 ppm	maximum de CO toléré à l'intérieur
25ppm	limite d'exposition admissible pour un employé dans une usine pour une journée de travail de 8 heures
50 ppm	Niveau maximum toléré sur le lieu de travail
100 ppm	mal de tête après 1-2 heures.
200 ppm	Vertiges, nausées, fatigue, maux de tête après 2-3 heures d'exposition.
400 ppm	Mal de tête et nausées après 1-2 heures. d'exposition. la vie est en danger après 3 heures.
800 ppm	Mal de tête, nausée et vertiges après 45 minutes; collapsus et perte de conscience après 1 heure d'exposition. la mort dans les 2-3 heures.
1600ppm	la mort dans les 1-2 heures
>5000 ppm	la mort entre 1 et 30 minutes

1.1.5 Conclusion

Nous avons essayé au sein de ce chapitre de définir le monoxyde de carbone, de déterminer ses différentes sources et de présenter ses effets sur la santé des êtres humains. Par conséquent, en raison de sa toxicité pour le corps humain, il convient de le détecter immédiatement et de déterminer son niveau en ppm. Cette détection ne peut se faire qu'avec un appareil qui permet sa détection et qui est le détecteur de monoxyde de carbone que nous nous proposons de présenter dans le reste de ce mémoire.

Chapitre 2: Détection du monoxyde de carbone

2.1.Détection de monoxyde de carbone :

Le monoxyde de carbone est un gaz inodore. Il n'est donc pas décelable par l'être humain. Un détecteur de monoxyde de carbone est donc nécessaire pour éviter tout risque d'intoxication. La détection du monoxyde de carbone est effectuée par un détecteur de CO, par conséquent, le mode de fonctionnement de différents détecteurs sera présenté dans ce chapitre.

2.1.1.Définition :

Un détecteur de monoxyde de carbone est un appareil qui détecte la présence de gaz de monoxyde de carbone afin de prévenir l'empoisonnement à ce gaz. Les détecteurs de CO sont conçus pour mesurer les niveaux de CO sur une période de temps donnée et déclencher une alarme avant que des niveaux dangereux de CO ne s'accumulent dans un endroit donné.

2.1.2. Les types de détecteur de CO.

Le détecteur de monoxyde de carbone fonctionne grâce à un principe électrochimique : dans le détecteur, une solution chimique réagit au contact du monoxyde de carbone lorsque celui-ci atteint un seuil critique. Cette réaction fait sonner l'alarme du détecteur, et permet aux habitants de la maison ou de n'importe laquelle des habitations en général de réagir avant que le taux de monoxyde de carbone dans l'air ne leur occasionne de graves soucis irréversibles de santé. Le choix d'un détecteur de monoxyde de carbone doit se faire très prudemment car tout appareil de sécurité destiné à donner une alerte qui a pour but de nous sauver la vie doit être fiable sous peine d'être alors totalement inutile. Généralement, le détecteur de monoxyde de carbone déclenche une alerte en fonction du temps d'exposition à un niveau de concentration en monoxyde de carbone.

Idéalement, un détecteur de monoxyde de carbone doit être installé:

- Dans chaque pièce contenant un appareil de combustion,
- Dans les pièces où les occupants passent beaucoup de temps
- Idéalement dans chaque chambre.
- S'il y a un appareil à combustion dans une pièce où des gens dorment
- Dans les pièces où les occupants passent beaucoup de temps par exemple une salle de séjour, une cuisine...

Il existe différents types de détecteurs de monoxyde de carbone disponibles que nous présentons brièvement dans ce qui suit:

2.1.2.1. Les détecteurs électrochimiques

Il s'agit d'un type de pile à combustible principalement conçu pour la production d'un courant qui est précisément lié à la quantité de monoxyde de carbone présent dans l'atmosphère. La mesure de ce courant donne justement une mesure de la concentration de monoxyde de carbone dans l'atmosphère qui nous entoure.

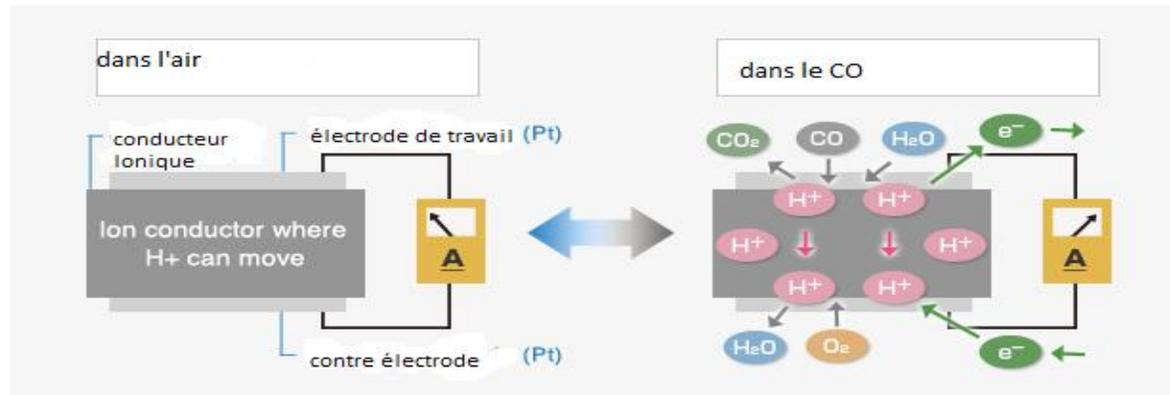
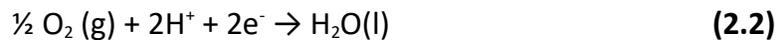


Figure 2.1 : Schéma de principe d'un détecteur électrochimique. [23]

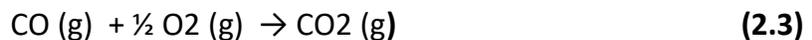
La cellule électrochimique est constituée d'un conteneur, de deux électrodes, de fils de connexion et d'un électrolyte, par exemple de l'acide sulfurique.

Mode de fonctionnement des détecteurs de CO à capteur électrochimiques:

Le monoxyde de carbone est oxydé sur une électrode en dioxyde de carbone tandis que l'oxygène est consommé sur l'autre électrode.



Les capteurs de gaz de type électrochimique fonctionnent comme une batterie, le gaz étant le matériau actif de cette réaction globale de la batterie.



Pour mesurer le courant de sortie de ce capteur, celui-ci doit être connecté à un circuit externe. En contrôlant le flux de gaz vers l'électrode de travail avec un film de diffusion, Le courant de sortie circulant dans le circuit externe sera proportionnel à la concentration de gaz diffusé.

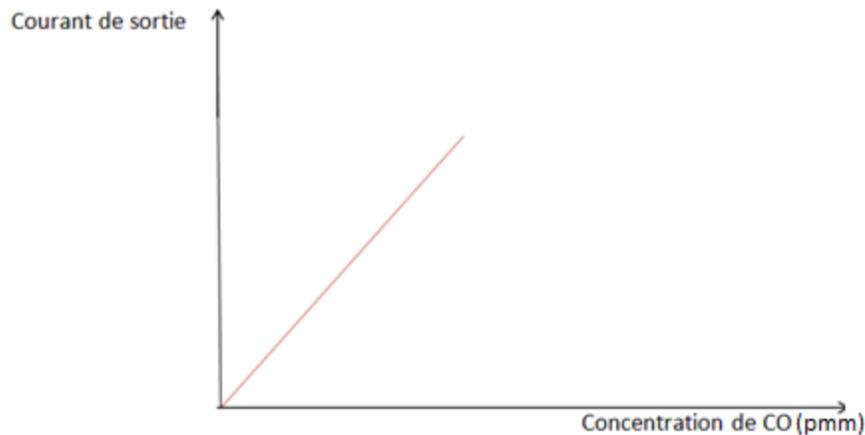


Figure2.2 : Relation entre courant sortant et concentration du CO

✚ *Les avantages des détecteurs de CO à capteur électrochimique :*

- Le signal obtenu à la sortie de ce type de détecteur est assez précis et linéaire par rapport à la concentration en monoxyde de carbone.
- Il a une longue durée de vie.

✚ *Les inconvénients des détecteurs de CO à capteur électrochimique*

- Ce type de détecteur est onéreux.
- Il n'est malheureusement pas très fiable.

2.1.2.2. Les détecteurs à semi-conducteur en oxyde métallique :

Le monoxyde de carbone est considéré comme étant l'un des polluants le plus répandu dans l'atmosphère résultant de phénomènes naturels et de la combustion incomplète de composés organiques carbonés dû aux activités humaine. Un certain nombre d'oxydes ont été proposés pour réaliser des capteurs à CO. On cite entre autre, des semi-conducteurs de type n, tels que SnO₂ seul ou dopé, ZnO, Fe₂O₃ et Ga₂O₃ ont été étudiés pour détecter le monoxyde de

carbone réducteur. Le fonctionnement de ces capteurs résistifs repose sur la dépendance de la conductivité électrique avec le nombre de défauts en oxygène dans le réseau cristallin, conséquence de la non-stœchiométrie de ces oxydes. En générale Les capteurs de gaz à semi-conducteurs sont des capteurs de conductivité électrique. La résistance de leur couche de détection active varie avec la concentration de à gaz (CO) détecté.

Ce type de capteur est constitué de fils minces d'un oxyde de métal semi-conducteur tel que le dioxyde d'étain sur une base de céramique isolante. Un circuit intégré y est connecté pour mesurer les modifications de la conductivité ou de la résistivité de l'oxyde métallique. L'élément sensible doit être chauffé à environ 400 ° C pour pouvoir fonctionner.

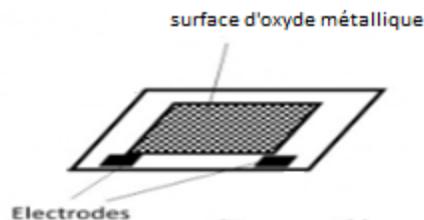


Figure2.3 : exemple d'un capteur à semi-conducteur en oxyde [24].

Mode de fonctionnement :

De manière générale, un capteur de gaz à semi-conducteur en oxyde métallique doit présenter au moins deux fonctions de base:

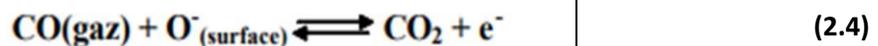
- Une fonction permettant de reconnaître un gaz particulier parmi un mélange de plusieurs constituants (fonction de reconnaissance)
- et une fonction permettant de transcrire la reconnaissance du gaz en signal électrique ou optique (fonction de transcription).

Un capteur contenant de l'oxyde d'étain pur présente d'importantes variations de conductivité électrique en fonction de certains gaz sans systèmes électriques complexes

Le processus général de détection du CO peut être résumé comme suit:

- Le gaz à détecter est adsorbé à la surface d'Oxyde.

- La reconnaissance du gaz est assurée par l'ensemble des processus chimiques de surface et les réactions qui jouent le rôle de récepteurs de gaz
- Par ailleurs, la conversion menant à un signal électrique est assurée par un processus physique lié au transport des électrons. Cependant, cela dépend non seulement des propriétés semi-conductrices de ces oxydes, mais également de la microstructure des matériaux poly cristallins par réaction avec un gaz oxydant ou avec un gaz réducteur. pour détecter le CO qui est un gaz réducteur, cela se produit à la surface de l'oxyde métallique
- Pour une température optimale les propriétés électroniques des couches d'oxyde métalliques sont modifiées et ceci par l'adsorption des molécules de gaz CO en surface. Une réaction chimique du CO avec les espèces d'oxygène pré-adsorbées se produit. Cette réaction chimique est essentiellement une réaction redox.



Dans ce cas, le nombre d'électrons majoritaires augmente menant essentiellement à une augmentation de la conductivité électrique ainsi qu'à la diminution de la résistivité de la couche de matériel sensible. En présence d'humidité, la sensibilité du capteur de monoxyde de carbone augmente. Après l'étalonnage du capteur, les valeurs correspondant au niveau de concentration de CO obtenu à partir de la conductivité de l'oxyde métallique sont déterminées à l'aide d'un graphe ou d'un système d'affichage.

Les avantages des capteurs à semi-conducteurs :

- Les capteurs à semi-conducteurs sont peu coûteux à fabriquer vu leur simplicité.
- Des capteurs spécifiques peuvent être inventés pour des applications particulières. Par exemple, un capteur peut être fabriqué pour des applications à faible concentration, alors qu'un autre peut l'être conçu des applications à forte concentration.

2.1.2.3. Les autres types de détecteurs sont :

Il existe bien d'autres types de détecteurs de monoxyde de carbone auxquelles nous ne nous sommes pas intéressés dans ce mémoire on cite alors:

- les détecteurs optiques
- Détecteur autonome
- les détecteurs de CO portables, etc....

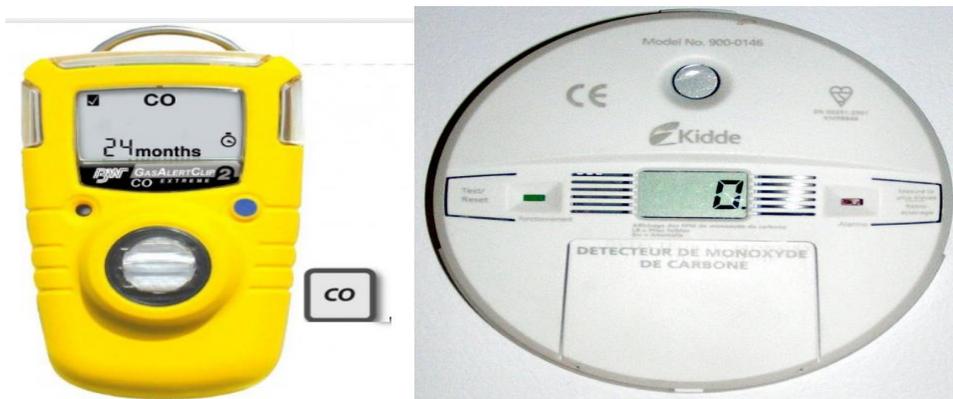


Figure 2.4 : détecteur portable du CO et autonome de CO. [25][26]

Ces derniers détecteurs sont généralement utilisés pour des applications professionnelles. La plupart de ces détecteurs offrent des mesures en temps réel de CO jusqu'à quelques ppm et qui généralement affichées sur un écran numérique. Ces détecteurs coutent plus chers que les détecteurs de CO utilisés dans les habitations. Il existe deux types de détecteurs portables, l'un conçu pour les avions, les voitures et les camions. Ils avertiront le conducteur et le passager s'il existe un risque d'émission de CO. Un autre type est utilisé par les hygiénistes industriels et les premiers intervenants lors d'une émanation de CO.

On peut conclure dans cette première partie qu'afin de nous protéger totalement contre l'intoxication au CO, un système de mesures préventives doit être adopté

2.2. Système de sécurité et de protection :

2.2.1. Définition

Un système de sécurité contre l'intoxication au CO peut être une série de détecteurs de CO installés dans une maison qui émet des signaux sonores ou lumineux lorsque les niveaux de CO sur une période donnée ont dépassé les limites définies. Ce système implique également les moyens mis en œuvre pour éviter l'accumulation de CO dans un environnement ainsi que l'évacuation de l'air contaminé. Cela se fait avec la fin de la protection de la vie humaine contre l'intoxication au CO

2.2.2. Exemples des systèmes de protection :

- On donne dans ce qui suit un exemple de système de sécurité c'est à dire un exemple de détecteur de monoxyde de carbone retrouvés dans les magasins spécialisés dans la vente de ce type, de dispositifs.



Figure 2.5: Exemple de détecteur de monoxyde de carbone [27]

Les détecteurs de monoxyde de carbone mesurent donc la concentration en CO dans un endroit fermé à tout instant. Le détecteur de monoxyde de carbone déclenche alors une alerte en cas de dépassement de la limite du seuil de teneur en CO. Nous rappelons alors que l'installation des détecteurs de monoxyde de carbone se fait généralement, comme nous l'avons déjà cité auparavant, dans les endroits où les appareils à risques sont utilisés. Ces endroits à risque sont les chaufferies, les cuisines si le système de cuisson est au gaz, près des cheminées, etc.....

Certains détecteurs de monoxyde de carbone peuvent mesurer simultanément la teneur d'autre gaz dans l'air, comme par exemple la teneur en gaz naturel.

- Il existe d' autres exemples des systèmes de sécurité permettant d'éviter un empoisonnement au monoxyde de carbone tels que les masques à Gaz , les filtre de protection respiratoire et les pots catalytiques pour véhicules.



Figure 2.6 : les autres exemples de système de protection [28][29].

2.2.3. Différents moyens de protection et les précautions à prendre pour éviter ces intoxications :

Pour nous protéger contre tout empoisonnement au monoxyde de carbone on doit faire une vérification annuelle par des professionnels, avant l'hiver, de tous les appareils de chauffages tels que la chaudière, le conduit, le chauffe-eau, etc....

On doit aussi utiliser comme il se doit les différents appareils domestiques :

- Ne pas utiliser les appareils de cuisson, cuisinière, barbecue... pour se chauffer,

- Ne pas utiliser les appareils prévus pour l'extérieur tel que les barbecues dans les habitations,
- Les groupes électrogènes doivent être installés à l'extérieur du logement et dans aucun cas dans le logement, ou la véranda, ou le garage, ou la cave.

Il faut aussi utiliser correctement nos divers appareils :

- On ne doit pas laisser le moteur de voiture allumé dans le garage,
- On doit utiliser un chauffage d'appoint au maximum 2 heures de suite et dans une pièce avec aération,
- On ne doit en aucun cas boucher les ouvertures qui permettent à l'air de circuler (sous les portes, dans la cuisine, la salle de bain, etc.),
- On doit aérer nos habitations au quotidien pendant 10 minutes au moins, même en période hivernale.

Il faut aussi rappeler que les détecteurs de CO ne suffisent pas pour éviter les intoxications. La prévention de ces intoxications passe donc prioritairement par l'entretien et la vérification régulière de tous nos appareils à combustion et tous nos conduits de fumée, une bonne ventilation, l'utilisation appropriée des groupes électrogènes et chauffages d'appoint, etc.

- Il faut aussi nettoyer régulièrement les brûleurs de votre cuisinière à gaz. S'ils sont encrassés, le mélange air-gaz ne s'effectue pas dans de bonnes conditions et le brûleur peut s'éteindre.
- On a aussi besoin d'une bonne ventilation. On doit aussi créer plus d'oxygène pour la combustion et les grands ventilateurs électriques pour envoyer ou pomper les émanations de combustibles brûlants.
- On doit aussi penser à utiliser du pot catalytique qu'on connecte aux moteurs à combustion interne des voitures et ceci pour convertir les gaz toxiques et les polluants contenus dans les gaz d'échappement en polluants beaucoup moins toxiques.

Que doit-on faire en cas d'urgence :

- Quand un appareil de chauffage ou de cuisson est en état de fonctionnement comme par exemple un chauffage ou une cuisinière et que l'utilisateur a des maux de tête, une envie de vomir, ou qu'il se sent mal, il y a peut-être du monoxyde de carbone autour de lui, il doit alors adopter les comportements suivants :
- Ouvrir grandement les fenêtres et les portes,
- Arrêter systématiquement les appareils de chauffage et de cuisson,
- Sortir d'urgence de chez lui.
- Appeler les secours (Pompiers).
- Attendre l'approbation des secours avant de rentrer chez lui.
- Pour finir et pour plus de sûreté on doit penser à installer un détecteur de monoxyde de carbone qu'il faudrait tester fréquemment et vérifier ses piles et ses capteurs de détection de CO pour s'assurer de son bon fonctionnement.

***Chapitre 3 : Etude théorique des
différents étages du circuit.***

Introduction

Notre travail a consisté à étudier un montage permettant la détection du monoxyde de carbone. Le schéma synoptique de ce détecteur est donné en figure 3.1

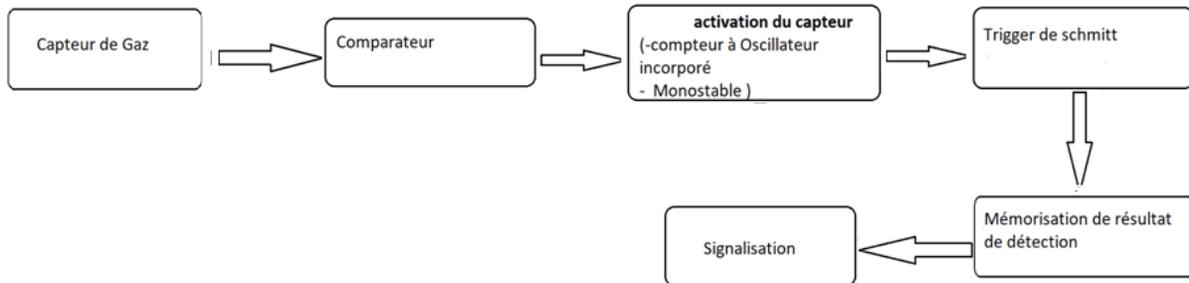


Figure 3.1 : Schéma synoptique du détecteur.

Le schéma synoptique du détecteur de monoxyde de carbone permet de mettre en évidence les différents étages le constituant. On remarque alors qu'il comporte:

- Un capteur de gaz
- Un Amplificateur Opérationnel utilisé comme un comparateur
- un compteur à oscillateur incorporé
- Les Multivibrateurs telle que les Monostables, l'astable commandé et leurs applications dans la fabrication des balances, les oscillateurs et les chronométrés
- Les Transistor en commutation,
- Un trigger de Schmitt
- Signalisation sonore et lumineuse

3.1. Le capteur de Détection du CO.

Le schéma synoptique du détecteur de monoxyde de carbone est constitué tout d'abord d'un capteur de détection de monoxyde de carbone.

On rappelle tout d'abord qu'un capteur est un dispositif qui transforme une grandeur physique qui dans notre cas est la concentration de CO en une grandeur plus utilisable soit une tension électrique qui va nous renseigner sur cette grandeur. Le capteur peut être considéré

comme une simple interface entre un processus physique et une information manipulable. Notons qu'il existe bien évidemment un grand nombre de capteurs qui diffèrent dans la grandeur physique qu'ils mesurent et aussi dans le dispositif qui va créer le signal.

Rappelons que mesurer une grandeur physique revient à attribuer une valeur quantitative en prenant pour référence une grandeur de même nature notée unité. On définit alors:

- ✓ Le mesurande : qui est la grandeur à mesurer.
- ✓ Le mesurage : qui représente l'ensemble des opérations pour déterminer la valeur du mesurande.
- ✓ La mesure qui est le résultat du mesurage. ou la valeur du mesurande.

En effet, un capteur est un dispositif dont les caractéristiques physiques sont sensibles à un mesurande. Lorsque le capteur est soumis au mesurande il fournit une réponse qui sera sous la forme d'une grandeur physique exploitable et qui est généralement de nature électrique. Le schéma suivant synthétise bien ce qu'est un capteur :

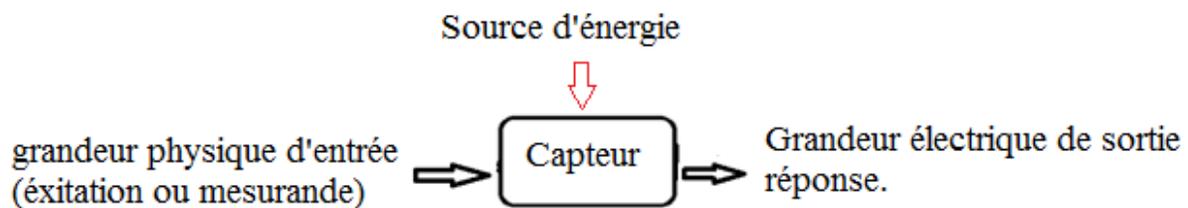


Figure 3.2 : schéma d'un capteur.

Il existe bien évidemment une relation entre la grandeur d'entrée à mesurer et la grandeur de sortie, cette relation est la courbe d'étalonnage du capteur.

Le capteur est dit linéaire si la courbe d'étalonnage est une droite ou sinon le capteur est dit non linéaire. Notons qu'il existe deux grandes catégories de capteur :

- Capteur actif : ce type de capteur fonctionne en tant que générateur. Son principe de fonctionnement est basé sur un effet physique tel que l'effet thermocouple qui assure la

conversion en énergie électrique de la forme d'énergie propre à la grandeur physique à mesurer.

- Capteur passif : Il s'agit généralement d'impédances dont l'un des paramètres déterminants est sensible à la grandeur mesurée.

Les caractéristiques d'un capteur sont:

- ✓ L'étendue de mesure : qui sont les valeurs extrêmes pouvant être mesurée par le capteur ;
- ✓ La résolution : qui est la plus petite variation de grandeur mesurable par le capteur ;
- ✓ La sensibilité : qui est la variation du signal de sortie par rapport à la variation du signal d'entrée ;
- ✓ La précision : qui est l'aptitude du capteur à donner une mesure proche de la valeur vraie ;
- ✓ La rapidité : qui est le temps de réaction du capteur. La rapidité est liée à la bande passante ;
- ✓ La linéarité : qui représente l'écart de sensibilité sur l'étendue de mesure.

3.1.1. Capteur de gaz :

Un capteur de gaz est un dispositif qui forme une partie centrale dans un détecteur de gaz et aide à la détection de la présence de différents gaz dans l'atmosphère d'une zone donnée. Il existe différents types de détecteurs de gaz que nous avons déjà présenté au second chapitre. On cite parmi d' autre détecteurs les capteurs MQ7 . Ces capteurs sont utilisés pour la détection du monoxyde de carbone . Il existe aussi le capteur de gaz **CO AS-MLC** dont la partie sensible à la détection du monoxyde de carbone est **un capteur** de gaz CO AS-MLC à oxyde métallique dont le principe de fonctionnement dépend de la résistance interne de l'élément actif du capteur pour la détection du monoxyde de carbone.

Le capteur que nous avons étudié utilise aussi un étage comparateur de ce fait le principe de fonctionnement de cet étage est présenté brièvement dans ce qui suit.

3.2 Comparateur à base d'amplificateur opérationnel (AOP) :

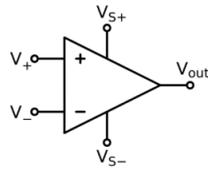


Figure 3.3 : symbole d'amplificateur Opérationnel.

Le comparateur que nous avons utilisé est un comparateur à base d'amplificateur opérationnel. On rappelle que L'amplificateur Opérationnel est largement utilisé en électronique analogique . Il peut en effet être utilisé en mode linéaire et non linéaire tel que le fonctionnement en comparateur.

3.2.1. L'Amplificateur opérationnel monté en comparateur

Le comparateur à base d'amplificateur opérationnel compare un niveau de tension analogique à une tension de référence prédéfinie appelée « VREF » et génère un signal de sortie basé sur cette comparaison de tension. Cette application de base des amplificateurs opérationnels permet de déterminer le moment où une tension d'entrée excède un certain niveau de tension. Le comparateur de tension est essentiellement un convertisseur analogique-numérique à 1 bit, car le signal d'entrée est analogique mais le signal émis à la sortie est un signal considéré comme numérique (figure3.23).

3.2.2. Principe de fonctionnement du comparateur

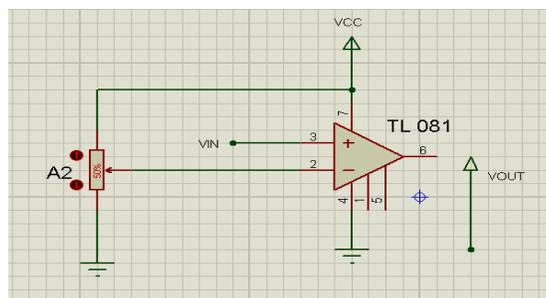


Figure 3.4 : schéma d'un circuit comparateur.

La tension V_{REF} dépend de la position de la flèche du potentiomètre. Si la tension d'entrée V_{in} est supérieure à la tension de référence V_{REF} , la tension de sortie V_{out} montera à son niveau de saturation positive c'est-à-dire à la tension du côté positif (+VCC)

Si V_{in} est inférieur à V_{REF} , V_{out} tombera à son niveau de saturation négative, égal à la tension du côté négatif (0V)

Un comparateur consiste donc en un amplificateur différentiel à gain élevé et en raison de ce gain élevé en boucle ouverte, la sortie du comparateur bascule soit vers sa tension d'alimentation positive (+VCC) ou sa tension d'alimentation négative (-VCC) qui dans notre cas est égale à 0 volt.

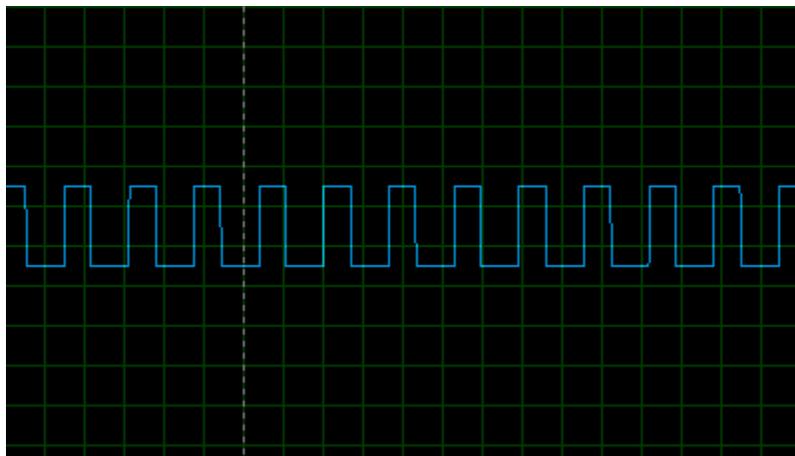


Figure 3.5 : Tension V_{out} obtenue à la sortie du comparateur.

L'activation de notre capteur de monoxyde de carbone nécessite l'utilisation d'un monostable et d'un compteur à oscillateur incorporé que nous présenterons successivement et brièvement aussi dans ce chapitre.

3.3 Les multivibrateurs:

Un multivibrateur est un circuit électronique utilisé pour générer des signaux carrés qui peut être symétriques ou asymétriques. Les multivibrateurs sont couramment utilisés pour générer des signaux carrés largement utilisés pour réaliser des dispositifs tels que des oscillateurs à relaxation, des horloges et des bascules.

Les multivibrateurs ont deux états électriques différents: un état de sortie haut et un état de sortie bas. Les multivibrateurs sont classés en 3 types, chaque type dépend du nombre d'états stables. On distingue alors:

- Le multivibrateur monostable possédant un état stable,
- Le multivibrateur bistable à deux états stables,
- Le multivibrateur astable n'ayant aucun état stable.

3.3.1 Le multivibrateur monostable.

C'est un type de multivibrateur dans lequel l'un des états est stable. La fonction officielle du monostable consiste à générer des impulsions de largeur calibrée. Le monostable peut être conçu à partir de composants discrets comme les transistors ou de portes logiques à technologie CMOS. Le monostable possède un seul état stable (repos) en sortie d'où son nom de MONOSTABLE, dans lequel il peut rester indéfiniment.



Figure 3.6 : schéma-bloc d'un multivibrateur monostable.

Sous l'action d'une commande externe, il passe dans un état "quasi-instable", où il reste pendant un temps T_w ($W = \text{width} = \text{large}$) déterminé par des éléments du montage et généralement indépendant de l'impulsion incidente; T_w est appelé "période". A l'issue de cette période, le monostable repasse spontanément dans son état stable. On peut dire donc qu'une

impulsion de déclenchement injectée à l'entrée du monostable amène le circuit à entrer dans l'état instable. Après un temps défini, le circuit revient à son état stable. Ce temps appelé constante de taux (τ) dépend de la valeur de la résistance « R » et du condensateur « C » utilisés pour réaliser le circuit monostable.

Notons qu'il existe différents types de monostable soit le monostable à base de transistors, pratiquement pas utilisés dans les circuits électroniques, le monostable à base de NE555, le monostable à AOP et monostable à portes logiques.

3.3.1.1 Monostable à base de NE555:

Le NE555 est un circuit spécialisé dans la production de signaux qui permet la réalisation de temporisation allant de quelques microsecondes à quelques secondes.

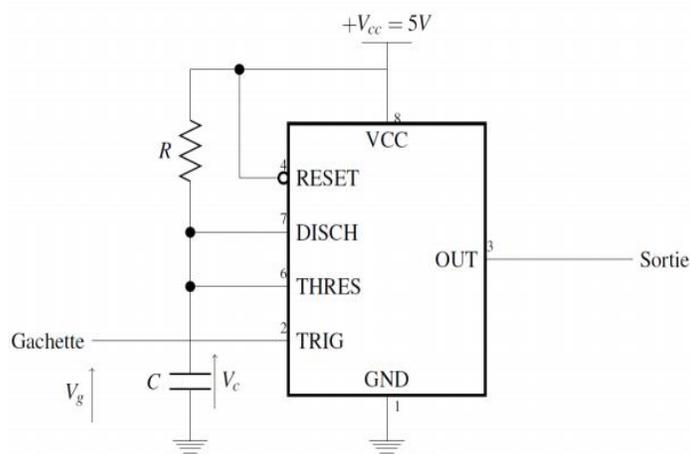


Figure 3.7. NE555 monté en monostable.

On donne dans ce qui suit un exemple de chronogramme de fonctionnement du monostable.

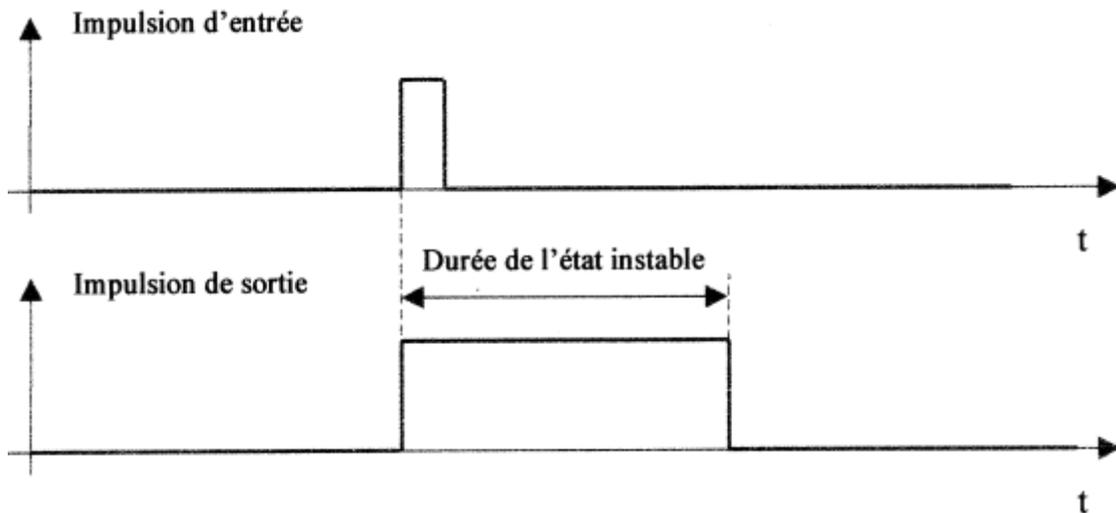


Figure3.8 : Exemple de chronogramme de fonctionnement du monostable.

Les éléments passifs R et C permettent de déterminer la largeur de l'impulsion délivrée par le monostable .Dans ce cas la durée de l'impulsion peut être calculée par :

$$T = 1,1 R . C \quad (3.1)$$

3.3.1.2 Monostable à base d'Amplificateur opérationnel:

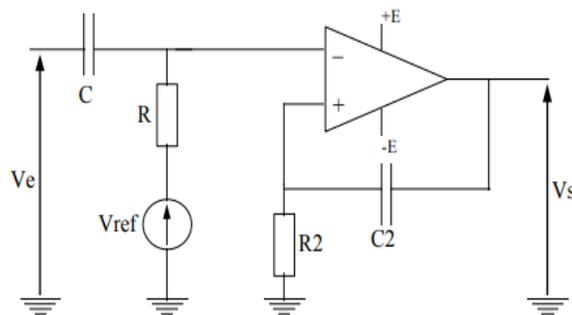


Figure 3.9.Monostable à base d'Amplificateur opérationnel.

On a présenté en figure 3.9 un monostable à base d'amplificateur opérationnel. Dans ce cas la durée de l'impulsion peut être calculée par:

$$T=R_2C_2\ln 2$$

(3.2)

3.3.1.3. Le Monostable à circuit intégré

Le multivibrateur monostable est réalisé, dans le cas du montage que nous avons étudié, à partir de portes logiques NOR du circuit intégré 4001. Le CI 4001 est composé de quatre portes logiques NOR.

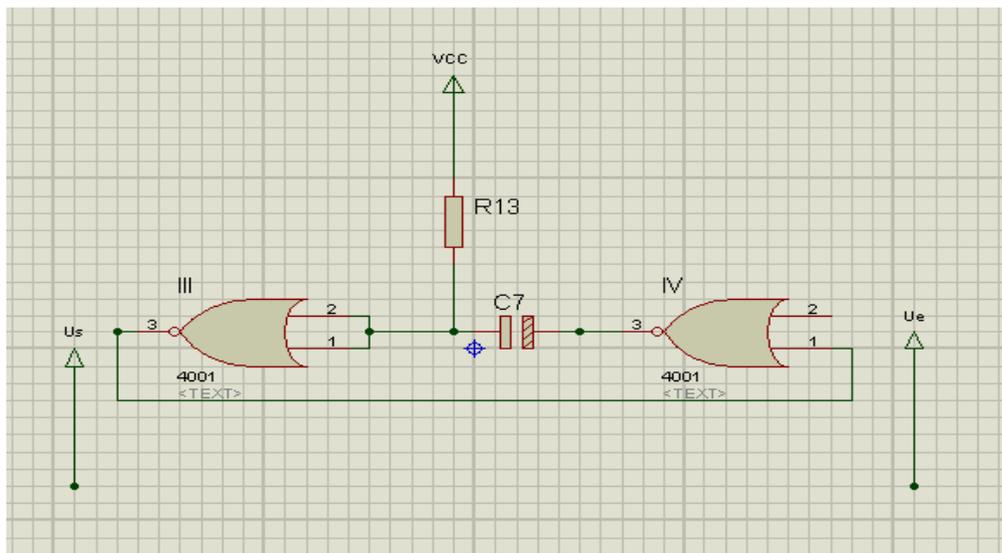


Figure 3.10: Monostable à porte logique NOR.

Supposons qu'à $t=0$ l'impulsion U_e est au niveau logique « 0 ». La sortie de la première porte NOR (IV) est au niveau logique « 1 ». La résistance, R_{13} est connectée à la tension d'alimentation V_{cc} donc elle est aussi au niveau logique haut « 1 ». Le condensateur C_7 a la même charge sur ses deux armatures et $V_1 = V_{cc}$. La sortie de la deuxième porte NOR(III) sera donc au niveau logique bas « 0 ». Le monostable est dans son « état stable » avec une sortie U_s nulle.

Si l'impulsion est maintenant au niveau logique haut « 1 » La sortie de la première porte NOR (IV) devient au niveau logique bas « 0 ». La plaque gauche du condensateur C_7 devient également "0" et le condensateur commence à se décharger. L'entrée de la deuxième porte NOR (III) passe au niveau logique « 0 », ce qui donne une sortie égale au niveau logique « 1 ». Cela

représente le deuxième état du circuit, l'«État instable», avec une tension de sortie égale à +Vcc.

Le condensateur C_7 commence à se charger par la résistance R_{13} jusqu'à atteindre la tension seuil d'entrée minimale de la porte NOR (III). Cela change l'état d'entrée de la porte NOR (III) en niveau logique «1» et provoque la réinitialisation de la sortie du monostable sur «0» logique. La boucle de contre-réaction envoie ce résultat à l'une des entrées de la porte NOR (IV). Ceci réinitialise automatiquement le monostable à son état stable d'origine

3.3.2. Le multivibrateur astable

Le terme "astable" désigne une structure ne possédant pas d'état stable, c'est-à-dire un oscillateur de ce fait le signal délivré oscille continuellement d'un état à l'autre sans jamais se stabiliser. Ce type de multivibrateur est aussi appelé oscillateur ou générateur d'ondes rectangulaire. Il ne possède pas d'état stable, autrement dit il ne demeure pas définitivement dans un état ou dans un autre. Les astables sont des autos-oscillateurs vu qu'ils ne reçoivent aucune impulsion de l'extérieur contrairement aux monostables. L'astable est donc un dispositif qui change d'état spontanément sans qu'il soit nécessaire de lui appliquer une impulsion de commande. Il délivre à sa sortie un signal rectangulaire caractérisé par sa période T et son rapport cyclique.

Comme dans le cas du monostable il existe différents montage d'astable nous citons les astables à base de transistors et qui n'est pas très utilisé pratiquement, les astables à base de NE555, les astables à base d'amplificateurs opérationnels et de portes logiques.

3.3.2.1. Astable à NE555:

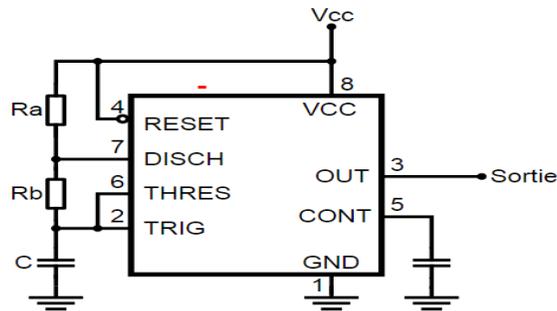


Figure 3.11: Astable à NE 555.

Les composants passifs R_a , R_b et C permettent de modifier la fréquence d'oscillations et le rapport cyclique. Dans cette configuration, la bascule est réinitialisée automatiquement à chaque cycle ce qui a pour conséquence la génération d'un train d'impulsion perpétuelle. Une oscillation complète est effectuée lorsque le condensateur se charge à une tension égale à $1/3$ de V_{cc} jusqu'à $2/3$ de V_{cc} . Lors de la charge, les résistances R_a et R_b sont en série avec le condensateur, mais la décharge s'effectue à travers de R_b seulement. C'est de cette façon que le rapport cyclique est modifié. Ainsi la fréquence et le rapport cycliques s'exprimeront par:

$$f = \frac{1,44}{(R_a + 2R_b)C} \quad (3.3)$$

$$\text{Rapport cyclique} = 1 - \frac{R_b}{R_a + 2R_b} \quad (3.4)$$

3.3.2.2. Astable à amplificateur opérationnel:

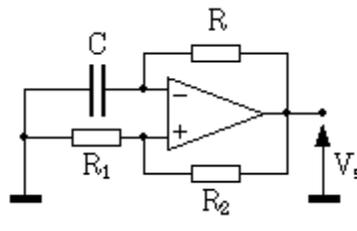


Figure3.12: Astable à amplificateur opérationnel

On obtient en sortie du multivibrateur astable un signal carré de fréquence égale à :

$$f = \frac{1}{2RC \ln\left(1 + 2\frac{R_2}{R_1}\right)} \quad (3.5)$$

3.3.2.3. Astable à portes logiques NOR

Cet astable est réalisé à partir de portes logique. Il est représenté sur la figure 3.13.

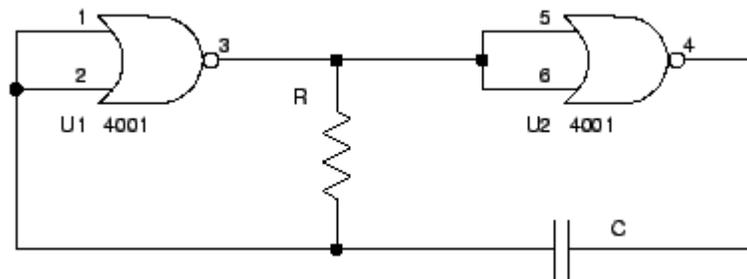


Figure3.13 : Astable à portes logiques NOR.

Pour étudier ce multivibrateur on utilise le circuit intégré 4001. A la sortie de cet astable on obtient un signal carré de période:

$$T = 2.2 RC \quad (3.6)$$

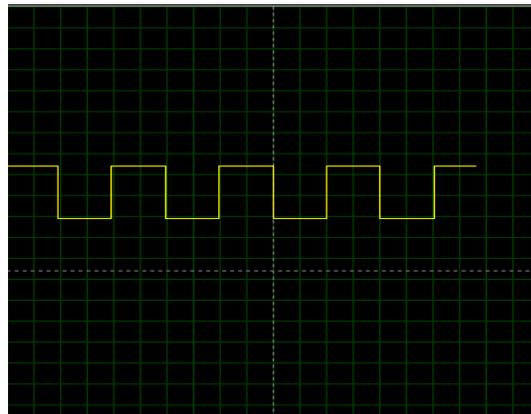


Figure3.14 : Le chronogramme obtenu à la sortie du circuit astable commandé.

Nous avons aussi utilisé dans ce circuit un compteur à oscillateur incorporé le CD 4060 ce qui nous amène donc à présenter tout d'abord les bascules élément de base du compteur puis les compteurs.

3.4. Bascules et compteurs

3.4.1. Bascule

Les bascules sont en fait les opérateurs élémentaires de mémorisation. L'état présent des bascules déterminé par l'état des sorties, est fonction des entrées et de l'état précédent des sorties. La bascule est un circuit bistable qui va pouvoir prendre les deux états logiques "0" ou "1". L'état de la bascule peut être changé tout simplement en agissant sur une ou plusieurs entrées de la bascule. Le nouvel état de cette bascule dépend de l'état qui précède. La bascule est considérée comme élément de base des circuits séquentiels. Elle peut conserver son état pendant une durée quelconque, et peut donc être utilisée comme mémoire. C'est un élément de base utilisé pour réaliser les compteurs.

Une seule bascule à un bit peut être réalisée à l'aide de deux portes NAND ou NOR. La bascule à portes NOR à laquelle nous nous intéressons est indiquée en figure 3.14.

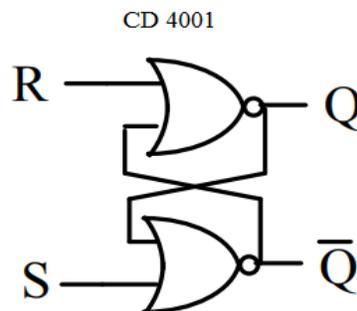


Figure 3.15: Bascule RS à portes NOR.

Le fonctionnement de cette bascule est le suivant :

- mise à 1 de S (Set) : la sortie Q passe à 1 ;
- mise à 1 de R (Reset) : la sortie Q passe à 0 ;

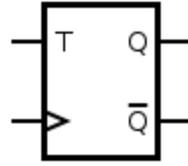


Figure 3.17 : schéma-bloc d'une bascule T

- Si $T = 1$, on bascule à chaque impulsion d'horloge.
- Si $T = 0$, la sortie ne change pas : état mémoire.

Comme la bascule T a la propriété de basculer à chaque impulsion d'horloge, elle réalise donc une division de fréquence par 2.

En connectant n bascules T en série, la fréquence initiale notée f_{init} est divisée par 2 donnant une fréquence de sortie finale "f" qu'on peut déterminer par la relation:

$$f = \frac{f_{init}}{2^n} \quad (3.7)$$

Où n représente le nombre de bascules utilisées dans la séquence.

3.4.2.1 Les compteurs:

Un compteur est un ensemble de bascules qui servent à compter les impulsions mises en entrées "Horloge". Le compteur restitue sur ses sorties des informations sous forme binaire. Le comptage peut-être fait dans différents codes : Binaires, B.C.D., Gray, etc.... A chaque impulsion l'état du compteur est modifié. Entre deux impulsions l'état du compteur reste stable. Un compteur peut tout simplement être considéré comme un registre à mémoire. Un compteur est donc un circuit séquentiel. L'état d'un compteur change à chaque front montant ou descendant de l'impulsion d'horloge. L'état futur est fonction de l'état présent uniquement.

On peut alors distinguer deux types de compteur : les compteurs synchrones et les compteurs asynchrones.

3.4.2.1.1.Compteur asynchrone:

Pour un compteur branché en mode asynchrone, l'entrée d'horloge du montage est branchée sur l'horloge de la première bascule ; la sortie de la première bascule sert d'horloge pour la 2ème bascule, et ainsi de suite les compteurs synchrones sont assez simples à réaliser cependant ces compteurs ne peuvent pas aller haut en fréquence à cause des décalages temporels qui s'accroissent.

Le compteur asynchrone est donc basé sur le diviseur de fréquence. Dans le cas d'un compteur asynchrone à bascule D, la sortie inversée de la bascule est envoyée sur son entrée D, ainsi à chaque front montant de l'entrée de l'horloge, la donnée transférée sur la sortie sera complémentée. La fréquence de changement de la variable d'état sera de moitié celle de l'horloge. Notons qu'avec un compteur à m bascules, la division se fera par 2^m exemple pour 3 bascule la division se fera par 8.

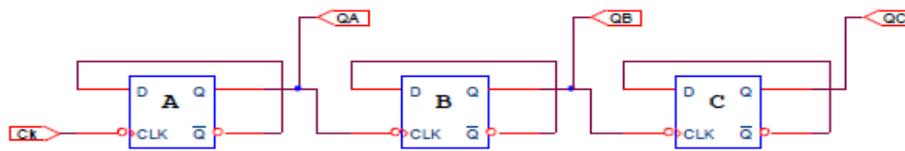


Figure 3.18: exemple de compteurs asynchrone à 3 bascules

Ce qui permet alors d'obtenir les chronogrammes suivants:

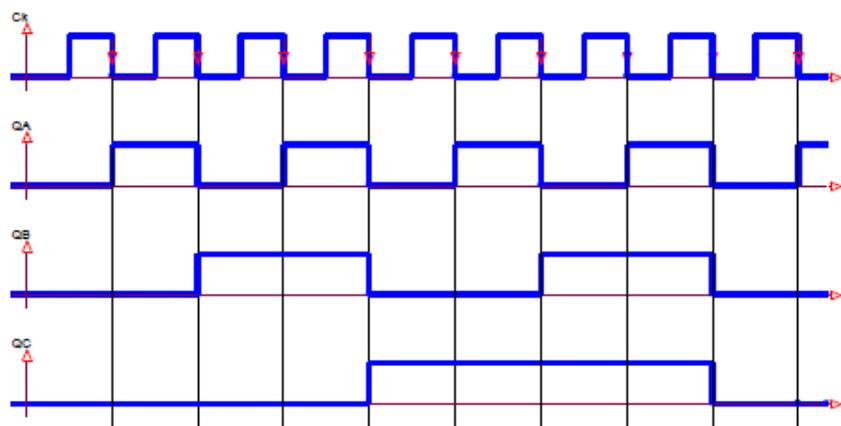


Figure 3.19: chronogrammes correspondants au compteur asynchrone à 3 bascules.

3.4.2.1.2. Compteur synchrone

Pour un compteur branché en mode synchrone, toutes les entrées "horloges" des bascules constituant le compteur sont reliées ensemble à l'entrée "horloge" du montage. On peut donc dire que toutes les bascules du compteur sont synchronisées sur le même signal d'horloge.

Un compteur synchrone modulo 2^n permet de compter de 0 à 2^n-1 et le nombre de bascule à utiliser est n . Les bascules changent donc d'état simultanément vu qu'elles sont pilotées par le même signal d'horloge. L'avantage principal des compteurs synchrones est la commutation simultanée de toutes les bascules puisqu'elles ont la même horloge. Notons que dans ce cas la façon la plus simple de réaliser un compteur synchrone est d'utiliser des bascules T à la place des bascules D. On donne en figure 3.20. Un exemple de compteur synchrone à 4 bits à bascules T.

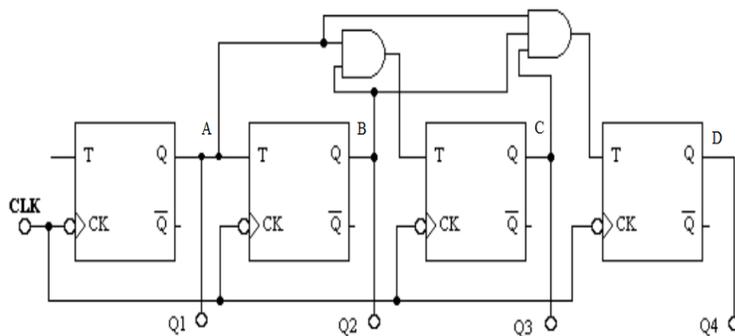


Figure 3.20. Un exemple de compteur synchrone à 4 bits.

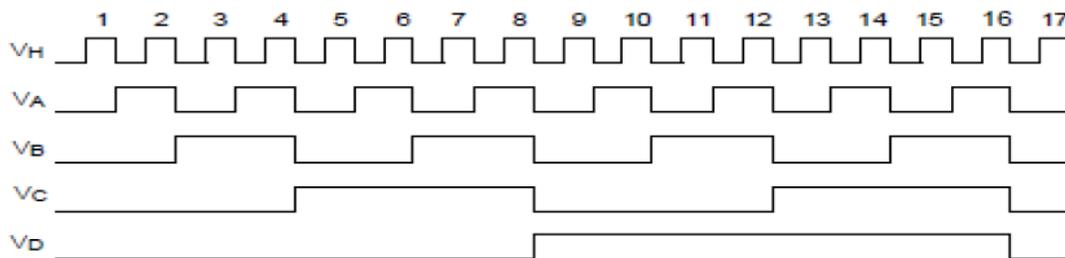


Figure 3.21: chronogrammes correspondants au compteur synchrone à 4 bascules.

A l'état initial les sorties sont toutes à zéro. Après la seizième impulsion les sorties sont à nouveau à zéro.

3.4.3L'oscillateur et Compteur CD4060

Le CD 4060 que nous avons utilisé et qu'on représente en figure 3.22 est un circuit intégré constitué d'un oscillateur incorporé pouvant être utilisé pour différentes applications telles que le compteur binaire ou le diviseur de fréquence. Le CD 4060 est un compteur binaire à 14 étages avec oscillateur. Le CD 4060 comporte les portes logiques nécessaires pour réaliser à l'aide d'un circuit RC ou un quartz extérieur un oscillateur. Cet oscillateur peut être remplacé par une horloge externe branchée à la broche 11.

Le CD 4060 est constitué donc pour sa partie comptage de 14 bascules bistables montées en cascade, où chaque bascule permet la division par 2 du nombre d'impulsions disponible à son entrée. Ayant 14 bascules, on peut alors diviser en tout par 2^{14} . Si par exemple l'oscillateur envoie une impulsion /seconde soit alors $f=1\text{HZ}$, la sortie de la dernière bascule ne réagira que 2^{14} secondes plus tard soit alors 16384 secondes plus tard.

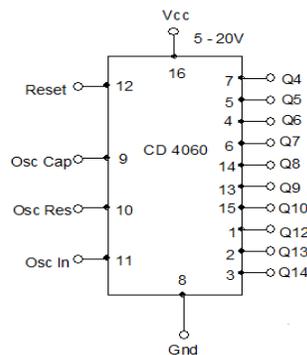


Figure 3.22 : schéma externe du circuit CD4060

Le CD 4060 possède 10 sorties Q4-Q14 qui peut donner un délai allant de quelques secondes à quelques minutes. Les broches 9 et 10 sont utilisées pour connecter le condensateur et la résistance chargée de donner la fréquence d'oscillation. Le schéma interne du CD 4060 est donné en figure 3.23.

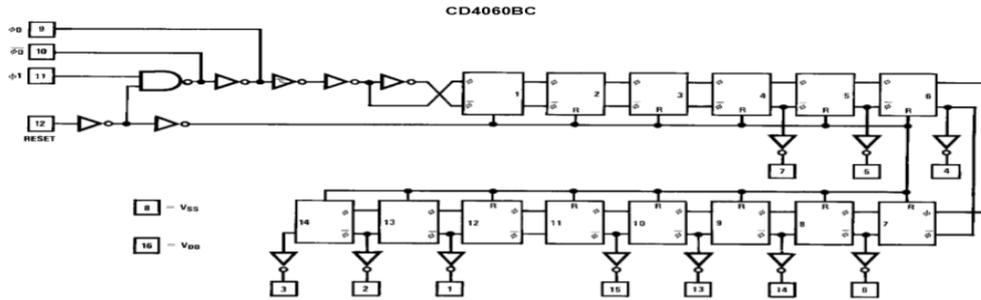


Figure 3.23 : schéma interne du circuit CD4060

3.5 Trigger Schmitt ou comparateur avec hystérésis.

On propose dans cette partie de présenter brièvement le trigger de schmitt utilisé pour réaliser la mise en forme des signaux numérique. Le trigger de schmitt est aussi nommé bascule à seuil. En effet deux seuils sont créés entre le niveau logique 0 et 1, ainsi quand le signal atteint le seuil haut "1" logique, la sortie du circuit bascule à "1" et quand le signal dépasse le seuil bas alors la sortie passe à l'état bas "0". Le trigger Schmitt est donc un comparateur à deux seuils : Un seuil de comparaison en entrée $V_{e\uparrow}$ assure le basculement de la sortie de l'état bas à l'état haut. Un second seuil $V_{e\downarrow}$ assure le basculement inverse Si $V_{e\uparrow}$ est inférieur à $V_{e\downarrow}$ le trigger est dit inverseur et non inverseur dans le cas inverse. Le montage trigger de schmitt est en fait considéré comme un montage détecteur de seuil où l'état de sortie dépend exclusivement de la tension disponible à son entrée qui en diminuant ou en augmentant va franchir certaines valeurs présentant entre les deux valeurs un écart nommé hystérésis. On peut dire qu'il s'agit d'un dispositif bistable ; ce montage permet de transformer une valeur croissante ou décroissante en un signal logique parfaitement exploitable et nette.

3.5.1. Trigger de schmitt à Porte Logique.

Le Trigger de Schmitt peut être conçu à partir des portes NAND à technologie CMOS du circuit intégré CD4011.

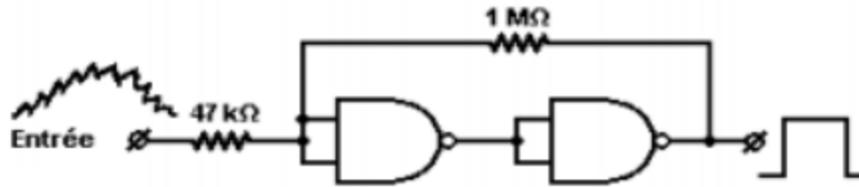


Figure3.24 : Trigger de schmitt à porte logique NAND.

Le basculement aura lieu dans le sens montant quand $V_e = \frac{V_{alim} R_1 + R_2}{2}$ et dans le sens descendant à $V_e = \frac{V_{alim} R_1 + R_2}{2} - V_{alim} \frac{R_1}{R_2}$ et V_{alim} est la tension de polarisation du circuit.

Notons que la fonction de Trigger est utilisée pour traiter les signaux quittant le comparateur AOP, et permet une mise en forme de ses signaux. La bascule de Schmitt peut aussi être utilisée pour débarrasser un signal du bruit.

3.6. Transistor en commutation

Nous avons aussi utilisé pour cette réalisation un transistor bipolaire polarisé de manière à fonctionner en commutation, ce qui nous amène donc à présenter brièvement ce composant élément de base de l'électronique.

Un transistor est un donc un dispositif à semi-conducteur pouvant fonctionner comme interrupteur ou comme amplificateur. Pour un fonctionnement en mode d'amplification le point de fonctionnement doit se situer idéalement au milieu de la droite de charge statique du transistor, pour un fonctionnement en mode de commutation le transistor doit avoir son point de fonctionnement dans la zone de blocage ou de saturation. Notons cependant qu'il existe différents types de transistors tels que les transistors bipolaires, les MOSFET, les HEMT, les MESFET Nous avons en ce qui nous concerne utilisé un simple transistor bipolaire en commutation que nous vous présentons dans ce qui suit.

3.6.1. Le transistor bipolaire

Walter H BRATTAIN, John BARDEEN et William B SHOCKLEY présentaient en l'an 1947 un dispositif à semi-conducteur . Ils le désignèrent par persistor. Ce composant était en fait un transistor à pointes . Ce dernier fut rapidement surpassé par le transistor à jonction qui a vu le jour en 1951 d'abord en germanium puis en silicium. Depuis, des transistors de toutes sortes avec des hautes performances furent réalisés pour satisfaire la demande croissante des utilisateurs.

Le bipolaire est donc un composant électronique à 2 jonctions: PN-NP pour un transistor de type PNP ou de NP-PN pour un transistor NPN.

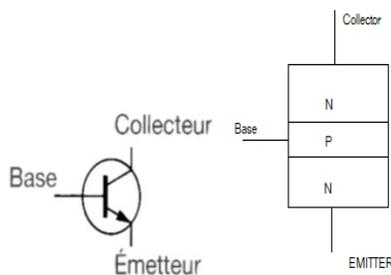


Figure3.25 : symbole d'un transistor NPN.

3.6.2. Régimes de fonctionnement du bipolaire

Pour fonctionner, le transistor doit être polarisé, ce qui amènera à déterminer son point de fonctionnement. Selon la façon avec laquelle il est polarisé , le transistor fonctionnera alors en mode d'amplification ou en commutation. Nous présentons en figure 3.19, les caractéristiques statiques d'un transistor bipolaire de type NPN monté en émetteur commun.

3.6.3. Principe de fonctionnement d'un transistor Bipolaire NPN en interrupteur (mode de commutation).

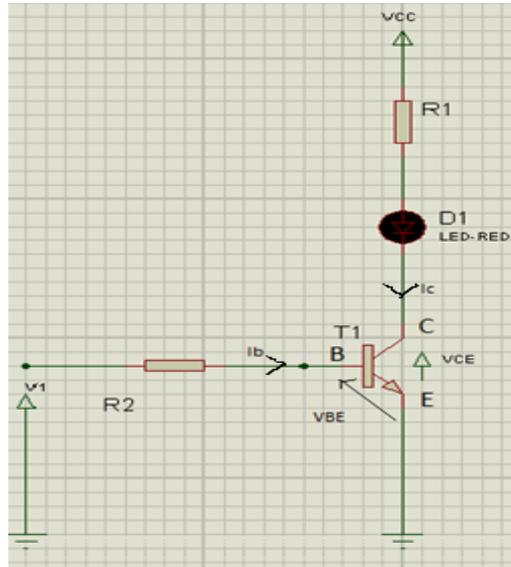


Figure3.27 : un transistor polarisé en commutation

- Si la tension base-émetteur est inférieure à la tension seuil de transistor ($V_{BE} < 0.7V$), le transistor est polarisé en inverse donc le courant i_{base} est nul, ce qui implique le courant du collecteur I_c est aussi nul et $V_{CE} = V_{CC}$. Le transistor est alors considéré comme un interrupteur fermé. Le point de fonctionnement se trouve à un point B sur la courbe de caractéristique $I_c - V_{CE}$ du transistor sur la figure 3.21.
- Si la tension base-émetteur est supérieure à la tension de seuil du transistor ($V_{BE} > 0,7V$), le transistor est polarisé en direct. Le courant I_{base} commence à circuler et si sa valeur est suffisamment grande, le courant I_c devient Maximum (I_c de saturation) ainsi la tension $V_{CE} = 0$ (V_{CE} de saturation) Le transistor se comporte alors comme un interrupteur ouvert. Le point de fonctionnement est le point A sur la courbe de caractéristique $I_c - V_{CE}$ du de la figure 3.21.

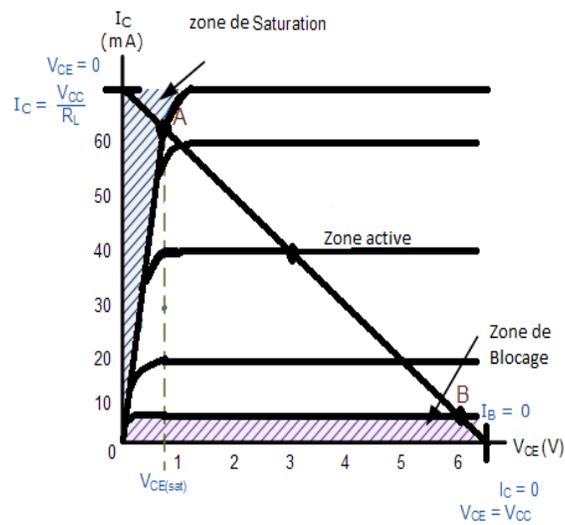


Figure3.28 : Mise en évidence de la zone de blocage et de la zone de saturation pour un NPN.

✓ **Conditions de blocage :**

$$V_{CE}(\text{blocage}) = V_{CC}$$

✓ **Conditions de Saturation :**

$$I_c(\text{sat}) = \frac{V_{CC} - V_{CE}(\text{sat})}{R_1}$$

3.7. Conclusion

Après avoir présenté succinctement les différents montages constituant notre détecteur de monoxyde de carbone, nous pouvons expliquer dans le chapitre qui suit le fonctionnement global du montage de détection de monoxyde de carbone que nous avons étudié, nous pourrions alors présenter les chronogrammes obtenus sur certains noeuds du montage . Ce travail fera l'objet du chapitre 4.

Chapitre 4 : Résultats et interprétations

4.1. Analyse du circuit

Nous avons pu dans ce travail étudier un détecteur de monoxyde de carbone, que nous avons exploité pour finaliser notre formation. Le schéma électrique de ce détecteur que nous avons réalisé dans un premier temps sous environnement ISIS PROTEUS est donné en

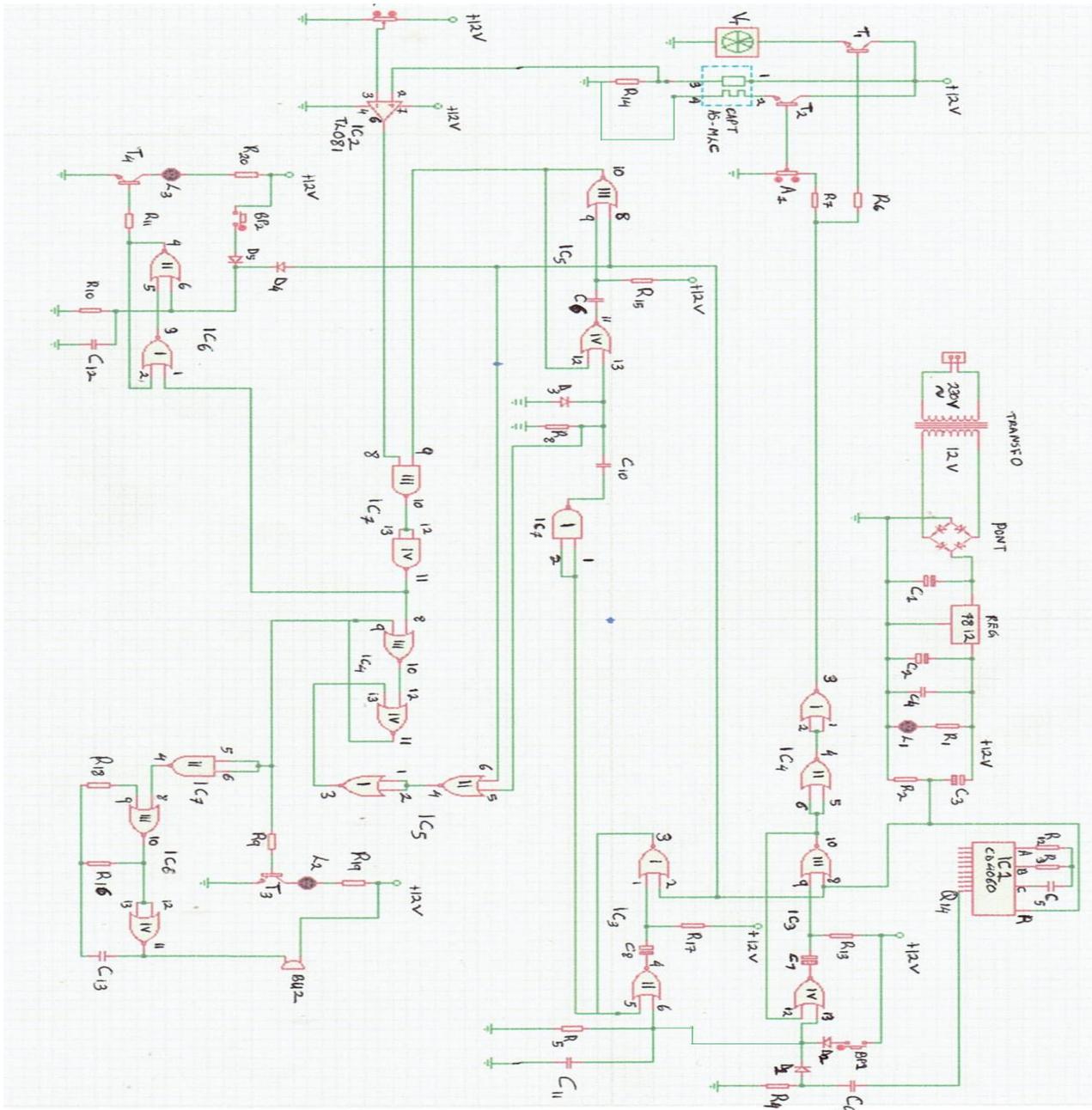


Figure 4.1 : schéma électrique du circuit de détection de monoxyde de carbone étudié (réalisé sous environnement ISIS -PROTEUS)

Tout d'abord, ce détecteur est alimenté par une alimentation. Ainsi l'énergie est prélevée du secteur 220V par l'intermédiaire d'un transformateur dont l'enroulement secondaire délivre une tension alternative de 12V. Le courant redressé en double alternance par l'utilisation d'un pont de GRAETZ est par la suite lissé par le biais du condensateur C1. En sortie du régulateur REG 7812, nous obtenons alors une tension continue et stabilisée de 12 V. Le condensateur C2 assure un complément de filtrage, alors que le condensateur C4 joue un rôle de découplage entre l'alimentation stabilisée et montage détecteur de CO visé par cette étude. Le courant de la diode électroluminescente LED verte L1 est limité par R1, ce dernier permet la signalisation de la mise sous tension du montage.

Le circuit intégré CD 4060 noté IC₁ est un compteur à oscillateur incorporé placé en amont d'une suite de 14 bascules bistables montées en cascade. Au niveau de la sortie C de ce circuit intégré, un signal carré est observé et a pour période $T_1 = 2.2 * R_3 * C_5 = 22ms$.

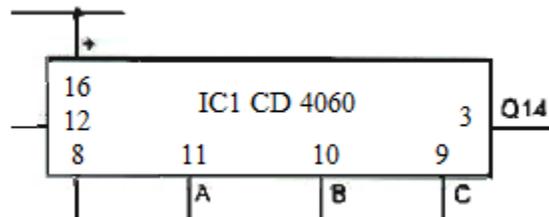


Figure 4.2: Le CD 4060

Sur la sortie Q₁₄, la période du signal carré disponible a une période beaucoup plus grande que T₁ et est égale à $T_2 = T_1 * 2^{14} = 16\ 384\ T_1 = 360$ seconde soit 6 minutes. Dès la mise sous tension du circuit de détection ainsi étudié, le condensateur C₃ va se charger à travers la résistance R₂, la conséquence est l'apparition d'une impulsion positive sur l'armature négative du condensateur C₃. Il se produit aussi la remise à zéro du compteur IC₁, le front montant du signal issu de la sortie Q₁₄ de IC₁ est pris en compte par le circuit dérivateur R₄C₉ toutes les six minutes. Le condensateur C₉ se charge assez rapidement à travers la résistance R₄ ce qui a pour conséquence l'apparition d'une très brève impulsion positive sur l'anode de la diode D₁, qui sera aussi tôt transmise sur l'entrée 13 de la porte NOR(4) du circuit intégré IC₃ (CD4001). Avec la porte NOR(3) du même circuit, l'ensemble forme une bascule monostable dont la sortie délivre un état " haut " d'une durée Δt pouvant être déterminée par:

$$\Delta t = 0.7 * R_{13} * C_7 = 30 \text{ secondes} \quad (4.1)$$

Les deux portes NOR(1) et NOR(2) du circuit intégré IC₄ permettent la réalisation de deux inversions consécutives de l'état "haut" généré par le monostable ayant pour conséquence la saturation du transistor T₁ qui se sature et alimentera le ventilateur V_T qui va entrer en rotation assurant ainsi une circulation d'air autour du capteur. Le transistor T₂ se

sature aussi. On a également l'alimentation du filament du chauffage du capteur et la tension aux bornes de ce filament pourra être réglée à sa valeur nominale de 2.3 V grâce à la résistance ajustable A_1 . Ce capteur sera activé pendant 30 secondes et cette activation se reproduira alors toutes les six minutes. Par conséquent le capteur ne sera pas sollicité en permanence mais il ne le sera que par intervalles réduits et réguliers pendant lesquels ce dernier assurera la détection d'éventuelles traces de monoxyde de carbone dans l'échantillon d'air analysé. Lors de la mise sous tension du montage, une impulsion d'initialisation aura pour tâche de bloquer la bascule monostable pour éviter tout démarrage inopportun. Notons cependant qu'il est possible de démarrer manuellement le processus en appuyant sur bouton-poussoir BP1.

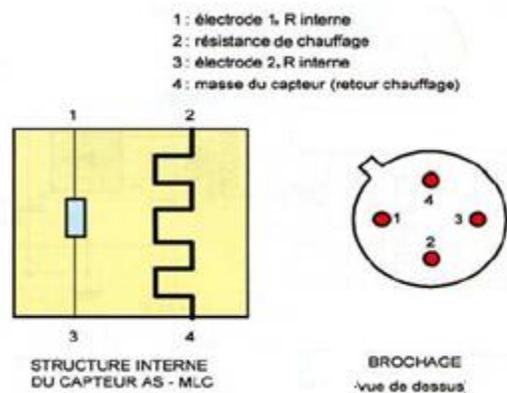


Figure 4.3: Structure interne du capteur.

Cette même impulsion positive, obtenue à la sortie du dérivateur R_4C_9 active simultanément une deuxième bascule formée par les portes NOR(I) et (II) de IC_3 . Cependant la durée de l'état " haut " du signal de sortie qui est égal à 25 secondes est inférieure à celle de la première bascule. Notons que la fin de cette temporisation intervient alors avant la fin de la que le capteur finisse son activité. Le front "descendant " obtenu à la sortie de la deuxième bascule est changé en front " ascendant " dû à l'existence de la porte NAND(I) de IC_7 . Ce front "ascendant " est pris en compte par le circuit dérivateur R_8C_{10} et la diode D_3 . L'impulsion positive résultante commande le démarrage d'une autre bascule monostable formée par portes NOR (III) et (IV) de IC_5 . Cette dernière délivre alors un état " haut " de durée égale à 70ms. C'est pendant cette durée de temps qu'aura lieu l'exploitation du résultat délivré par l'analyseur de CO. Par ailleurs, l'entrée non-inverseuse "+" de l'amplificateur opérationnel IC_2 est reliée à la sortie 3 du capteur dont la résistance interne de l'élément actif forme avec R_{14} , un pont diviseur de tension. L'entrée "-" de cet amplificateur est reliée à la sortie de la résistance ajustable A_2 ce qui permettra de régler le potentiel au niveau de cette entrée à n'importe quelle valeur située entre 0 et 12V.

Supposons que l'air analysé ne comporte pas de trace de monoxyde de carbone, nous admettrons que la valeur ohmique de l'élément actif du capteur est égale à celle de la résistance R_{14} . Dans ce cas la tension appliquée sur l'entrée "+" de l'AO est de 6volts. Le curseur de l'ajustable A2 est alors à régler de manière obtenir sur l'entrée "-" une valeur légèrement supérieure à 6V. Il en résulte un état " bas " sur la sortie de l'Amplificateur Opérationnel monté en comparateur . Dans le cas où le capteur détecte la présence de monoxyde de carbone, la résistance ohmique de l'élément actif va diminuer, et le potentiel sur la sortie du pont diviseur va augmenter par conséquent le potentiel appliqué sur l'entrée "+" deviendra supérieur à celui présent sur l'entée "-". La sortie du comparateur va présenter donc un état " haut ". Le résultat de cette analyse sera donc transmis par le biais des portes NAND(III) et NAND(IV) de IC₇. La sortie de la porte NAND(IV) présentera un état " bas " car le monostable NOR(III) et NOR(IV) de IC₅ est en grande majorité de temps en position de repos. Cependant, le temps des 70ms de fonctionnement de ce monostable, la sortie de la porte NAND(IV) de IC₇ présentera alors en cas de présence du monoxyde de carbone un état "haut " d'une durée de 70ms, cette même sortie va rester à l'état "bas " en cas d'absence CO.

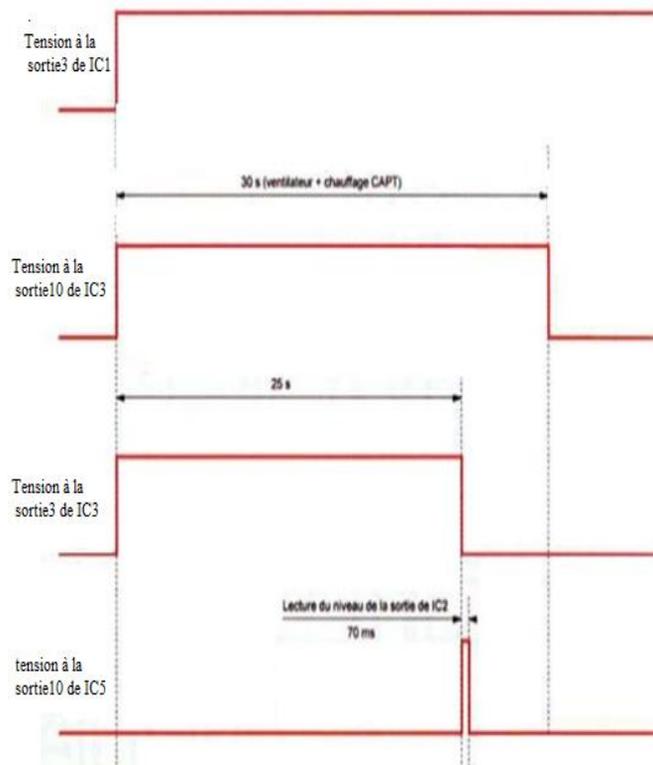


Figure4. 4. Chronogrammes au niveau de 4 nœuds tests du montage.

Les portes NOR(III) et NOR(IV) de IC4 sont montées en bascule RS (reset / Set) et tout état "haut " qu'on appliquera sur l'entrée 8 aura nécessairement pour résultat l'apparition aussi d'un état "haut "stable sur la sortie 11 de cette bascule. Simultanément, tout état " haut " appliqué, sur l'entrée Reset 13 de la bascule aura pour effet le passage de sa sortie 11 à un état " bas " stable. Par conséquent, si l'analyse de l'air environnant détecte la présence de monoxyde de carbone, la sortie de cette bascule RS passe à l'état "haut".

Au début de l'activation de la bascule monostable NOR(IV) et NOR(III) du circuit intégré IC5, le front montant issu du signal de sortie de la porte NAND (I) du CI IC7 est également considéré par le circuit dérivateur R_8C_{10} et D_3 . Ceci aura pour conséquence l'apparition d'une très brève impulsion positive qui sera appliquée sur l'entrée de la porte NOR (II) du circuit intégré IC5 et donc également sur l'entrée reset de la bascule RS. Cette situation aura pour rôle d'effacer, passagèrement et temporairement, une mémorisation hypothétique de la détection du monoxyde de carbone, qui aurait pu être éventuellement le résultat de l'analyse du cycle qui aurait précédé. Ainsi, si le monoxyde de carbone est encore détecté par la mesure en cours, cette situation se traduira encore par une nouvelle application d'un état "haut " sur la sortie de bascule RS, étant donné que l'impulsion du RESET se caractérise par une durée nettement inférieure à 70ms de lecture de la sortie du comparateur IC2. En revanche, si la détection de ce gaz n'est plus confirmée par le nouveau cycle en cours, la sortie de la bascule RS repassera sur son état " bas " de repos. Cette détection momentanée restera mémorisée.

Lorsque la sortie de la bascule RS est à un état "haut" le transistor NPN T_3 est saturé. Au niveau du collecteur de ce transistor se trouve une LED rouge L2 dont le courant est limité par R_{19} . L'illumination de cette LED rouge signifiera donc la présence de monoxyde de carbone dans l'environnement analysé.

Par ailleurs, la sortie de la porte NAND (II) de IC7 passera à l'état "bas" ayant pour conséquence l'ensemble formé par les portes NOR (III) et(IV) de IC6 entrera en mode oscillation et donc cet oscillateur, dont la sortie présente un état " haut quand il est en repos, génère un train d'impulsion carrée, caractérisés par une période de 0.5s ainsi le buzzer connecté sur sa sortie permettant une signalisation sonore émet alors une suite

continue de bips sonores. Par ailleurs, il est à indiquer que les deux signalisations sonore et lumineuse demeurent actives tant que la détection montre encore la présence du gaz de CO. Ces signalisations s'arrêteront dès que l'analyse indiquant la présence ou la non présence du monoxyde de carbone redevient négative c'est à dire absence de ce gaz dans le milieu. Notons aussi qu' en cas de détection du monoxyde de carbone l'état "haut", d'une durée de 70ms, émis par la sortie de la porte NAND(IV)de IC₇, est également considéré par une bascule RS différente soit la seconde bascule et qui est cette fois ci constituée des portes NOR(I) et NOR(II) de IC₆ , cette dernière maintient la mémorisation car son entrée Reset 6 n'est pas soumise périodiquement à l'effacement préalable du début de cycle. Par conséquent, en cas de détection du gaz de monoxyde de carbone, le second transistor bipolaire T₄ monté aussi en commutation entre en mode saturé conduisant ainsi à l'allumage de la diode électroluminescente LED rouge L3 qui reste allumée même si le détecteur cesse de détecter la présence du monoxyde de carbone et ne sera éteinte que lorsqu'on appuiera alors sur le bouton-poussoir BP2.

4.2. Résultats et interprétations.

Notre travail a tout d'abord débuté par une simulation du circuit étudié sous ISIS Proteus 7 ce qui nous amène donc dans un premier temps à introduire ce logiciel. Notre objectif est de présenter les signaux relevés au niveau de différents points de tests du circuit réalisé sur plaque d'essai et de comparer les résultats obtenus à ceux obtenus par ISIS (PROTEUS) pour finalement fabriquer le circuit imprimé.

4.2.1.Introduction au logiciel Proteus version 7

PROTEUS est une suite logiciels utilisés pour la conception assistée par ordinateur électronique. Proteus est composé de deux logiciels principaux : ISIS, qui permet la création de schémas électrique et simulation électrique, et ARES, est destinée à la création de circuits imprimés. Développé dans le Yorkshire, en Angleterre par Lab. center Électroniques Ltd, PROTEUS est disponible en anglais, en français, en espagnol et en chinois.

4.2.2. Capture schématique et Simulation avec ISIS.

La capture schématique est une étape de la conception assistée par ordinateur (CAO) où le schéma électronique du circuit électronique conçu est créé par le concepteur. Cela se fait à l'aide d'un outil appelé éditeur de schémas. La simulation de circuit électronique utilise des modèles mathématiques pour reproduire le comportement d'un dispositif ou circuit électronique réel. C'est ainsi qu'à l'aide du logiciel « ISIS » nous avons pu réaliser le schéma global du circuit de détection du monoxyde de carbone. Ce dernier est représenté sur le schéma de la figure 4.1

4.2.3. Résultats obtenus à partir des points de tests et les interprétations.

Nous avons dans ce travail choisi 5 points test pour vérifier le bon fonctionnement du circuit global. Nous avons ainsi comparé les résultats obtenus pour les mêmes noeuds par simulation sous ISIS aux résultats obtenus suite à la réalisation pratique de notre détecteur de monoxyde de carbone. Nous avons ainsi visualisé les formes des différents signaux aux niveau des 5 points tests que nous avons choisi. Ces points sont situés à la sortie de nos différents étages. Les différents chronogrammes sont alors visualisés à l'aide de l'oscilloscope. Nous avons dans notre cas utilisé un générateur basse fréquence (GBF) pour générer les impulsions nécessaires pour effectuer ces tests.

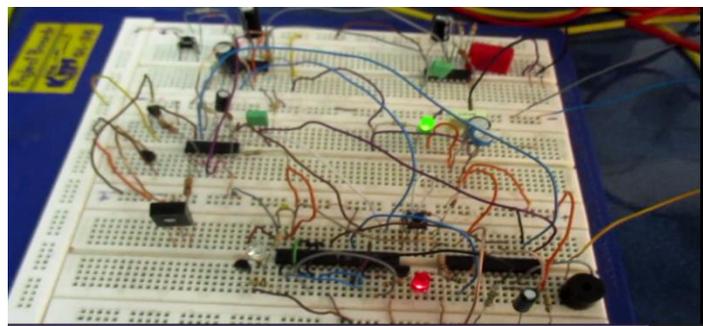


Figure 4.5 : Câblage du circuit détecteur de CO étudié réalisé sur plaque d'essai

1^{er} Test : nous a tout d'abord visualisé le signal de sortie du compteur à oscillateur incorporé (CD4060).le signal obtenu est représenté sur la figure 4.6.

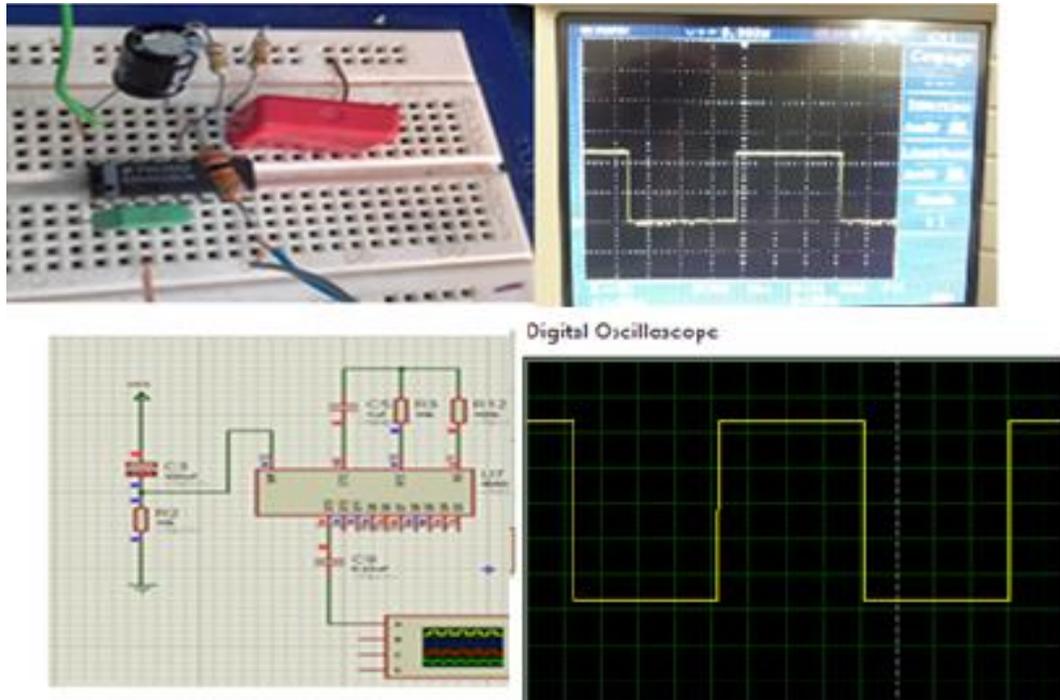


Figure4.6 : Chronogrammes obtenus suite au premier test.

Nous remarquons alors que le signal de sortie est un signal carré .Sa période égale à peu près 300 s (soit 5 minutes).

2^{eme} Test :

Ce second test nous a permis de visualiser le signal obtenu à la sortie du premier monostable (sortie 10 de IC3) et du compteur (CD4060)

Les chronogrammes ainsi obtenus sont présentés sur la figure 4.7. Le signal obtenu est aussi un signal carré. Sa période égale à peu près 30 s.

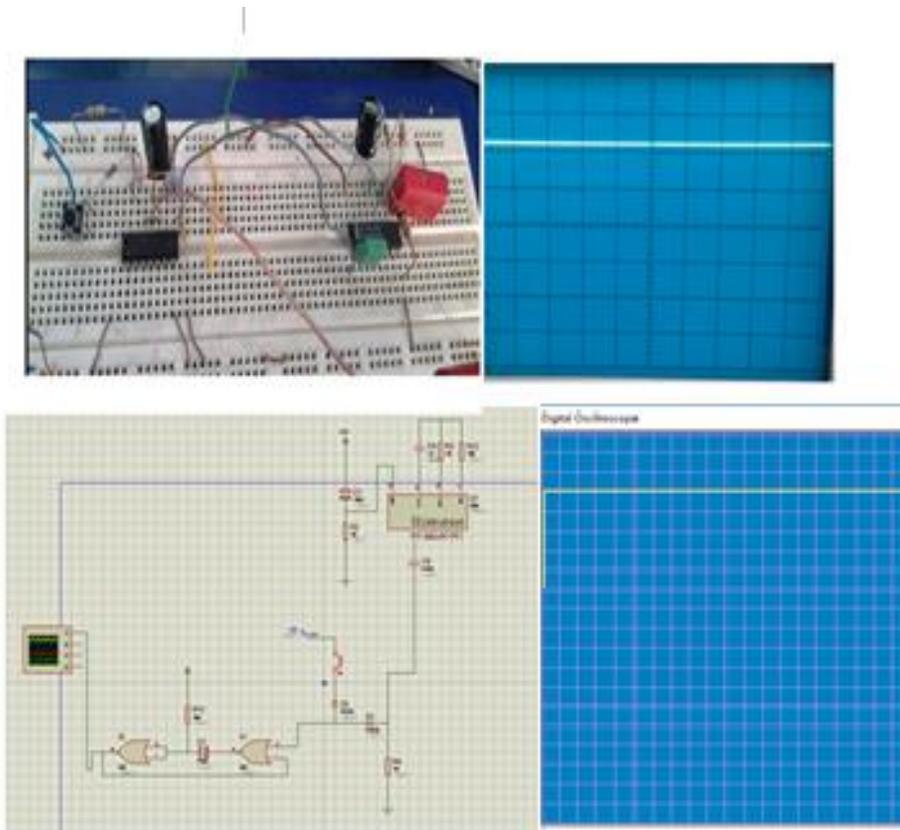


Figure 4. 7: Chronogrammes obtenus suite au second test.

3^{eme} Test :

Le signal à la sortie des deux circuits monostable (sortie 3 de IC3) connecté au circuit intégré CD4060 est donné en figure 4.8.

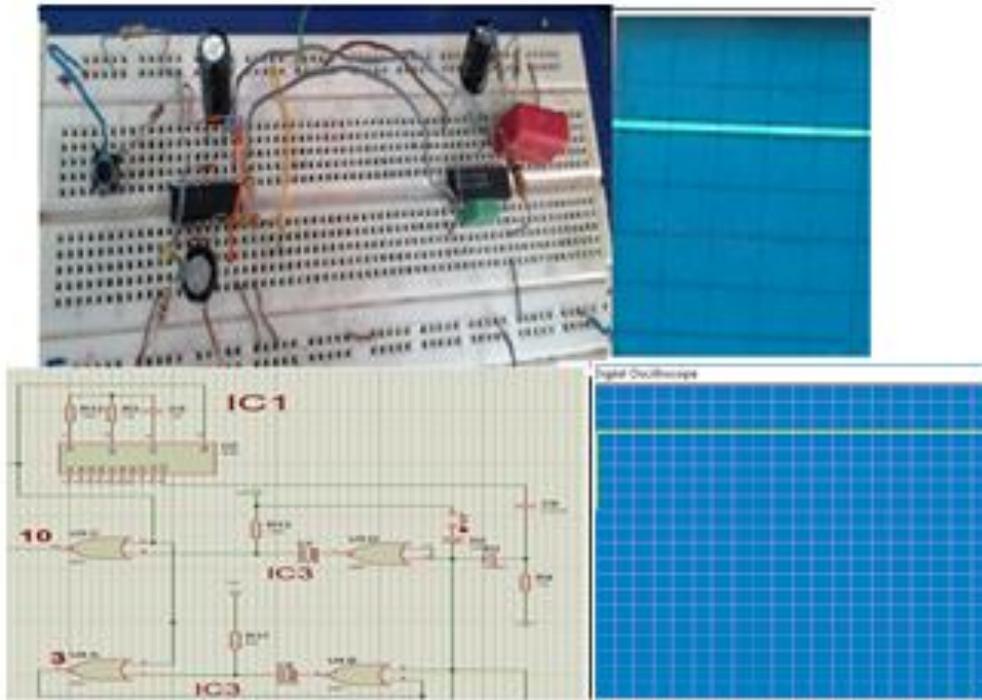


Figure4.8 : Chronogrammes obtenus suite au troisième test.

Le signal obtenu est identique à celui obtenu suite à la simulation par ISIS avec une petite variation dans la période qui est estimée à 25s

4^{eme} Test :

Le signal de sortie de l'astable commandé est donnée en figure 4.9

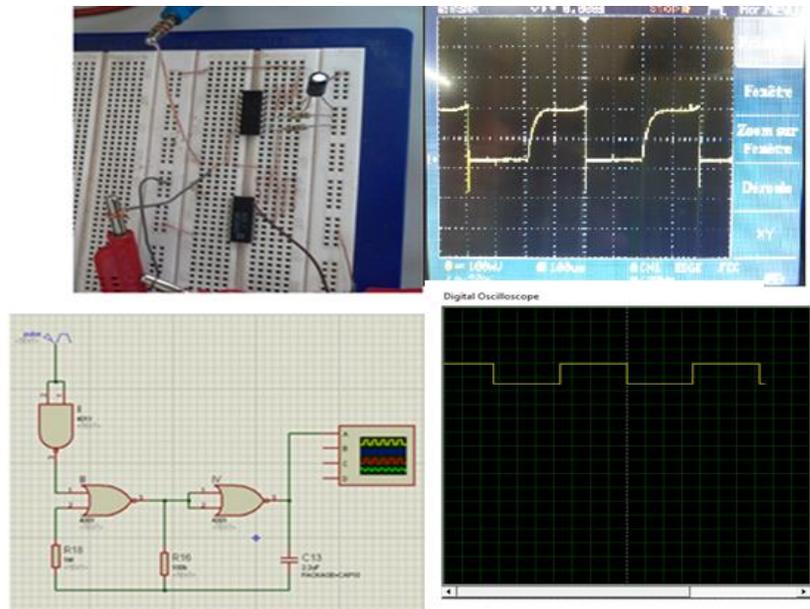


Figure 4.9 : Test de l'astable commandé.

Pour effectuer ce test on introduit un signal carré de fréquence 1KHz et d'amplitude égale à 1volt pour remplacer le capteur on remarque alors que la LED L2 clignote .Le signal obtenu à la sortie de l'astable commandé est un train d'impulsions carré et Le buzzer émet un signal sonore.

5^{eme} Test :

Test du comparateur à base de l'AOP

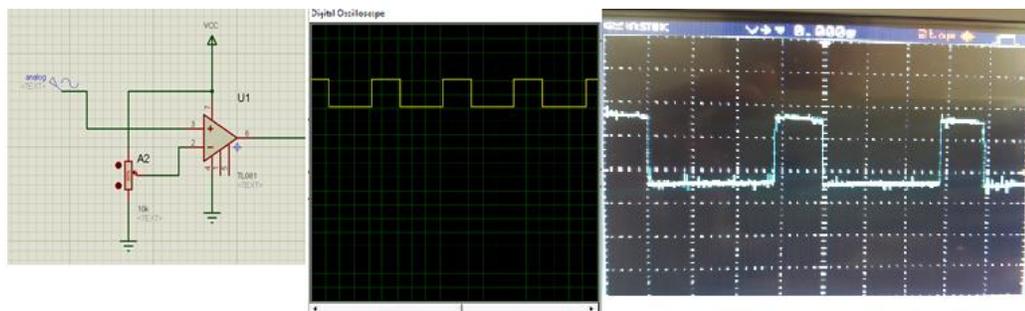


Figure4.10 : circuit comparateur à AOP

On remarque que le comparateur a bien converti le signal sinusoïdal en signal carré.

4.3. Description et Fabrication du circuit imprimé

Un circuit imprimé est un support des composantes électroniques permettant de maintenir et de les connecter électriquement. La plaque du circuit imprimé est fabriquée en époxy qui est un matériel isolant et il constitue d'une ou plusieurs couches du cuivre.

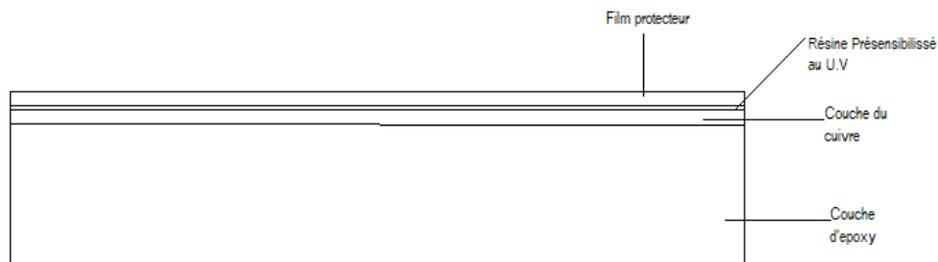


Figure4.11 : Un schéma montrant la structure de la plaque

✚ Fabrication d'un circuit imprimé

Au niveau du laboratoire notre circuit imprimé est fabriqué selon ces étapes :

- On imprime le typon de notre circuit imprimé sur deux calques avec l'encre opaque.

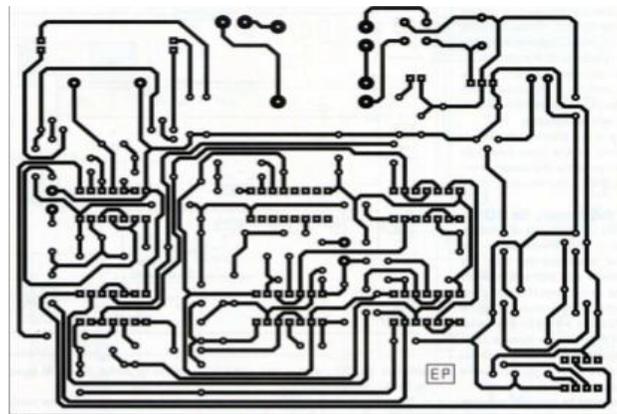


Figure4.12 : Typon de routage

- La surface de la plaque du circuit imprimé est redimensionnée et coupé à l'aide d'une cisaille guillotine selon le dessin sur le calque.



Figure4.13 : Une cisaille guillotine

- On place notre calque sur la surface de la plaque du circuit imprimé qui a la couche photosensible à des rayons ultra-violets de la lumière ambiante et on place cette plaque avec le calque sur une insoleuse qui est utilisée pour l'insolation.



Figure 4.14 : Présentation de l'équipement permettant l'insolation.

- Après 4 minutes l'insolation complète on retire la plaque qu'on lave dans une solution NaOH pendant 10 secondes. Cette solution va dissoudre la résine qui n'est pas protégée par l'encre opaque et vas exposer la couche du cuivre autour des pistes qui sont encore protégées par la résine.

- La plaque est plongée dans un bain acide du perchlorure de fer pendant 40 minutes qui dissout le cuivre autour des pistes protégées par la résine.



Figure4.15 : Le bac à gravure.

- Après le processus de gravure on rince le circuit imprimé à l'eau abondamment.
- Pour faciliter la mise en place des composants on perce les pastilles selon la taille des pâtes du composant à l'aide d'une perceuse à colonne et les différentes tailles des forets.



Figure 4.16 : Une perceuse à colonne avec différentes tailles de forets.

- On place les composants dans la plaque et effectuait la soudure par un fer à souder et de l'étain.

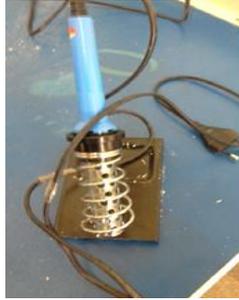


Figure 4.17 : Le fer à souder

Après les tests sur la plaque d'essai nous avons alors utilisé les étapes que nous venons de décrire pour fabriquer notre circuit imprimé que nous vous avons présenté en figure 4.18.

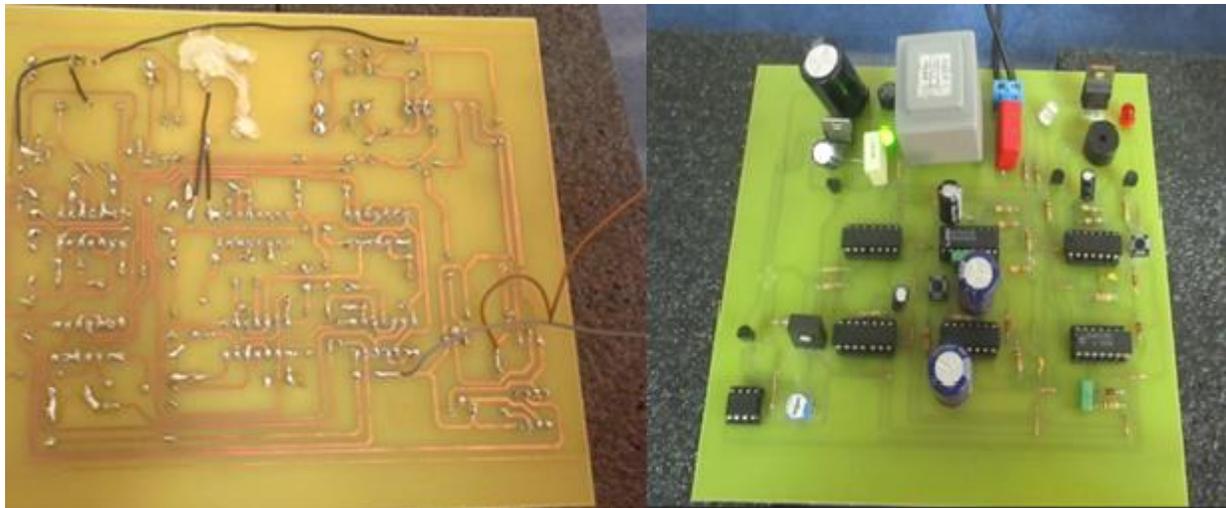


Figure 4. 18: Présentation du circuit final réalisé : circuit imprimé final après avoir réalisé toutes les soudures.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons pu analyser le circuit détecteur de monoxyde de carbone à la suite de quoi nous avons pu présenter les différents chronogrammes obtenus aux niveaux de 5 points de test. Nous avons pu ainsi comparer les résultats que nous avons obtenus par le biais

du logiciel ISIS PROTEUS et ceux obtenus directement sur la réalisation pratique. On a remarqué la similitude entre les résultats obtenus par simulation et ceux obtenus pratiquement. Le test du détecteur étudié fut satisfaisant, en effet une signalisation sonore et lumineuse ont été observées suite à une simulation d'un dégagement de monoxyde de carbone ce qui nous a permis de valider le bon fonctionnement du circuit étudié. On a donc pu conclure que le circuit globale étudié fonctionne de manière assez satisfaisante pouvant ainsi être utilisé pour la détection du monoxyde de carbone.

Conclusion générale

Des dizaines voire même des centaines de personnes ont subi et subissent même au quotidien une intoxication au monoxyde de carbone. Ce gaz incolore et inodore de formule chimique CO est quasi-indélectable par l'homme. Ce gaz apparaît dans l'environnement dès qu'une combustion est incomplète. Sachant que ce gaz est non détectable par l'homme il est donc nécessaire de se munir de détecteur de monoxyde de carbone au moins dans les endroits les plus utilisés comme la salle de séjour par exemple. C'est ainsi que notre travail a consisté à étudier, puis réaliser pratiquement un montage permettant la détection du gaz de monoxyde de carbone et de le tester dans le but de protéger les personnes par une signalisation sonore et lumineuse contre les dégâts dus à ce gaz très dangereux incolore, inodore, insipide, très toxique, non irritant et mortel.

Le circuit présenté et exploité dans ce travail est assez simple, il nous a pourtant été très bénéfique. Tout d'abord il nous a permis de nous renseigner et de nous sensibiliser aux dégâts causés par le monoxyde de carbone, puis il nous a permis de compléter notre formation du fait que nous avons pu nous rappeler des différents montages électronique que nous avons étudiés auparavant durant notre formation et que nous avons utilisé pour cette étude tels que les capteurs, les multivibrateurs monostables et astables, les bascules, les compteurs, le Trigger de schmitt, les amplificateurs opérationnels, comparateurs, et même les transistors.

Nous avons aussi pris conscience que la prévention qui a pour but de permettre de protéger les individus contre les dégâts causés par ce gaz reste un élément essentiel de santé publique qui nécessite l'éducation du public sur toutes les règles de sécurité en rapport avec le fonctionnement des appareils de chauffage, des cheminées et des moteurs à combustion interne, ainsi que de sensibiliser les individus afin qu'ils se rendent compte de la nécessité absolue d'installation des détecteurs de monoxyde de carbone. Dans les maisons autour du chauffage. Si un niveau élevé de CO est détecté, le détecteur de CO muni d'une signalisation sonore sonnera et pourra donner l'alerte pour donner aux gens situés à proximité le temps de ventiler la zone ou le gaz est détecté ou de quitter la zone en toute sécurité. Pour finir ce type

de montage trouve son utilisation non seulement dans les maisons et appartements mais aussi dans les usines par exemple.

Liste des Figures :

Figure 1.1:modèle d'une molécule de CO. [1].....	10
Figure1.2 : Formation du monoxyde de carbone. [2].....	12
Figure1.3 : modèle chimique de l'équation.....	12
Figure1.4 : gaz d'échappement des véhicules. [3].....	13
Figure1.5 : la fumée de cigarette. [4].....	13
Figures 1.6 : Appareils domestiques susceptibles de dégager du monoxyde de carbone faute d'entretien. [6][7].....	14
Figures 1.7:Emanation du monoxyde de carbone dans le cas des différentes sources de trafic. [5][8]....	15
Figures 1.8: Dégagement du CO suite aux incendies. [9][5].....	15
Figure 1.9: Dégagement de la fumée contenant du CO par le biais de la cigarette. [10].....	17
Figures 1.10: Dégagement du monoxyde de carbone dû à des sources industrielles. [11].....	18
Figures 1.11: Les granulés de bois source de CO. [12].....	18
Figures 1.12: Sources naturelles menant au dégagement du CO [5] [13].....	19
Figure1.13:symptomes de l'intoxication au CO en fonction de l'exposition et de la concentration en HBCO [14].....	21
Figures 1.14: Fumée saturé de monoxyde de carbone émanant des trains ou lors d'un incendie. [15][16].....	22
Figures 1.15 : une gastro-entérite. [17] [18].....	22
Figures 1.16 : la migraine ou des maux de tête. [19][20].....	23
Figure 1.17 : Le vertige l'un des premiers symptômes d'un empoisonnement au CO. [21].....	23
Figure2.1 : Schéma de principe d'un détecteur électrochimique. [23].....	27
Figure2.2 : Relation entre courant sortant et concentration du CO.....	28
Figure2.3 : exemple d'un capteur à semi-conducteur en oxyde. [24].....	29
Figure 2.4 : détecteur portable du CO et autonome de CO. [25][26].....	31
Figure 2.5: Exemple de détecteur de monoxyde de carbone [27].....	32

Figure 2.6 : les autres exemples de système de protection. [28][29].....	33
Figure 3.1 : Schéma synoptique du détecteur.....	37
Figure 3.2 : schéma d'un capteur.....	38
Figure 3.3 : symbole d'amplificateur Opérationnel.....	40
Figure 3.4 : schéma d'un circuit comparateur.....	40
Figure 3.5 : Tension V_{out} obtenue à la sortie du comparateur.....	41
Figure 3.6 : schéma-bloc d'un multivibrateur monostable.....	42
Figure 3.7. NE555 monté en monostable.....	43
Figure 3.8 : Exemple de chronogramme de fonctionnement du monostable.....	44
Figure 3.9. Monostable à base d'Amplificateur opérationnel.....	44
Figure 3.10: Monostable à porte logique NOR.....	45
Figure 3.11: Astable à NE 555.....	47
Figure 3.12: Astable à amplificateur opérationnel.....	47
Figure 3.13 : Astable à portes logiques NOR.....	48
Figure 3.14 : Le chronogramme obtenu à la sortie du circuit astable commandé.....	48
Figure 3.15: Bascule RS à portes NOR.	49
Figure 3.16: Chronogramme de la bascule RS à portes NOR.....	50
Figure 3.17 : schéma-bloc d'une bascule T.....	51
Figure 3.18: exemple de compteurs asynchrone à 3 bascules.....	52
Figure 3.19: chronogrammes correspondants au compteur asynchrone à 3 bascules.....	52
Figure 3.20. Un exemple de compteur synchrone à 4 bits.....	53

Figure 3.21: chronogrammes correspondants au compteur synchrone à 4 bascules.....	53
Figure 3.22 : schéma externe du circuit CD4060.....	54
Figure 3.23 : schéma interne du circuit CD4060.....	55
Figure3.24 : Trigger de schmitt à porte logique NAND.....	56
Figure3.25 : symbole d'un transistor NPN.....	57
Figure 3.26:Réseau de caractéristique du bipolaire.....	58
Figure3.27 : un transistor polarisé en commutation.....	59
Figure3.28 : la courbe de caractéristique I_c-V_{CE} du transistor NPN.....	60
Figure 4.1 : schéma électrique du circuit de détection de monoxyde de carbone étudié (réalisé par PROTEUS).....	62
Figure 4.2: Le CD 4060.....	63
Figure 4.3: Structure interne du capteur.....	64
Figure4. 4. Chronogrammes aux différents nœuds du montage.....	65
Figure 4.5 : Câblage du circuit détecteur de CO étudié réalisé sur plaque d'essai.....	68
Figure4.6 : Chronogrammes obtenus suite au premier test.....	69
Figure 4. 7: Chronogrammes obtenus suite au second test.....	70
Figure4.8 : Chronogrammes obtenus suite au troisième test.....	71
Figure 4.9 : Test de l'astable commandé.....	72
Figure4.10 : circuit comparateur à AOP.....	72
Figure4.11 : Un schéma montrant la structure de la plaque.....	73
Figure4.12 : Typon de routage	73
Figure4.13 : Une cisaille guillotine.....	74
Figure 4.14 : Présentation de l'équipement permettant l'insolation.....	74

Figure4.15 : Le bac à gravure.....	75
Figure 4.16 : Une perceuse à colonne avec différentes tailles de forêts.....	75
Figure 4.17 : Le fer à souder.....	76
Figure 4. 18: Présentation du circuit final réalisé : circuit imprimé final après avoir réalisé toutes les soudures.....	76

Liste des tableaux

Tableau 1.1_ concentrations de CO par rapport au corps humain dans un temps donné. [22].....	20
Table 3.1_ Table de vérité de bascule R/S [1].....	46

Liste des Composants:

Résistances

R1: 1.8 K Ω

R2 à R11 : 10K Ω

R12, R13: 100K Ω

R14: 15K Ω

R15, R16:100K Ω

R17: 82K Ω

R18: 1M

R19, R20: 560 Ω

A1, A2: ajustable 10K Ω

Condensateurs

C1:2200 μ F/25V (sorties radiales)

C2, C3: 100 μ F/25V

C4: 0, 1 μ F

C5, C6: 1 μ F

C7, C8 : 470 μ F/25V (sorties radiales)

C9, C10: 0,22 μ F

C11, C12: 1nF

C13: 2, 2 μ F

Semi-conducteurs

D1 à D5: 1N4148

L1: led verte

L2, L3: led rouges

Pont de diodes

REG: 7812

T1 à T4 : NPN/BC 546 –BC 547

IC1 : CD 4060

IC2 : TL 081

IC3 à IC6 : CD 4001

IC7 : CD 4011

Divers

18 straps (7 horizontaux, 11 verticaux)

CAPT : sonde CO (AS – MLC) voir texte

VT : Ventilateur 12V/0.5W (25 ×25× 10)

Transformateur 230 V/2 6 V/2,5 VA

BUZ : buzzer 12V à oscillateur incorporé

BP1, BP2 : bouton-poussoir miniature

Bibliographie

- [1] Wikipédia contributors. (s.d.). File:Carbon-monoxide-3D-balls.png - Wikipedia [Illustration]. Récupéré 20 décembre, 2018, de <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Carbon-monoxide-3D-balls.png>
- [2] Les Détecteurs de Monoxyde de Carbone | Ei Electronics - FR [Illustration]. (2017, 5 octobre). Récupéré de https://www.eielectronics.fr/tous-savoir-sur/les-detecteurs-de-monoxyde-de-carbone/?fbclid=IwAR3Oueb9Sx08GhzLiZ-5wbPhB58gUdy6lgqg_ZCzCWtawCIRmLihMPSHGBA
- [3] Le Matin - La métropole fortement affectée par la pollution atmosphérique [Photo]. (2013, 17 février). Récupéré de https://lematin.ma/journal/2013/Environnement_La-metropole-fortement-affectee--par-la-pollution-atmospherique--/178059.html
- [4] L'esprit du tabac dans les rites chamaniques [Photo]. (s.d.). Récupéré de <http://www.dramatic.ch/tabac-p415.html>
- [5] Centre Antipoisons belge. (s.d.). D'où provient le CO? | Centre Antipoisons Belge. Récupéré de <https://www.centreantipoisons.be/monoxyde-de-carbone/le-monoxyde-de-carbone-co-en-d-tail/d-o-provient-le-co>
- [6] les sources de monoxyde de carbone dans la maison [Photo]. (s.d.). Récupéré de <http://cap.chru-lille.fr/CAPBD/BAIES/detail/ca5-08janv3.htm>
- [7] JC Bordelet : cheminée design, cheminée moderne & poêle suspendu [Photo]. (2018, 25 October). Récupéré de <http://www.bordelet.com>
- [8] Shipping emissions can lead to high local ocean acidification [Photo]. (s.d.). Récupéré de <https://www.constantinealexander.net/2013/07/shipping-emissions-can-lead-to-high-local-ocean-acidification.html>
- [9] Les incendies de forêt sont impressionnants, l'Enfer fascinant [Photo]. (2014, 19 juillet). Récupéré de <https://buzzly.fr/les-incendies-de-foret-sont-impressionnants-l-enfer-fascinant.html>
- [10] Andy. (2018, 8 décembre). Le tabagisme des pères affecterait la santé de ses enfants et de ses petits-enfants [Photo]. Récupéré de <http://www.fredzone.org/le-tabagisme-des-peres-affecterait-la-sante-de-ses-enfants-et-de-ses-petits-enfants-118>
- [11] [Images Gratuites,] [Photo]. (s.d.). Récupéré de <https://pxhere.com/fr/photo/935893>
- [12] Prix d'une tonne de pellets (ou granulés de bois) - Conseils Thermiques [Photo]. (s.d.). Récupéré de https://conseils-thermiques.org/contenu/prix_tonne_granule.php
- [13] Les volcans terrestres [Photo]. (s.d.). Récupéré de <http://www.astrosurf.com/luxorion/volcans-terrestres.htm>

- [14] Dominique BONTE, Caroline CHAMBON, Daniel FURON, & Corinne SCHADKOWSK. (Imprimé). MONOXYDE DE CARBONE : QUELS EFFETS SUR LA SANTE ? EFFETS SUR LA SANTE HUMAINE, 6. Consulté sur http://appa.asso.fr/_docs/7/fckeditor/file/Revue/AirPur/Airpur_70_Bonte.pdf
- [15] Omar Upegui R. (2010, 12 janvier). Photograph of the Day: Train and Smoke [Photo]. Récupéré de <https://epiac1216.wordpress.com/2010/01/12/photograph-of-the-day-train-and-smoke/>
- [16] Ariège. 1.000 hectares brûlés, les feux en régression [Photo]. (2015, 29 décembre). Récupéré de <https://www.humanite.fr/ariege-1-000-hectares-brules-les-feux-en-regression-594107>
- [17] Metamorworks \ / stock. (2018, 26 septembre). Combien de temps reste-t-on contagieux après une gastro-entérite ? [Photo]. Récupéré de <https://www.pourquoidoctor.fr/Articles/Question-d-actu/26959-Combien-temps-reste-t-on-contagieux-gastro-enterite>
- [18] Maxime Lambert. (2015, 22 octobre). Gastro entérite : tout savoir sur cette maladie fréquente et contagieuse [Photo]. Récupéré de https://www.maxisciences.com/gastro-enterite/gastro-enterite-tout-savoir-sur-cette-maladie-frequence-et-contagieuse_art27632.html
- [19] Véronique Bertrand. (s.d.). 10 choses à savoir sur le mal de tête de votre ado [Photo]. Récupéré de <https://www.santemagazine.fr/sante/maladies/maladies-neurologiques/10-choses-a-savoir-sur-le-mal-de-tete-de-votre-ado-191992>
- [20] Traitement des maux de tête en physiothérapie - Physiothérapeute - Chroniques santé - Physio St-Maurice [Photo]. (s.d.). Récupéré de <http://www.physio.stmaurice.ca/chroniques-sante/traitement-des-maux-de-tete-en-physiotherapie>
- [21] Vertiges au réveil : causes et symptômes des vertiges - Ooreka [Photo]. (s.d.). Récupéré de <https://sommeil.ooreka.fr/astuce/voir/565163/vertiges-au-reveil>
- [22] https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_monoxide_poisoning
- [23] Operating principle -Electrochemical-type gas sensor [Illustration]. (s.d.). Récupéré de <https://www.figaro.co.jp/en/technicalinfo/principle/electrochemical-type.html>
- [24] How Semiconductor Gas Sensors Work | Edaphic Scientific [Illustration]. (s.d.). Récupéré de <https://www.edaphic.com.au/gas-detection-encyclopedia/semiconductor-sensors/>
- [25] PROMAT SÉCURITÉ. (2017, 30 juin). Détecteur portable mono-gaz | Clip Extrême CO [Photo]. Récupéré de <https://www.batiproduits.com/fiche/produits/detecteur-portable-mono-gaz-p69129453.html>
- [26] Wikipedia contributors. (s.d.-b). Détecteur-avertisseur autonome de monoxyde de carbone — Wikipédia [Photo]. Récupéré de https://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9tecteur-avertisseur_autonome_de_monoxyde_de_carbone

[27] Détecteurs de fume de gaz et monoxyde de carbone [Photo]. (s.d.). Récupéré de <http://systemes-alarmes.com/detecteur-fumee-gaz-monoxyde-carbone/>

[28] [système de protection contre le CO] [Photo]. (s.d.). Récupéré de <https://www.gazdetect.com/informations-gaz/detecteur-gaz-co/>

[29] Wikipedia contributors. (s.d.-c). an exhaust emission control device that reduces toxic gases and pollutants in exhaust gas from an engine into less toxic pollutants by catalyzing a redox reaction [Photo]. Récupéré de https://en.wikipedia.org/wiki/Catalytic_converter

[30] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Bascule_\(circuit_logique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Bascule_(circuit_logique))

Annexe1:
Alimentation stabilisée

Le but du TP est d'obtenir, à partir de la tension du secteur une tension redressée, continue et dont la valeur ne dépend pas de la charge alimentée par cette tension

Une alimentation stabilisée est un dispositif électronique permettant d'obtenir une tension redressée et continue dont la valeur ne dépend aucunement de la charge alimentée par la tension du secteur. L'alimentation stabilisée permet ainsi d'assurer l'**alimentation d'un circuit** à l'aide d'une tension continue.

Cette alimentation stabilisée comporte alors un transformateur, un redresseur, un filtre à condensateur en tête et un régulateur. La plupart des composants électroniques tels que les circuits intégrés et les transistors utilisés dans les systèmes électroniques ont besoin d'une tension et d'un courant faibles et stables pour fonctionner correctement.

On peut attirer l'attention sur le fait que d'une manière général, les systèmes électroniques à faible puissance peuvent fonctionner avec une pile, cependant les appareils fonctionnant avec des piles peuvent être assez onéreux et même compliqués à utiliser sur une longue durée. L'électricité domestique fournie par le réseau électrique est une tension alternative ayant une valeur efficace moyenne de 220V avec une fréquence de 50Hz qui ne peut pas être utilisée pour alimenter des composants électroniques dans des systèmes électroniques. Afin de convertir cette tension alternative en celle nécessaire aux systèmes électroniques, une alimentation classique est réalisée à l'aide d'un transformateur, d'un pont à diodes, d'un condensateur de liaison (pour le filtrage) et finalement d'un régulateur.

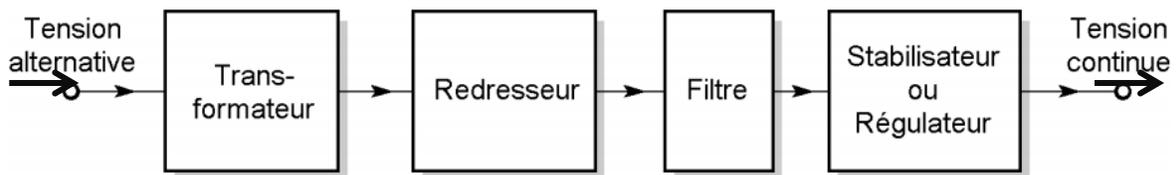
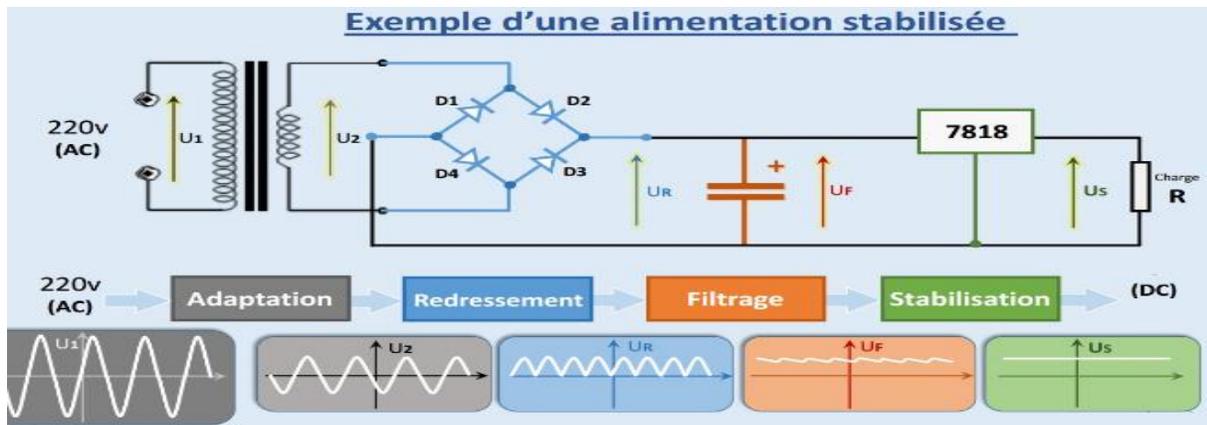


Figure A1.1 : Schéma synoptique de l'alimentation stabilisée

Nous présentons en figure A1.2 les chronogrammes obtenus à la sortie de chaque étage constituant l'alimentation stabilisée.



A1.2 les chronogrammes à la sortie de chaque étage de l'alimentation stabilisée.

Après avoir présenté le schéma synoptique de l'alimentation stabilisée, nous allons dans ce qui suit expliquer brièvement le rôle de chaque élément nécessaire à sa réalisation.

✓ Le transformateur

Un transformateur permet de modifier les valeurs de tension et d'intensité du courant délivrées par une source d'énergie électrique alternative, en un système de tension et de courant de valeurs différentes, mais de même fréquence et de même forme. Le transformateur est présent dans presque toutes les alimentations branchées sur le secteur. Le transformateur permet à la fois d'assurer l'isolement entre la charge et le réseau et d'abaisser la valeur efficace de la tension pour la rendre compatible avec les niveaux habituellement exigés par les circuits électroniques. L'isolement est souvent nécessaire pour des raisons de sécurité de l'utilisateur.

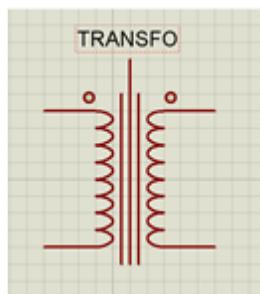
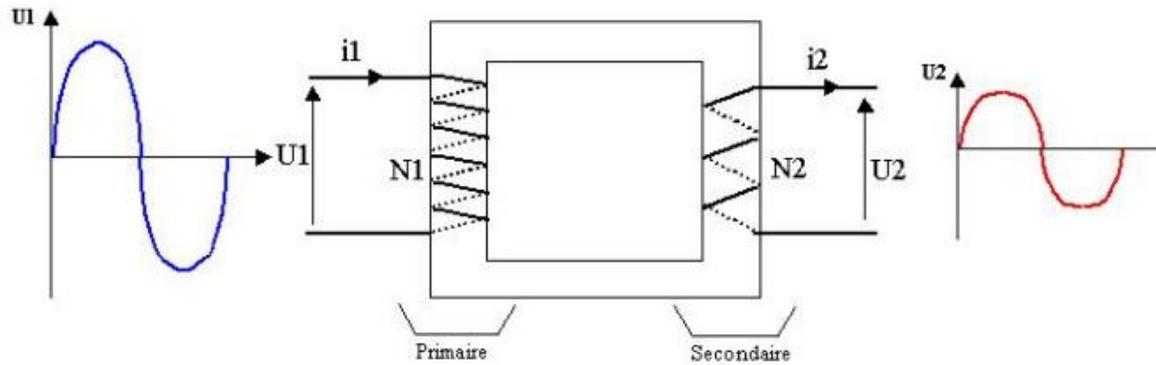


Figure A1.3 : Symbole d'un transformateur.



A1.4: Caractéristique du transformateur.

✚ Modèle du transformateur idéal

Le transformateur baisse la tension maximale du secteur à une tension inférieure à la même fréquence que le secteur. Le changement d'un niveau de tension à un autre se fait par l'effet d'un champ magnétique. Un transformateur est caractérisé par son rapport de transformation. Ce rapport est fonction du nombre de spires des enroulements primaire et secondaire. Le rapport de transformation du transformateur est utilisé pour trouver la relation entre la tension de sortie et tension d'entrée. Si \$V_1\$ représente la tension Primaire (tension d'entrée de transformateur) et \$V_2\$ représente la tension secondaire (tension de sortie de transformateur), le rapport de transformation sera donnée par :

$$m = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (\text{A.1})$$

Où \$V_1\$: tension primaire \$N_1\$: nombre de spires primaires \$V_2\$: tension à vide secondaire, \$N_2\$: nombre de spires secondaires. D'après (A.1) on peut trouver la tension de sortie par la relation suivante:

$$V_2 = \frac{V_1}{N_1/N_2} \quad (\text{A.2})$$

✓ Redressement double alternance à l'aide d'un pont des diodes (pont de Graetz).

Cette fonction de redressement double alternance peut être réalisée par un pont de diode. L'opération consiste à redresser l'alternance négative. On parle de tension continue redressée. Un pont de diodes est un assemblage de quatre diodes montées en pont comme celui représenté en figure A1.5.

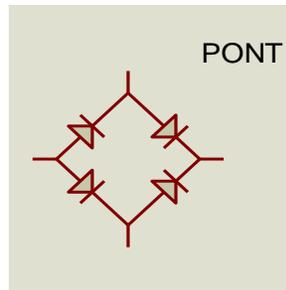


Figure A1.5 : Symbole d'un pont des diodes.

✚ Principe de fonctionnement :

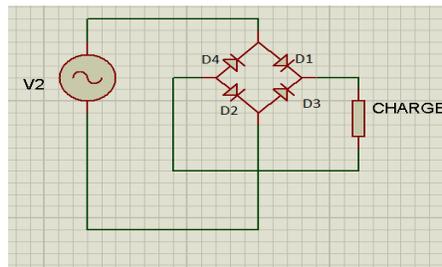


Figure A1.6 : Le pont redresseur double alternance.

Pendant l'alternance positif de l'alimentation, les diodes D1 et D2 sont passantes tandis que les diodes D3 et D4 sont bloquées et pendant l'alternance négatif de l'alimentation, les diodes D3 et D4 sont passantes mais les diodes D1 et D2 sont bloquées. Ce fonctionnement du pont de diodes provoque une tension unidirectionnelle dans la charge, comme indiqué dans la figure ci-dessous.

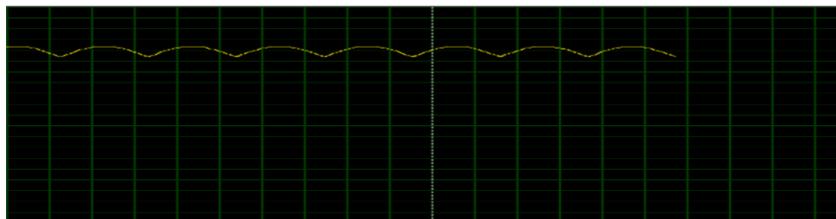


Figure A1.7 : Un chronogramme pour la tension redressée.

Ce pont de diodes est connecté à un transformateur et permet de redresser le signal de tension alternative sortant du transformateur.

✓ Le filtrage par Condensateurs

Après redressement, la tension de sortie aux bornes du pont redresseur n'est pas continue. Le rôle du filtrage est de transformer cette tension redressée en une tension continue légèrement ondulée. L'élément utilisé pour réaliser cette fonction est le condensateur qui est essentiellement un

condensateur polarisé avec grande capacité et qui va permettre de réduire la variation de la tension de sortie du redresseur.

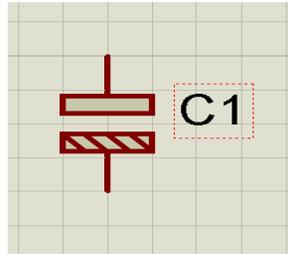


Figure A1.8 : Symbole d'un Condensateur polarisé.

Le redresseur avec filtre permet de passer d'une tension alternative à une tension continue. La fonction de filtrage est remplie par le circuit à diodes et un condensateur.

En considérant le montage de la figure A1.2 on peut facilement identifier le filtre à condensateur en tête.

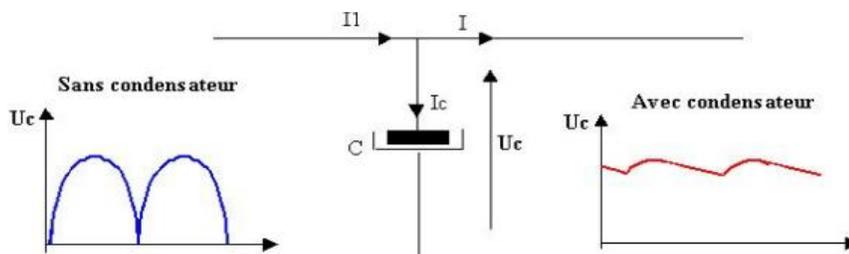


Figure A1.9: Tension de sortie du filtre.

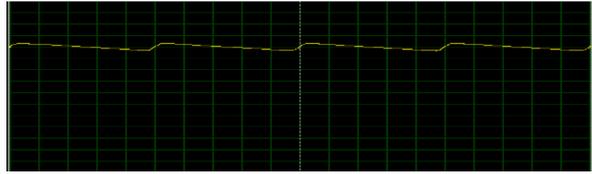
Pour bien comprendre le principe de fonctionnement du filtre considérons le schéma de la figure A1.9. Dans ce cas le condensateur se charge rapidement au début de l'alternance positif lorsque la tension du redresseur dépasse celle du condensateur jusqu'à la valeur crête de la tension d'entrée, le condensateur stocke cette charge et puis se décharge lentement à travers la charge quand la tension d'entrée commence à diminuer.

La vitesse de ce déchargement est déterminée par la constante de temps donné par l'équation ci-dessous.

$$\zeta = RC \quad (A.3)$$

A cause de sa charge et sa décharge, il y a une variation de la tension du condensateur. Cette variation appelée tension d'ondulation et doit être très petite possible. Le taux d'ondulation est inversement proportionnel à la valeur du condensateur car plus la valeur du condensateur augmente plus le taux d'ondulation diminue. Ce taux d'ondulation est tel que:

$$\text{Taux d'ondulation} = \frac{1}{fRC} \quad (\text{A.4})$$



FigureA1.10 : Mise en évidence des ondulations.

Le simple montage pont redresseur et filtre n'est généralement pas utilisé car la tension de sortie de ce filtre est simplement influencée par les perturbations et particulièrement par la charge à alimenter. La qualité exigée pour les alimentations de tous les circuits électroniques actuels demande une stabilisation, ou mieux, une régulation.

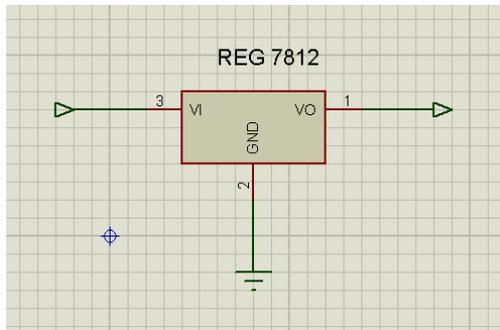
✓ **Le Régulateur:**

Le régulateur est un circuit électronique qui maintient une tension de sortie constante malgré les variations de la tension d'entrée ou de la charge. Les régulateurs existent sous forme de composants simples ou de circuits plus complexes. Un type de classification de régulateurs de tension est les régulateurs linéaires.

- **Régulateurs linéaires**

Les régulateurs linéaires sont basés sur des dispositifs qui fonctionnent dans leur région linéaire. Les régulateurs linéaires peuvent être disponibles sous forme de circuits intégrés tels que les séries 78 XX / 79 XX.

Les séries 78XX sont des régulateurs qui donnent une tension positive, tandis que les séries 79XX donnent une tension négative. Les deux derniers chiffres (représenté par XX) désignent la tension de sortie. Par exemple le régulateur de tension à circuit intégré 7812 permet de délivrer une tension constante de 12 V.



FigureA1.11 : schéma pour un régulateur 7812.

Ainsi le régulateur est le dernier bloc constituant l'alimentation stabilisée. Il permet d'obtenir une tension régulée et constante qui ne varie pas avec la variation de la tension d'entrée ou de la charge.

***ANNEXE 2: Présentation du logiciel
PROTEUS***

Nous allons dans ce qui suit donner rapidement la procédure utilisée permettant de faciliter l'utilisation de ce logiciel aux utilisateurs à venir.

Lancement d'un nouveau design dans ISIS PROTEUS V7

1. Ouvrez le logiciel ISIS et sélectionnez Nouvelle conception (New design) dans le menu Fichier.

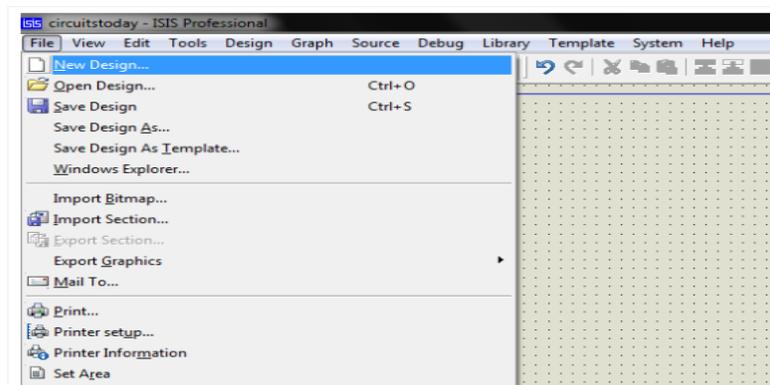
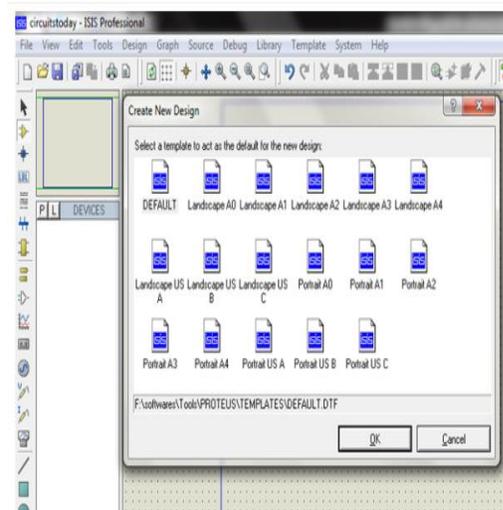
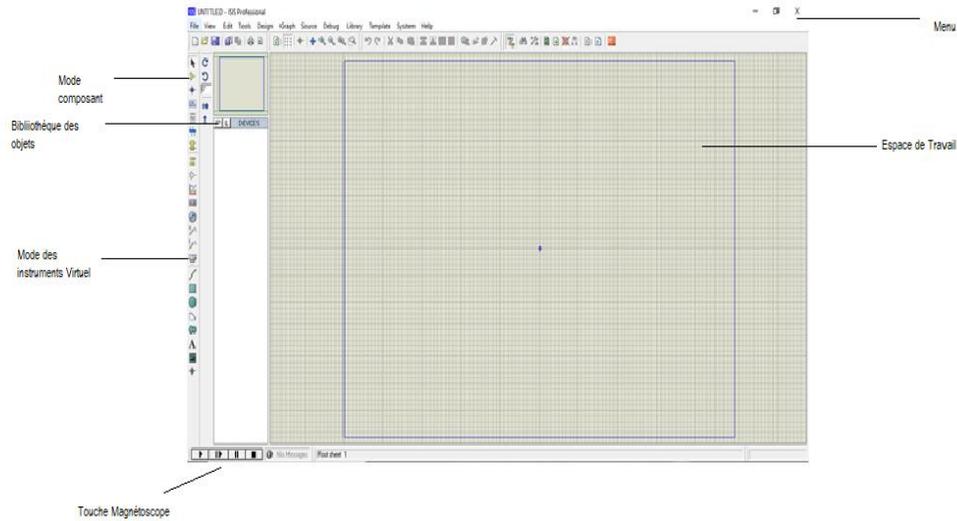


Figure A2. 1 : menu d'ouvrir un nouveau design dans ISIS

2. En sélectionnant un modèle, une fiche de conception sans titre sera ouverte.

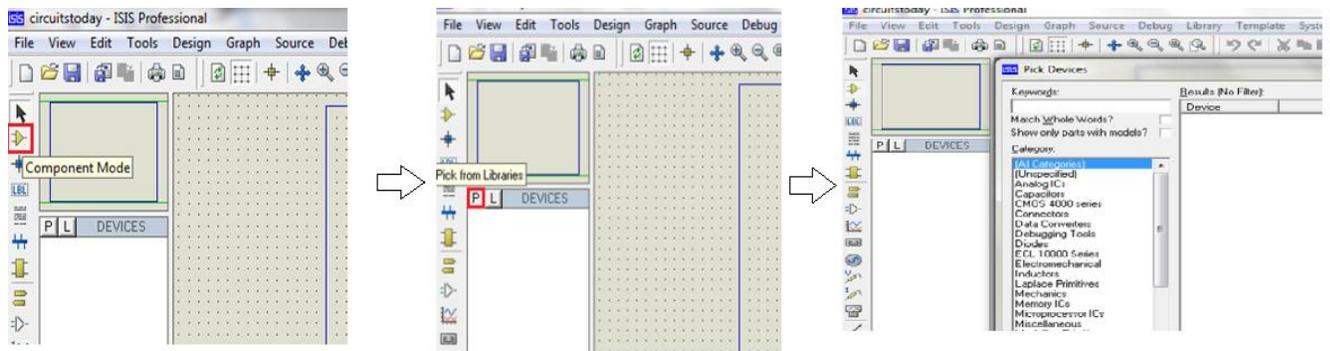


FigureA2.2 : création d'un nouveau design



FigureA2.3 : une fenêtre de base en ISIS

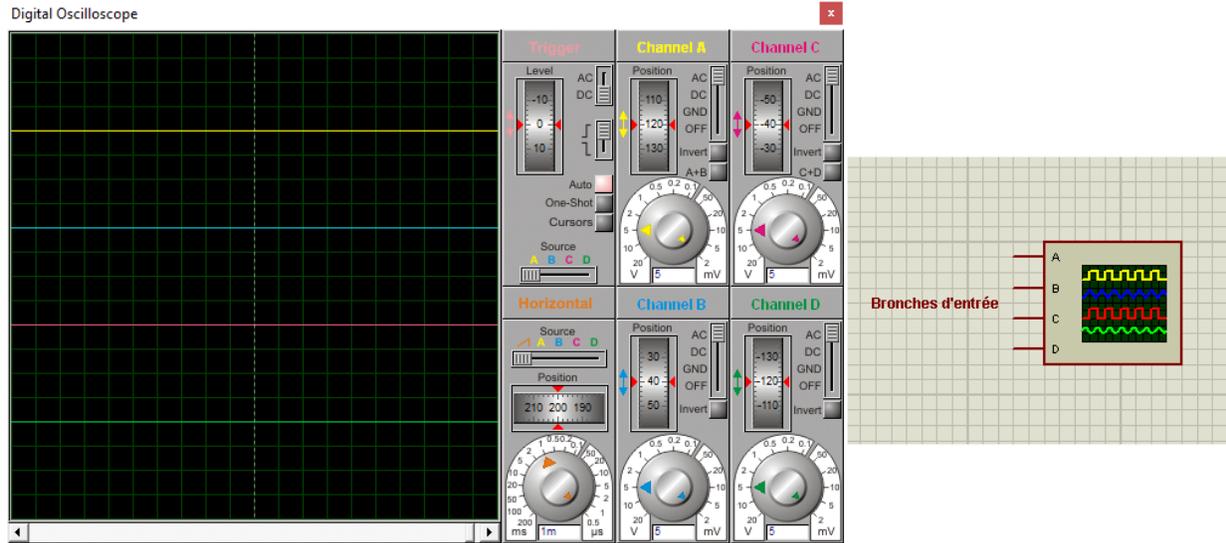
3. Pour sélectionner les composants,
4. Cliquez sur le bouton du mode composant
5. Cliquez sur Choisir parmi les bibliothèques
6. Sélectionnez les composants dans les catégories ou saisissez le nom de la pièce dans la zone de texte Mots-clés.



FigureA2.4 : les étapes prenaient pour sélectionner des composants.

Pour compléter le schéma de circuit, les connexions nécessaires sont effectuées par un clic gauche d'une borne d'un composant à l'autre.

La partie de simulation du circuit électronique conçue peut-être lancée à l'aide de la touche magnétoscope, des outils d'analyse tels que l'oscilloscope virtuel, le voltmètre, l'ampèremètre sont utilisés lors de la simulation pour l'analyse en temps réel des paramètres du circuit.



FigureA2.5: Un exemple d'instrument Virtuel –L'oscilloscope Virtuel.

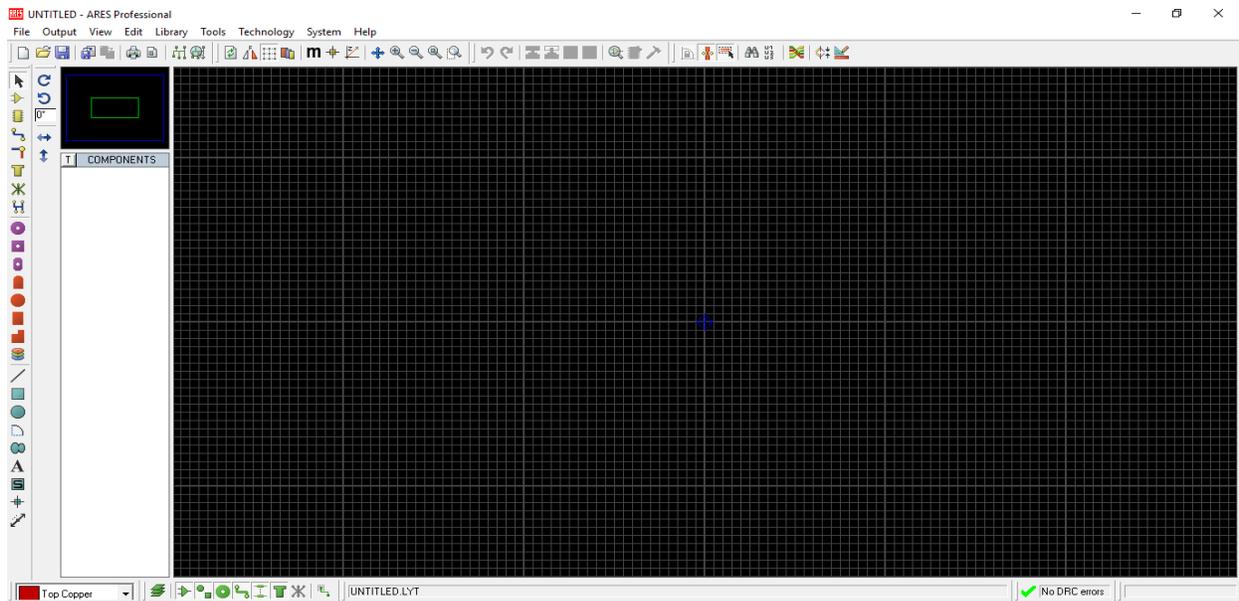
La simulation peut être accélérée, interrompue ou arrêtée à tout moment.

4.2.2.Création des circuits imprimés par ARES et la visualisation 3D.

ARES est un composant de la suite Proteus qui offre la conception de circuits imprimés. Il aussi offre la possibilité de visualiser la sortie en 3D du circuit imprimé ainsi que de ses composants.

Le module de conception de circuits imprimés reçoit automatiquement des informations de connectivité à partir du module de capture schématique et transforme cette information sous la forme d'une

« netlist » décrivant la connectivité d'un circuit électrique.



FigureA2.6 : une fenêtre de base en ARES

***Annexe 3: Brochures concernant les CI
utilisés***

CD4020BM/CD4020BC
14-Stage Ripple Carry Binary Counters
CD4040BM/CD4040BC
12-Stage Ripple Carry Binary Counters
CD4060BM/CD4060BC
14-Stage Ripple Carry Binary Counters

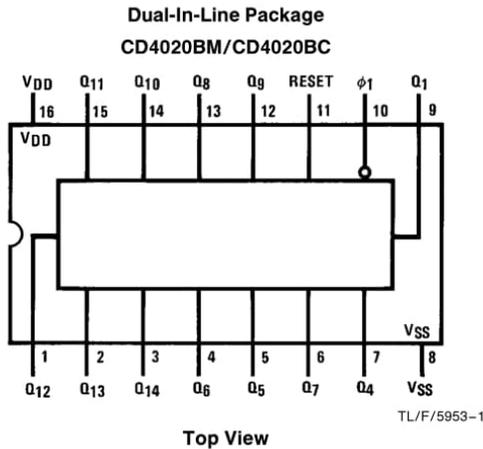
General Description

The CD4020BM/CD4020BC, CD4060BM/CD4060BC are 14-stage ripple carry binary counters, and the CD4040BM/CD4040BC is a 12-stage ripple carry binary counter. The counters are advanced one count on the negative transition of each clock pulse. The counters are reset to the zero state by a logical "1" at the reset input independent of clock.

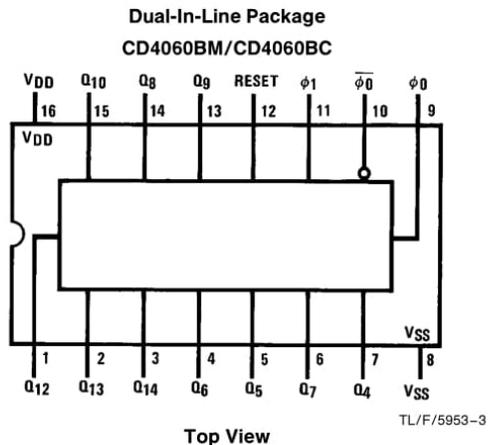
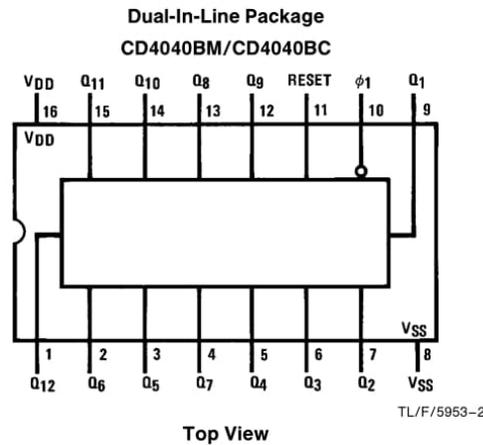
Features

- Wide supply voltage range 1.0V to 15V
- High noise immunity 0.45 V_{DD} (typ.)
- Low power TTL compatibility Fan out of 2 driving 74L or 1 driving 74LS
- Medium speed operation 8 MHz typ. at V_{DD} = 10V
- Schmitt trigger clock input

Connection Diagrams



Order Number CD4020B, CD4040B or CD4060B



CD4020BM/BC 14-Stage Ripple Carry Binary Counters/CD4040BM/BC 12-Stage Ripple Carry Binary Counters CD4060BM/BC 14-Stage Ripple Carry Binary Counters

Absolute Maximum Ratings (Notes 1 and 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage (V_{DD})	-0.5V to +18V
Input Voltage (V_{IN})	-0.5V to $V_{DD} + 0.5V$
Storage Temperature Range (T_S)	-65°C to +150°C
Package Dissipation (P_D)	
Dual-In-Line	700 mW
Small Outline	500 mW
Lead Temperature (T_L)	
(Soldering, 10 seconds)	260°C

Recommended Operating Conditions

Supply Voltage (V_{DD})	+3V to +15V
Input Voltage (V_{IN})	0V to V_{DD}
Operating Temperature Range (T_A)	
CD40XXBM	-55°C to +125°C
CD40XXBC	-40°C to +85°C

DC Electrical Characteristics CD40XXBM (Note 2)

Symbol	Parameter	Conditions	-55°C		+25°C			+125°C		Units
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max	
I_{DD}	Quiescent Device Current	$V_{DD} = 5V, V_{IN} = V_{DD}$ or V_{SS}		5			5		150	μA
		$V_{DD} = 10V, V_{IN} = V_{DD}$ or V_{SS}		10			10		300	μA
		$V_{DD} = 15V, V_{IN} = V_{DD}$ or V_{SS}		20			20		600	μA
V_{OL}	Low Level Output Voltage	$V_{DD} = 5V$		0.05		0	0.05		0.05	V
		$V_{DD} = 10V$		0.05		0	0.05		0.05	V
		$V_{DD} = 15V$		0.05		0	0.05		0.05	V
V_{OH}	High Level Output Voltage	$V_{DD} = 5V$	4.95		4.95	5		4.95		V
		$V_{DD} = 10V$	9.95		9.95	10		9.95		V
		$V_{DD} = 15V$	14.95		14.95	15		14.95		V
V_{IL}	Low Level Input Voltage	$V_{DD} = 5V, V_O = 0.5V$ or 4.5V		1.5		2	1.5		1.5	V
		$V_{DD} = 10V, V_O = 1.0V$ or 9.0V		3.0		4	3.0		3.0	V
		$V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$ or 13.5V		4.0		6	4.0		4.0	V
V_{IH}	High Level Input Voltage	$V_{DD} = 5V, V_O = 0.5V$ or 4.5V	3.5		3.5	3		3.5		V
		$V_{DD} = 10V, V_O = 1.0V$ or 9.0V	7.0		7.0	6		7.0		V
		$V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$ or 13.5V	11.0		11.0	9		11.0		V
I_{OL}	Low Level Output Current (See Note 3)	$V_{DD} = 5V, V_O = 0.4V$	0.64		0.51	0.88		0.36		mA
		$V_{DD} = 10V, V_O = 0.5V$	1.6		1.3	2.25		0.9		mA
		$V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$	4.2		3.4	8.8		2.4		mA
I_{OH}	High Level Output Current (See Note 3)	$V_{DD} = 5V, V_O = 4.6V$	-0.64		-0.51	-0.88		-0.36		mA
		$V_{DD} = 10V, V_O = 9.5V$	-1.6		-1.3	-2.25		-0.9		mA
		$V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V$	-4.2		-3.4	-8.8		-2.4		mA
I_{IN}	Input Current	$V_{DD} = 15V, V_{IN} = 0V$		-0.10		-10^{-5}	-0.10		-1.0	μA
		$V_{DD} = 15V, V_{IN} = 15V$		0.10		10^{-5}	0.10		1.0	μA

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. They are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The tables of "Recommended Operating Conditions" and "Electrical Characteristics" provide conditions for actual device operation.

Note 2: $V_{SS} = 0V$ unless otherwise specified.

Note 3: Data does not apply to oscillator points ϕ_0 and $\overline{\phi_0}$ of CD4060BM/CD4060BC. I_{OH} and I_{OL} are tested one output at a time.

DC Electrical Characteristics 40XXBC (Note 2)

Symbol	Parameter	Conditions	-40°C		+25°C			+85°C		Units
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max	
I_{DD}	Quiescent Device Current	$V_{DD} = 5V, V_{IN} = V_{DD}$ or V_{SS}		20			20		150	μA
		$V_{DD} = 10V, V_{IN} = V_{DD}$ or V_{SS}		40			40		300	μA
		$V_{DD} = 15V, V_{IN} = V_{DD}$ or V_{SS}		80			80		600	μA
V_{OL}	Low Level Output Voltage	$V_{DD} = 5V$		0.05		0	0.05		0.05	V
		$V_{DD} = 10V$		0.05		0	0.05		0.05	V
		$V_{DD} = 15V$		0.05		0	0.05		0.05	V

DC Electrical Characteristics 40XXBC (Note 2) (Continued)

Symbol	Parameter	Conditions	-40°C		+25°C			+85°C		Units
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max	
V _{OH}	High Level Output Voltage	V _{DD} = 5V	4.95		4.95	5		4.95		V
		V _{DD} = 10V	9.95		9.95	10		9.95		V
		V _{DD} = 15V	14.95		14.95	15		14.95		V
V _{IL}	Low Level Input Voltage	V _{DD} = 5V, V _O = 0.5V or 4.5V		1.5		2	1.5		1.5	V
		V _{DD} = 10V, V _O = 1.0V or 9.0V		3.0		4	3.0		3.0	V
		V _{DD} = 15V, V _O = 1.5V or 13.5V		4.0		6	4.0		4.0	V
V _{IH}	High Level Input Voltage	V _{DD} = 5V, V _O = 0.5V or 4.5V	3.5		3.5	3		3.5		V
		V _{DD} = 10V, V _O = 1.0V or 9.0V	7.0		7.0	6		7.0		V
		V _{DD} = 15V, V _O = 1.5V or 13.5V	11.0		11.0	9		11.0		V
I _{OL}	Low Level Output Current (See Note 3)	V _{DD} = 5V, V _O = 0.4V	0.52		0.44	0.88		0.36		mA
		V _{DD} = 10V, V _O = 0.5V	1.3		1.1	2.25		0.9		mA
		V _{DD} = 15V, V _O = 1.5V	3.6		3.0	8.8		2.4		mA
I _{OH}	High Level Output Current (See Note 3)	V _{DD} = 5V, V _O = 4.6V	-0.52		-0.44	-0.88		-0.36		mA
		V _{DD} = 10V, V _O = 9.5V	-1.3		-1.1	-2.25		-0.9		mA
		V _{DD} = 15V, V _O = 13.5V	-3.6		-3.0	-8.8		-2.4		mA
I _{IN}	Input Current	V _{DD} = 15V, V _{IN} = 0V		-0.30		-10 ⁻⁵	-0.30		-1.0	μA
		V _{DD} = 15V, V _{IN} = 15V		0.30		10 ⁻⁵	0.30		1.0	μA

AC Electrical Characteristics* CD4020BM/CD4020BC, CD4040BM/CD4040BC

T_A = 25°C, C_L = 50 pF, R_L = 200k, t_r = t_f = 20 ns, unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
t _{PHL1} , t _{PLH1}	Propagation Delay Time to Q ₁	V _{DD} = 5V		250	550	ns
		V _{DD} = 10V		100	210	ns
		V _{DD} = 15V		75	150	ns
t _{PHL} , t _{PLH}	Interstage Propagation Delay Time from Q _n to Q _{n+1}	V _{DD} = 5V		150	330	ns
		V _{DD} = 10V		60	125	ns
		V _{DD} = 15V		45	90	ns
t _{THL} , t _{TLH}	Transition Time	V _{DD} = 5V		100	200	ns
		V _{DD} = 10V		50	100	ns
		V _{DD} = 15V		40	80	ns
t _{WL} , t _{WH}	Minimum Clock Pulse Width	V _{DD} = 5V		125	335	ns
		V _{DD} = 10V		50	125	ns
		V _{DD} = 15V		40	100	ns
t _{rCL} , t _{fCL}	Maximum Clock Rise and Fall Time	V _{DD} = 5V			No Limit	ns
		V _{DD} = 10V			No Limit	ns
		V _{DD} = 15V			No Limit	ns
f _{CL}	Maximum Clock Frequency	V _{DD} = 5V	1.5	4		MHz
		V _{DD} = 10V	4	10		MHz
		V _{DD} = 15V	5	12		MHz
t _{PHL(R)}	Reset Propagation Delay	V _{DD} = 5V		200	450	ns
		V _{DD} = 10V		100	210	ns
		V _{DD} = 15V		80	170	ns
t _{WH(R)}	Minimum Reset Pulse Width	V _{DD} = 5V		200	450	ns
		V _{DD} = 10V		100	210	ns
		V _{DD} = 15V		80	170	ns
C _{in}	Average Input Capacitance	Any Input		5	7.5	pF
C _{pd}	Power Dissipation Capacitance			50		pF

*AC Parameters are guaranteed by DC correlated testing.

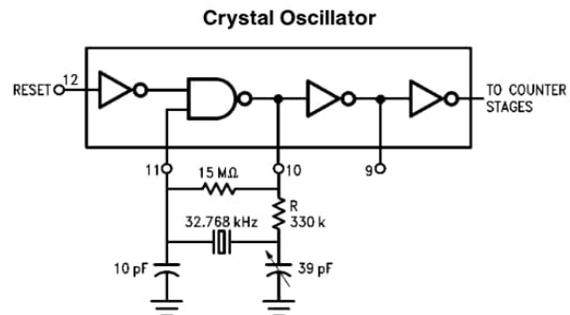
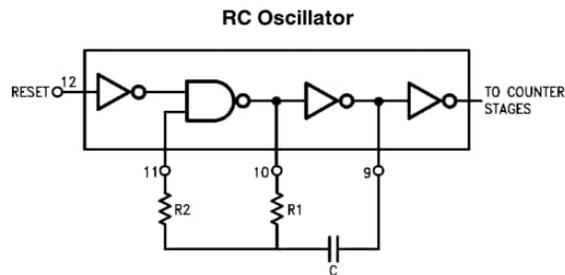
AC Electrical Characteristics* CD4060BM/CD4060BC

$T_A = 25^\circ\text{C}$, $C_L = 50\text{ pF}$, $R_L = 200\text{ k}$, $t_r = t_f = 20\text{ ns}$, unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
t_{PHL4} , t_{PLH4}	Propagation Delay Time to Q_4	$V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$		550 250 200	1300 525 400	ns ns ns
t_{PHL} , t_{PLH}	Interstage Propagation Delay Time from Q_n to Q_{n+1}	$V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$		150 60 45	330 125 90	ns ns ns
t_{THL} , t_{TLH}	Transition Time	$V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$		100 50 40	200 100 80	ns ns ns
t_{WL} , t_{WH}	Minimum Clock Pulse Width	$V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$		170 65 50	500 170 125	ns ns ns
t_{rCL} , t_{fCL}	Maximum Clock Rise and Fall Time	$V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$			No Limit No Limit No Limit	ns ns ns
f_{CL}	Maximum Clock Frequency	$V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$	1 3 4	3 8 10		MHz MHz MHz
$t_{PHL(R)}$	Reset Propagation Delay	$V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$		200 100 80	450 210 170	ns ns ns
$t_{WH(R)}$	Minimum Reset Pulse Width	$V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$		200 100 80	450 210 170	ns ns ns
C_{in}	Average Input Capacitance	Any Input		5	7.5	pF
C_{pd}	Power Dissipation Capacitance			50		pF

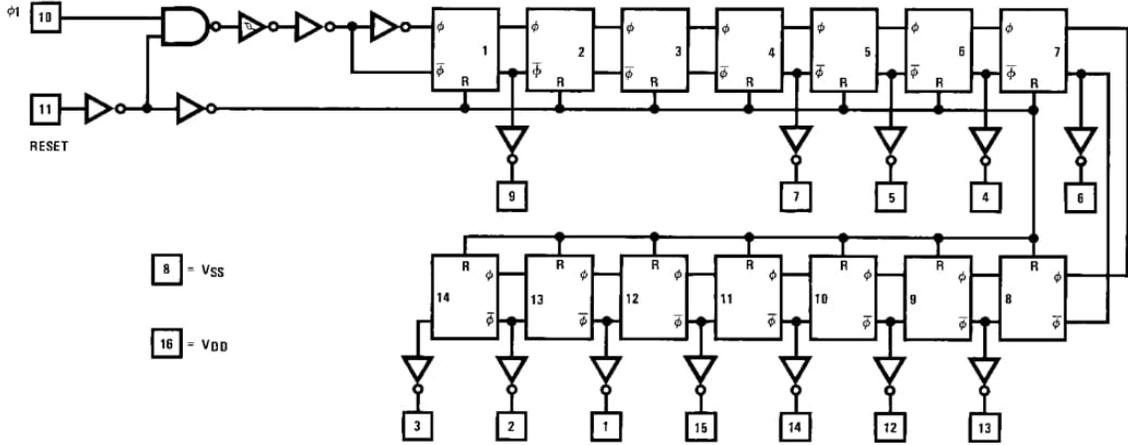
*AC Parameters are guaranteed by DC correlated testing.

CD4060B Typical Oscillator Connections



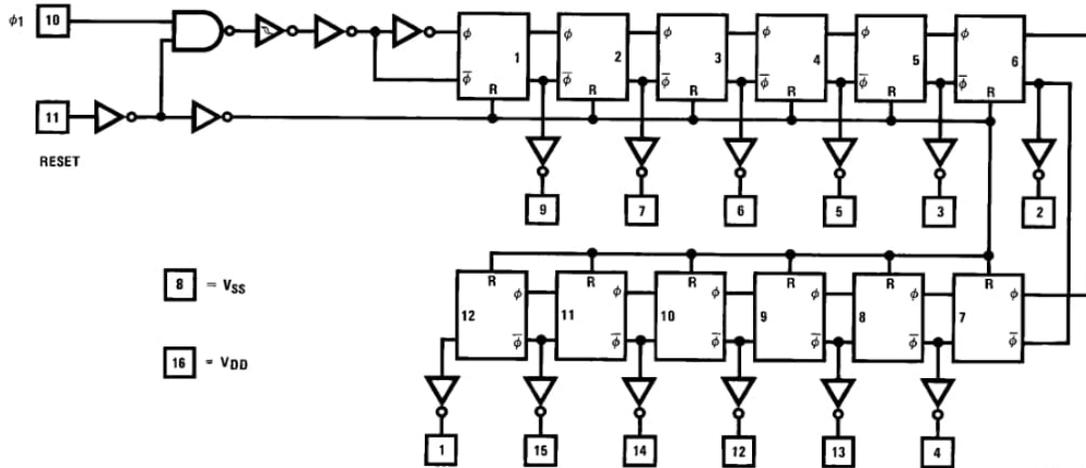
Schematic Diagrams

CD4020BM/CD4020BC Schematic Diagram



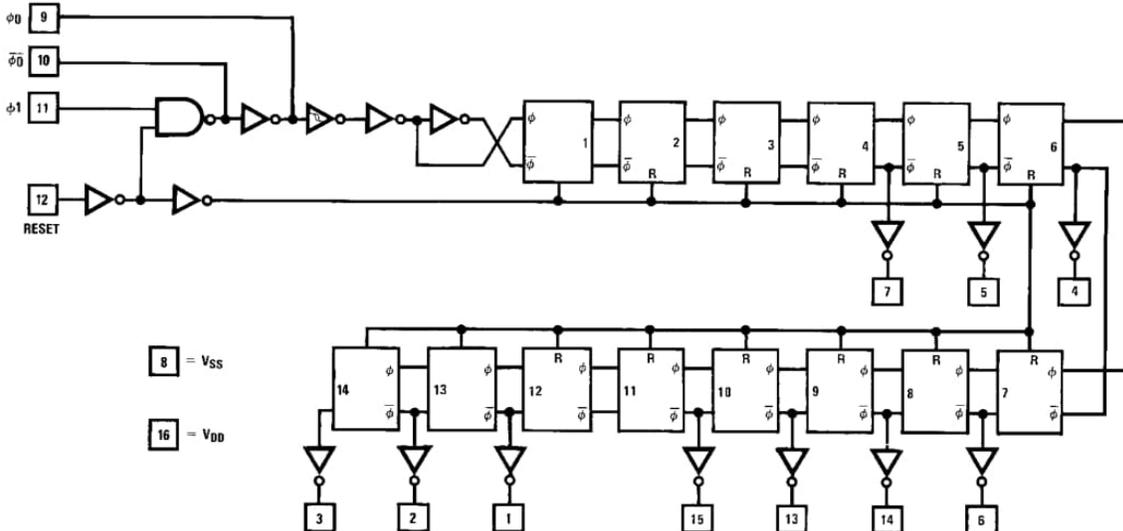
TL/F/5953-6

CD4040BM/CD4040BC Schematic Diagram



TL/F/5953-7

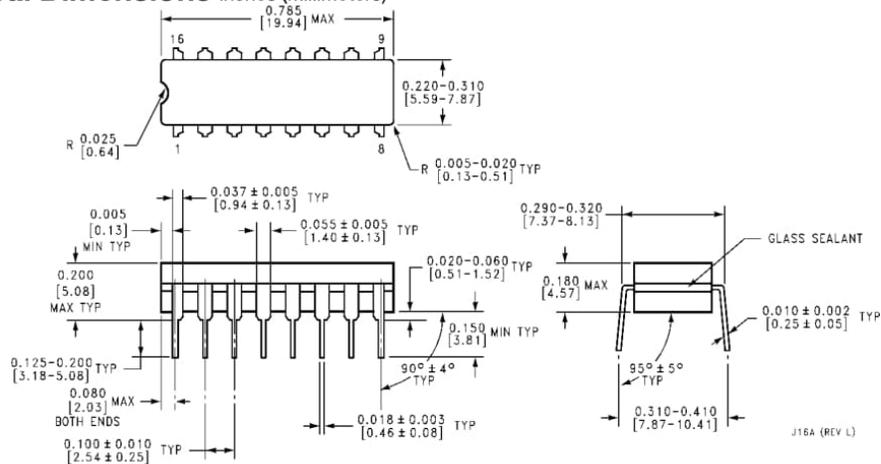
CD4060BM/CD4060BC Schematic Diagram



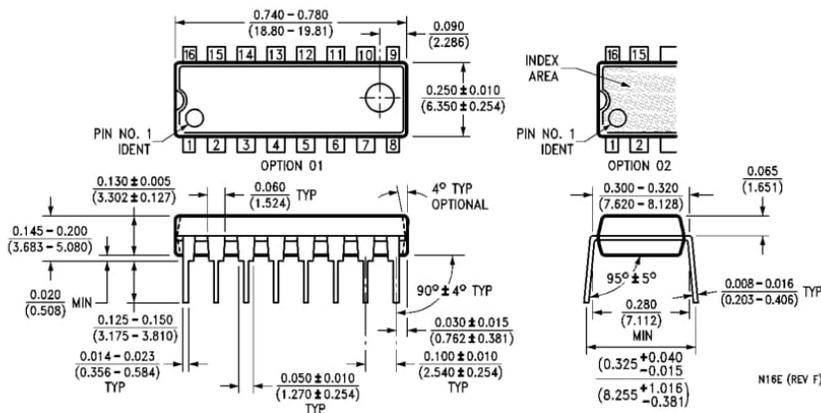
TL/F/5953-8

CD4020BM/BC 14-Stage Ripple Carry Binary Counters/CD4040BM/BC 12-Stage Ripple Carry Binary Counters
CD4060BM/BC 14-Stage Ripple Carry Binary Counters

Physical Dimensions inches (millimeters)



Ceramic Dual-In-Line Package (J)
Order Number CD4020BMJ, CD4020BCJ,
CD4040BMJ, CD4040BCJ, CD4060BMJ or CD4060BCJ
NS Package Number J16A



Molded Dual-In-Line Package (N)
Order Number CD4020BMN, CD4020BCN,
CD4040BMN, CD4040BCN, CD4060BMN or CD4060BCN
NS Package Number N16E

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform, when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.



National Semiconductor Corporation
 1111 West Bardin Road
 Arlington, TX 76017
 Tel: 1(800) 272-9959
 Fax: 1(800) 737-7018

National Semiconductor Europe
 Fax: (+49) 0-180-530 85 86
 Email: cnjwge@tevm2.nsc.com
 Deutsch Tel: (+49) 0-180-530 85 85
 English Tel: (+49) 0-180-532 78 32
 Français Tel: (+49) 0-180-532 93 58
 Italiano Tel: (+49) 0-180-534 16 80

National Semiconductor Hong Kong Ltd.
 13th Floor, Straight Block,
 Ocean Centre, 5 Canton Rd.
 Tsimshatsui, Kowloon
 Hong Kong
 Tel: (852) 2737-1600
 Fax: (852) 2736-9960

National Semiconductor Japan Ltd.
 Tel: 81-043-299-2309
 Fax: 81-043-299-2408

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

CD4001BC/CD4011BC

Quad 2-Input NOR Buffered B Series Gate • Quad 2-Input NAND Buffered B Series Gate

General Description

The CD4001BC and CD4011BC quad gates are monolithic complementary MOS (CMOS) integrated circuits constructed with N- and P-channel enhancement mode transistors. They have equal source and sink current capabilities and conform to standard B series output drive. The devices also have buffered outputs which improve transfer characteristics by providing very high gain.

All inputs are protected against static discharge with diodes to V_{DD} and V_{SS} .

Features

- Low power TTL:
 - Fan out of 2 driving 74L compatibility: or 1 driving 74LS
- 5V–10V–15V parametric ratings
- Symmetrical output characteristics
- Maximum input leakage 1 μ A at 15V over full temperature range

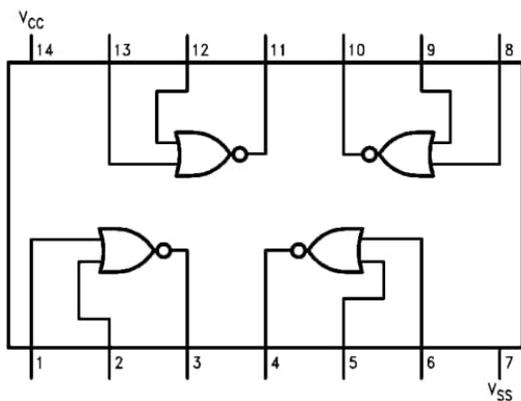
Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
CD4001BCM	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150" Narrow
CD4001BCSJ	M14D	14-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
CD4001BCN	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide
CD4011BCM	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150" Narrow
CD4011BCN	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

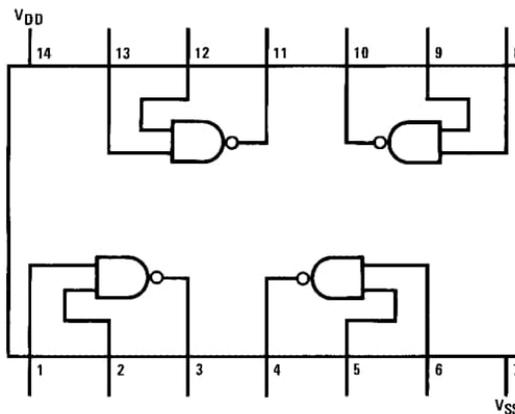
Connection Diagrams

Pin Assignments for DIP, SOIC and SOP
CD4001BC



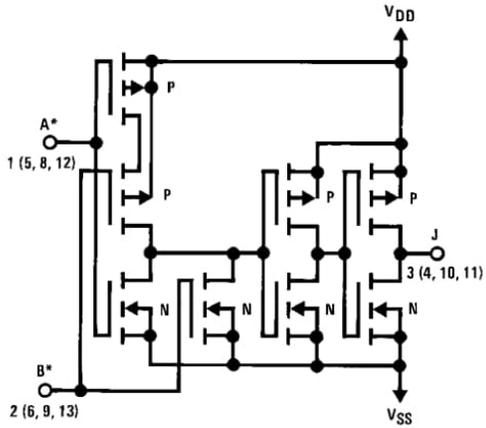
Top View

Pin Assignments for DIP and SOIC
CD4011BC

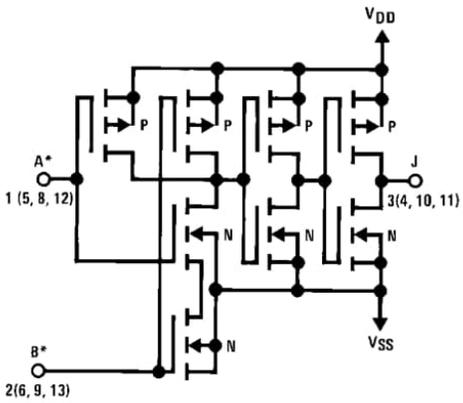
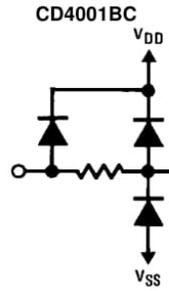


Top View

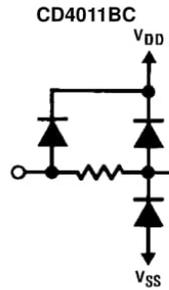
Schematic Diagrams



1/4 of device shown
 $J = \overline{A + B}$
 Logical "1" = HIGH
 Logical "0" = LOW
 All inputs protected by standard CMOS protection circuit.



1/4 of device shown
 $J = \overline{A \cdot B}$
 Logical "1" = HIGH
 Logical "0" = LOW
 All inputs protected by standard CMOS protection circuit.



Absolute Maximum Ratings (Note 1)

(Note 2)

Voltage at any Pin	-0.5V to $V_{DD} + 0.5V$
Power Dissipation (P_D)	
Dual-In-Line	700 mW
Small Outline	500 mW
V_{DD} Range	$-0.5 V_{DC}$ to $+18 V_{DC}$
Storage Temperature (T_S)	$-65^\circ C$ to $+150^\circ C$
Lead Temperature (T_L)	
(Soldering, 10 seconds)	260°C

Recommended Operating Conditions

Operating Range (V_{DD})	$3 V_{DC}$ to $15 V_{DC}$
Operating Temperature Range	
CD4001BC, CD4011BC	$-55^\circ C$ to $+125^\circ C$

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. Except for "Operating Temperature Range" they are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The Electrical Characteristics tables provide conditions for actual device operation.

Note 2: All voltages measured with respect to V_{SS} unless otherwise specified.

DC Electrical Characteristics (Note 2)

Symbol	Parameter	Conditions	-55°C		+25°C			+125°C		Units
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max	
I_{DD}	Quiescent Device Current	$V_{DD} = 5V, V_{IN} = V_{DD}$ or V_{SS}		0.25		0.004	0.25		7.5	μA
		$V_{DD} = 10V, V_{IN} = V_{DD}$ or V_{SS}		0.5		0.005	0.50		15	
		$V_{DD} = 15V, V_{IN} = V_{DD}$ or V_{SS}		1.0		0.006	1.0		30	
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	$V_{DD} = 5V$		0.05		0	0.05		0.05	V
		$V_{DD} = 10V$ $ I_O < 1 \mu A$		0.05		0	0.05		0.05	
		$V_{DD} = 15V$		0.05		0	0.05		0.05	
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	$V_{DD} = 5V$	4.95		4.95	5		4.95		V
		$V_{DD} = 10V$ $ I_O < 1 \mu A$	9.95		9.95	10		9.95		
		$V_{DD} = 15V$	14.95		14.95	15		14.95		
V_{IL}	LOW Level Input Voltage	$V_{DD} = 5V, V_O = 4.5V$		1.5		2	1.5		1.5	V
		$V_{DD} = 10V, V_O = 9.0V$		3.0		4	3.0		3.0	
		$V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V$		4.0		6	4.0		4.0	
V_{IH}	HIGH Level Input Voltage	$V_{DD} = 5V, V_O = 0.5V$	3.5		3.5	3		3.5		V
		$V_{DD} = 10V, V_O = 1.0V$	7.0		7.0	6		7.0		
		$V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$	11.0		11.0	9		11.0		
I_{OL}	LOW Level Output Current (Note 3)	$V_{DD} = 5V, V_O = 0.4V$	0.64		0.51	0.88		0.36		mA
		$V_{DD} = 10V, V_O = 0.5V$	1.6		1.3	2.25		0.9		
		$V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$	4.2		3.4	8.8		2.4		
I_{OH}	HIGH Level Output Current (Note 3)	$V_{DD} = 5V, V_O = 4.6V$	-0.64		-0.51	-0.88		-0.36		mA
		$V_{DD} = 10V, V_O = 9.5V$	-1.6		-1.3	-2.25		-0.9		
		$V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V$	-4.2		-3.4	-8.8		-2.4		
I_{IN}	Input Current	$V_{DD} = 15V, V_{IN} = 0V$		-0.10		-10^{-5}	-0.10		-1.0	μA
		$V_{DD} = 15V, V_{IN} = 15V$		0.1		10^{-5}	0.10		1.0	

Note 3: I_{OL} and I_{OH} are tested one output at a time.

AC Electrical Characteristics (Note 4)

CD4001BC: $T_A = 25^\circ C$, Input t_r ; $t_f = 20$ ns. $C_L = 50$ pF, $R_L = 200k$. Typical temperature coefficient is 0.3%/°C.

Symbol	Parameter	Conditions	Typ	Max	Units
t_{PHL}	Propagation Delay Time, HIGH-to-LOW Level	$V_{DD} = 5V$	120	250	ns
		$V_{DD} = 10V$	50	100	
		$V_{DD} = 15V$	35	70	
t_{PLH}	Propagation Delay Time, LOW-to-HIGH Level	$V_{DD} = 5V$	110	250	ns
		$V_{DD} = 10V$	50	100	
		$V_{DD} = 15V$	35	70	
t_{THL}, t_{TLH}	Transition Time	$V_{DD} = 5V$	90	200	ns
		$V_{DD} = 10V$	50	100	
		$V_{DD} = 15V$	40	80	
C_{IN}	Average Input Capacitance	Any Input	5	7.5	pF
C_{PD}	Power Dissipation Capacity	Any Gate	14		pF

Note 4: AC Parameters are guaranteed by DC correlated testing.

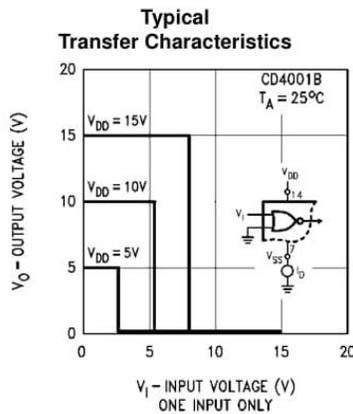
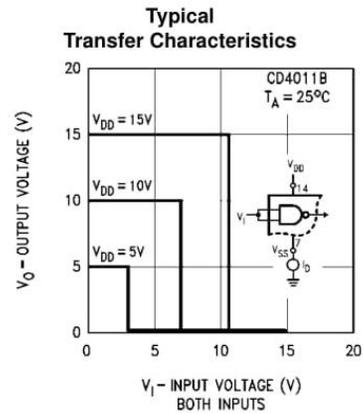
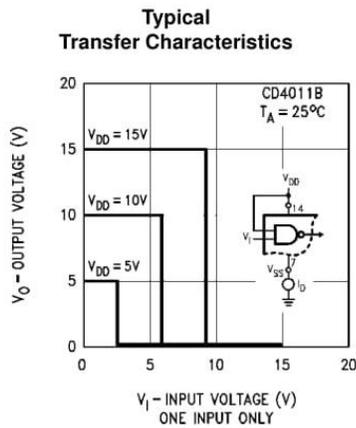
AC Electrical Characteristics (Note 5)

CD4011BC: $T_A = 25^\circ\text{C}$, Input t_r ; $t_f = 20$ ns. $C_L = 50$ pF, $R_L = 200\text{k}$. Typical Temperature Coefficient is $0.3\%/^\circ\text{C}$.

Symbol	Parameter	Conditions	Typ	Max	Units
t_{PHL}	Propagation Delay, HIGH-to-LOW Level	$V_{DD} = 5\text{V}$	120	250	ns
		$V_{DD} = 10\text{V}$	50	100	
		$V_{DD} = 15\text{V}$	35	70	
t_{PLH}	Propagation Delay, LOW-to-HIGH Level	$V_{DD} = 5\text{V}$	85	250	ns
		$V_{DD} = 10\text{V}$	40	100	
		$V_{DD} = 15\text{V}$	30	70	
t_{THL} , t_{TLH}	Transition Time	$V_{DD} = 5\text{V}$	90	200	ns
		$V_{DD} = 10\text{V}$	50	100	
		$V_{DD} = 15\text{V}$	40	80	
C_{IN}	Average Input Capacitance	Any Input	5	7.5	pF
C_{PD}	Power Dissipation Capacity	Any Gate	14		pF

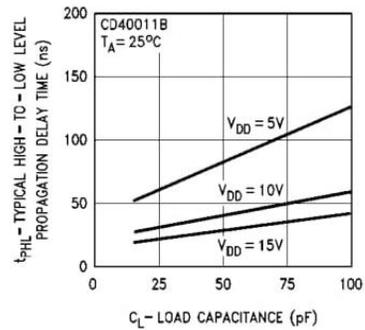
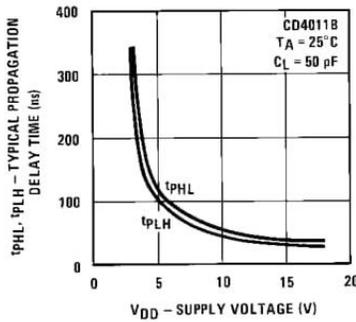
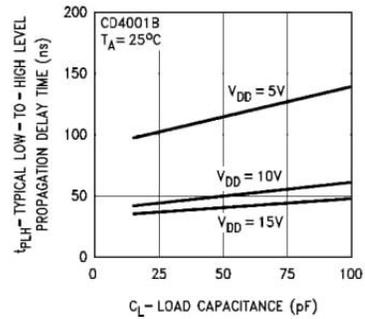
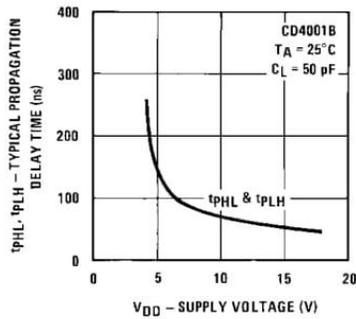
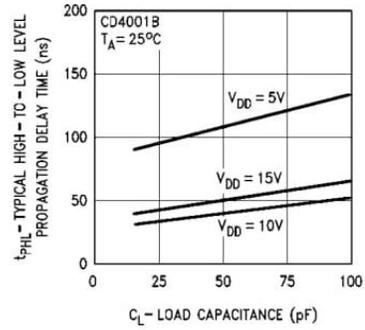
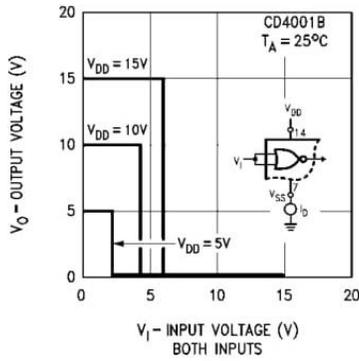
Note 5: AC Parameters are guaranteed by DC correlated testing.

Typical Performance Characteristics

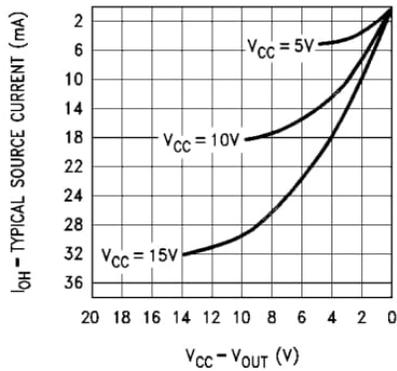
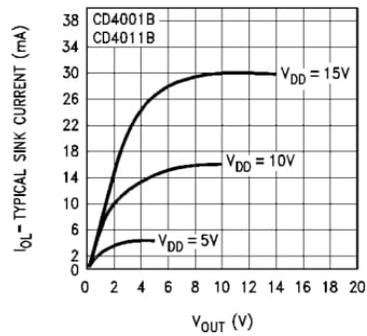
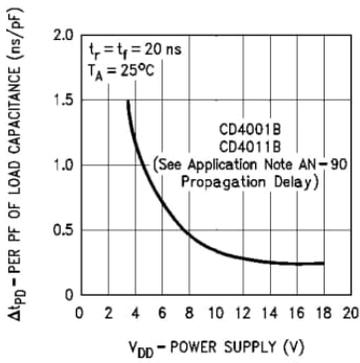
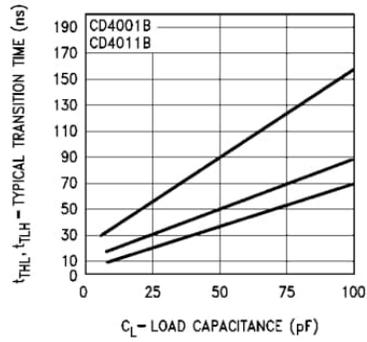
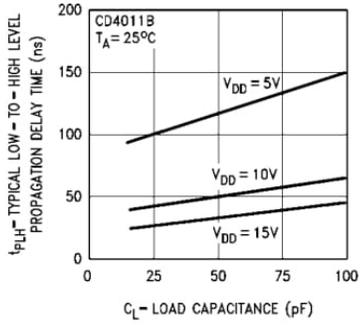


Typical Performance Characteristics (Continued)

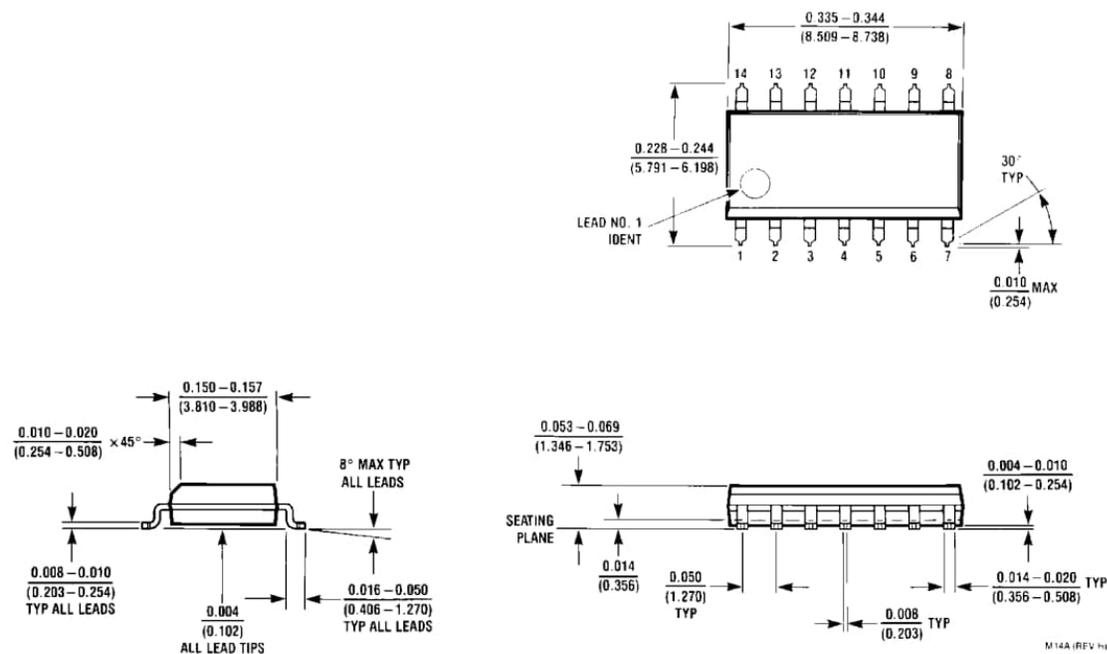
Typical Transfer Characteristics



Typical Performance Characteristics (Continued)

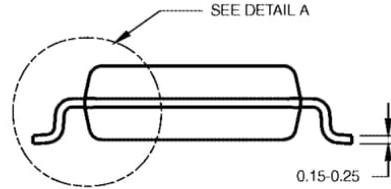
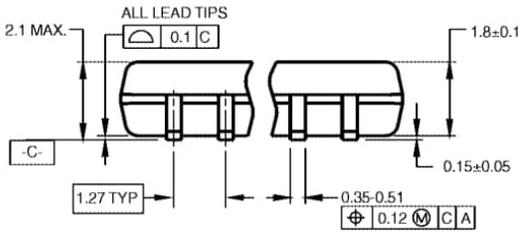
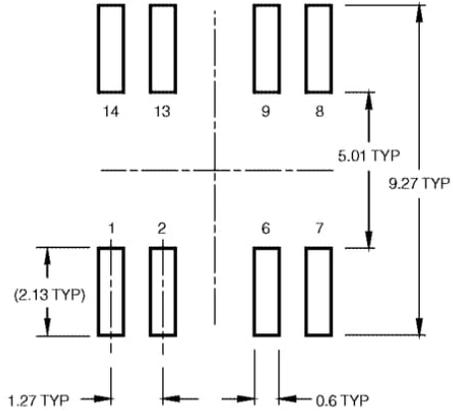
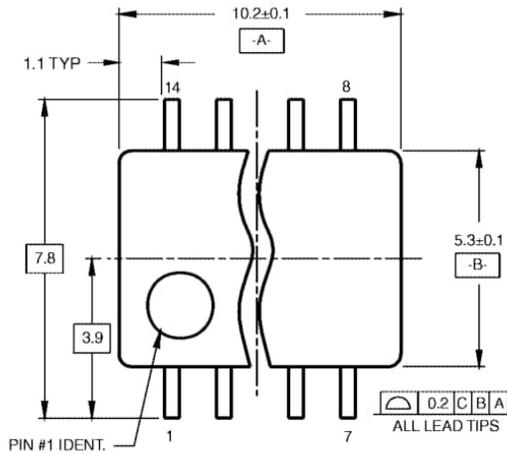


Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150" Narrow Package Number M14A

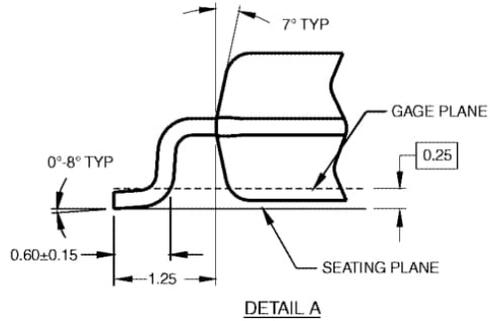
Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

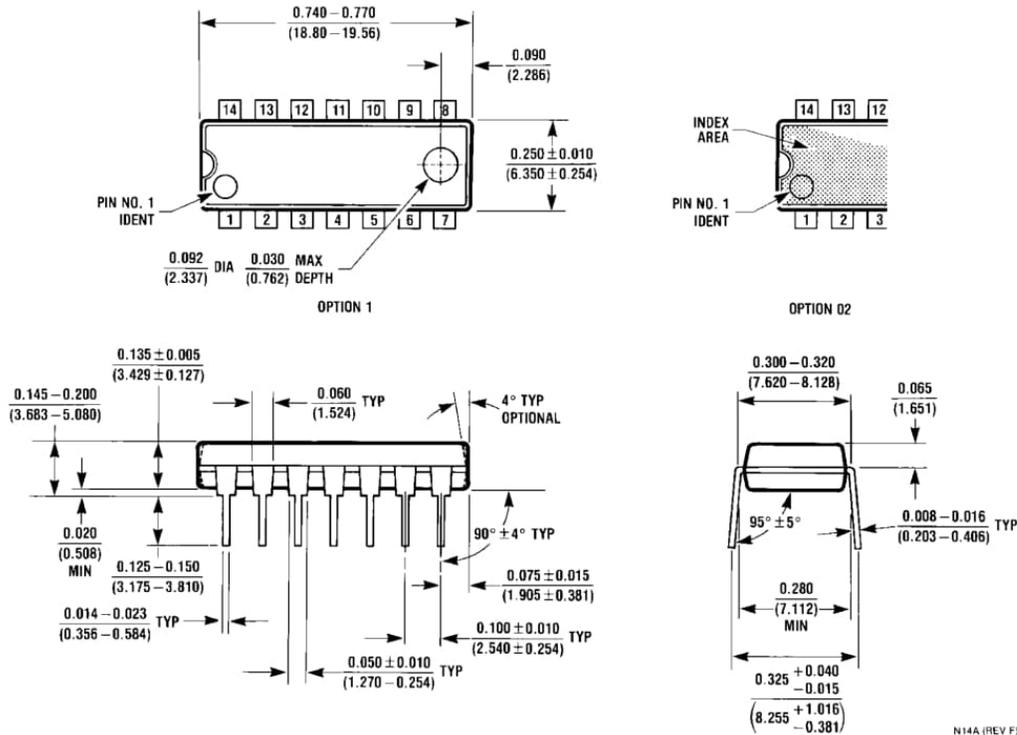
- NOTES:
- A. CONFORMS TO EIAJ EDR-7320 REGISTRATION, ESTABLISHED IN DECEMBER, 1998.
 - B. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
 - C. DIMENSIONS ARE EXCLUSIVE OF BURRS, MOLD FLASH, AND TIE BAR EXTRUSIONS.

M14DRevB1



**14-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
Package Number M14D**

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide Package Number N14A

Fairchild does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and Fairchild reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

www.fairchildsemi.com

TL08xx JFET-Input Operational Amplifiers

1 Features

- Low Power Consumption: 1.4 mA/ch Typical
- Wide Common-Mode and Differential Voltage Ranges
- Low Input Bias Current: 30 pA Typical
- Low Input Offset Current: 5 pA Typical
- Output Short-Circuit Protection
- Low Total Harmonic Distortion: 0.003% Typical
- High Input Impedance: JFET Input Stage
- Latch-Up-Free Operation
- High Slew Rate: 13 V/μs Typical
- Common-Mode Input Voltage Range Includes V_{CC+}

2 Applications

- Tablets
- White goods
- Personal electronics
- Computers

3 Description

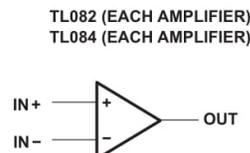
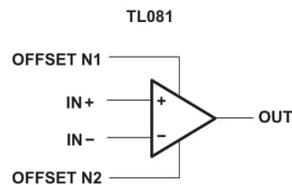
The TL08xx JFET-input operational amplifier family is designed to offer a wider selection than any previously developed operational amplifier family. Each of these JFET-input operational amplifiers incorporates well-matched, high-voltage JFET and bipolar transistors in a monolithic integrated circuit. The devices feature high slew rates, low input bias and offset currents, and low offset-voltage temperature coefficient.

Device Information⁽¹⁾

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
TL084xD	SOIC (14)	8.65 mm × 3.91 mm
TL08xxFK	LCCC (20)	8.89 mm × 8.89 mm
TL084xJ	CDIP (14)	19.56 mm × 6.92 mm
TL084xN	PDIP (14)	19.3 mm × 6.35 mm
TL084xNS	SO (14)	10.3 mm × 5.3 mm
TL084xPW	TSSOP (14)	5.0 mm × 4.4 mm

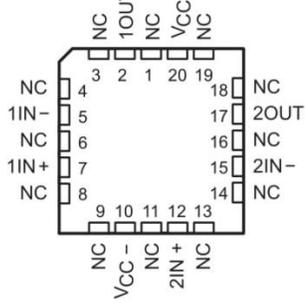
(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the data sheet.

Schematic Symbol

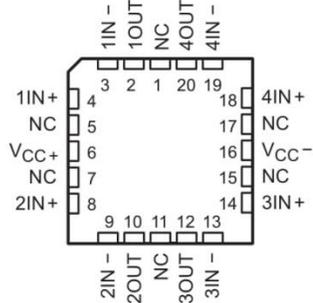


5 Pin Configuration and Functions

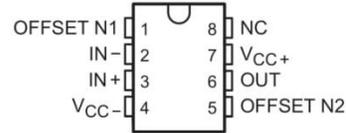
**TL082 FK Package
20-Pin LCCC
Top View**



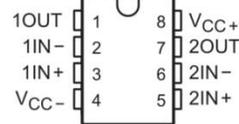
**TL084 FK Package
20-Pin LCCC
Top View**



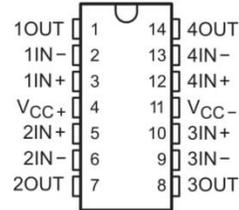
**TL081 and TL081x D, P, and PS Package
8-Pin SOIC, PDIP, and SO
Top View**



**TL082 and TL082x D, JG, P, PS and PW Package
8-Pin SOIC, CDIP, PDIP, SO, and TSSOP
Top View**



**TL084 and TL084x D, J, N, NS and PW Package
14-Pin SOIC, CDIP, PDIP, SO, and TSSOP
Top View**



Pin Functions

NAME	PIN					I/O	DESCRIPTION
	TL081	TL082		TL084			
	SOIC, PDIP, SO	SOIC, CDIP, PDIP, SO, TSSOP	LCCC	SOIC, CDIP, PDIP, SO, TSSOP	LCCC		
1IN-	—	2	5	2	3	I	Negative input
1IN+	—	3	7	3	4	I	Positive input
1OUT	—	1	2	1	2	O	Output
2IN-	—	6	15	6	9	I	Negative input
2IN+	—	5	12	5	8	I	Positive input
2OUT	—	7	17	7	10	O	Output
3IN-	—	—	—	9	13	I	Negative input
3IN+	—	—	—	10	14	I	Positive input
3OUT	—	—	—	8	12	O	Output
4IN-	—	—	—	13	19	I	Negative input
4IN+	—	—	—	12	18	I	Positive input
4OUT	—	—	—	14	20	O	Output

Résumé: Le monoxyde de carbone est un gaz très dangereux et peut même être mortel car nous ne pouvons malheureusement pas nous rendre compte de l'empoisonnement au monoxyde de carbone du fait des propriétés de ce gaz. En effet, ce gaz est malheureusement incolore, inodore, insipide, très toxique, non irritant. Pour prévenir le risque d'empoisonnement au monoxyde de carbone il est nécessaire de s'équiper d'un détecteur de "CO". C'est ainsi que nous nous sommes intéressé dans ce travail aux sources de création de ce gaz et à la solution permettant la prévention de l'empoisonnement au monoxyde de carbone et qui consiste à utiliser justement un détecteur de CO. C'est ainsi que nous avons pu dans ce travail étudier un montage permettant la détection du monoxyde de carbone.

Mots clés: Monoxyde de carbone, Sources de création de CO, détection du CO, détecteur de CO.

Abstract: Carbon monoxide is a very dangerous gas and can even be lethal because we unfortunately cannot be aware of carbon monoxide poisoning due to the properties of this gas. Indeed, this gas is unfortunately colorless, odorless, tasteless, very toxic, non-irritating. To prevent the risk of carbon monoxide poisoning it is necessary to equip ourselves with a "CO" detector. This is how we were interested in this work to the sources of creation of this gas and to the solution to prevent carbon monoxide poisoning. This can be done by using a CO detector. Thus we have been able in this work to study a circuit allowing the detection of carbon monoxide.

Key words: Carbon monoxide, Sources of CO creation, CO detection, CO detector.

ملخص: أحاد أكسيد الكربون غاز خطير للغاية ويمكن أن يكون قاتلاً لأننا للأسف لا يمكننا أن ندرك التسمم بهذا الغاز بسبب خصائصه. في الواقع، هذا الغاز للأسف عديم اللون، عديم الرائحة، لا طعم له، سام للغاية، وغير مهيج. لمنع خطر التسمم بأحادي أكسيد الكربون من الضروري التزود بكاشف أحادي أكسيد الكربون". هكذا في هذا العمل كنا مهتمين بمصادر خلق هذا الغاز والحل لسامحة للوقاية من التسمم به، التي تعتمد على استخدام كاشف أحادي أكسيد الكربون . وهكذا تمكنا في هذا العمل من دراسة تركيب سامح للكشف عن أحادي أكسيد الكربون . الكلمات المفتاحية أحادي أكسيد الكربون ،مصادر خلق أحادي أكسيد الكربون ،كاشف أحادي أكسيد الكربون ،كاشف أحادي أكسيد الكربون .