



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID - TLEMCEN
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE ET ELECTRONIQUE

Mémoire de Master

Spécialité : Génie Electrique

Option : instrumentation Electronique

Thème

ETUDE ET REALISATION D'UNE GIROUETTE ELECTRONIQUE

Présenté par :

✓ *Mr OUDJEDI DAMERDJI Nassim*

Soutenu en 17 JUIN 2015 devant le jury :

Président Mr GUEN BOUAZZA Ahlem

Examineur Mr SOULIMANE Sofiane

Encadreur Mr BOUAZZA benyounes

Année universitaire : 2014 - 2015

Dédicace

Je dédie ce travail a

*A mes très chers parents qui m'ont soutenu durant toute mes années
d'études*

*A mes petits neveux et nièces (Racime, Marwane, Anes, Faiz, Noraine,
Lina, Wissel et Neila)*

A mon frère Chawki et a mes sœurs et a ma belle sœur

A toute ma famille

A mes professeurs

*A tous mes chers amis sans exception pour leurs soutiens et
encouragements*

OUJEDI DAMERDJI NASSIM

Remerciement

On dit souvent que le trajet est aussi important que la destination. Ces cinq années d'études nous ont permis de bien comprendre la signification de cette phrase toute simple.

Ce parcours en effet, ne s'est pas réalisé sans défis et sans soulever de nombreuses questions pour lesquelles les réponses nécessitent de longues heures de travail.

Je tiens à la fin de ce travail à remercier Allah le tout puissant de m'avoir donné la foi et de m'avoir permis d'en arriver là.

*Je remercie infiniment le docteur **BOUAZZA BENYOUNES** dont la disponibilité, le savoir-faire et le soutien ne nous ont jamais fait défaut.*

*Je désire remercier vivement le docteur **GUEN BOUAZZA Ahlem** qui nous a fait honneur de présider le jury.*

*Je remercie également le docteur **SOULIMANE SOFIANE** pour nous avoir honorés de sa présence en acceptant d'examiner ce travail.*

*Ensuite je remercie **bouoro zakaria** et **lama abdrezak** et tous mes amis pour leur aide et aux bons moments partagés ensemble durant tous ce parcours.*

*Enfin je remercie tous les professeurs du centre universitaire **ABOUBAKR BELKAID** département Génie électrique filière **ELECTRONIQUE** ainsi que tous les étudiants.*

Au bonheur des plus chers.

Table des matières

Table des matières

DEDICACE.....2

REMERCIEMENTS.....3

Table des matières5

Introduction générale11

1 Introduction.....11

2 Étymologie.....11

3 Bagatelles12

4 Girouette automatique13

5 Photographie.....14

5.1 *Girouette à Monthermé*.....14

5.2 *Girouette de l'église Saint-Trudy, sur l'île de Groix*15

5.3 *Girouette avion, Montmorillon*15

5.4 *Girouette sur l'île d'Yeu*16

5.5 *Girouette d'Ouchy à Lausanne*17

5.6 *Girouette sur l'Île de Ré*18

5.7 *Girouette du Palazzo Vecchio à Florence*.....19

I. Chapitre 1 : les capteurs ILS20

1. Introduction20

2. différents capteurs magnétiques20

3. interrupteurs ILS22

 3.1. qu'est ce un ILS.....23

 3.2. applications courantes24

 3.3. caractéristiques des interrupteurs ILS.....25

 3.4. causes de destruction25

 3.5. fabricants26

4. actionnement magnétique d'un interrupteur ILS.....26

 4.1. activation des contacts ILS utilisant des lobes magnétiques extérieurs26

 4.2. activation des contacts ILS utilisant des lobes magnétiques au centre27

 4.3. multiple activation des contacts ILS utilisant des lobes magnétiques centre.....28

4.4. unique activation des contacts ILS utilisant des lobes magnétiques centre	29
4.5. multiple activation des contacts ILS avec rotation de pôles	30
II. Chapitre 2 : circuits astables et monostables avec porte nand et nor	33
1. les multivibrateurs	33
1.1. active à l'état haut	33
1.2. active à l'état haut	33
1.3. durée de vie	33
1.4. largeur d'horloge	34
1.5. période horloge	34
1.6. fréquence d'horloge.....	34
1.7. astable	34
1.8. monostable	34
1.9. bistable	35
2. circuits multivibrateurs monostables	35
2.1. circuits monostables a porte nand	36
2.2. multivibrateur monostable a porte NON	37
3. circuit multivibrateur astable	38
3.1. multivibrateur astable a porte NAND	39
4. circuit multivibrateur bistable	40
4.1. circuit multivibrateur bistable a porte NAND.....	41
5. trigger de schmitt	42
III. Chapitre 3 : les comparateurs avec ampli-op	45
1 Généralités	45
1.1 Caractéristiques des amplificateurs opérationnels	45
1.2 Saturation des amplificateurs opérationnels	46
2 Fonctionnement des amplificateurs opérationnels	46
2.1 3.1 -L'amplificateur opérationnel idéal	46
2.2 L'amplificateur opérationnel réel	47
2.2.1 Réponse en fréquence	47
3 Utilisation de l'entrée non inverseuse	48
3.1 Multiplicateur.....	48

4	Utilisation de l'entrée inverseuse	50
4.1	Multiplicateur	50
4.2	Intégrateur idéal.....	50
5	L'amplificateur opérationnel en régime de saturation	51
5.1	Comparateur simple	51
5.2	Comparateur à hystérésis ou trigger de Schmitt.....	52
5.3	Multivibrateur astable	53

IV. Chapitre 4 : les comparateurs avec ampli-op56

1.	fonctionnement du comptage	56
2.	principe et propriété	57
3.	les compteurs asynchrone ou synchrone	57
3.1.	Compteurs asynchrones	57
3.2.	Compteurs modulo N	57
3.3.	Compteurs asynchrones (modulo 8, 10 et 16).....	58
3.3.1.	Compteurs asynchrones modulo 8	58
3.3.2.	Compteurs asynchrones modulo 10	59
4.	compteurs synchrones	59
5.	Avantage	59
5.1.	Compteurs synchrones (modulo 8, 10 et 16)	60
5.2.	Compteurs synchrones modulo 8	60
5.3.	Compteurs synchrones modulo 10	60
6.	les décodeurs et encodeurs	62
6.1.	Etude d'un décodeur BCD/décimal	62
7.	conclusion	62
7.1.	Autre circuit intégrés décodeur binaire/décimal	62

V. Chapitre 5 : Fonctionnement du circuit64

1.	Principe	64
2.	fonctionnement	65
2.1.	alimentation	65
2.2.	détection de l'orientation de la girouette	65

2.3. Base de temps	67
2.4. Séquenceur	67
2.5. mise en évidence de l'orientation de la girouette	69
2.6. Remarque sur le fonctionnement de la détection	71
2.7. Mémorisation de la détection	71
2.8. Décodage et affichage	71
2.9. Réalisation pratique	71
2.9.1. circuit imprimé	71
2.9.2. implantation des composants	73
3. Réalisation de la girouette	74
Conclusion Générale	77
Liste des figures	78
Liste des tableaux	80
Bibliothèque	81

Introduction générale

1 Introduction

La direction du vent a une influence déterminante dans les prévisions météorologiques.

Aux temps les plus reculés les paysans de nos campagnes se basaient sur ce paramètre avant de planifier leur programme de travail. Semailles, moissons, fenaisons et récoltes diverses étaient souvent décidées suite à l'observation de l'évolution du sens du vent.

La girouette qui, par ailleurs, pouvait avoir des configurations diverses, à l'image du coq trônant sur le clocher des églises de nos villages, faisait l'objet de consultations fréquentes. Nous vous proposons une version électronique de cet utile indicateur.

Une girouette est un dispositif généralement métallique, la plupart du temps installé sur un toit, constitué d'un élément rotatif monté sur un axe vertical fixe. Sa fonction est de montrer la provenance du vent ainsi que, contrairement à la manche à air, son origine cardinale.

Ceci est permis par sa structure asymétrique, généralement matérialisée par une flèche ou un coq, dont la pointe ou la tête, plus courts que les éléments indicateurs (le corps), pointent vers la source du vent portant sur l'élément directeur de l'ouvrage. L'axe fixe est généralement pourvu d'une croix directionnelle indiquant les quatre points cardinaux. Toutefois, les girouettes modernes ne sont plus équipées de cette croix cardinale, qui est remplacée par un dispositif électronique affichant le secteur du vent sur un écran.

2 Étymologie

Le terme français est issu du dialecte de la Loire guiroie, réinterprété ultérieurement en « girouette » par étymologie populaire. Il s'agit d'un emprunt à l'ancien scandinave veðr-viti1 (islandais moderne veðurviti) qui peut se traduire par « indicateur du temps », composé des éléments veðr « temps » (cf. anglais weather) et viti « indicateur » (cf. allemand an + weisen > anweisen « indiquer, désigner »). Le mot est également attesté en normand sous les formes wirewire, wirewite, virevite (Rouen, 1474) au Moyen Âge à l'origine du terme dialectal verguillon « girouette »

Cette technologie a dû être importée par les Vikings avec le mot correspondant. En effet le sommet du mât de leurs navires en était souvent équipé sur le mât (flaug) et la proue (veðrviti).

3 Bagatelles

- La plus ancienne girouette connue est grecque et représente un triton. Elle se trouve sur la tour des Vents à Athènes.
- Au IXe siècle, le pape Nicolas Ier décide de rappeler aux chrétiens la phrase de Jésus à Pierre : « Avant que le coq chante, tu m'auras renié trois fois » en installant un coq au sommet des clochers, qui étaient déjà souvent couronnés d'une girouette 4.
- La plus ancienne girouette en forme de coq du monde est le Gallo di Ramperto, datant du IXe siècle et préservé au Musée de Santa Giulia à Brescia, en Italie^{5,6}.
- La plus grande girouette du monde serait située à Jerez en Espagne, selon le Livre Guinness des records. D'autres sources attribuent le record à une girouette de Montagne dans le Michigan. Enfin, la plus « grosse » girouette du monde serait un avion Douglas DC-3 monté sur un mât et situé à l'aéroport de Whitehorse, au Yukon, Canada⁷.
- Le terme de girouette désigne aussi une personne qui change très souvent d'avis.
- Ce terme a été jugé non parlementaire par l'Assemblée nationale du Québec en 2007 et est donc interdit dans cette enceinte parlementaire.
- Ce terme correspond également, dans le transport public, à un dispositif d'affichage de la destination du véhicule. En tête de train ou à l'avant d'un bus par exemple.

4 Girouette automatique

Les instituts de surveillance météorologique utilisent des girouettes automatiques pour la mesure de la direction du vent. Plusieurs technologies sont utilisées pour la mesure de direction de vents, la plus utilisée est celle avec un potentiomètre électronique. Depuis, quelques années les capteurs de vent ultrasons peuvent également substituer les girouettes automatiques traditionnels



Figure 1 : Anémomètre Girouette à ultrasons

5 Photographie

5.1 • Girouette à Monthermé



Figure 2 : Girouette à Monthermé

5.2 • Girouette de l'église Saint-Trudy, sur l'île de Groix



Figure 3: Girouette à Monthermé

5.3 • Girouette avion, Montmorillon



Figure 4: Girouette avion, Montmorillon

5.4 • Girouette sur l'île d'Yeu



Figure 5: Girouette sur l'île d'Yeu

5.5 • Girouette d'Ouchy à Lausanne



Figure 6: Girouette d'Ouchy à Lausanne

5.6 • Girouette sur l'Île de Ré



Figure 7 :Girouette d'Ouchy à Lausanne

5.7 • Girouette du Palazzo Vecchio à Florence



Figure 8: Girouette du Palazzo Vecchio à Florence

Chapitre I

*Les capteurs « ILS » et leurs modes de
fonctionnement*

1 Introduction

Les capteurs de champ magnétique ont de nombreuses applications : lecture de disques durs, contrôle de positionnement dans l'espace, codage de position et d'angle, mesure de courant électrique sans contact, imagerie magnétique, contrôle non destructif, imagerie médicale...

Les capteurs magnétiques sont implantés dans un très grand nombre d'objets technologiques qui nous entourent. Par exemple, une voiture récente contiendra plus de trente capteurs magnétiques et vous en trouverez également dans un réfrigérateur, une machine à laver et même certaines chaussures de sport. Les capteurs magnétiques permettent en effet de détecter et mesurer un champ magnétique créé par un objet magnétique (aimant ou bobine) ou par un courant électrique (à travers son champ magnétique rayonné). Ils offrent donc de très nombreuses possibilités liées à la transmission d'information sans contact, à la détection à distance ou à la mesure d'un courant. Nous allons d'abord donner un aperçu des divers types de capteurs magnétiques, puis nous allons illustrer leur intérêt à travers quelques exemples.

2 Les différents capteurs magnétiques

Il y a environ une quinzaine de types de capteurs magnétiques. Certains sont des capteurs de champ (c'est-à-dire des capteurs mesurant directement la valeur du champ magnétique selon un ou plusieurs axes), d'autres, des capteurs de flux (c'est-à-dire mesurant l'intégrale du champ passant à travers une surface). Le tableau 1 donne une liste des principaux types de capteurs utilisés.

Il est toujours difficile de comparer des capteurs magnétiques, dans la mesure où chacun possède des avantages particuliers. Par exemple, les capteurs à effet Hall ne sont pas très sensibles, mais présentent l'intérêt d'être absolus et linéaires sur une très grande plage de champ. Ils sont donc incontournables dans les applications qui mesurent de fortes valeurs de champs. Un deuxième aspect déterminant est l'extension spatiale du champ magnétique à mesurer.

Si elle est grande, comme pour l'imagerie terrestre, il faut utiliser des capteurs de flux qui sont beaucoup plus sensibles que les capteurs de champ. Si, au contraire, l'extension spatiale devient petite, il faut utiliser des capteurs de champ. C'est pour cette raison que les capteurs à magnétorésistance géante (GMR), issus de l'électronique de *spin*, se sont implantés dans les têtes de lecture à la place des bobines inductives : ils peuvent être miniaturisés à des tailles de quelques dizaines de microns et intégrés à des systèmes CMOS contenant une électronique de

traitement de signal. Enfin, la fréquence du champ à détecter est aussi importante : à très haute fréquence, les capteurs inductifs (bobines) deviennent vraiment plus performants, car ils ont une sensibilité proportionnelle à la dérivée du flux et qui croît donc comme la fréquence.

	Type	Fréquence (Hz)	Amplitude du champ (Tesla)	Sensibilité	Type de matériau	Défectivité ^(a)	Applications
Capteurs de champ	Capteurs à effet Hall	DC - 10 ⁵	10 ⁻⁵ - 1	B axial	Film mince	100 nT/√Hz	Contrôle de moteur, mesure de courant, capteurs de position, champs forts
	Magnétorésistance anisotrope (AMR)	DC - 10 ⁷	10 ⁻⁹ - 10 ⁻³	H axial	Film mince	1 nT/√Hz	Capteurs de courant, boussoles
	Magnétorésistance géante (GMR)	DC - 10 ⁸	10 ⁻⁹ - 10 ⁻³	H axial	Film mince	0,1 nT/√Hz ^(c)	Têtes de lecture, boussoles, capteurs de courant
	Magnétorésistance tunnel (TMR)	DC - 10 ⁸	10 ⁻⁹ - 10 ⁻³	H axial	Film mince	0,1 nT/√Hz ^(c)	Têtes de lecture
	Magnéto-impédance géante (GMI)	DC - 10 ⁴	10 ⁻⁹ - 10 ⁻³	H axial	Massif	1 nT/√Hz	Boussoles
	Magnéto-optique (MO)	DC - 10 ⁸	10 ⁻⁵ - 10 ⁻²	M tri-axe	Discret	1 pT/√Hz	Imagerie
	Résonance Magnétique Nucléaire (RMN)	DC - 10 ²	10 ⁻¹⁰ - 10	H scalaire	Massif	1 nT/√Hz	Référence de champ, IRM
Capteurs de flux	Bobines à air	10 ⁻³ - 10 ⁹	10 ⁻¹⁰ - 10 ⁻²	dΦ/dt axial	Massif	1 pT/√Hz ^(b)	Antennes, IRM haut champ, courants AC
	Fluxgates	DC - 10 ³	10 ⁻¹⁰ - 10 ⁻³	H axial	Massif	10 pT/√Hz	Magnétométrie terrestre
	SQUID (Bas Tc)	DC - 10 ⁹	10 ⁻¹⁵ - 10 ⁻²	Φ axial	Film mince	2 fT/√Hz	MEG, IRM très bas champ
	SQUID (Haut Tc)	DC - 10 ⁴	10 ⁻¹⁵ - 10 ⁻²	Φ axial	Film mince	30 fT/√Hz	Imagerie
	Capteurs mixtes	DC - 10 ⁹	10 ⁻¹⁵ - 10 ⁻⁶	Φ axial	Film mince	< 3 fT/√Hz ^(c)	MCG, MEG, IRM très bas champ

Tableau 1 : Les différents capteurs magnétiques

3 Interrupteur (ILS)



Figure 9: Interrupteur Reed (ILS)

Le commutateur ILS a été inventé par les laboratoires Bell dans les années 30. Toutefois, il a fallu attendre les années 40 pour commencer à trouver une application pour le capteur et le relais ILS. De ce fait, il a été utilisé dans une multitude d'applications de commutation, dans les équipements électroniques et les premiers équipements d'essai. A la fin des années 40, la Western Electric a utilisé les Relais ILS dans ses stations de commutation de centrale téléphonique, où ils sont encore utilisés dans certaines régions aujourd'hui. Le commutateur ILS a fortement contribué au développement de la technologie des télécommunications. Au fil des années, plusieurs fabricants se sont succédés, certains sont restés plus longtemps qu'ils n'auraient dû, ce qui a entaché le marché de mauvaise qualité et fiabilité. Cependant, la plupart des fabricants de commutateurs ILS aujourd'hui produisent des produits de très haute qualité et très fiables. Cela a donné lieu à une croissance sans précédent.

Aujourd'hui, les commutateurs de technologie ILS sont utilisés dans tous les segments de marché, y compris: l'équipement de test et mesure, l'électronique médicale, des télécommunications, l'automobile, la sécurité, les appareils électroménagers, à usage général, etc. Son taux de croissance est plus fort que jamais. La technologie ILS est unique. Le Relais ILS étant hermétiquement scellé, il peut exister ou être utilisé dans pratiquement n'importe quel environnement. Très simple dans sa structure, il croise de nombreuses technologies dans sa fabrication. Le verre avec son joint métallique doit être d'une grande qualité car le verre et le métal utilisés doivent avoir des coefficients de dilatation thermique linéaires, si non, des fissurations pourraient apparaître. Que ce soit pulvérisé ou plaqué, le processus d'application du matériau de contact, généralement rhodium ou le ruthénium, doit être effectué dans des environnements propres ultra similaires à la technologie des semi-conducteurs. Comme les semi-conducteurs, toutes les particules étrangères présentes dans la fabrication peuvent donner lieu à des problèmes de pertes, de qualité et de fiabilité.

Au fil des années, le commutateur REED a diminué en taille d'environ 50 mm (2 pouces) à 6 mm (0,24 pouces). Ces petites tailles permettent de nombreuses applications, plus particulièrement en RF et en dans les domaines où la rapidité est requise.

3.1 Qu'est-ce qu'un ILS ?



Figure 10 : Interrupteur à lames souples.

Un interrupteur Reed ou interrupteur à lames souples est un interrupteur magnétique dont deux contacts sont en alliage fer-nickel, souvent protégés par une couche d'or et de zinc, et sont magnétisés placés dans une bulle de verre contenant du di azote en général.

Il est généralement constitué d'une ampoule de verre protectrice contenant une atmosphère non oxydante (sans oxygène ni vapeur d'eau) et deux contacts souples. Ces contacts sont magnétisables et élastiques, à base de fer doux par exemple. En présence d'un champ magnétique, les contacts s'aimantent par influence, et sont attirés l'un par l'autre. Ils se rapprochent et se touchent, établissant le courant. Lorsque le champ magnétique cesse, l'aimantation cesse aussi, et l'élasticité des contacts les écarte, coupant le courant.

En temps normal, les 2 contacts sont éloignés d'une dizaine de micromètres environ, mais sous l'effet d'un champ magnétique, ils se rapprochent jusqu'à la fermeture de l'interrupteur. Il existe aussi des interrupteurs bis contacts qui permettent de déterminer le sens du champ magnétique.

Les interrupteurs ILS sont utilisés pour leur durée de vie et leur fiabilité : on considère qu'un tel interrupteur peut effectuer de l'ordre de 10 millions de cycles ouverture/fermeture.

Remarque : on peut se servir d'un ILS comme d'un relais miniature, en plaçant autour de lui une petite bobine parcourue par un courant continu.

3.2 Applications courantes

Les applications de ces interrupteurs sont nombreuses et variées. Ils sont très utilisés comme capteur de présence magnétique alternativement aux capteurs à effet hall car ils ne consomment pas d'énergie lorsqu'il n'y a pas de magnétisme (l'interrupteur est ouvert).

Exemple Pour relever les niveaux de produits chimiques.

Ils sont aussi utilisés comme capteurs dans des appareils électroniques (téléphone portable à clapet...), en automobile et dans les laves linges comme capteur de positionnement de la porte du tambour. Ils sont bien souvent utilisés en tant que capteur fin de course pour les véris, ou en générateur d'impulsions de comptage : un aimant permanent fixé sur la partie mobile modifie l'état de l'interrupteur en passant devant, transmettant ainsi une information au système de commande ou au compteur.

Il est possible aussi de s'en servir comme relai, en remplaçant l'approche d'un aimant par une bobine entourant le dispositif, avec toutefois deux inconvénients par rapport à un opto-coupleur (ou photo-coupleur) : une inductance du circuit primaire, et un temps de réaction non négligeable, de l'ordre du dixième de seconde.

Actuellement les deux usages grand public les plus courants pour ces interrupteurs sont :

- dans le cadre de la domotique la détection des ouvrants dans un local (alarme)
- dans le cadre du modélisme la détection de la position des trains électrique sur un réseau de voie.

3.3 Caractéristiques des interrupteurs ILS

1. Possibilité de commuter jusqu'à 10.000 volts
2. Possibilité de commuter des courants jusqu'à 5 ampères
3. Possibilité de passer ou porter 10 nano volts sans perte de signal
4. Possibilité de passer ou porter 1 femptoAmp sans perte de signal
5. Possibilité de passer ou de transporter jusqu'à 7 GigaHertz avec perte de signal minimale
6. Isolement entre les contacts jusqu'à 1015 W
7. Résistance de contact (sur la résistance) typique de 50 milliohms (mW))
8. En position off, il ne nécessite pas d'alimentation ou de circuit
9. Capable d'offrir une fonction de verrouillage
10. Temps de fonctionnement dans une plage de 100 à 300 ms
11. Capable de fonctionner sur des plages de température extrêmes de 55°C à 200°C
12. Capable de fonctionner dans tous types d'environnements, y compris l'air, l'eau, sous vide, le pétrole, les carburants, et dans des atmosphères chargés en poussières.
13. Capacité à résister aux chocs jusqu'à 200 Gs
14. Capacité à résister aux environnements les vibrations de 50 Hz à 2000 Hz jusqu'à 30 Gs
15. Longue durée de vie. En l'absence de pièces d'usure, la commutation de charge de moins de 5 volts à 10 mA, fonctionne des milliards d'opérations.

3.4 Causes de destruction

On considère que les interrupteurs ILS ont une durée de vie mécanique de 100 millions de Cycles et une durée de vie électrique de 10 millions de cycles. Ce sont de très longues durées de vie pour des circuits électroniques. Sur les retours industriels, les causes de destruction sont :

- Destruction des pattes du composant à cause d'une fabrication déficiente

- Fusion partielle de la surface du composant à cause d'arcs électriques
- Problèmes de fonctionnement liés à l'existence de micro billes de verre dues au processus de scellement des ampoules (chauffage au laser)
- Rarement : Phénomène d'électrolyse à cause d'une différence de tension lorsque l'interrupteur est ouvert

3.5 Fabricants

L'interrupteur est commercialisé par peu de fabricants, à cause des techniques avancées nécessaires à la production des interrupteurs.

Les principaux fabricants sont MEDER, COTO (aujourd'hui ne fournit plus en Europe), RRE, Standex, Celduc-Relais (Sorbières, France).

Comment un Capteur ILS est utilisé avec un aimant permanent ?

Le commutateur ILS est utilisé généralement avec un aimant, dans un environnement de détection. Il est important de comprendre clairement cette interaction pour le fonctionnement du capteur. Les capteurs peuvent fonctionner en mode ouvert, fermé ou verrouillage. Un aimant permanent est commun pour le fonctionnement du commutateur Reed. Les méthodes utilisées dépendent de l'application réelle.

Avant de s'investir sur chacune de ces approches, il est important de comprendre les champs magnétiques associés à l'interrupteur ILS sur différentes positions par rapport à l'aimant mais également de comprendre leurs caractéristiques on/off. La fermeture et l'ouverture peuvent varier considérablement selon les interrupteurs ILS. Les aimants permanents peuvent être de taille et de formes différentes.

4 Actionnement magnétique d'un interrupteur ILS

4.1 Activation des contacts ILS utilisant les lobes magnétiques extérieurs

Description

L'aimant permanent est utilisé dans une position parallèle à l'interrupteur Reed et il est influencé par les lobes magnétiques extérieurs. L'ouverture et fermeture se traduira par le déplacement de l'aimant mobile perpendiculairement au plan de ILS.

Configuration

Type d'aimant: barre aimantée

Position: parallèle

Mouvement: Perpendiculaire

Actionnement (s): Unique

Formulaire de contact: Formulaire A (normalement ouvert)

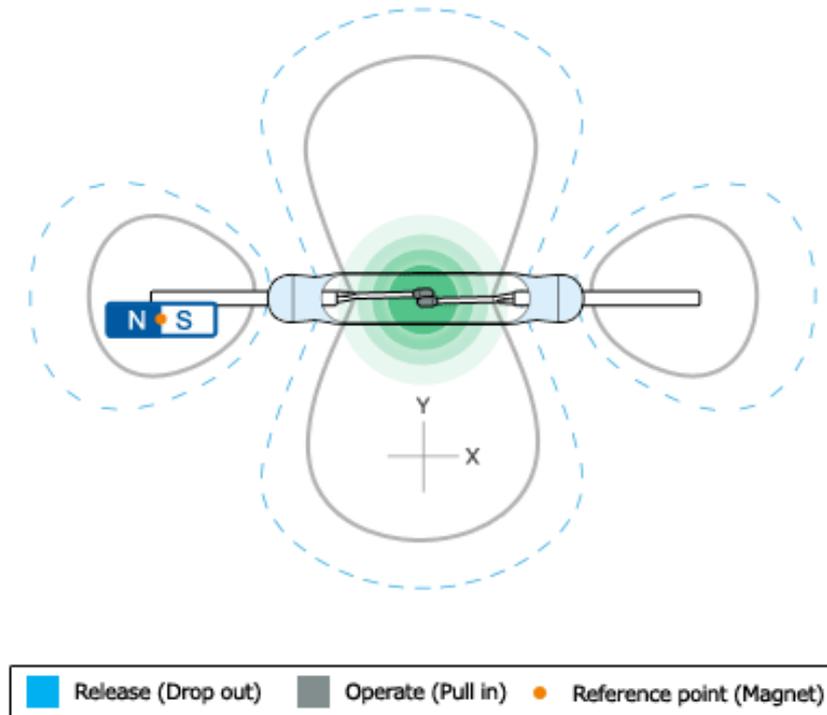


Figure 11: Activation des contacts Reed utilisant les lobes magnétiques extérieurs

4.2 Activation des contacts ILS en utilisant les lobes magnétiques au Centre

Description

L'aimant permanent est utilisé dans une position parallèle au commutateur Reed et il est influencée par les lobes magnétiques centraux. Une seul ouverture/fermeture se traduira par le déplacement de l'aimant mobile parallèlement au plan de l'interrupteur Reed.

Configuration

Type d'aimant: barre aimantée

Position: parallèle

Mouvement: parallèle

Actionnement (s): Unique

For mulaire de contact: Formulaire A (normalement ouvert)

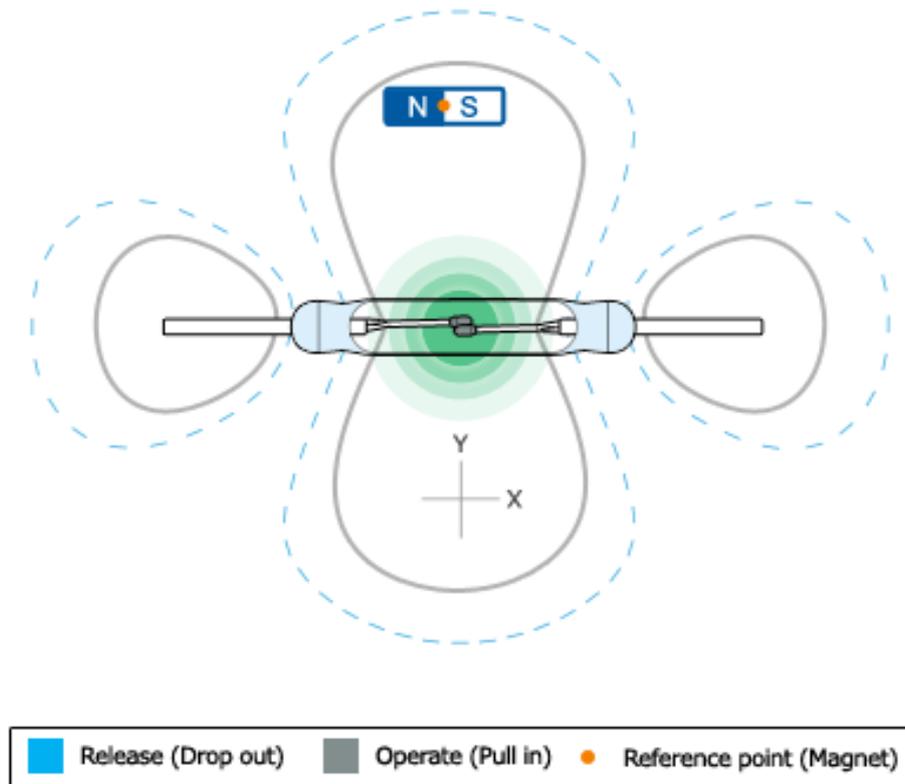


Figure 12: Activation des contacts reed en utilisant les lobes magnétiques au Centre

4.3 Multiple actionnement des contacte ILS en utilisant les lobes magnétiques Centre

Description

L'aimant permanent est utilisé dans une position parallèle au commutateur Reed et il est influencée par les lobes magnétiques centraux. le Positionnement de l'aimant près de l'interrupteur Reed va profiter des lobes du centre ainsi que les deux lobes extérieurs de produire de multiples ouverture et fermeture tant que l'aimant permanent se déplace parallèlement au plan de l'interrupteur Reed.

Configuration

Type d'aimant: barre aimantée

Position: Parallèle

Mouvement: Parallèle

Mise en action (s): Multiple

Formulaire de contact: Formulaire A (normalement ouvert)

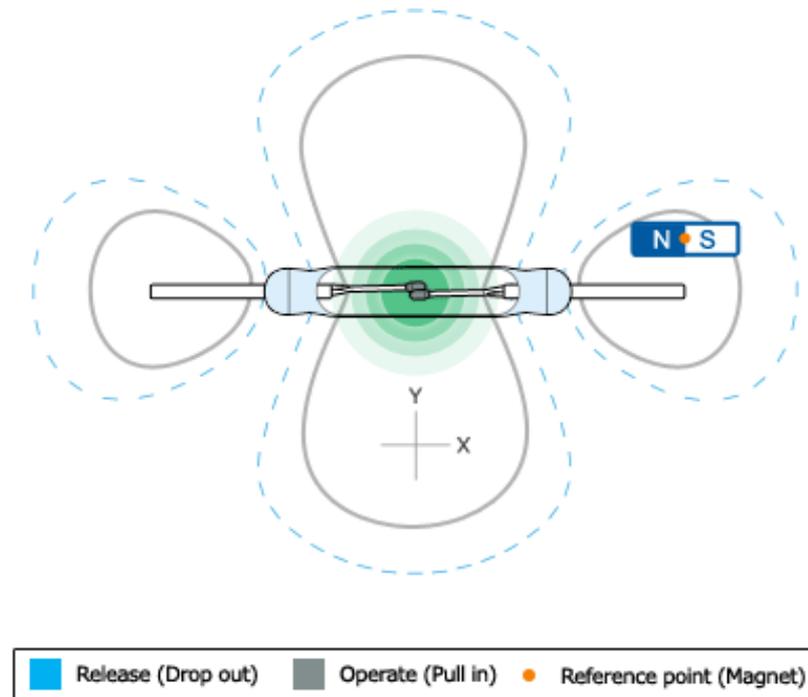


Figure13: Multiple actionnement des contacte reed en utilisant les lobes magnétiques Centre

4.4 Multiple Activation des contacts ILS avec Rotation des poles

Description

L'aimant permanent de style barre est utilisé à côté de l'interrupteur Reed et il est tourné en utilisant le changement de polarité pour actionner le Capteur Magnétique plusieurs fois. Lorsque la position de l'aimant est changé de parallèle au perpendiculaire, les lobes magnétiques de l'interupteur reed changent également. Lorsque l'aimant permanent est positionné perpendiculairement et directement sur le centre de l'interrupteur, l'interrupteur à lames n'est pas une influencer par l'aimant, en ouvrant les contacts Reed.

Configuration

Type d'aimant: Bar Magnet

Position: Adjacent

Mouvement: rotatif

Mise en action (s): Multiple

Formulaire de contact: Formulaire A (normalement ouvert)

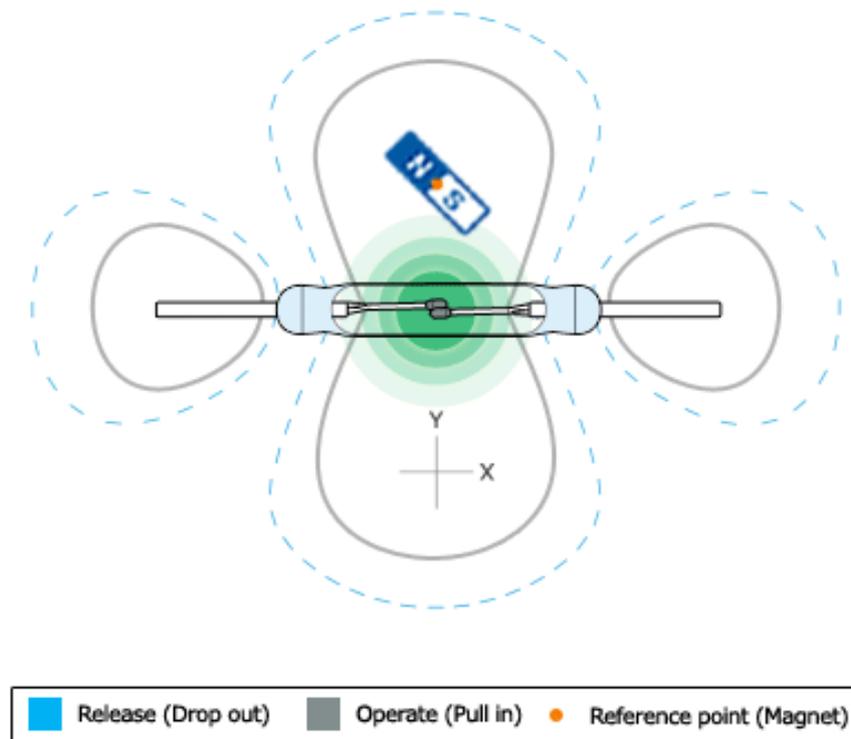


Figure 14: Multiple Activation des contacts Reed avec Rotation 2-Pole Magnet

4.5 Multiple Activation des contacts ILS avec un aimant rotateur a 2-Pole

Description

L'aimant annulaire a 2 pôles tourne à côté de l'interrupteur Reed et le changement de l'aimant de polarité est utilisée pour actionner le Capteur Magnétique a plusieurs fois.

Configuration

Type d'aimant: anneau magnétique a 2 pôles

Position: Adjacent

Mouvement: Rotatif

Mise en action (s): Multiple

Formulaire de contact: Formulaire A (normalement ouvert)

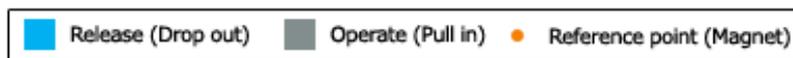
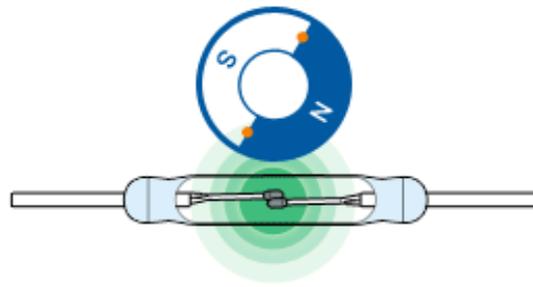


Figure 15: Multiple Activation des contacts Reed Avec un Aimant routeur a 2-Pole

Chapitre II

*Circuits astables et monostables a portes NAND
et NOR*

1 Les multivibrateurs

Les circuits logiques séquentiels individuels peuvent être utilisés pour construire des circuits plus complexes tels que Multivibrateurs, compteurs, Registres à décalage etc., mais pour ces types de circuits et pour fonctionner dans une façon «séquentielle», ils nécessitent l'ajout d'une impulsion d'horloge ou d'un signal de synchronisation pour les amener à changer leur état. Les impulsions d'horloge sont généralement carrée ou rectangulaire continue de forme d'onde qui est produite par un circuit générateur d'impulsions unique comme une bascule.

Un circuit de bascule oscille entre un état «haut» et un état «bas» produisant une sortie continue. Les multivibrateurs bistables ont généralement un rapport cyclique de 50%, ce qui est que 50% du temps de cycle, la sortie est "HAUT" et les 50% restants du temps de cycle, la sortie est "BAS". En d'autres termes, le rapport cyclique d'une impulsion de synchronisation astable est de 1: 1.

Les Circuits logiques séquentiels qui utilisent le signal d'horloge pour la synchronisation dépendent de la fréquence et d'impulsions d'horloge et pour y activer l'action de large commutation. Les circuits séquentiels peuvent également changer leur état soit sur le front montant ou descendant, ou les deux du signal d'horloge réelle comme nous l'avons vu précédemment avec les circuits de base bascule. La liste suivante a des termes associés à une impulsion de synchronisation ou de forme d'onde.

1.1 Active à l'état haut

Si le changement d'état se produit à partir d'un état «bas» à un état «haut» à impulsion front montant de l'horloge ou pendant la largeur d'horloge.

1.2 Active à l'état bas

Si le changement d'état se produit à partir d'un «HAUT» à un «BAS» aux impulsions d'horloge descendant.

1.3 Durée de vie

Tel est le rapport de la largeur d'horloge et de sa période.

1.4 La largeur d'horloge

Ceci est le temps pendant lequel la valeur du signal d'horloge est égale à un "1" logique, ou HAUT.

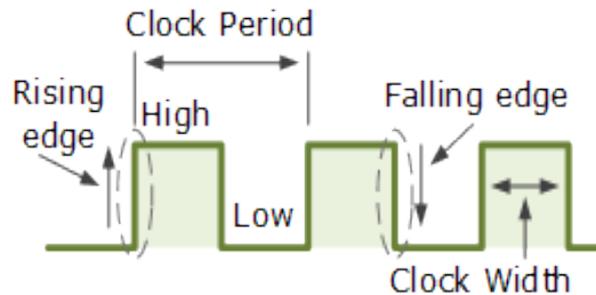


Figure 16 : Le signal d'horloge de forme d'onde

rising edge : front montant , falling edge : front descendant , clock width: largeur de l'horloge

1.5 Période Horloge

Ceci est le temps entre des transitions successives dans la même direction, à savoir, entre deux fronts descendants hausse ou deux.

1.6 Fréquence d'horloge

La fréquence d'horloge est l'inverse de la période d'horloge, la fréquence = $1 / \text{période}$ d'horloge.

Des circuits d'horloge de génération d'impulsions peuvent être une combinaison de circuits analogiques et numériques qui produisent une série continue d'impulsions (on les appelle multivibrateurs astables) ou une impulsion d'une durée spécifique (on les appelle des multivibrateurs monostables). La combinaison de deux ou plusieurs bascules permet la génération d'un motif désiré d'impulsions (y compris la largeur d'impulsion, temps entre les impulsions et la fréquence des impulsions).

Il existe essentiellement trois types de circuits de génération d'impulsions d'horloge:

1.7 Astable

Une bascule d'un fonctionnement libre (free-running) qui n'a pas d'états stables mais change en continu entre deux états, cette action produit un train d'impulsions d'ondes carrées à une fréquence fixe.

1.8 Monostable

Une bascule one-shot qui a seulement un état stable et il est déclenché en externe avec le retournement à son premier état stable.

1.9 Bistable

Une bascule qui a deux états stables qui produit une seule impulsion positive ou négative en valeur.

LA façon de produire un signal d'horloge est très simple par l'interconnexion de portes logiques. Comme la portes NON-ET qui contient une amplification, ils peuvent également être utilisés pour fournir un signal d'horloge ou impulsions de synchronisation à l'aide d'un unique condensateur et une unique résistance pour assurer la fonction de contre-réaction et le calendrier.

Ces circuits de cadencement sont souvent utilisés en raison de leur simplicité et il est également utile si un circuit logique est conçu avec des portes « non » qui peuvent être utilisées pour créer l'oscillateur monostable ou bistable. Ce simple type de réseau RC Oscillateur est parfois appelé un "oscillateur à relaxation".

2 Circuits multivibrateur monostable

Multivibrateurs Monostable ou "one-shot" générateurs d'impulsions sont généralement utilisés pour convertir de courtes impulsions pointues et les rendre plus larges pour chronométrer des applications.

Ce signal d'impulsion de déclenchement initie un cycle de minutage qui provoque la sortie du monostable à changer d'état au début du cycle de temporisation (T_1) et de rester dans ce deuxième état jusqu'à la fin de la période de temporisation (T_2) qui est déterminée par la constante de temps du condensateur de synchronisation, et de la résistance C_T , R_T .

Le monostable reste maintenant dans ce second état de synchronisation jusqu'à la fin de la constante de temps RC et revient automatiquement ou se retourne vers son état (stable) d'origine. Ensuite, un circuit monostable ne dispose que d'un état stable. Un nom plus commun pour ce type de circuit est tout simplement un "flip-flop" comme il peut être fabriqué à partir de deux portes NAND à couplage croisé (ou portes NOR) comme nous l'avons vu précédemment. Considérons le circuit ci-dessous.

2.1 Circuit monostable a porte NAND

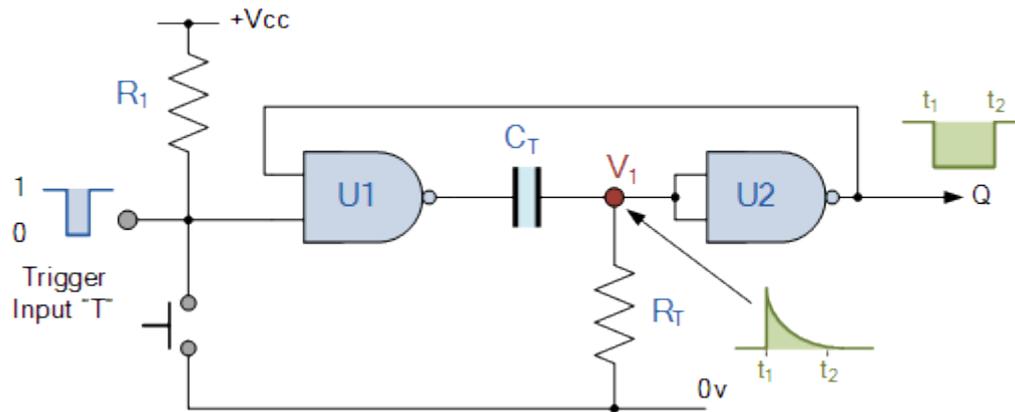


Figure 17: Circuit monostable a porte NAND

Supposons initialement que l'entrée de déclenchement T HAUT est maintenue à un niveau logique "1" par la résistance R1 de telle sorte que la sortie de la première porte NON-ET U1 est BAS au niveau logique "0", (porte NON-directeurs). La résistance de synchronisation, R est connecté à un niveau égal au niveau logique "0" de la tension, ce qui provoquera le condensateur, CT à être déchargé. La sortie de U1 est faible, le condensateur de synchronisation CT est complètement déchargée donc jonction V1 est égale à "0" entraîne la sortie de la seconde U2 porte NON-ET, qui est reliée comme une porte NON-OU inverseuse va donc être élevée.

La sortie de la deuxième porte NON-ET (U2) est renvoyée à une entrée de U1 à fournir de la rétroaction positive nécessaire. Puisque la jonction V1 et la sortie de U1 sont tous les deux au niveau logique "0" aucun courant ne circule dans le condensateur CT. Il en résulte dans le circuit étant stable et il reste dans cet état jusqu'à ce que les changements d'entrée T de déclenchement.

Si une impulsion négative est maintenant appliquée soit à l'extérieur ou par l'action du bouton-poussoir à l'entrée de déclenchement de la porte NON-U1, la sortie de U1 ira HAUT à "1" logique (principes de porte NON-ET).

Depuis la tension aux bornes du condensateur ne peut pas changer instantanément (condensateur de charge directeurs) cela va provoquer la jonction à V1 et également l'entrée à U2 pour aller aussi haut, ce qui à son tour fera la sortie de la porte NAND changement U2 LOW à la logique "0" le circuit va maintenant rester dans ce second état, même si le déclencheur d'impulsion d'entrée T est retiré. Ceci est connu comme l'état métastable.

La tension aux bornes du condensateur augmente à présent que le condensateur CT commence à se charger à partir de la sortie de U1 à une constante de temps déterminée par la

combinaison résistance / condensateur. Ce processus de charge se poursuit jusqu'à ce que le courant de charge soit incapable de tenir l'entrée de U2 et donc jonction V1 HAUTE.

Lorsque cela se produit, la sortie de U2 passe MAXIMUM encore, la logique "1", ce qui provoque à son tour la sortie de U1 au niveau bas et le condensateur se décharge dans la sortie de U1 sous l'influence de la résistance R_T . Le circuit a maintenant passé à son état stable original.

Ainsi, pour chaque impulsion négative de déclenchement allé, le circuit de bascule monostable produit une impulsion de sortie LOW allé. La longueur de la période de temps de sortie est déterminée par la combinaison condensateur / résistance (RC Network) et est donnée à l'instant $t = \text{constante } 0.69RC$ du circuit de la seconde.

Etant donné que l'impédance d'entrée des portes NON-ET est très élevée, de grandes périodes de cadencement peuvent être atteintes.

Ainsi que le circuit monostable de porte NON-ET du type ci-dessus, il est également possible de construire des circuits de synchronisation monostable simples qui commencent leur séquence de synchronisation à partir du bord montant de l'impulsion de déclenchement à l'aide PAS portes, portes NON-ET et de portes NON-OU montés en inverseurs comme indiqué ci-dessous .

2.2 Multivibrateur monostable à porte NON

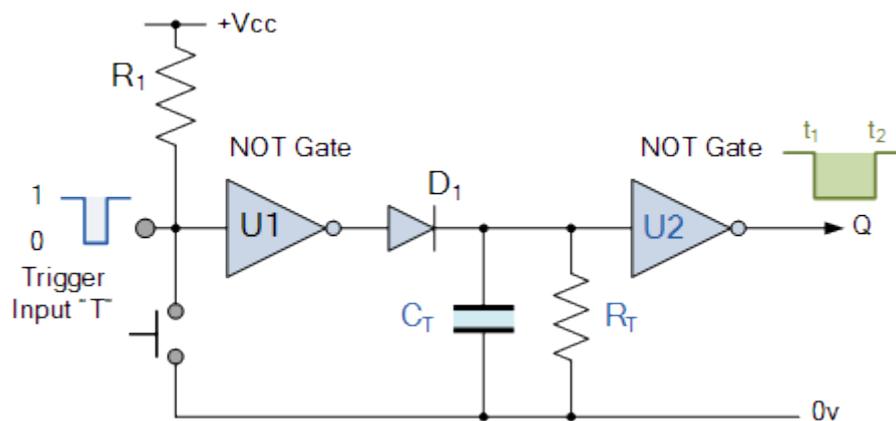


Figure 18: Multivibrateur monostable à porte NON

Comme pour le circuit de porte NON-dessus, tout d'abord l'entrée de déclenchement T HIGH est à un niveau logique "1" de telle sorte que la sortie de la première porte NON-OU FAIBLE U1 est au niveau logique "0". La résistance de cadencement, TA et le condensateur,

C sont connectés ensemble en parallèle et également à l'entrée de la seconde porte NON U2. Comme l'entrée de U2 est faible à la logique «0» à sa sortie Q est élevé au niveau logique "1". Quand une impulsion de niveau logique "0" est appliqué à l'entrée de déclenchement T de la première porte NON il change d'état et produit un niveau logique de sortie "1". La diode D1 passe à ce niveau logique "1" de la tension du réseau RC de temporisation. La tension aux bornes du condensateur, CT augmente rapidement à ce nouveau niveau de tension, qui est également reliée à l'entrée de la seconde porte NON. Ce à son tour émet un "0" logique au Q et le circuit reste dans cet état Meta-stable tant que l'entrée de déclenchement T appliquée au circuit reste faible.

Lorsque le signal de déclenchement des rendements élevés, la sortie de la première porte NON passe au niveau BAS à la logique "0" (porte NON adjoints) et le condensateur à pleine charge, CT commence à se décharger à travers la résistance parallèle, RT relié à travers elle. Lorsque la tension aux bornes du condensateur descend en dessous de la valeur de seuil inférieure de l'entrée à la seconde ne détecte pas, il est commutateurs de sortie produire à nouveau un niveau logique "1" à Q. La diode D1 empêche le condensateur de temporisation à partir de lui-même avant la décharge à travers la première des portes NON sortie.

Ensuite, la constante de temps pour une porte NON Multivibrateur monostable est donnée à $T = 0.8RC + \text{Trigger}$ en quelques secondes.

Un inconvénient principal de Multivibrateurs monostable est que le temps entre l'application de l'impulsion de déclenchement suivante T doit être supérieure à la constante de temps RC du circuit.

3 Circuits multivibrateur Astable

Multivibrateurs astables sont le type de circuit de bascule le plus couramment utilisé. Un multivibrateur astable est un oscillateur libre fonctionnement qui ont pas d'état «méta» ou «stable» permanent, mais sont en train de changer en permanence, il la sortie d'un état (LOW) à l'autre état (HAUT) et puis revenir. Cette action de commutation continue de "HAUT» à «HAUT» et «BAS» à «HIGH» produit une sortie d'onde carrée continue et stable qui passe brusquement entre les deux niveaux logiques qui le rend idéal pour les applications de synchronisation et d'impulsions d'horloge.

Comme dans le cas précédent circuit monostable multivibrateur ci-dessus, le cycle de synchronisation est déterminé par la constante de temps RC de la résistance-condensateur, le réseau RC. Ensuite, la fréquence de sortie peut être modifiée en changeant les valeurs des résistances) et le condensateur dans le circuit.

3.1 Multivibrateur astable a porte NAND

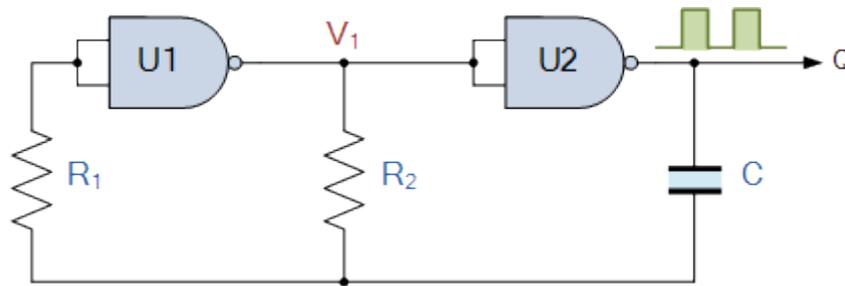


Figure 19: Astable Multivibrateur à porte NAND

Le circuit de multivibrateur astable CMOS utilise deux portes NON tels que la 74HC04 CD4069 ou les circuits inverseurs hexagone, ou aussi dans notre circuit simple-dessous d'une paire de CMOS NAND comme le CD4011 ou le 74LS132 et un réseau RC de temporisation. Les deux portes NON-ET sont connectées en tant que portes NON inverseuse.

Supposons qu'initialement la sortie de la porte NON-ET U2 est HAUT au niveau logique "1", l'entrée doit donc être faible au niveau logique "0" (principes de porte NON-ET) que sera la sortie de la première porte NON-U1. Le condensateur C est connecté entre la sortie de la seconde porte NON-ET U2 et son entrée par l'intermédiaire de la résistance de synchronisation, R2. Le condensateur se charge maintenant à un taux déterminé par la constante de temps de R2 et C.

Comme le condensateur C se recharge jusqu'à la jonction entre la résistance R2 et du condensateur, C, qui est également reliée à l'entrée de la porte NON-ET U1 via la résistance de stabilisation, R2 diminue jusqu'à ce que la valeur de seuil inférieure de U1 est atteint au cours de laquelle Point U1 change d'état et la sortie de U1 devient maintenant HAUTE. Cela provoque la porte NAND U2 à changer également son état et que son entrée a maintenant changé de logique "0" à "1" logique conduisant à la sortie de la porte NAND U2 devenir faible niveau, la logique "0".

Le condensateur C est maintenant polarisé en inverse et les rejets lui-même par l'entrée de la porte NAND U1. Condensateur, C se charge à nouveau dans la direction opposée déterminée par la constante de temps à la fois R2 et C comme précédemment jusqu'à ce qu'elle atteigne la valeur de seuil supérieure de la porte NON-U1. Cela provoque U1 à changer d'état et le cycle se répète encore.

Ensuite, la constante de temps pour une porte NON-multivibrateur astable est donnée à

$T = 2.2RC$ en quelques secondes avec la fréquence de sortie donné que $f = 1 / T$.

Par exemple: si la résistance $R2 = 10k\Omega$ et le condensateur $C = 45nF$, la fréquence d'oscillation du circuit serait donnée par:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2.2RC} = \frac{1}{2.2 \times 10k\Omega \times 45nF} = 1kHz$$

Ensuite, la fréquence de sortie est calculée comme étant de 1 kHz, ce qui correspond à une constante de temps de 1 ms de sorte que la forme d'onde de sortie pourrait ressembler à:

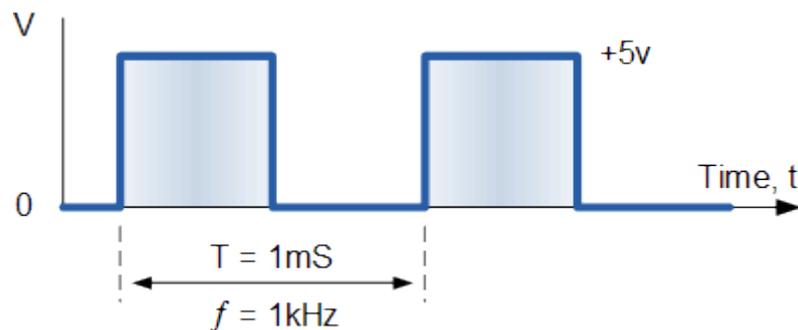


Figure 20: la forme d'onde de sortie

4 Circuits multivibrateur bistable

Le circuit bistable Multivibrateurs est essentiellement une bascule SR que nous regardons dans les tutoriels précédents avec l'ajout d'une porte de l'onduleur ou de ne pas fournir la fonction de commutation nécessaire.

Comme avec des bascules, les deux états d'une bascule bistable sont stables, et le circuit resteront en l'état, soit indéfiniment. Ce type de circuit de bascule passe d'un état à l'autre "seulement" quand un adapté externe impulsion de déclenchement T est appliqué et de passer par un cycle complet "RESET SET-" deux impulsions de déclenchement sont nécessaires. Ce type de circuit est également connu comme un "bistable Latch", "Toggle Latch" ou simplement "T-verrouillage".

4.1 Multivibrateur bistable a porte NAND

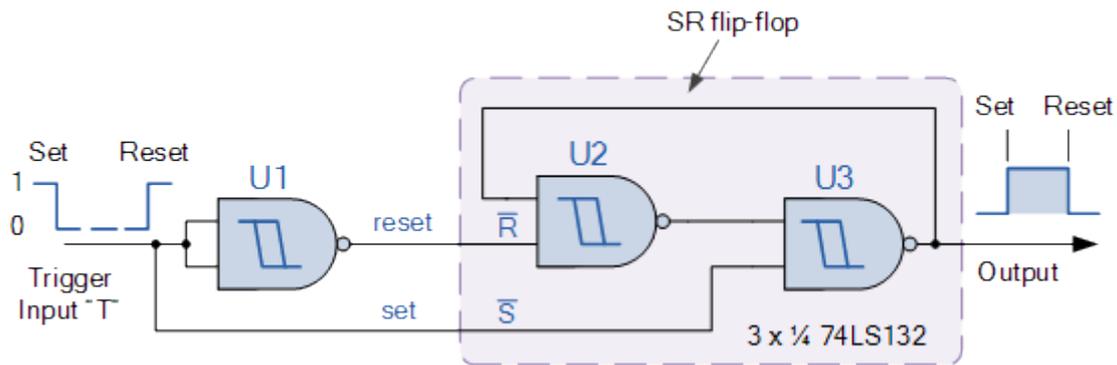


Figure 21: Bistable Multivibrateur à Porte NAND

La façon la plus simple de faire une bascule bistable est de connecter ensemble une paire de portes NAND Schmitt pour former une bascule SR, comme indiqué ci-dessus. Les deux portes NON-ET, U2 et U3 à partir de la bascule qui est déclenchée par la porte NON-ET d'entrée, U1. Cette porte NAND U1 peut être omis et remplacé par un interrupteur à bascule simple de faire un circuit commutateur anti-rebond comme vu précédemment dans la bascule SR tutoriel.

Lorsque l'impulsion d'entrée va les loquets bistables "LOW" dans son état "SET", avec sa sortie au niveau logique "1", jusqu'à ce que l'entrée est "HIGH" provoquant la bistable pour verrouiller dans son état "RESET", dont la sortie au niveau logique "0". La sortie d'une bascule bistable restera dans cet état "RESET" jusqu'à ce qu'une autre impulsion d'entrée est appliqué et toute la séquence recommence.

Ensuite, une bascule bistable ou "Toggle Latch" est un dispositif à deux Etats dans lesquels les deux Etats soient positifs ou négatifs, (logique "1" ou "0" logique) sont stables.

Multivibrateurs bistables ont de nombreuses applications telles que les diviseurs de fréquence, des compteurs ou comme un périphérique de stockage dans les mémoires d'ordinateur, mais ils sont les mieux utilisés dans des circuits tels que les serrures et des compteurs.

5 Trigger de Schmitt :

En électronique, une bascule de Schmitt est un circuit comparateur avec hystérésis, mis en œuvre en appliquant une rétroaction positive à l'entrée non inverseuse d'un comparateur ou un amplificateur différentiel. Il est un circuit actif qui convertit un signal d'entrée analogique en un signal numérique de sortie. Le circuit est nommé un «déclencheur» parce que la sortie conserve sa valeur jusqu'à ce que l'entrée change suffisamment pour déclencher un changement. Dans la configuration de non-inversion, lorsque l'entrée est supérieure à un certain seuil choisi, la sortie est élevée. Lorsque l'entrée est inférieure à une autre (inférieur) seuil choisi, le débit est faible, et lorsque l'entrée se trouve entre les deux niveaux, la sortie conserve sa valeur. Cette double action de seuil est appelé hystérésis et implique que le trigger de Schmitt possède la mémoire et peut agir comme un circuit bistable (verrouiller ou flip-flop). Il existe une relation étroite entre les deux types de circuits: un trigger de Schmitt peut être converti en un verrou et un verrou peut être converti en un trigger de Schmitt.

Dispositifs de déclenchement Schmitt sont généralement utilisés dans les applications de conditionnement de signal pour supprimer le bruit de signaux utilisés dans les circuits numériques, en particulier interrupteur mécanique rebond. Ils sont également utilisés dans des configurations de rétroaction négative en boucle fermée pour mettre en œuvre des oscillateurs de relaxation, utilisés dans les générateurs de fonctions et les alimentations à découpage.

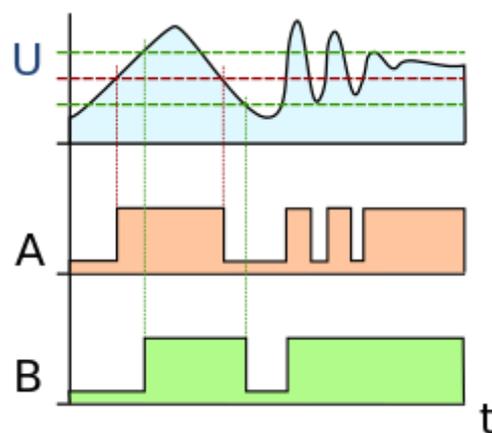


Figure 22 : Trigger de Schmitt

La sortie d'une bascule de Schmitt (B) et un comparateur (A), quand un signal bruité (U) est appliquée. Les lignes en pointillés verts sont le circuit seuils de commutation. Le trigger de Schmitt tend à supprimer le bruit du signal

Chapitre III

Les comparateurs avec Ampli opérationnel

1 Généralités

Les amplificateurs opérationnels ont été conçus initialement pour la résolution analogique de problèmes numériques tels que l'étude d'équations différentielles dont les solutions analytiques sont inconnues. Le développement des calculateurs numériques a rendu caduc l'usage de ces calculateurs analogiques.

Les amplificateurs opérationnels ont d'abord été réalisés avec des composants discrets. L'électronique intégrée permet actuellement la fabrication d'amplificateurs dont les performances sont excellentes, la mise en œuvre aisée et le coût modique. Ils ne nécessitent que peu de composants périphériques et les problèmes délicats de polarisation des amplificateurs réalisés avec des composants discrets sont éliminés. Ils sont maintenant utilisés dans de nombreux domaines de l'électronique analogique.

1.1 Caractéristiques des amplificateurs opérationnels

Pratiquement tous les amplificateurs opérationnels ont la même structure interne : ce sont des circuits monolithiques dont une « puce » de silicium constitue le substrat commun. Ils comportent en entrée un amplificateur différentiel suivi d'un étage adaptateur d'impédance ; l'amplificateur de sortie, de type push-pull, fonctionne en classe B. Toutes les liaisons sont directes.

Ce sont des amplificateurs différentiels qui sont caractérisés par :

- Un gain en tension très important : $\mu_d = \mu \approx 10^5$ à 10^7 .
- Une impédance d'entrée très grande : $R_E \approx 10^5$ à $10^{12} \Omega$.
- Une impédance d'entrée de mode commun très grande : $R_{EMC} \approx 10^8$ à $10^{12} \Omega$.
- Une impédance de sortie faible : $R_S \approx 10$ à 500Ω .
- La rejection du mode commun (μ_D/μ_{MC}) est très grande.
- La réponse en fréquence va du continu jusqu'à des fréquences assez élevées : le produit gain-bande passante peut dépasser 100 MHz.
- Ils possèdent deux entrées notées + (l'entrée non inverseuse) et - (l'entrée inverseuse) mais ont une seule sortie.
- Ils utilisent, sauf exception, deux alimentations + U et - U, symétriques par rapport à la masse. Ces alimentations seront omises sur les schémas.

1.2 Saturation des amplificateurs opérationnels

La tension de sortie peut varier entre les valeurs extrêmes $+V_{Sat}$ et $-V_{Sat}$ (tensions de saturation) qui sont légèrement inférieures aux tensions d'alimentation. Le gain étant très grand, la saturation de la sortie est obtenue pour des tensions d'entrée très faibles. Avec $V_{Sat} = 12 \text{ V}$ et $\mu = 105$, $\varepsilon = v^+ - v^- = 0,12 \text{ mV}$.

Dans les montages amplificateurs, l'amplificateur opérationnel ne sera jamais utilisé en boucle ouverte afin de ne pas atteindre la saturation.

2 Fonctionnement des amplificateurs opérationnels

2.1 3.1 – L'amplificateur opérationnel idéal

Un amplificateur est considéré comme idéal si l'on peut admettre que son gain est infini, que ses impédances d'entrée sont infinies et que sa résistance de sortie est nulle. ($\mu = \infty$, $Z_E = \infty$, $Z_{EMC} = \infty$, $Z_S = 0$)

CONSEQUENCES

- ◆ La tension de sortie étant finie, la tension d'entrée e doit être nulle.
- ◆ Les impédances d'entrée étant infinies, les courants d'entrée sont nuls.

$$\boxed{\begin{array}{l} V^+ - V^- = e = 0 \\ I^+ = I^- = 0 \end{array}} \quad (2)$$

- ◆ Si la tension d'entrée e n'est pas nulle, la tension de sortie prend sa valeur maximale qui est la tension de saturation de l'amplificateur.

$$V_S = +V_{Sat} \text{ si } e > 0 ; V_S = -V_{Sat} \text{ si } e < 0$$

2.2 L'amplificateur opérationnel réel

- ◆ Le gain de l'amplificateur opérationnel est fini et fonction de la fréquence du signal. Le gain du système ne dépend pas uniquement de la boucle de réaction.
- ◆ L'amplificateur contient des générateurs de tension et de courant parasites qui modifient la tension de sortie.
- ◆ La bande passante est limitée et dépend du gain du système bouclé.
- ◆ L'amplificateur ne peut délivrer en sortie qu'une puissance limitée.

Du fait de ces imperfections, le fonctionnement d'un amplificateur réel diffère de celui d'un amplificateur idéal dans un certain nombre de domaines.

2.2.1 Réponse en fréquence

On peut, en première approximation, considérer que les amplificateurs opérationnels réels se comportent comme des systèmes du premier ordre ayant une fréquence de coupure inférieure voisine de 10 Hz et dont le produit GB gain-bande passante en système bouclé est constant.

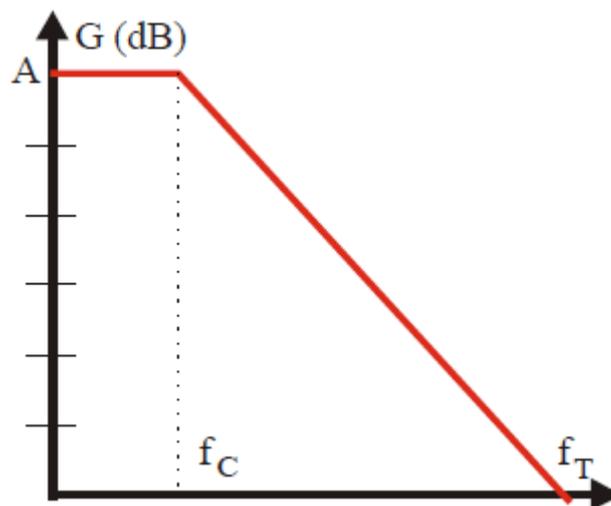


Figure 23: Réponse en fréquence

En première approximation, le gain s'écrit :

$$\mu = \frac{A}{1 + j.f / f_c} \quad (3)$$

A est le gain en continu et f_c la fréquence de coupure. Au-delà de f_c , le gain diminue de 20 dB par décade. Il est égal à 1 pour une fréquence f_T dont la valeur correspond au produit GB. Pour certains amplificateurs opérationnels le comportement en fréquence peut être amélioré en ajoutant des composants externes. Une grandeur à prendre également en compte est le temps de montée (Slew rate en anglais) qui caractérise la rapidité de la réponse en sortie à une variation brutale de la tension d'entrée. Il s'exprime en V/ μ s.

Le modèle de l'amplificateur idéal est satisfaisant tant que la valeur du gain en boucle ouverte reste très supérieure à celui de la boucle de rétroaction, c'est-à-dire aux basses fréquences. Quand cette condition n'est plus réalisée, il faut reprendre l'étude du circuit en utilisant la valeur du gain donnée par la relation (3).

Nous allons examiner diverses possibilités d'utilisation des amplificateurs opérationnels en utilisant le modèle idéal. Pour déterminer la fonction de transfert, on peut utiliser la relation générale (1) mais le calcul direct est souvent plus rapide.

3 Utilisation de l'entrée non inverseuse

3.1 Multiplicateur

Le signal à amplifier est appliqué sur l'entrée +. Pour diminuer l'influence des courant d'entrée, on ajoute sur cette entrée une résistance $R_0 = R_1 // R_2$. Avec un amplificateur idéal, il est inutile de la prendre en compte puisque le courant qui la traverse est nul. On a donc : $V_+ = V_E$.

Comme la réaction est négative, on peut écrire que : $V_+ = V_- = V_A$.

Le courant d'entrée étant négligeable, l'application du théorème de Millman au point A donne:

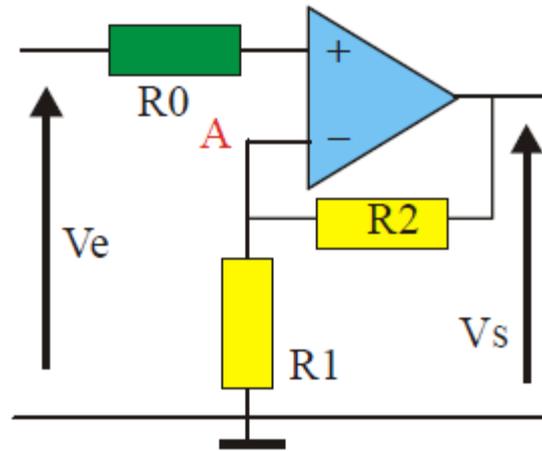


Figure 24: Multiplicateur

$$V_A = \frac{V_S / R_2 + 0 / R_1}{1 / R_2 + 1 / R_1} = V_E$$

On en déduit :

$$V_S = \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \cdot V_E$$

Le gain est positif et toujours supérieur à 1.

Avec un amplificateur opérationnel idéal l'impédance d'entrée du montage est infinie.

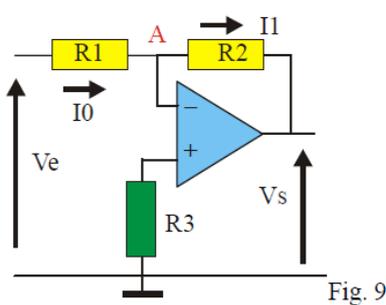
♦ Si la tension d'entrée V_E est trop grande, il y aura saturation de la sortie : la relation précédente n'est valable que si $V_S < V_{Sat}$.

♦ La fréquence du signal d'entrée doit être inférieure à une fréquence limite qui est fonction du gain. Par exemple avec un amplificateur de produit gain-bande passante égal à 20 MHz, et un rapport R_2/R_1 égal à 100, la fréquence de coupure sera voisine de 200 kHz.

4 Utilisation de l'entrée inverseuse :

4.1 Multiplicateur

Pour compenser les effets des courants d'entrée, on relie l'entrée non inverseuse à la masse par une résistance $R_3 = R_1 // R_2$. Le courant qui circule dans cette résistance étant très faible, le potentiel de l'entrée + est celui de la masse. Le potentiel du point A est également nul car $V_+ = V_-$ mais l'impédance entre le point A et la masse n'est pas nulle. On dit que ce point est une masse virtuelle.



$$I_1 = (V_A - V_S)/R_2 \quad I_0 = (V_E - V_A)/R_1$$

Le courant vers l'entrée - est nul donc : $I_0 = I_1$
 Comme $V_A = V^+ = 0$, on tire :

$$I_0 = V_E/R_1 = -V_S/R_2 \Rightarrow V_S = -\frac{R_2}{R_1} V_E$$

Le gain est négatif. Il y a un déphasage de π entre l'entrée et la sortie en régime sinusoïdal.

Le courant d'entrée du montage étant I_0 , l'impédance d'entrée est égale à R_1 .

Figure 25: Multiplicateur

4.2 Intégrateur idéal

Le signal d'entrée est $V_E(t)$. Dans le modèle idéal, $V_A = 0$; donc : $i(t) = V_E(t)/R$

Le courant dans le condensateur est :

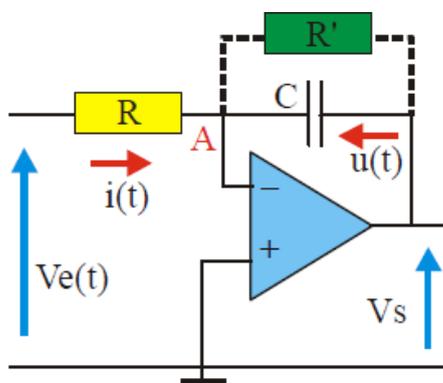


Fig. 11

$$i(t) = -C \cdot dV_S/dt$$

$$\frac{dV_S}{dt} = -\frac{1}{RC} V_E$$

Par intégration, on tire :

$$V_S = K - \frac{1}{RC} \int_0^t V_E(\theta) \cdot d\theta$$

Figure 16: Intégrateur idéal

En fait, ce montage ne fonctionne pas correctement : le faible courant d'entrée de l'amplificateur produit dans R une chute de tension qui est elle aussi intégrée : la sortie se sature car le condensateur reste chargé. Pour obtenir une intégration satisfaisante, on peut placer une résistance R' en parallèle sur C afin de permettre l'écoulement de son courant de décharge. Cette résistance doit être assez grande pour ne pas perturber l'intégrateur mais pas trop pour pouvoir jouer son rôle. En pratique on prend $R' \approx 10.R$.

5 L'amplificateur opérationnel en régime de saturation

5.1 Comparateur simple

Envisageons un amplificateur dont l'entrée - est au potentiel V_0 .

On sait que $V_S = \mu.(v_+ - v_-)$

Le gain est très grand ($\mu > 105$)

Pour un écart très faible entre les potentiels des deux entrées, on aboutit à la saturation de la sortie.

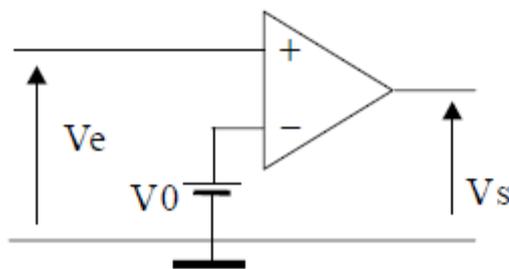


Figure 27: Comparateur simple

Si $V^+ > V^- \Rightarrow V_S = +V_{Sat} \approx +U$ et si $V^+ < V^- \Rightarrow V_S = -V_{Sat} \approx -U$

Si les entrées ne sont pas à des potentiels très voisins la sortie est saturée.

L'écart entre les tensions de saturation positive et négative est fonction de la structure interne de l'amplificateur opérationnel utilisé. Cet écart, qui est en général faible, sera dans la suite négligé. Selon que la tension V_E est supérieure ou inférieure à la tension de consigne V_0 , le potentiel de la sortie est $\pm U$. Le comparateur est utilisé dans de nombreux montages en particulier dans les asservissements. Si le signal d'entrée est une tension générée par un capteur, ce dispositif permet de commander en mode tout ou rien un actionneur relié à la sortie de l'amplificateur.

Des amplificateurs opérationnels sont conçus de manière spécifique pour cette application qui nécessite des temps de montée aussi petits que possible.

5.2 Comparateur à hystérésis ou trigger de Schmitt

V_{Ref} est un potentiel constant qui sert de référence. La sortie est reliée à l'entrée non inverseuse par la résistance R_2 : la réaction est donc positive.

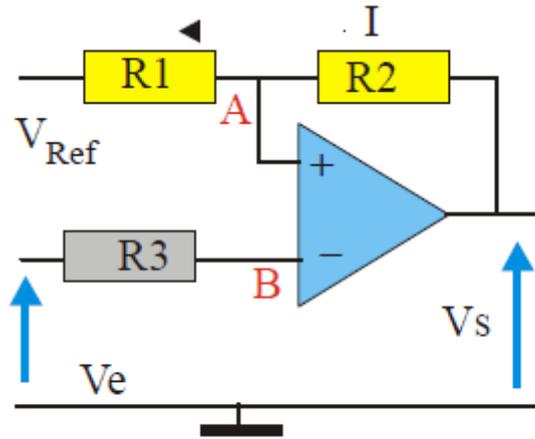


Figure 28: Comparateur à hystérésis ou trigger de Schmitt

$$I = (V_S - V_{Ref}) / (R_1 + R_2)$$

$$V_A = V_{Ref} + R_1 \cdot I$$

$$V_A = V_{Ref} + (V_S - V_{Ref}) \cdot R_1 / (R_1 + R_2)$$

On fait croître V_E à partir d'une valeur très négative. Au départ, on a donc : $V_S = +U$

$$V_A = V_{Ref} + (U - V_{Ref}) \cdot R_1 / (R_1 + R_2).$$

Quand le potentiel de B devient supérieur à celui de A, la tension de sortie devient $-U$.

Il existe donc une tension de seuil V_1 au-delà de laquelle le système change d'état.

$V_1 = V_{Ref} + (U - V_{Ref}) \cdot R_1 / (R_1 + R_2)$. On fait ensuite décroître V_E à partir d'une valeur positive.

Initialement, on a : $V_S = -U$.

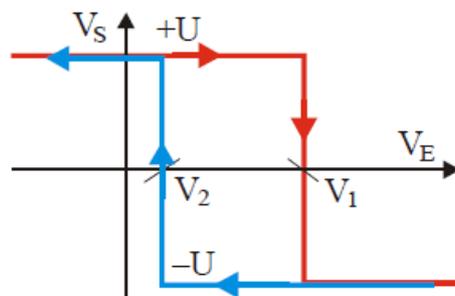


Figure 29: courbe

Comme précédemment, on a basculement du système pour une tension de seuil $V_2 \neq V_1$ telle que :

$$V_2 = V_{Ref} - (U + V_{Ref}) \cdot R_1 / (R_1 + R_2).$$

Les valeurs des deux tensions de basculement étant différentes, on dit que le système présente un hystérésis.

APPLICATIONS

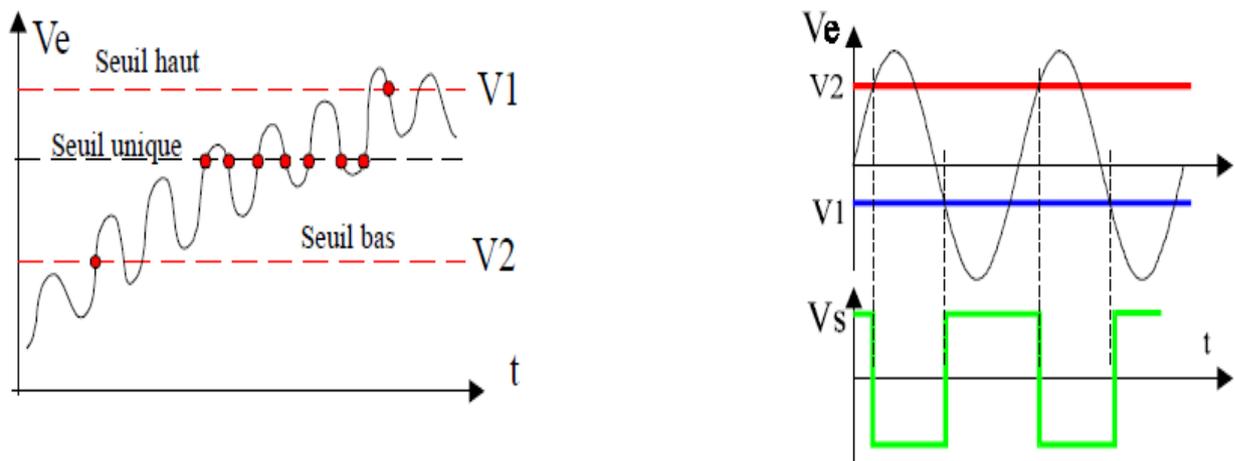


Figure 30: comparateur simple

Avec un comparateur simple, si la tension d'entrée fluctue, le système bascule un certain nombre de fois avant de se figer dans un état. Avec un comparateur à hystérésis, le système n'oscille pas si l'écart entre les seuils est supérieur à l'amplitude des fluctuations du signal d'entrée.

◆ □ Si la tension d'entrée est un signal sinusoïdal d'amplitude suffisante, la tension de sortie est un signal rectangulaire d'amplitude $2U$.

5.3 Multivibrateur astable

On réalise le circuit de la figure 21 dans lequel R_2 introduit une réaction positive.

L'amplificateur fonctionne donc en régime de saturation.

Trigger : gachette, détente, déclencheur. Ce montage s'appelle également bascule de Schmitt.



Figure 31: Multivibrateur astable

5.3.1 Principe du fonctionnement

Si $V_A > V_B$, on a : $V_S = +U$. Le condensateur C se charge à travers R3. Le potentiel du point B croît jusqu'à la valeur V_A (R1 et R2 forment un pont diviseur), puis le montage bascule et alors $V_S = -U$.

Le potentiel de A devient négatif et donc : $V_A < V_B$. Le condensateur se décharge à travers R3. V_B décroît jusqu'à ce qu'il devienne inférieur à V_A et le montage bascule à nouveau. Le système oscille indéfiniment entre ces deux états (astable) avec une période fonction des valeurs des éléments du circuit.

Nous avons présenté une liste non limitative d'applications des amplificateurs opérationnels. Avec le modèle de l'amplificateur idéal les calculs sont simples.

Toutefois le modèle de l'amplificateur idéal connaît des limites principalement pour les hautes fréquences. Il faut alors utiliser les formules générales et les calculs deviennent souvent complexes même pour des montages simples.

Chapitre IV

Les compteurs et les décodeurs

1 Fonction du comptage

La fonction comptage est utilisée à chaque fois que l'on souhaite dénombrer des évènements.

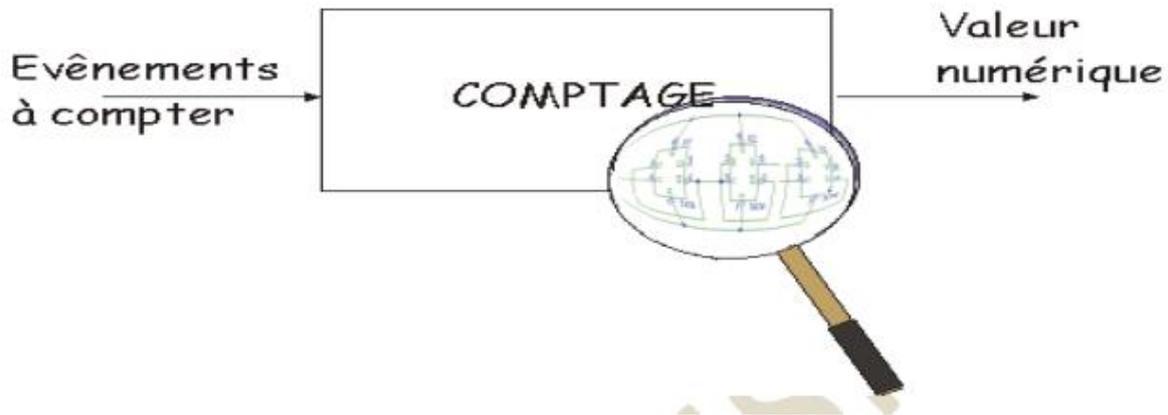


Figure 32 : Fonction du comptage

Les évènements correspondent à des impulsions logiques tandis que la valeur de sortie se présente sous forme de mot binaire. La fonction comptage est donc, en toute logique, associée à des structures séquentielles.

Une bascule peut avoir 2 états différents à sa sortie (0 et 1), et peut donc permettre de compter de 0 à 1. Avec 2 bascules on peut avoir jusqu'à 4 états différents : 00, 01, 10 et 11, ce qui permet de compter de 0 à 3 en binaire naturel. Avec 3 bascules on a 8 états (de 000 à 111), et en général avec n bascules on a 2^n états : on peut donc compter de 0 à $2^n - 1$. Il reste à trouver comment doivent être connectées les n bascules entre elles pour réaliser un compteur, sachant qu'il existe plusieurs types de compteurs, et donc plusieurs techniques de réalisation.

2 Principe et propriété

Le compteur matérialisé sous forme de circuit intégré à une capacité de comptage qui dépend du nombre de ses sorties.

3 Les compteurs asynchrone ou synchrone

Le compteur binaire décrit ci-dessus souffre d'un défaut lorsqu'il s'agit de mémoriser les résultats. En effet, comme chaque bascule met un certain temps pour changer d'état (ce qu'on appelle temps de propagation, noté t_p), les différentes bascules réagissent non pas simultanément mais progressivement. Dans le cas extrême (celui où c'est la bascule à l'extrémité de la chaîne, celle qui indique le chiffre le plus significatif, qui doit changer d'état), il faut attendre un temps $N.t_p$ après l'impulsion pour avoir l'indication correcte. Si l'impulsion destinée à mémoriser le nombre dans un registre arrive après une impulsion mais avant l'expiration du délai $N.t_p$, le résultat mis en mémoire est peut-être erroné.

Pour éviter ces problèmes, on modifie la façon de raccorder les bascules. On emploie des bascules JK. Les impulsions à totaliser sont appliquées simultanément aux entrées horloge de toutes les bascules. La première bascule, qui reçoit les impulsions, a ses entrées J et K en permanence à 1 ; elle change donc d'état à chaque impulsion ; les entrées des autres bascules sont pilotées par les sorties des bascules précédentes de façon à ce qu'elles basculent aux moments opportuns : chaque bascule est autorisée à basculer quand toutes les bascules précédentes ont leur sortie à 1.

Les compteurs où l'horloge est appliquée simultanément à toutes les bascules sont appelés compteurs synchrones les autres, compteurs asynchrones.

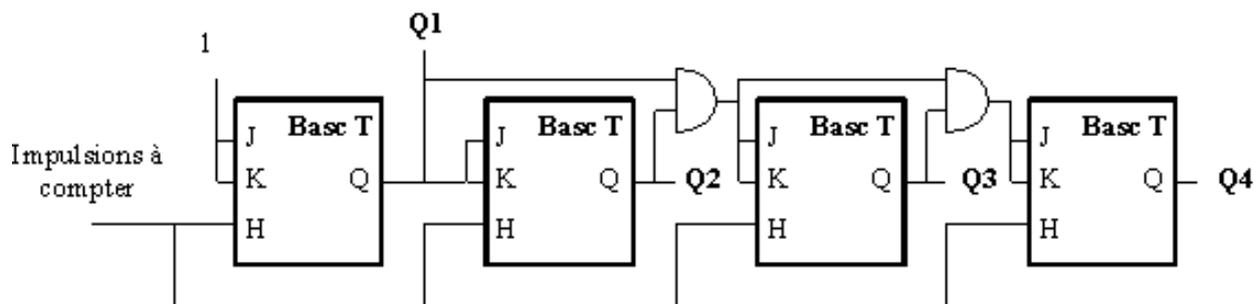


Figure 33: symbole bascule JK, bascule D

3.1 Compteur modulo n

Pour réaliser un compteur modulo n où n n'est pas une puissance de 2 on réalise la même structure que précédemment mais on utilise l'entrée de remise à zéro asynchrone pour forcer le compteur à repasser à zéro avant la 2^{nième} impulsion. Si l'on désire, par exemple réaliser un compteur modulo 10, il faut utiliser quatre bascules (3 ne permettent de compter que

jusqu'à 8) et les remettre toutes à zéro lorsque le nombre 10, soit 1010 en binaire, est affiché en sortie. En supposant que la remise à zéro est active au niveau bas, on effectuera une remise à zéro en appliquant les sorties D et B aux entrées d'une porte NON ET dont la sortie est reliée aux entrées de remise Compteur modulo n à zéro des bascules.

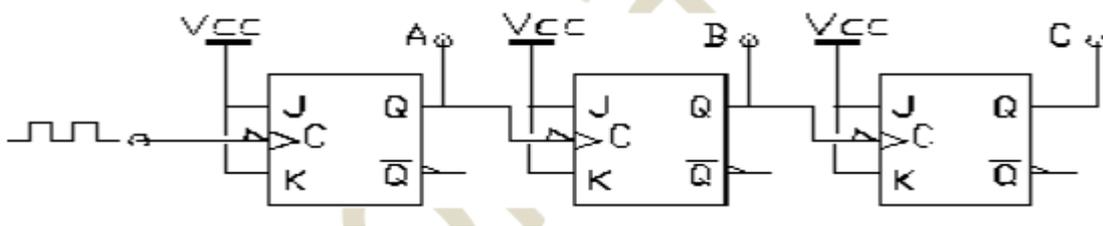


Figure 14: Compteur modulo n

Le compteur est remis à zéro dès la dixième impulsion L'impulsion, de courte durée sur la sortie B ne pose pas de problème si les sorties commandent un afficheur mais serait gênante si la sortie B devait attaquer d'autres circuits logiques.

3.2 Compteurs asynchrones (modulo 8,10 et 16)

3.2.1 Compteur asynchrone modulo 8

Pour réaliser un compteur modulo 8 à partir de 3 bascules J-K qu'on relie de la manière suivante :

N	Qc	Qb	Qa
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1

Tableau 2 : Compteur asynchrone modulo 8

3.2.2 Compteur asynchrone modulo 10

Pour réaliser un compteur modulo 10 à partir de 4 bascules J-K qu'on relie de la manière suivante :

N	Qd	Qc	Qb	Qa
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

Tableau 3: Compteur asynchrone modulo 10

4 Compteurs synchrones

Les temps de propagation TP s'ajoutant, le signal de sortie de la n ème bascule est retardé de $n \cdot tp$. Ce retard augmentant avec le nombre de bascules, les compteurs asynchrones seront vite limités en fréquence. D'autre part, des états intermédiaires de durée TP apparaissent et peuvent être à l'origine de dysfonctionnements. Pour pallier ce problème, on réalise des compteurs synchrones, pour lesquels le signal d'horloge est commun à toutes les bascules.

5 Avantage

Le compteur synchrone est donc plus rapide que le compteur asynchrone puisque les délais de propagation des bascules ne sont pas cumulés. D'autre part, si l'on suppose que toutes les bascules ont le même délai de propagation il n'y a pas d'état transitoire sur la sortie. Dans la pratique, ce n'est bien évidemment pas le cas car les délais de propagation de bascules

peuvent être différents (temps de montée et de descente différents, charges différentes etc.). Toutefois, la durée de ces transitoires est réduite à la différence de fonctionnement des bascules et en aucun cas n'est aussi importante qu'en asynchrone.

5.1 Compteurs synchrones (modulo 8,10 et 16)

5.2 Compteur synchrone modulo 8

Pour réaliser un compteur modulo 8 à partir de 3 bascules J-K qu'on relie de la manière suivante : L'impulsion d'horloge est appliquée simultanément à chaque bascule. Celles-ci évoluent en fonction des informations présentes sur leurs entrées J, K au moment où apparaît l'impulsion. Il faut donc repositionner J et K à l'instant t pour obtenir le basculement désiré à l'instant $t+1$.

J	K	Q	Q _n	Q _{n-1}	J	K
0	0	Q	0	1	1	x
0	1	0	1	0	x	1
1	0	1	1	1	x	0
1	1	\bar{Q}	0	0	0	x

N	Q _c	Q _b	Q _a	J _c	K _c	J _b	K _b	J _a	K _a
0	0	0	0	0	x	0	x	1	x
1	0	0	1	0	x	1	x	x	1
2	0	1	0	0	x	x	0	1	x
3	0	1	1	1	x	x	1	x	1
4	1	0	0	x	0	0	x	1	x
5	1	0	1	x	0	1	x	x	1
6	1	1	0	x	0	x	0	1	x
7	1	1	1	x	1	x	1	x	1

Tableau4 : Compteur synchrone modulo 8

5.3 Compteur synchrone modulo 10

Pour réaliser un compteur modulo 10 à partir de 4 bascules J-K qu'on relie de la manière suivante :

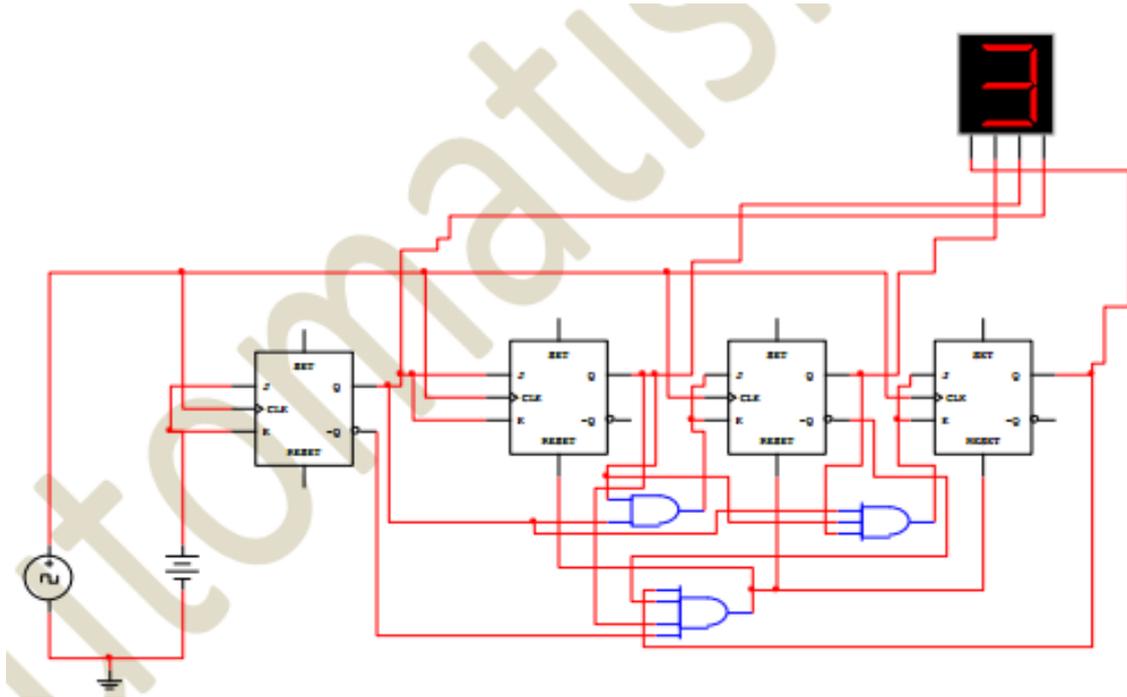


Figure 35 : Compteur synchrone modulo 10

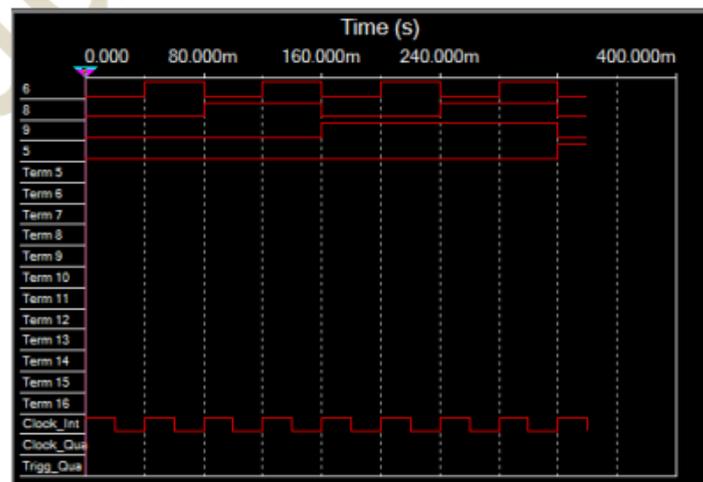


Figure 36: simulation entré sortie d'un compteur modulo 10 à partir de 4 bascules J-K

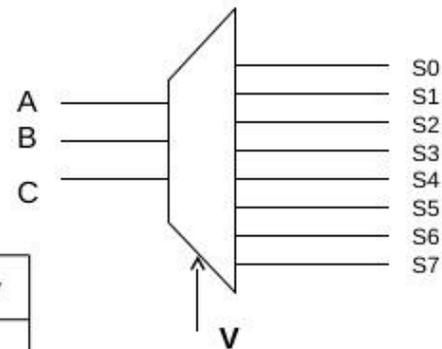
6 Les décodeur et encodeur

6.1 Etude d'un décodeur BCD/DECIMAL

6.2 Remplissage de la table de vérité d'après les équations logiques

Décodeur 3→8

A	B	C	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1



$$S_0 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C}$$

$$S_1 = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C$$

$$S_2 = \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C}$$

$$S_3 = \bar{A} \cdot B \cdot C$$

$$S_4 = A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C}$$

$$S_5 = A \cdot \bar{B} \cdot C$$

$$S_6 = A \cdot B \cdot \bar{C}$$

$$S_7 = A \cdot B \cdot C$$

Tableau 5 : table de vérité d'un décodeur BCD/décimal

7 Conclusion

Pour chaque valeur codée en binaire comprise entre 0 et 9, une seule variable de sortie prend un état caractéristique de cette même valeur: c'est la sortie décimale "active". Cette sortie active est caractérisée par un niveau logique 0: on dit qu'il s'agit d'une sortie active à l'état 0.

7.1 Autre circuit intégrés décodeur binaire/décimal

La plupart des démultiplexeurs réalisent également la fonction décodage Binaire/décimal; leurs variables de donnée deviennent alors variables de validation, et leurs variables de commande deviennent les variables de donnée du décodeur

Chapitre V

Fonctionnement du circuit

1 PRINCIPE

Pour réaliser la détection de la direction du vent, nous faisons appel au traditionnel aileron vertical tournant autour d'un axe, lui-même vertical. Celui-ci entraîne, en bout d'arbre, un aimant permanent qui se déplace dans un plan horizontal, au dessus d'un jeu de huit ILS (interrupteurs à lames souples) disposés circulairement sur les 360° de la rose des vents. De ce fait, ils délimitent les directions suivantes : NORD, NORD-EST, EST, SUD-EST, SUD, SUD-OUEST, OUEST et NORD-OUEST. Jusqu'ici, rien de bien novateur. On pourrait même croire, en première réflexion, que chaque ILS pourraient commander l'allumage d'une LED indiquant ainsi, a distance, la direction du vent. En réalité, les choses ne sont pas aussi simples. En effet, il est pratiquement impossible de les disposer de manière a ce que l'ouverture des contacts d'un ILS donné corresponde exactement a la fermeture de l'ILS suivant.

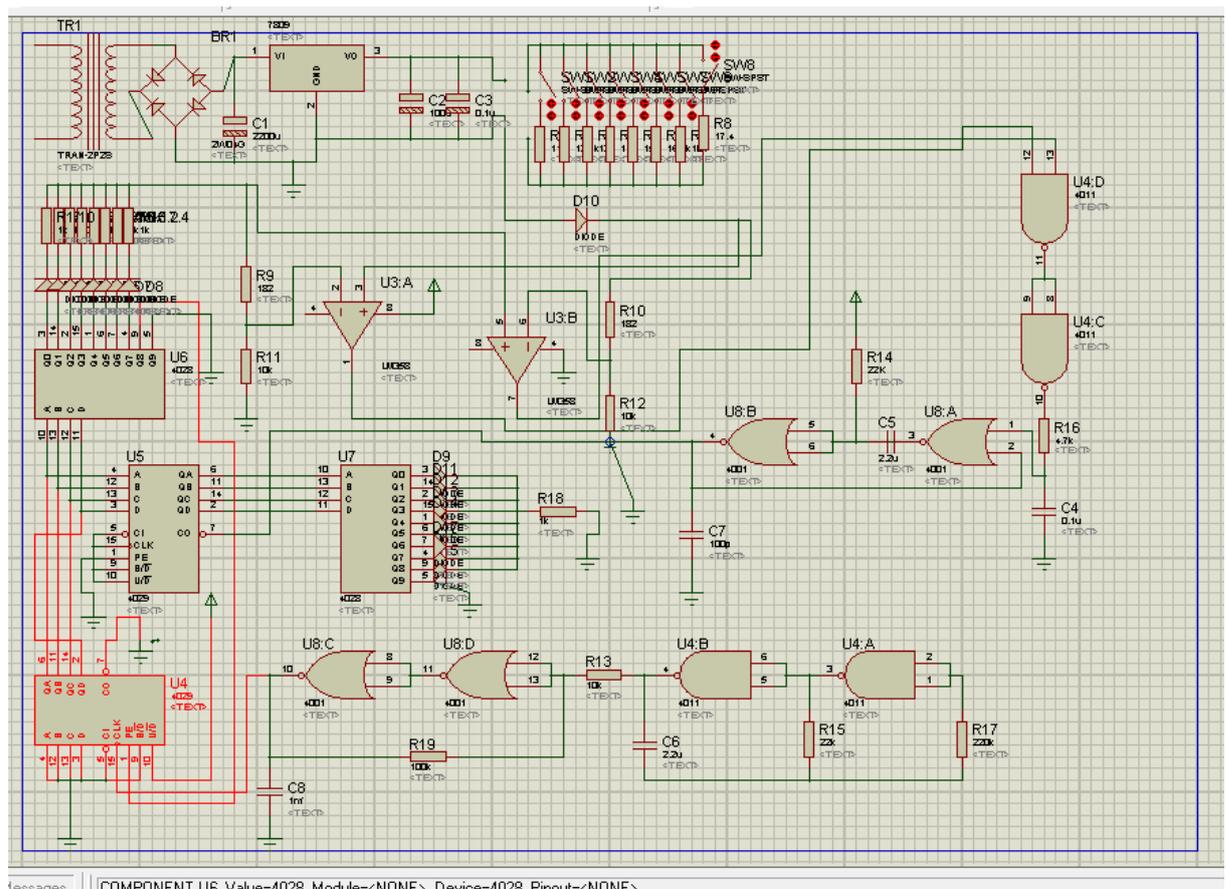


Figure 37 : schéma du circuit à réaliser

2 Fonctionnement

2.1 Alimentation

L'alimentation du montage est très classique. L'énergie est fournie par le secteur a travers un transformateur délivrant, sur son enroulement secondaire, une tension alternative de 12V (figure 1) Un pont de diodes en redresse les deux alternances et la capacité C1 effectue un premier filtrage . En sortie du régulateur, on dispose alors d'un potentiel continu et stabilisé a 9V, auquel la caapacité C2 apporte un complément de filtrage . Enfin, le condensateur C3 découple le montage de l'alimentation.

2.2 Detection de l'orientation de la girouette

La rotation de l'axe de la girouette a pour effet de déplacer un aimant permanent au-dessus de huit ILS, également répartis et disposés en cercle (figure 2).

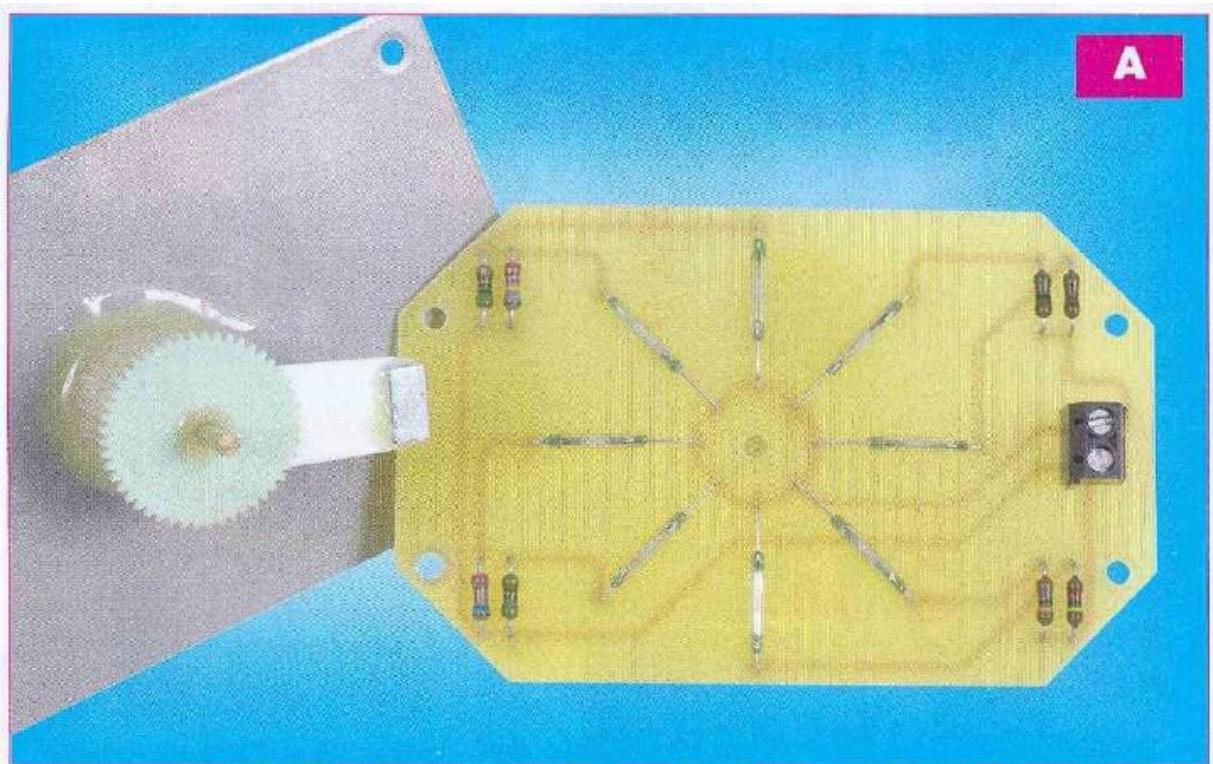


Figure 38 : Detection de l'orientation de la girouette

De ce fait, l'angle formé par deux ILS voisins a une valeur de 45° . Dans le cas général, une orientation donnée de la girouette se traduit par la fermeture d'un ILS. Il en résulte l'insertion d'une résistance dont la valeur est particulière à chaque ILS, dans un circuit dont l'origine est le « plus » de l'alimentation, la diode D9, R10 et R12. La cathode de D9 reliée à l'entrée « non inverseuse » du comparateur (I) de IC1. Le point commun de R10 et de R12 est en relation avec l'entrée « inverseuse » du comparateur (II). Restons-en là pour le moment. Nous reviendrons ultérieurement sur le rôle précis de ces deux comparateurs. Notons également que, par convention, nous avons affecté l'ILS n°1 à l'orientation « NORD », l'ILS n°2 au « NORD-EST » et ainsi de suite pour terminer avec l'ILS n°8 correspondant au « NORD-OUEST ».

2.3 Base de temps

Les portes NAND (I) et (II) de IC2 forment un oscillateur astable qui délivre sur sa sortie des créneaux de forme carrée et caractérisés par une période de l'ordre de 100 ms. Ainsi que nous le verrons plus loin, cette valeur correspond au $1/8'$ de la périodicité de lecture de l'orientation de l'axe de la girouette. Les portes NOR (III) et (IV) sont montées en trigger de Schmitt dont la sortie délivre des créneaux aux fronts ascendants et descendants, davantage verticaux afin de les rendre plus aptes à attaquer l'entrée de comptage du compteur IC4 placé en aval.

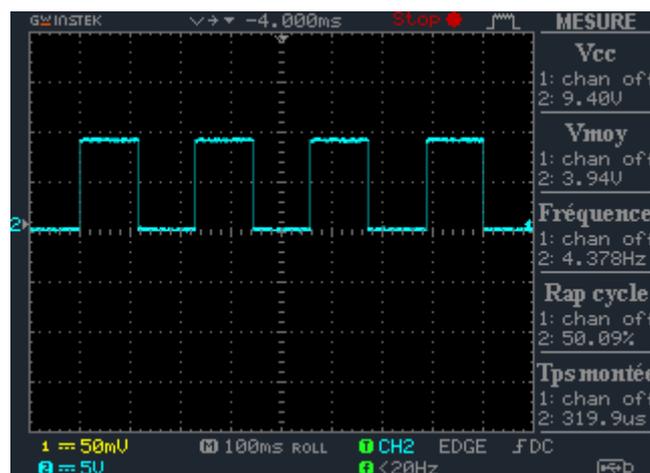


Figure 39 : signal de sortie du cd 4011

2.4 Séquenceur

Le compteur IC4 est un CD 4029. Dans la présente utilisation, il fonctionne simplement comme compteur binaire en base décimale.

Ses sorties Q 1, Q 2, Q 3, et Q 4 évoluent au rythme des fronts montants des créneaux présentés sur son entrée « Clock ». Elles sont en relation avec les entrées de IC6, un CD 4028, c'est-à-dire un décodeur BCD/décimal. Au fur et à mesure de l'avance du compteur, l'état « haut » se déplace successivement sur les sorties SO, SI, S2 et ainsi de suite. Lorsque l'état « haut » aboutit à la sortie S8 en relation avec l'entrée « Preset Enable » de IC4, ce dernier est aussitôt remis à zéro. En définitive, la séquence continue de comptage comporte huit positions indéfiniment renouvelées. Chaque sortie de IC6 est en relation avec une diode et une résistance de valeur particulière. En fait, les valeurs retenues correspondent exactement à celles contenues dans le boîtier « capteur », mises en circuit par la fermeture de l'ILS correspondant. Leur point commun aboutit à un pont formé par R9 et R11, respectivement de même valeur que R10 et R12. Le point commun des résistances RI à R8 issues de IC6 est relié à l'entrée « non inverseuse » du comparateur (II) de IC1. Quant au point commun à R9 et R11, il rejoint l'entrée « inverseuse » du comparateur (I). Également par convention, la sortie S0 de IC6 est affectée à l'orientation « NORD », la sortie SI au « NORD-EST » et ainsi de suite.

2.5 Mise en évidence de l'orientation de la girouette

Lorsque l'axe de rotation de la girouette occupe une position angulaire donnée sur le plan de la rose des vents, il convient de détecter cette position sans ambiguïté.

À titre d'exemple, prenons le cas où le vent provient de l'EST.

Dans ce cas, c'est l'ILS n°3 qui est fermé. Étant donné la présence de la diode D9 qui introduit dans le circuit une chute de tension de 0,6 V, pour les calculs, tout se passe comme si le potentiel positif n'était plus que de 8,4 V.

On peut alors déterminer le potentiel U1 appliqué à l'entrée « inverseuse » du comparateur (II).

$$U1 = \frac{10}{12.1 + 0.182 + 10} \times 8.4 = 3.770 \text{ V}$$

De même pour l'entrée « non inverseuse » du comparateur (I).

$$U2 = \frac{10 + 0.182}{12.1 + 0.182 + 10} \times 8.4 = 3.838 \text{ V}$$

Pendant ce temps, l'ensemble compteur-décodeur IC4/IC6 poursuit inlassablement son cycle.

Lorsque l'état « haut » atteint la sortie S1, correspondant par convention au NORD-EST, c'est-à-dire la position précédant l'EST, il est possible de calculer de la même manière, Le potentiel U3 sur l'entrée « inverseuse » du comparateur (I) :

$$U3 = \frac{10}{11 + 0.182 + 10} \times 8.4 = 3.966 \text{ V}$$

Et sur l'entrée « non inverseuse » du comparateur (II) :

$$U4 = \frac{10 + 0.182}{11 + 0.182 + 10} \times 8.4 = 4.038 \text{ V}$$

Ces résultats sont consignés dans le **tableau I**.

Position de la girouette	Sortie active de IC6	Comparateur I			Comparateur II			Sortie porte NAND IV
		e- (v)	e+ (v)	Niveau logique sortie	e- (v)	e+ (v)	Niveau logique sortie	
EST	S1	3,966	3,838	0	3,770	4,038	1	0
EST	S2	3,770	3,838	1	3,770	3,838	1	1
EST	S3	3,624	3,838	1	3,770	3,689	0	0

Tableau 6 : résultats des comparateurs

Pour un comparateur donné, la règle de fonctionnement est fort simple :

- Si le potentiel de l'entrée « non inverseuse » est supérieur à celui de l'entrée « inverseuse », la sortie présente un état considéré comme « haut », c'est-à-dire proche de 9 V
- Dans le cas inverse, la sortie présente un état « bas » à la tension de déchet près qui est de l'ordre de 1,8 V.

En appliquant ce principe, la sortie du comparateur (I) présente un état « bas », tandis que celle du comparateur (II) est à l'état « haut ». La sortie de la porte NAND (III) de IC2 présente alors un état « haut » et celle de la porte NAND (IV) est à l'état « bas ».

Nous verrons au paragraphe suivant que dans ce cas, il ne se passe rien de particulier : l'état « haut » présent sur la sortie S1 de IC6 n'est suivi d'aucun effet.

Plaçons-nous maintenant dans le cas où l'état « haut » se transpose sur la sortie S2 de IC6.

Les résultats des calculs sont repris dans le même tableau. Nous sommes dans le cas Particulier pour lequel les deux ponts de résistances comportent des valeurs respectives rigoureusement égales. Il en résulte un état « haut » sur les sorties des deux comparateurs et un état « haut » sur la sortie de la porte NAND (IV). Cet état « haut » sera exploité, comme nous le verrons plus loin. Enfin, lorsque l'état « haut » arrive sur la sortie S3, la troisième ligne du tableau I nous montre des résultats.

La sortie de la porte NAND (IV) repasse à l'état « bas ». En définitive, la sortie de la porte NAND (IV) présente seulement un état « haut » pour la position particulière pour laquelle l'état « haut » est sur S2. Dans Tous les autres cas, cette sortie est à l'état « bas ».

Bien entendu, cette logique est transposable à tous les cas de figures d'orientations de l'axe de la girouette dans le respect des relations reprises dans le **tableau II**.

Orientation de la girouette	Sortie active de IC6	Sortie de la porte NAND IV
NORD	S0	1
NORD EST	S1	1
EST	S2	1
SUD EST	S3	1
SUD	S4	1
SUD OUEST	S5	1
OUEST	S6	1
NORD OUEST	S7	1

Tableau 7 : orientations de l'axe de la girouette

2.6 Remarques sur le fonctionnement de la détection

L'importance du pouvoir discriminatoire de cette logique de détection est due à la valeur

relativement faible de R9 et R10 (182 Ω) par rapport aux valeurs des autres résistances entrant dans les ponts diviseurs. La fenêtre réservée à la reconnaissance d'une position donnée de l'axe de la girouette étant très restreinte, il est nécessaire de faire appel à des résistances à « faible tolérance » de fabrication. C'est la raison pour laquelle des résistances à 1 % de tolérance ont été utilisées. Par ailleurs, l'étagement des valeurs successives des résistances R1 à R8 doit répondre à la double condition suivante :

- Une différence sensible de valeur entre deux résistances correspondant à des positions successives de l'axe de la girouette
- La dernière valeur doit rester inférieure au double de la première pour la raison que nous évoquons ci-des sous.

Au niveau de la réalisation pratique, il est mécaniquement impossible, lors des transitions d'une direction du vent à la direction immédiatement voisine, d'obtenir simultanément l'ouverture de l'ILS de rang « n » et la fermeture de l'ILS « n +/-1 ».

Dans le cas où cette transition se traduit par la fermeture simultanée de deux ILS voisins, la valeur de la résistance insérée dans le pont diviseur correspond alors à la résistance équivalente de deux résistances voisines.

Par exemple, si on retenait un pas de 2 k Ω , avec R1 = 10 k Ω on aurait les valeurs R7 = 22 k Ω et R8 = 24 k Ω .

Si les ILS 7 et 8 sont simultanément fermés, la résistance équivalente est de :

$$R = \frac{22 \times 24}{22 + 2} = 11.47 K$$

Cette valeur étant très proche de 12 k Ω , il y aurait donc risque de confusion avec la fermeture d'ILS 2. Le lecteur pourra vérifier que les valeurs retenues dans le montage n'entraînent, en aucun cas, de telles ambiguïtés.

Si deux ILS voisins sont fermés simultanément, La sortie de la porte NAND (IV) reste à l'état « bas ».

Nous verrons plus tard que cela n'aboutit pas à une indication erronée de la direction du vent qui reste simplement celle qui a précédé la fermeture simultanée des deux ILS.

De même, si pour une position angulaire particulière de l'axe de la girouette aucun ILS n'est fermé, l'entrée « non inverseuse » du comparateur (I) est soumise à un potentiel nul.

Sa sortie présente donc un état « bas » tout comme celle de la porte NAND (IV). Comme pour le cas précédent, l'indication reste alors celle qui a précédé cette situation particulière.

2.7 Mémorisation de la détection

À chaque fois que la sortie de la porte NAND (IV) présente un état « haut » de reconnaissance d'une position angulaire de l'axe de la girouette, la bascule monostable formée par les portes NOR (I) et (II) de IC3 délivre sur sa sortie un état « haut » d'une durée d'environ 30 ms. Cet état « haut » est présenté sur l'entrée « Preset Enable » d'un second compteur IC5 de type CD 4029. Mais ce dernier ne travaille pas en tant que compteur. Il se contente de mémoriser les niveaux binaires présents à ce moment sur les entrées JAM 1, JAM2, JAM3 et JAM4 respectivement reliées aux sorties Q1, Q2, Q3 et Q4 du compteur IC4. Les sorties Q1 à Q4 de IC5 prennent aussitôt ces mêmes valeurs binaires et les gardent. La valeur binaire ainsi mémorisée peut être reconfirmée 0,8 s plus tard si l'axe de la girouette n'a pas changé de position angulaire. Elle peut également être changée si l'axe a subi une rotation.

2.8 Décodage et affichage

Le circuit intégré référencé IC7 est encore un CD 4028, c'est-à-dire un décodeur BCD/décimal. Chacune de ses sorties S0 à S7 est reliée à une led de signalisation. La résistance R18 limite le courant d'alimentation de la led concernée par l'état « haut » présent sur la sortie Si correspondante. La led L1 correspond au NORD, L2 au NORD-EST et ainsi de suite pour terminer avec la led L8 qui signale le NORD-OUEST.

2.9 Réalisation pratique

2.9.1 Circuits imprimé

La réalisation des circuits imprimés n'appelle pas de remarque particulière, du moins en ce qui concerne le C.I. principal (**figure 3**).

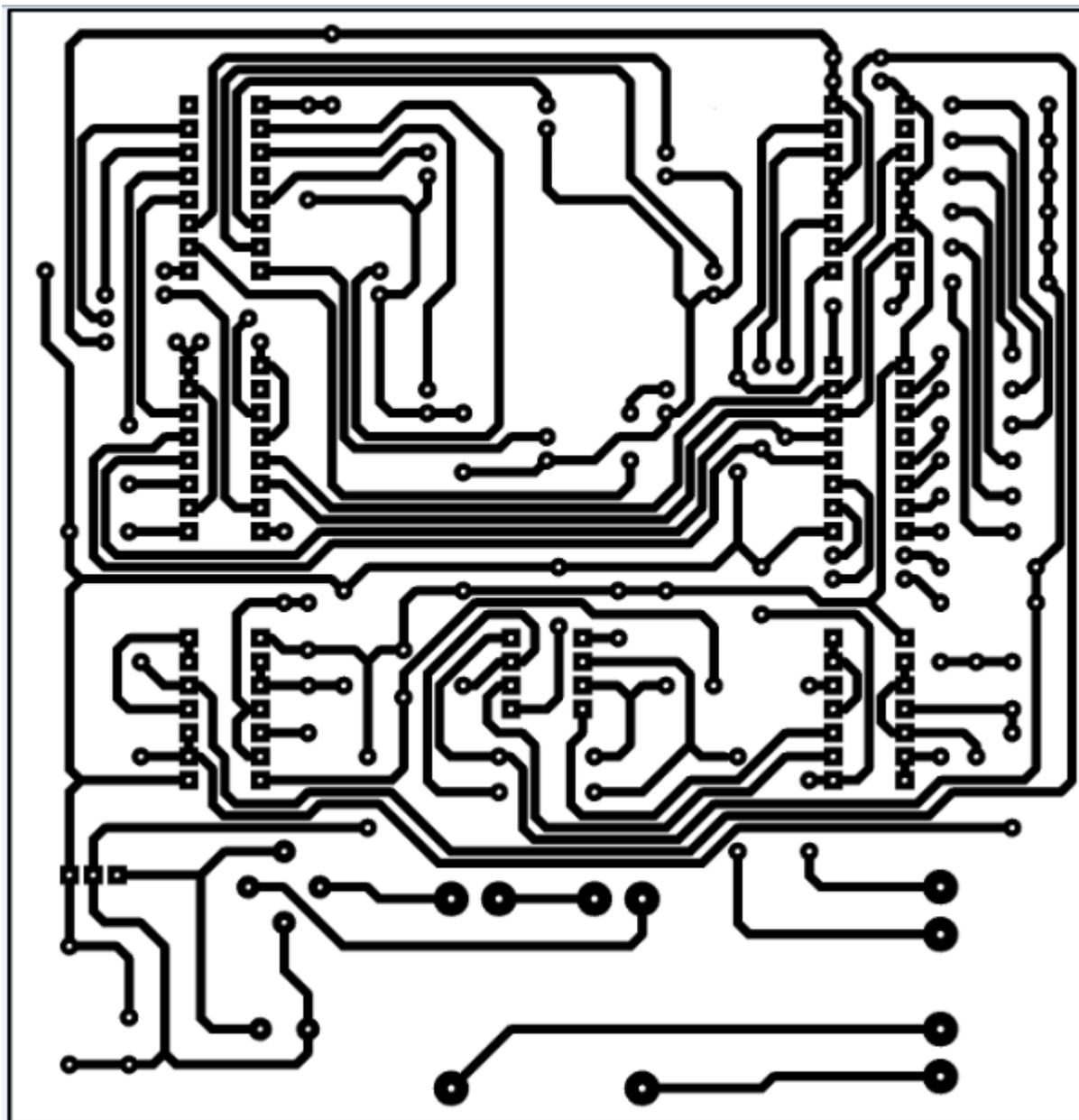


Figure 40 : le C.I. principal

Pour le C.I. « capteur », il convient de se procurer auparavant le boîtier destiné à le recevoir, afin d'adapter le cas échéant ses dimensions (**figure 4**).

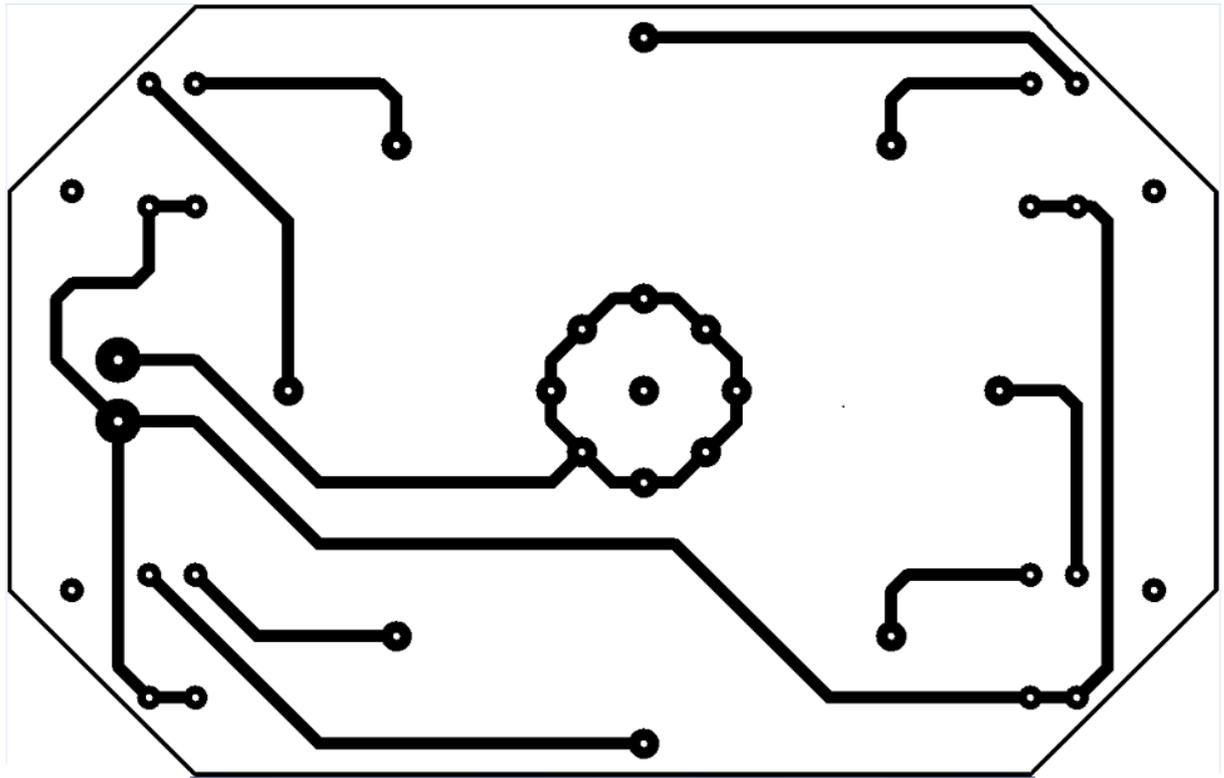


Figure 41 : C.I. « capteur »

Après gravure, les plaquettes sont à rincer abondamment à l'eau tiède.

Par la suite, toutes les pastilles sont à percer à l'aide d'un foret de 0,8 mm.

Certains trous sont à agrandir en fonction des diamètres des connexions des composants les plus volumineux.

2.9.2 implantation des composants

Il convient de commencer l'insertion des composants les moins épais tels que les straps, les diodes et les résistances, pour terminer par ceux qui se caractérisent par des hauteurs plus importantes (**figures 3a et 3b**).

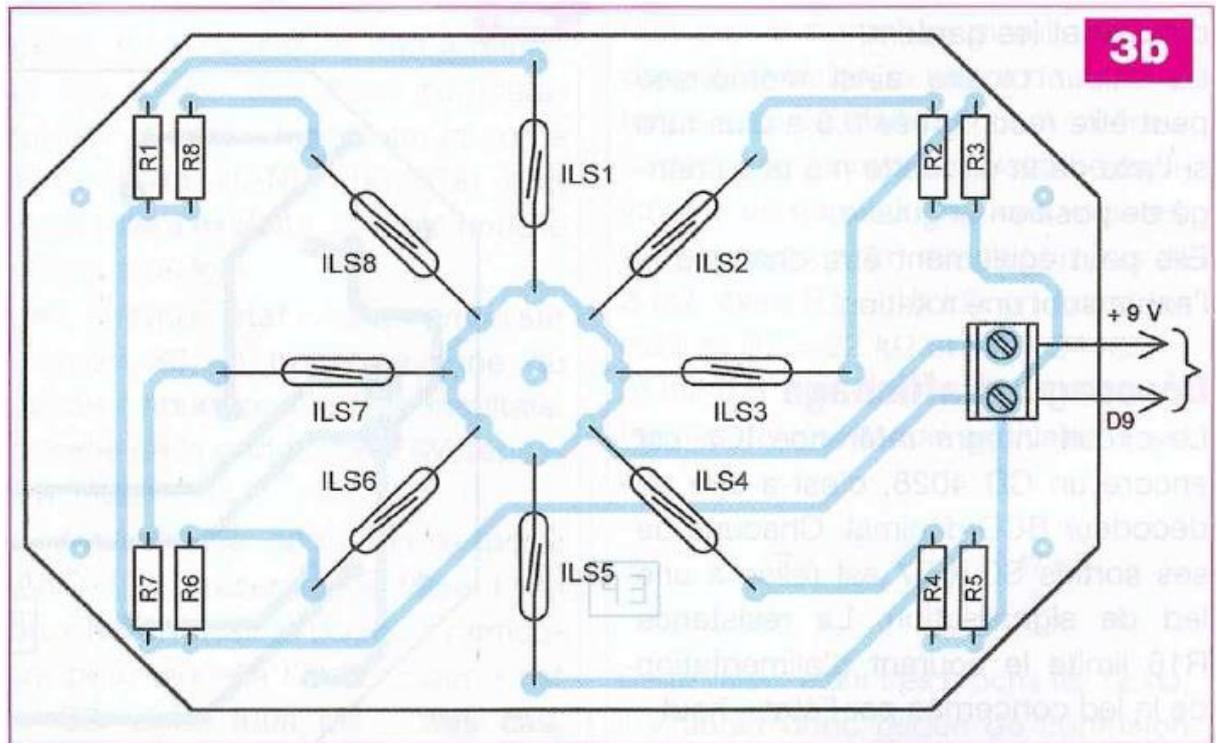


Figure 42 : implantation des composants

Attention au sens d'implantation des polarités des composants polarisés. Pour les ILS, il est nécessaire d'apporter un soin tout à fait particulier lors du préformage des connexions.

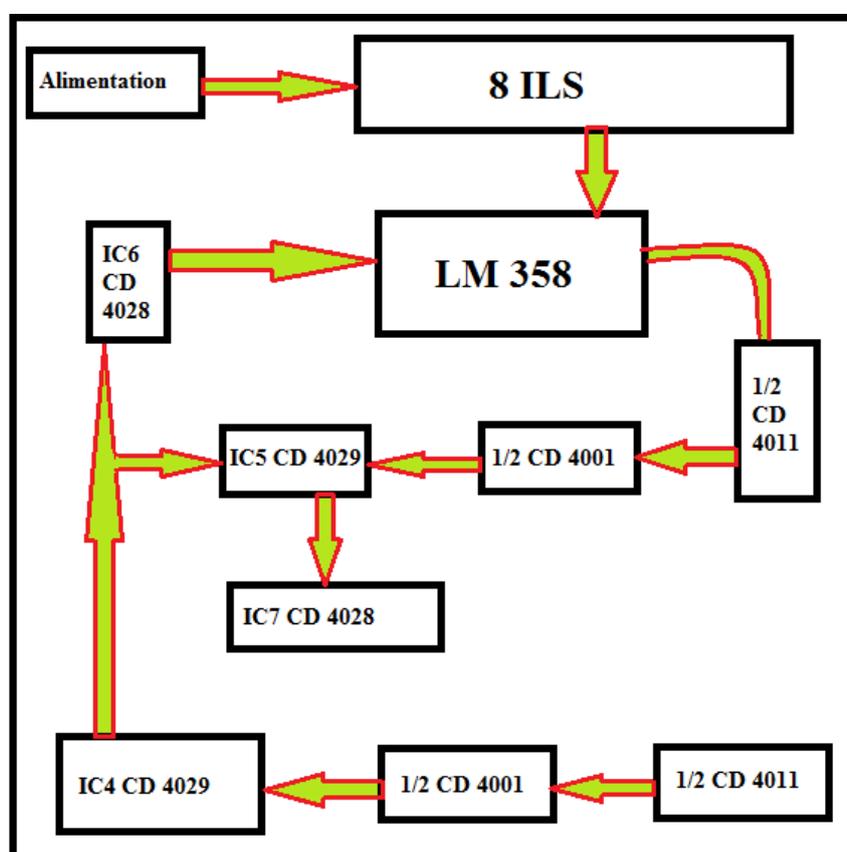
3 Réalisation de la girouette



Figure 43 : Réalisation de la girouette

La **figure 4** et la **photo B** illustrent un exemple de réalisation.

Le point « délicat » est celui du positionnement de l'aimant permanent avec cette double contrainte : son éloignement par rapport à l'axe de rotation de la girouette et la distance séparant les ILS de celle de la trajectoire circulaire de l'aimant. IL conviendra de procéder à de essais en se servant d'un ohmmètre pour mettre en évidence les ouvertures et les fermetures des ILS. L'objectif consiste à obtenir l'ouverture de l'ILS de rang « n », en même temps que la fermeture de l'ILS de rang « n +/- 1 » ou, du moins, de s'en approcher le plus possible. Attention également à l'orientation du bras supportant l'aimant par rapport à l'aileron de la girouette. **Ces deux éléments doivent être en opposition.** En effet, lorsque le vent vient, par exemple, du **NORD**, l'aileron se positionne en direction du **SUD**. La conception mécanique de l'ensemble doit être vue sous l'aspect d'une exposition du boîtier aux intempéries. Il convient donc de prévoir une étanchéité adaptée au niveau de la fermeture du couvercle, en posant, par exemple, un joint en silicone. La même remarque s'applique à l'orifice de passage du câble de connexions. Pour l'installation de la girouette, il est nécessaire de se munir d'une boussole afin de repérer le nord géographique. Une mise en place sur un poteau ou sur une toiture peut être une bonne solution.



Conclusion générale

Conclusion générale

Parmi les éléments de réponse apportés par ce sujet de mémoire, les résultats les plus importants à retenir restent la validation et la faisabilité du principe de la transduction magnétique et la possibilité de la logique électronique que nous avons développée dans ce mémoire à résoudre beaucoup de problème comme celui de l'allumage d'une seule LED correspondant a deux orientations voisines.

Mais l'électronique a pu également apporter une simplification supplémentaire, celle de ne nécessiter qu'une seule paire de fils de liaison entre le boîtier capteur et le boîtier indicateur.

Malgré les difficultés que j'ai eues en accomplissant ce sujet. Je ne regrette surtout pas d'avoir choisi ce thème car il rassemble tout ce qu'on a vu ces trois dernières années. Donc sa m'a permis de tous revoir et c'est la meilleur façon de bien clôturer mes études.

Table des figures

Figure 1 : Anémomètre Girouette à ultrason.....	13
Figure 2 : Girouette à Monthermé.....	14
Figure 3: Girouette à Monthermé.....	15
Figure 4: Girouette avion, Montmorillon.....	15
Figure 5: Girouette sur l'île d'Yeu.....	16
Figure 6: Girouette d'Ouchy à Lausanne.....	17
Figure 7 :Girouette d'Ouchy à Lausanne.....	18
Figure 8: Girouette du Palazzo Vecchio à Florence.....	19
Figure 9: Interrupteur Reed (ILS)	22
Figure 10 : Interrupteur à lames souples, montrant les contacts.	23
Figure 11: Activation des contacts Reed utilisant les lobes magnétiques extérieurs.....	27
Figure 12: Activation des contacts reed en utilisant les lobes magnétiques au Centre.....	28
Figure13: Multiple actionnement des contacte reed en utilisant les lobes magnétiques Centre.....	29
Figure 14: Multiple Activation des contacts Reed avec Rotation 2-Pole Magnet.....	30
Figure 15: Multiple Activation des contacts Reed Avec un Aimant routeur a 2- Pole.....	31

Figure 16 : Le signal d'horloge de forme d'onde.....	34
Figure 17: Circuit monostable a porte NAND.....	36
Figure 18: Multivibrateur monostable à porte NON.....	37
Figure 19: Astable Multivibrateur à porte NAND.....	39
Figure 20: la forme d'onde de sortie.....	40
Figure 21: Bistable Multivibrateur à Porte NAND.....	41
Figure 22 : Trigger de Schmitt.....	42
Figure 23: Réponse en fréquence.....	47
Figure 24: Multiplicateur.....	49
Figure 25: Multiplicateur.....	50
Figure 26: Intégrateur idéal.....	50
Figure 27: Comparateur simple.....	51
Figure 28: Comparateur à hystérésis ou trigger3 de Schmitt.....	52
Figure 29: courbe.....	52
Figure 30: comparateur simple.....	53
Figure 31: Multivibrateur astable.....	54
Figure 32 : Fonction du comptage.....	56
Figure 33: symbole bascule JK, bascule D.....	57
Figure 34: Compteur modulo n.....	58
Figure 35 : Compteur synchrone modulo 10.....	61

Figure 36: simulation entrée sortie d'un compteur modulo 10 à partir de 4 bascules J-K.....	61
Figure 37 : schéma du circuit à réaliser.....	64
Figure 38 : Detection de l'orientation de la girouette.....	65
Figure 39 : signal de sortie du cd 4011.....	66
Figure 40 : le C.I. principal.....	72
Figure 41 : C.I. « capteur »	73
Figure 42 : implantation des composants.....	74
Figure 43 : Réalisation de la girouette.....	74

List des tableaux

Tableau 1 : Les différents capteurs magnétiques	21
Tableau 2 : Compteur asynchrone modulo 8.....	58
Tableau 3: Compteur asynchrone modulo 10.....	59
Tableau4 : Compteur synchrone modulo 8.....	60
Tableau 5 : table de vérité d'après les équations logiques.....	62
Tableau 6 : résultats des comparateurs.....	68
Tableau 7 : orientations de l'axe de la girouette.....	69

- [1] Merrill I. Skolnik, '*Radar Handbook*, second edition', 1990
- [2] www.meder.com/interrupteurs_reed.
- [3] www.reed-sensor.com/Notes/index.html
- [4] www.pyro-controle.com/display.asp?9767
- [5] www.schema-montage-electronique.blogspot.com/2011/10/divers-montages-electroniques.html
- [6] www.dmohankumar.wordpress.com/2011/04/20/cd-4011-astable/
- [7] genie-indus.e-monsite.com/medias/files/tp3.pdf
- [8] www.sensorland.com/HowPage029.html
- [9] www.cotorelay.com/html/library.html.htm
- [10] RAYMOND HAIGH: Special constructional feature 'Using the lm3914-5-6 L.E.D. bargraph drivers.pdf, *Everyday Practical Electronics*, February 2001
- [11] www.electronique-magazine.com
« *Connaître et utiliser les circuits LM358* »
- [12] Rapport de Projet Études et Réalisation :
Bargraph d'analyse de tension pour batteries 12V plomb Optima avec relais d'arrêt des moteurs, Université François-Rabelais de Tours
- [13] www.electroniquepratique.com
Y.MERGY « *Testeur de servomoteurs pour modélisme* » Edition n° 325 Mars 2008

Bibliographie

- [14] [www.eeweb.com/project/circuit_projects/electronic_thermometer -project-by-lm35-and-lm3914](http://www.eeweb.com/project/circuit_projects/electronic_thermometer_project-by-lm35-and-lm3914)
- [15] [www.TI.com](http://www.ti.com) par Texas instruments
- [16] [www.en.wikipedia.org/wiki/Silicon_bandgap, temperature_sensor](http://www.en.wikipedia.org/wiki/Silicon_bandgap_temperature_sensor)
- [17] livre : ELECTRONIQUE NUMERIQUE “circuit intégrés logique et leurs application “

ANEX :

Résistances

21 straps (8 horizontaux, 13 verticaux)

R1 (*) : 10 k Ω (marron, noir, noir, rouge)

R2 (*) ; 11 k Ω (marron, marron, noir, rouge)

R3 (*) : 12,1 k Ω (marron, rouge, marron, rouge)

R4 (*) : 13 k Ω (marron, orange, noir, rouge)

R5 (*) : 14 k Ω (marron, jaune, noir, rouge)

R6 (*) : 15 k Ω (marron, vert, noir, rouge)

R7 (*) : 16,2 k Ω (marron, bleu, rouge, rouge)

R8 (*) : 17,4 k Ω (marron, violet, jaune, rouge)

R9, R10 (*) ; 182 Ω (marron, gris, rouge, noir)

R11, R12 (*) : 10 k Ω (marron, noir, noir, rouge)

R13 : 10 k Ω (marron, noir, orange)

R14, R15 : 22 k Ω (rouge, rouge, orange)

R16 ; 4,7 k Ω (jaune, violet, rouge)

R17 : 220 k Ω (rouge, rouge, jaune)

R18 : 1 k Ω (marron, noir, rouge)

R19 : 100 k Ω (marron, noir, jaune)

(*) : Résistances à 1 % de tolérance

Condensateurs

C1 : 2200 mF/25 V

C2 : 100 mF/16 V

C3, C4 : 0,1 pF

C5, C6 : 2,2 pF

C7, C8 : 1 nF

Semi-conducteurs

IC1 : LM 358

IC2 ; CD 4011

IC3 : CD 4001

IC4, IC5: CD 4029

IC6, IC7: CD 4028

D1 à D9 : 1N 4148

L1 à L8 : Leds rouges 0 3

REG : Régulateur 9 V - 7809

Pont de diodes

Divers

1 support 8 broches

2 supports 14 broches

4 supports 16 broches

Transformateur 220 V/2 x 6 V/1,5 VA

2 borniers soudables de 2 piots

Module capteur

Résistances

R1 (*) : 10 k Ω (marron, noir, noir, rouge)

R2 (*) : 11 k Ω (marron, marron, noir, rouge)

R3 (*) : 12,1 k Ω (marron, rouge, marron, rouge)

R4 (*) : 13 k Ω (marron, orange, noir, rouge)

R5 (*) : 14 k Ω (marron, jaune, noir, rouge)

R6 (*) : 15 k Ω (marron, vert, noir, rouge)

R7 (*) : 16,2 k Ω (marron, bleu, rouge, rouge)

R8 (*) : 17,4 k Ω (marron, violet, jaune, rouge)

(*): Résistances à 1 % de tolérance

Divers

ILS1 à ILS8 ; ILS (long. 13, 0 2)

CD4028B Types

BCD-to-Decimal Decoder

High-Voltage Types (20 Volt Rating)

■ CD4028B types are BCD-to-decimal or binary-to-octal decoders consisting of buffering on all 4 inputs, decoding logic gates, and 10 output buffers. A BCD code applied to the four inputs, A to D, results in a high level at the selected one of 10 decimal decoded outputs. Similarly, a 3-bit binary code applied to inputs A through C is decoded in octal code at output 0 to 7 if D = "0". High drive capability is provided on all outputs to enhance dc and dynamic performance in high fan-out applications.

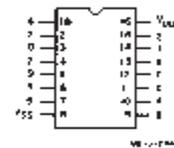
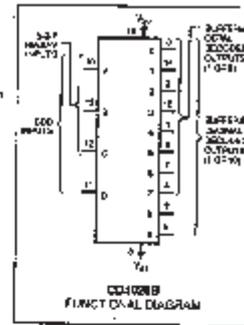
The CD4028B-Series types are supplied in 16-lead hermetic dual-in-line ceramic packages (FSA suffix), 16-lead dual-in-line plastic packages (E suffix), 16-lead small-outline packages (M, MS6, MT, and NSR suffixes), and 16-lead thin shrink small-outline packages (PW and PWR suffixes).

Features

- BCD-to-decimal decoding or binary-to-octal decoding
- High decoded output drive capability
- "Positive logic" inputs and outputs...
... decoded outputs go high on selection
- Medium-speed operation...
... t_{PHL} (t_{PLH}) = 80 ns (typ.) @ $V_{DD} = 10$ V
- Standardized, symmetrical output characteristics
- 100% tested for quiescent current at 20 V
- Maximum input current of 1 μ A at 18 V over full package-temperature range, 100 nA at 18 V and 25°C
- Noise margin (over full package-temperature range):
1 V at $V_{DD} = 5$ V
2 V at $V_{DD} = 10$ V
2.5 V at $V_{DD} = 15$ V
- 5-V, 10-V, and 15-V parametric ratings
- Meets all requirements of JEDEC
Tentative Standard No. 13B, "Standard Specifications for Description of 'W' Series CMOS Devices"

Applications:

- Code conversion
- Indicator-tube decoder
- Address decoding—memory selection control



Top View
TERMINAL DIAGRAM

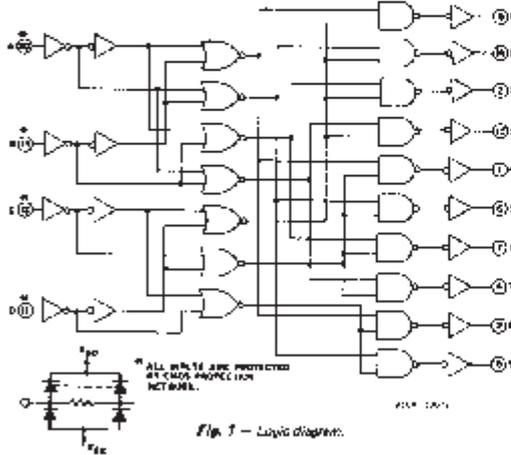


Fig. 1 - Logic diagram.

MAXIMUM RATINGS, Absolute-Maximum Values:

DC SUPPLY-VOLTAGE RANGE, (V_{DD})		
Voltage referenced to V_{SS} Terminal	0.5V to +20V
INPUT VOLTAGE RANGE, ALL INPUTS	 -0.5V to $V_{DD} + 0.5$ V
DC INPUT CURRENT, ANY ONE INPUT	 ± 10 μ A
POWER DISSIPATION PER PACKAGE (P_D):		
For $T_A = -55^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$		500mW
For $T_A = -100^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$		Device Linearity of 12mW/°C to 200mW
DEVICE DISSIPATION PER OUTPUT TRANSISTOR		
FOR $T_A = \text{FULL PACKAGE-TEMPERATURE RANGE (All Package Types)}$		100mW
OPERATING TEMPERATURE RANGE (T_A)	 -55°C to $+125^\circ\text{C}$
STORAGE TEMPERATURE RANGE (T_{stg})	 -60°C to $+150^\circ\text{C}$
LEAD TEMPERATURE (DURING SOLDERING)		
All distances 1/16 & 1/32 inch (1.58 & 0.76mm) from case for 15s max		$\pm 265^\circ\text{C}$

TABLE 1 - TRUTH TABLE

D	C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1 - HIGH LEVEL 0 - LOW LEVEL

CMOS Presettable Up/Down Counter

Binary or BCD-Decade

High-Voltage Types (20-Volt Rating)

■ CD4029B consists of a four-stage binary or BCD-decade up/down counter with provisions for look-ahead carry in both counting modes. The inputs consist of a single CLOCK, CARRY-IN (CLOCK ENABLE), BINARY/DECADE, UP/DOWN, PRESET ENABLE, and four individual JAM signals, Q1, Q2, Q3, Q4 and a CARRY OUT signal are provided as outputs.

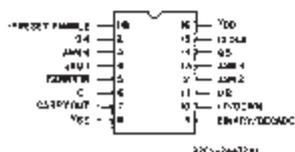
A high PRESET ENABLE signal allows forcing, on an edge of the JAM INPUTS, the counter to any state without loss of the clock. A low on each JAM line, when the PRESET ENABLE signal is high, resets the counter to its zero count. The counter is advanced one count at the positive transition of the clock when the CARRY-IN and PRESET ENABLE signals are low. Advancement is inhibited when the CARRY-IN or PRESET ENABLE signals are high. The CARRY OUT signal is normally high and goes low when the counter reaches its maximum count in the UP mode or the minimum count in the DOWN mode provided the CARRY-IN signal is low. The CARRY-IN signal in the low state can thus be considered a CLOCK ENABLE. The CARRY-IN terminal must be connected to V_{SS} when not in use.

Binary counting is accomplished when the BINARY/DECADE input is high; the counter counts in the decade mode when the BINARY/DECADE input is low. The counter counts up when the UP/DOWN input is high, and down when the UP/DOWN input is low. Multiple packages can be connected in either a parallel-clocking or a ripple-clocking arrangement as shown in Fig. 1.

Parallel clocking provides synchronous control and hence faster response from all counting outputs. Ripple-clocking allows for longer clock input rise and fall times.

The CD4029B-series types are supplied in 16-lead hermetic dual-in-line ceramic packages (FA suffix), 16-lead dual-in-line plastic packages (E suffix), 16-lead small-outline packages (M, MS, MT, and NSR suffixes), and 16-lead thin shrink small-outline packages (PW and PWR suffixes).

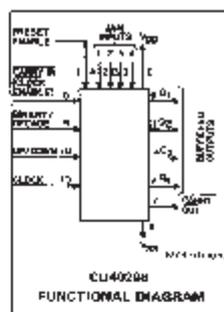
CD4029B Terminal Diagram



CD4029B Types

Features:

- Medium-speed operation ... 8 MHz (typ.)
- $C_L = 50$ pF and $V_{DD} - V_{SS} = 10$ V
- Multi-package parallel clocking for synchronous high speed output response or ripple clocking for slow clock input rise and fall times
- "Preset Enable" and individual "Jam" inputs provided
- Binary or decade up/down counting
- BCD outputs in decade mode
- 100% tested for equipment current at 20 V
- 5-V, 10-V, and 15-V parametric ratings
- Standardized, symmetrical output charge characteristics
- Maximum input current of 1 μ A at 15 V over full package temperature range; 100 nA at 15 V and 25°C
- Noise margin: lower full package-temperature range]
 - 1 V at $V_{DD} = 5$ V
 - 2 V at $V_{DD} = 10$ V
 - 2.5 V at $V_{DD} = 15$ V
- Meets all requirements of JEDEC Test Method Standard No. 13B, "Standard Specifications for Description of 'B' Series CMOS Devices"



Applications:

- Programmable binary and decade counting/frequency synthesizers-BCD output
- Analog to digital and digital to analog conversion
- Up/Down binary counting
- Magnitude and sign generation
- Up/Down decade counting
- Difference counting

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS at $T_A = 25^\circ\text{C}$, Except as Noted. For maximum reliability, nominal operating conditions should be selected so that operation is always within the following ranges:

CHARACTERISTIC	V _{DD} (V)	LIMITS		UNITS
		Min.	Max.	
Supply-Voltage Range (For $T_A =$ Full Package Temperature Range)	—	3	15	V
Setup Time t_{SU} : Carry-In	5	200	—	ns
	10	70	—	
	15	60	—	
U/D or B/D	5	340	—	ns
	10	140	—	
	15	100	—	
Clock Pulse Width, t_{PW}	5	180	—	ns
	10	90	—	
	15	60	—	
Preset Enable Pulse Width, t_{PE}	5	120	—	ns
	10	70	—	
	15	60	—	
Clock Input Frequency, f_{CL}	5	—	2	MHz
	10	—	4	
	15	—	5.5	
Clock Rise and Fall Time, t_{CL} , t_{FL}	5	—	—	μ s
	10	—	15	
	15	—	—	

CD4001BM/CD4001BC Quad 2-Input NOR Buffered B Series Gate
CD4011BM/CD4011BC Quad 2-Input NAND Buffered B Series Gate

General Description

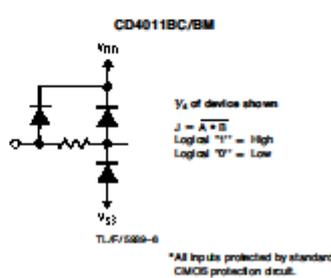
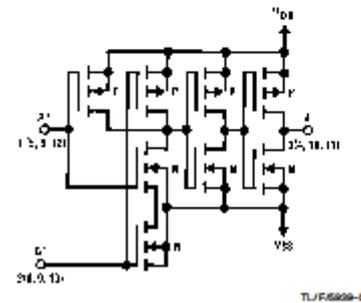
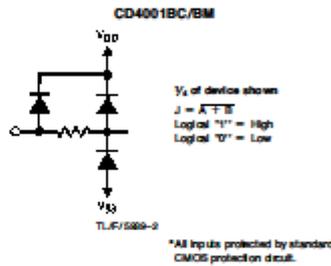
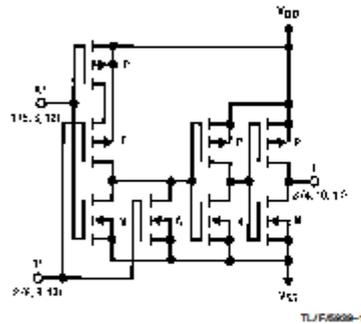
These quad gates are monolithic complementary MOS (CMOS) integrated circuits constructed with N- and P-channel enhancement mode transistors. They have equal source and sink current capabilities and conform to standard B series output drive. The devices also have buffered outputs which improve transfer 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 compatibility
 - 5V–10V–15V parametric ratings
 - Symmetrical output characteristics
 - Maximum input leakage 1 μ A @ 15V over full temperature range
- Fan out of 2 driving 74L or 1 driving 74LS

Schematic Diagrams



LMx58-N Low-Power, Dual-Operational Amplifiers

1 Features

- Available in 8-Bump DSBGA Chip-Sized Package, (See AN-1112, [SNVA009](#))
- Internally Frequency Compensated for Unity Gain
- Large DC Voltage Gain: 100 dB
- Wide Bandwidth (Unity Gain): 1 MHz (Temperature Compensated)
- Wide Power Supply Range:
 - Single Supply: 3V to 32V
 - Or Dual Supplies: $\pm 1.5V$ to $\pm 16V$
- Very Low Supply Current Drain (500 μA)—Essentially Independent of Supply Voltage
- Low Input Offset Voltage: 2 mV
- Input Common-Mode Voltage Range Includes Ground
- Differential Input Voltage Range Equal to the Power Supply Voltage
- Large Output Voltage Swing
- Unique Characteristics:
 - In the Linear Mode the Input Common-Mode Voltage Range Includes Ground and the Output Voltage Can Also Swing to Ground, even though Operated from Only a Single Power Supply Voltage.
 - The Unity Gain Cross Frequency is Temperature Compensated.
 - The Input Bias Current is also Temperature Compensated.
- Advantages:
 - Two Internally Compensated Op Amps
 - Eliminates Need for Dual Supplies
 - Allows Direct Sensing Near GND and V_{OUT} Also Goes to GND
 - Compatible with All Forms of Logic
 - Power Drain Suitable for Battery Operation

2 Applications

- Active Filters
- General Signal Conditioning and Amplification
- 4- to 20-mA Current Loop Transmitters

3 Description

The LM158 series consists of two independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, dc gain blocks and all the conventional op-amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM158 series can be directly operated off of the standard 3.3-V power supply voltage which is used in digital systems and will easily provide the required interface electronics without requiring the additional $\pm 15V$ power supplies.

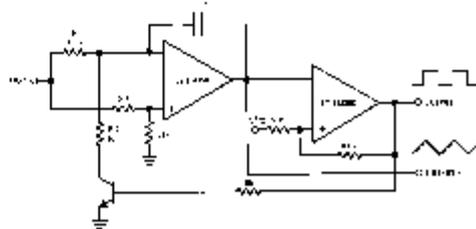
The LM358 and LM2904 are available in a chip sized package (8-Bump DSBGA) using TI's DSBGA package technology.

Device Information⁽¹⁾

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
LM158-N	TO-CAN (8)	9.08 mm x 9.09 mm
	CDIP (8)	10.16 mm x 6.502 mm
LM258-N	TO-CAN (8)	9.08 mm x 9.09 mm
	DSBGA (8)	1.31 mm x 1.31 mm
LM2904-N	SOIC (8)	4.90 mm x 3.91 mm
	PDIP (8)	9.81 mm x 6.35 mm
	TO-CAN (8)	9.08 mm x 9.09 mm
LM358-N	DSBGA (8)	1.31 mm x 1.31 mm
	SOIC (8)	4.90 mm x 3.91 mm
	PDIP (8)	9.81 mm x 6.35 mm

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

Voltage Controlled Oscillator (VCO)



An IMPORTANT NOTICE at the end of this data sheet addresses availability, warranty, changes, use in safety-critical applications, intellectual property matters and other important disclaimers. PRODUCTION DATA.

CD4011

Oscillateur à portes NAND

C'est un montage ou un composant électronique qui génère un signal périodique (c'est à dire qui se répète) et ce signal passe d'un niveau bas (par exemple 0 V) à un niveau haut (par exemple 12 V), puis au bout d'un certain temps repasse vers le niveau bas. Le signal reste un certain temps à l'état bas puis passe de nouveau à l'état haut, et le cycle se poursuit ainsi de suite sans s'arrêter, tant que les conditions requises pour que l'oscillation ait lieu sont respectées. Quand on regarde ce genre de signal à l'oscilloscope, il a la forme de créneaux (comme ceux d'un château fort), c'est pourquoi on lui a donné le nom de " rectangulaire."

Le CD4011 contient quatre portes NAND à 2 entrées séparées dans un seul paquet que nous pouvons l'utiliser de façon autonome ou l'utiliser largement.

Toutes les portes sont indépendantes de marche, sauf pour l'alimentation et un terrain d'entente. Contrairement à d'autres circuits intégrés numériques, toutes les entrées inutilisées du CI doivent être soit connecté au rail positif ou du sol. Aucune entrées ne devraient être laissées flottantes, car cela pourrait provoquer un fonctionnement erratique de l'IC.

Le circuit représenté ci-dessous est un simple oscillateur utilisant CD4011 NAND seulement quelques composants passifs. Cela forme un simple oscillateur RC. La résistance R2 (18K) se porte 1 (N1) dans un amplificateur linéaire avec des échos positifs. Le circuit peut donner des impulsions de 2,2 kHz de la broche 4.

Oscillateur

Ce circuit génère la sortie de tonalité à environ 1 KHz quand la broche 1 est «élevée»