

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
Université SAAD DAHLAB DE BLIDA
Faculté des sciences de L'ingénieur
Département D'Aéronautique

2007/084
EXA

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE
En Vue de l'obtention du diplôme

D'étude Universitaire Appliquée en Aéronautique
Option : Avionique

THEME:

Etude et réalisation d'un Anémomètre

Dirigé par

Promoteur :

Mr: KOUDER Elouahed B.

Réalisé par:

M^{elle}: RAHMOUNI GHAZAL

CO-PROMOTEUR:

Mr: CHABANE Rachid

PROMOTION : 2006 / 2007



Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à mes chers Parents
à qui je doit ce travail MOHAMED
Et FATOUMA ma Grand mère yamina*

Un spécial dédicace à mon chér fiancé

BELKACEM.

A Mes frères Marzak, Fares, Mahfoud,

Mohamed Surtout

Youcef Mes sœurs; Nadjat et Faiza

Ma belle sœur : Hayet Mes petits neveux

Ramzi, Mohamed ;

A mes amis surtout AMEL,

A ceux qui m'ont aidée de près ou de loin.

A tous mes proches qui aiment GHOZLENE

GHOZLENE

Remerciement

*En terme de ce travail, je tiens à remercier
en premier lieu, ALLAH le miséricordieux
qui m'a donné la force pour achever ce
travail. Je tiens à remercier vivement mon
promoteur Monsieur KOUIDER ELOUAHED B
et mon Co- promoteur M. CHABAN Rachid qui m'ont
guidée dans mon étude et pour les conseils positifs qui
m'ont donnée*

*Mes sincères remerciements s'adressent également à
tous les enseignants de "D.E.U.A"*

*Un remerciement particulier à tous le groupe
d'air Algérie pour leur aide et conseils aussi pour
leur bon accueil durant la période de mon stage*

GHOZZENE



RÉSUMÉ:

Cet appareil permet de mesurer la vitesse du vent, il est composé de deux parties, la première partie est constituée du capteur qui est en relation direct avec l'air par l'intermédiaire des coupelles qui sont libres dans un intervalle de temps bien déterminé. En mesurant le nombre de tours, on peut mesurer la vitesse du vent.

La deuxième partie est constituée de module d'affichage et ces circuits annexes.

ABSTRACT:

This apparatus allows measuring Wind speed it is composed of two parts, the first one is composed of capture that is in relation by intermediary of coupelles, and those are free to turn with the wind.

To calculate the wind speed, we have to calculate the number of turns do in an interval of time.

The second obey is composed of display module and his joining circuits.

ملخص:

هذا الجهاز يمكن حساب سرعة الرياح وهو يكون من جزئين :

الجزء الأول:

وهو على علاقة مع الجو و عبارة عن محور دوران يحمل أكواب حرة الحركة لكي تدور مع الرياح، و كلما كانت الرياح شديدة زادت سرعة الدواران للأكواب، و بحساب عدد اللفات التي تعملها الأكواب في مدة زمنية معينة، يمكن حساب سرعة الرياح.

و الجزء الثاني :

يتكون من دائرة رقمية مظهرة للنتيجة و الدارات المساعدة لها .

sommaire

Sommaire

I-1- Définition de vent:	01
I-2- Caractéristique du vent :.....	01
1-2-1- la force Coriolis :.....	01
1-2-2- La force de pression:	01
1-2-3- L'échelle de beaufort:	02
I-3- Types de vent:.....	02
1-3-1- Le vent géostrophique:.....	02
1-3-2- Le vent thermique:	03
1-3-3 Le vent solaire :.....	04
I-4- Les polygones de brise :.....	04
I-5- Le coefficient de pénétration :.....	04
I-6- Définition de l'anémomètre :	05
I-7- Le but :.....	05
I-8 Le principe :.....	05
I-9- Coupelles pour l'anémomètre.....	06
I-10- Principe de mesure de la vitesse du vent.....	06
I-11- Les unités :	06
I-12- Les différents types de l'anémomètre:.....	07
I-13- Description de l'anémomètre :.....	13
I-14- Les différentes solutions technologiques	14
I-14-1- L'anémomètre analogique :	14
I-14-2- L'anémomètre Numérique	15
I-14-3- Choix de l'anémomètre	16
Chapitre II: Etude d'anémomètre	
II-1- Schéma synoptique :	17
II-2 Le fonctionnement :	19
II-3 études des différents étages :	19
II-3-3-1 Etude d'un Capteur	19
II-3-2- l'organisation de commutation	24
II-3-3- Les compteurs.....	24
II-3-3-1 – Le compteur Asynchrone	25

II-3-3-2 Le COMPTEUR SYNCHRONE.....	27
II-3-3-3 LES CARACTERISTIQUES D'UN COMPTEUR :.....	27
II-3-3-4 LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU COMPTEUR.....	28
II-3-4 LES CIRCUITS DECODEURS ET D'AFFICHAGE :.....	28
II-3-4-1 DECODEUR BCD / 7 SEGMENTS :.....	30
II-3-4-2 L'AFFICHEUR A 7 SGMENTS	
III-1 étude de l'alimentation.....	32
III-1-1 Étude des différentes parties de l'Alimentation	
III-1-1-1 partie électrique :	36
III-1-1-1-1 étude d'un capteur :.....	38
III-1-1-2 Organisation de commutation (trigger de Smith) :.....	39
III-1-3-2 - UN compteur modulo 4	
III-1-3-3- LE diagramme des états :	
Chapitre IV : Simulation et réalisation pratique	
Introduction :.....	51
IV Simulation par le logiciel Workbench.....	51
4-2- Réalisation pratique	51
Conclusion général	51
Liste des composants	
Bibliographique	



Introduction

INTRODUCTION

Vue l'importance et l'influence du vent dans plusieurs domaines de la vie quotidienne, l'homme a pensé à réaliser un appareil qui mesure la vitesse du vent.

La méconnaissance de cette vitesse, peut retarder la prise de décisions vitales, entraînant des conséquences graves pour le personnel, le matériel et l'environnement d'un aérodrome par exemple.

Le vent peut même entraîner le renversement des avions ou des engins.

Pour mesurer la vitesse du vent, on va étudier et réaliser un appareil appelé anémomètre.

Pour mesurer à lieu ce travail, je l'ai divisé en quatre parties.

Dans la première partie, j'ai exposé quelques renseignements généraux sur le vent et énuméré les différents anémomètres qui existent ainsi que les différents systèmes de détection.

Dans le chapitre deux j'ai donné le principe de fonctionnement de l'anémomètre et les étages qui le compose.

Le chapitre trois est consacré à l'étude théorique des différents étages du schéma électrique.

La quatrième partie est réservée à la réalisation pratique.

Enfin je termine par une conclusion.

Chapitre I

Le Vent

I-1- Définition du vent:

le vent est de l'air qui se déplace des anticyclones (hautes pression) vers les dépressions (basses pressions); le vent coule comme une rivière dévalerait une pente d'un montage; du Corp. plus la pente est raide plus l'eau coule vite; c'est la même chose pour le vent: plus la différence de pression est grande; plus le vent souffle fort; on dit cisaillement (ou sauté de vent) lorsque la variation de l'intensité de la vitesse du vent et la variation de l'intensité de la direction du vent varient fortement en altitude.

I-2- Caractéristique du vent :**I-2-1- La force de Coriolis :**

Est une loi de la cinématique dont l'énoncé est relativement simple; toute particule en mouvement dans l'hémisphère nord est déviée vers sa droite (vers sa gauche dans l'hémisphère sud)

I-2-2- La force de pression :

Une force quelconque agissant sur un solide déformable peut être décomposée en une force perpendiculaire et une force parallèle à la surface de ce Corps.

La composante parallèle (ou tangentielle) exerce un cisaillement. L'effet de la force perpendiculaire est d'autant plus grand que la surface sur la quelle elle s'exerce est petite (punaise, couteau, ...).

On définit une grandeur appelée pression : $P = F / S$

On inversement, la force due à une pression sur une surface vaut : $F = P \cdot S$

La force qu'un fluide exerce sur une surface provient des chocs des molécules du fluide sur cette surface, cette force est toujours normale à la surface sur la quelle elle s'exerce.

I-2-3- L'échelle de beaufort :

Si la vitesse du vent peut être mesurée avec une bonne précision à l'aide d'un appareil exprimant une valeur en nœuds ou en kilomètres par heure, le marin devait jadis savoir juger cette vitesse par la seule observation des effets du vent sur l'environnement.

Il revient à l'amiral britannique Francis Beaufort (1774 – 1857) d'avoir en 1805 imaginé une échelle comportant des critères assez précis pour quantifier le vent en mer et permettre la diffusion d'informations fiables universellement comprises ce fut l'échelle de beaufort.

Un degré de beaufort correspond à la vitesse moyenne du vent sur dix minutes de durée. Bien que très employé un vent de 4 beaufort avec des rafales à 6 est incorrecte.

I-3- Types de vent:

Il y a en fait 2 types de vent :

- * Le vent géostrophique.
- * Le vent au sol (le vent tel que nous le ressentons).

I-3-1- Le vent géostrophique :

Le vent géostrophique V_g concerne les hautes altitudes et est composé de deux forces : la force de Coriolis F_c et la force de pression F_p .

Le vent géostrophique découvert par le mathématicien physicien pierre Simon Laplace (1749-1827). Le vent géostrophique se calcule à partir d'une carte d'isohypses (mêmes altitudes) et la loi de Laplace :

$$V_g = (g/f) (dz/dl)$$

g : intensité de pesanteur en $m.s^{-2}$.

f : paramètre de Coriolis non nul qui vaut $2.\omega.\sin.F$.

Omega : vitesse angulaire de rotation de la terre en rad.s⁻¹ : 0.73.10⁻⁴.

F' : altitude du point considéré en m.

dz : différence d'indice entre 2 isohypses.

dl : distance entre deux isohypses en mètre.

Sachez que le vent géostrophique est toujours aux isohypses et même aux isobares (lignes d'égalles pression) selon la loi de Buys-Ballot (météorologiste néerlandais 1817-1890); et est, si vous avez réussi à faire le calcul, 1.5fois supérieur à la vitesse du vent ressenti.

De plus, la loi de Laplace s'écrit $d_p = -\rho_a g dz$

D'où $Z_b - Z_a = (R_a \cdot T_{vm}) \ln(P_b/P_a) / g$

Z_b : altitude b.

Z_a : altitude a.

ρ_a : masse volumique de l'air sec.

R_a : constante spécifique du gaz en présence d'un air sec.

T_{vm} : température virtuelle.

g : norme du champ de pesanteur.

D'où $V_t = ((R_a \ln(P_b/P_a)) / (k \text{ vectoriel } \text{grad}(T_{vm}))) / f$

I-3-2- Le vent thermique :

Le vent thermique noté V_t est une approximation du vent géostrophique et est définie de la manière suivante :

$$V_t = V_{gs} - V_{gb}$$

V_{gs} : vent géostrophique au niveau de pression P_s .

V_{gb} : vent géostrophique au niveau de pression P_b .

Or, la direction du vent géostrophique est dépendant de la composante z d'un repère élaboré par des vecteur orthogonaux (x, y, z) .

I-3-3- Le vent solaire :

Fluide assimilé à un plasma formant un espace (atmosphère du soleil) dans lequel se trouve la terre et son atmosphère.

En électromagnétisme des milieux, le plasma de température ($T=50\,275,25^{\circ}\text{C}$) est constitué d'hydrogène sous forme de protons et d'électrons émis par la couronne solaire avec :

- Une vitesse d'environ **200km/s**.
- Une densité de **10** en moyenne dans un volume équivalent à **1 cm** cube : une très faible concentration de particules permettant des transferts énergétiques uniquement par échanges radiatifs.

I-4- Les polygones de brise :

Crée par le météorologiste **ANGOT**, c'est une indication de l'évolution du vecteur vent à chaque altitude. Elle tient compte des paramètres suivants :

- Pression atmosphérique (seulement les valeurs supérieures ou égales à **1015 hpa**).
- Précipitation (si quantité équivalente à **0 mm**).
- Nébulosité moyenne de la journée.
- Vent inférieur ou égal à **30km/h**.

I 5 Le coefficient de pénétration :

Les véhicules qu'ils volent (**avion**), qu'ils flottent (**bateaux**) ou qu'ils roulent (**voitures**) subissent les effets de la vitesse du vent apparent (vitesse dépendant de la vitesse des véhicules par rapport à la direction du vent et à la vitesse du vent).

Ainsi, nous mettons en évidence le coefficient de pénétration dans l'air d'un corps (noté **Cx**) qui nous dépend que de la forme du corps dans l'espace : plus le **Cx** diminue, plus la résistance de l'air diminue et moins nous consommons de l'énergie.

Nous en avons un parfait exemple sur la manière de courir qui fait que nous

pourrons parcourir une distance plus ou moins grande.

Un autre exemple concerne les voitures de formule 1 dont les concepteurs modifient l'aérodynamisme pour que l'air circule plus facilement au sein des véhicules et diminuer ainsi les consommations en essence.

Continuons dans les courses avec en altitude une concentration en molécules d'air moins importante diminuant la résistance de l'air : c'est pour ça que la plus part des records du monde dans le domaine du sport sont battus en altitude comme en cyclisme à La Paz (Bolivie).

Pour mesurer le déplacement des masses d'air, on utilise principalement deux instruments.

- ❖ La girouette qui donne la direction du vent :
- ❖ L'anémomètre qui indique la vitesse du vent.

I-6- Définition de l'anémomètre :

Puisque le vent est important dans plusieurs domaines de la vie l'homme a pense a réaliser un appareil permettant de mesurer la vitesse du vent.

ROBERT HOOCK est le premier qui a réalisé un appareil de ce genre en 1667, cet appareil c'est l'anémomètre.

Donc on peut défini l'anémomètre : c'est un technique appareil servant de mesurer la vitesse du vent.

I-7- Le but :

Déterminer la vitesse du vent

I-8 Le principe :

Transformer une énergie physique, le vent en impulsion électrique puis en signal binaire qui sera géré est envoyé sous forme de signe à la partie opérative du mécanisme.

I-9- Coupelles pour l'anémomètre

Les coupelles existent en deux dimensions : petite coupelles (diamètre 28 mm) et grande coupelles (diamètre mm).

Les grandes coupelles mesurent des vitesses plus faibles que les petites coupelles, l'utilisation des grands est judicieux dans la plupart des cas, principalement mesurent des vitesses inférieures à 195 km/h

L'axe de fixation des coupelles sur le bras de l'anémomètre un aimant est fixé vers l'extérieur, il a pour fonction de provoquer une impulsion dès qu'il passe devant.

-N° 7903 S petite coupelles pour anémomètre.

-N° 7903 L grandes coupelles pour anémomètre.

I-10- Principe de mesure de la vitesse du vent

Le dispositif de mesure de la vitesse du vent est constitué de une LED emettrice (Δ 702) et un phototransistor (T702).

L'anémomètre étant mécaniquement relié au disque, un tour complet du disque produit 72 impulsions en en sortie du phototransistor (**une par fente**).

Le comptage du nombre d'impulsions en un temps donné permet donc de déterminer le nombre de tour effectué par l'anémomètre et par conséquent la vitesse du vent.

I-11- Les unités :

Les unités qui sont utilisées dans la mesure suivantes :

- Le mille par heure.
- Le nœud et le km/h

Pour passer de l'une à l'autre :

$$\text{m/s} \times 2,237 = \text{mile par heure (mph)}.$$

$$\text{m/s} \times 1,943 = \text{noeud} .$$

$$\text{m/s} \times 3,6 = \text{km/h} .$$

I-12- Les différents types de l'anémomètre:

1_ Anémomètre mécanique :

Il utilise la pression mécanique exercée par le vent sur une plaquette montée sur ressort, l'élongation du ressort est traduite sur une échelle lui donnant ainsi directement la vitesse du vent.

2_ Anémomètre THERMIQUE :

C'est un anémomètre qui utilise la modification des échanges thermiques du corps chauffé par l'air en mouvement.

3_ Anémomètre SONIQUE :

Celui-ci est basé sur la variation de la vitesse de propagation du 'son' de l'air en mouvement.

4_ Anémomètre CHAUVIN ARNOUX :

Ce type d'anémomètre caractérise par sa gamme de mesure, elle est de 0,5 à 50 m/s le capteur est un moulinet métallique à coupelles dont les caractéristiques sont données par la formule de Brasier :

$$\text{- formule N° 1 : } v = a + b.n + c2 .n2$$

a, b , c : caractérisent le moulinet .

Pour l'anémomètre CHAUVIN ARNOUX :

$$\text{- formule N° 2 : } v = 0,24 n + 0,25$$

Pour un anémomètre à moulinet à trois coupelles (c) est négligeable.

5_ Anémomètre BEAUFORT :

Ce type d'anémomètre est caractérisé par son échelle à 13 divisions, sa gamme de mesure est de 0 à 12.

Le degré '0' permet un frémissement léger des feuilles d'arbres, le degré 12 caractérise un vent dont la vitesse est d'environ 120 km/h.

6_ Anémomètre OPTO ELRCTRQUE :

C'est un anémomètre ou à hélice entraînant un axe de rotation qui commande un dispositif qui donne des impulsions électriques proportionnelles à la vitesse de rotation de l'axe, ce dispositif est composé généralement d'une lampe et d'une cellule photoélectrique placée de telle manière que lors du passage d'une fenêtre, on récupère une impulsion.

7_ Anémomètre CASELA :

Principe : le moulinet entraîne un axe qui commande la rotation d'un aimant à 12 pôles (6 par 6) à l'intérieure d'un enroulement statique à 12 bobines. On récupère à la sortie du transformateur une tension alternative proportionnelle à la vitesse de rotation du moulinet.

La tension est redressée puis tracée dans un enregistreur ou elle sera lue sur un indicateur.

L'anémomètre CASELLA mesure des vitesses de 2,5 à 45 m/s le moulinet à 03 coupelles.

8_ Anémomètre DOLAZ :

Principe : une petite boule faite d'un matériau léger suspendu à un fil et tenue d'une pointe qui se déplace devant un quart de cercle gradué.

Dés qu'il y'a un courant d'air la pression du vent la pousse vers le haut, tandis que son poids tend à la faire redescendre.

Si le vent constant, ce qui est rare la boule reste inclinée d'un certain angle

Chapitre: I

dont la valeur est fonction de la vitesse de l'air. Dans le cas le plus courant, la boule oscille entre deux positions donnant un écart moyen définissant la vitesse moyenne du vent.

Par principe, l'appareil mesure l'équilibre entre deux forces : la pression du vent et le poids de la boule.

Pour une vitesse donnée la pression ne dépend du matériau : s'il est dense comme le platine, le poids est élevé ; inversement une boule en duvet ne pèse quasiment rien et part à l'horizontal au moindre souffle.

9_ Anémomètre ELECTROMAGNETIQUE A main :

Principe : le moulinet provoque la rotation d'un aimant qui tend à entraîner un disque en aluminium par l'effet des courants induits.

Une aiguille solidaire du disque se déplace devant un cadran gradué la mesure instantanée du vent est de 0 à 40 m/s avec une précision ± 8

10_ Anémomètre TOTALISATEUR :

Il totalise sur un compteur le vent passé en hectomètres.

11_ Anémomètre a COUELLE :

L'anémomètre a coupelle a été inventé par JOHN THOMAS RONNEY ROBINSON, il se compose de 03 demi coquilles (de taille d'une balle de ping-pong) disposées sur des bras horizontaux disposés à 120° et montée sur un axe vertical équipé d'un dispositif de comptage de tours, la vitesse de rotation de l'anémomètre est proportionnelle à la vitesse du vent.

En effet on mesure la vitesse du vent par la formule suivante :

$$V \text{ (m/s)} = r \text{ (m/s)} \times w$$

Avec : r : rayon moyen des bras (m)

Chapitre: I

w : vitesse de rotation en radian par seconde

$$w = 2 \pi N$$

Exemple : $r = 4\text{cm} = 0,04\text{m}$

$$V = 0,04 \times 2 \times 3,1415 \times N = 0,25N$$

$$V = 0,25N$$

N : régime de rotation en tour par seconde

Pour l'anémomètre standard (diamètre des coupelles de 6 cm) une vitesse de rotation d'un tour par seconde correspondre à un vent soufflant à une vitesse de 1 m/s ; soit 3,6 km/h ce type d'anémomètre est capable de mesurer les vitesses de vent comprises entre 0 et près de 200 km/h des vitesses supérieures entraîneraient des contraintes que les coupelles ne pourraient pas supporter mais des vents d'une telle violence ne se rencontrent que dans les tornades

Puisque le vent souffle il rencontre alternativement une coupelle creuse puis bombée. Selon les lois de l'aérodynamique un creux oppose plus de résistance qu'une forme bombée au passage de l'air, cette différence provoque la rotation de l'anémomètre

Les deux grands mérites de cet anémomètre sont sa simplicité et pratiquement l'absence d'une limitation dans la gamme de vitesses mesurables ; mais s'il est utilisé sans équipement d'enregistrement de données électronique, une rafale courte mais violente n'est pas enregistrée.

Malheureusement, quand ROBINSON a présenté son anémomètre, il a déclaré que la taille des coupelles et la longueur des bras n'avaient pas d'influence sur le résultat de la mesure. Cette affirmation était apparemment confirmée par quelques expériences indépendantes.

Il s'est avéré plus tard que le rapport entre la vitesse du vent et la dimension des coupelles n'est pas constante et dépend en grande partie de la dimension de coupelles et de la longueur des bras. Il en découle que les valeurs citées dans les publications officielles du 19 siècle comportent des erreurs allant jusqu'à 60%.

12_ Anémomètre a HELICE :

Ressemblant a petits avions, ils sont couplés à une girouette et s'orientent dans la direction du vent. L'hélice, qui mesure la vitesse du vent tourne autour d'un axe horizontal.

Parmi les types d'anémomètres moins courants, on trouve des anémomètres constitués de deux hélices tournant autour de deux axes horizontaux et perpendiculaires. On calcule la force et la direction du vent en corrélant les vitesses de rotation des deux hélices.

13_ Anémomètre à ULTRA-SON :

Il existe aussi des anémomètres à ultrasons. La mesure du vent est basée sur la mesure de la durée de déplacement d'une onde ultrasonore. Deux couples de transducteurs ultrasoniques sont alternativement émetteurs d'un train d'onde ultrasonique. Les temps de transits aller et retour sont mesurés et on déduit, par différence la vitesse du vent le long de l'axe formé par les deux transducteurs. L'intérêt de ce type d'anémomètre est de ne pas avoir de pièces en mouvement et de pouvoir mesurer un vent turbulent.

14_ Anémomètre à tube de Pitot : Fournit la vitesse de l'avion par rapport a l'air.

Principe : mesure de la pression dynamique.

Le tube de Pitot doit son nom au physicien français HENRI PITOT (1695-1771) qui fut le premier en 1732 à proposer une machine pour mesurer la vitesse des eaux courantes et le sillage des vaisseaux. Le concept est repris est repris et amélioré par HENRI DARCY puis par LUDWIG qui pense a utiliser le tube dans une canalisation pour mesurer les vitesses locales d'écoulement des fluides.

En aéronautique du point de vue technologique, il est le successeur du système élevé. Le tube de Pitot est un élément constitutif du système anémobarométrique. Il est constitué de deux tubes coudés concentriques dont les

orifices, en communication avec le fluide dont on veut mesurer la vitesse, sont disposés de façon particulière. L'un placé orthogonalement à une vitesse relative 'v' égale à la vitesse du fluide et une pression statique (P_s) égale à la pression ambiante.

L'autre placé dans le sens de l'écoulement a une vitesse relative nulle et une pression totale (P_t) somme de la pression dynamique et de la pression statique. la différence entre ces pressions donne la vitesse air de laquelle on peut déduire la vitesse sol, ces deux paramètres étant des informations primordiales pour le pilote qui en a besoin pour calculer son déplacement dans l'espace (**navigation**) et la consommation de son véhicule. Il suffit alors d'appliquer le théorème de Bernoulli en négligeant le terme Z pour avoir une relation directe entre la vitesse et la pression dynamique $P_t - P_s$ que l'on mesure avec un capteur de pression ou un capteur de pression ou un simple manomètre.

$$V^2/2 + P_s/P = 0 + P_t/P \quad \text{d'où} \quad V^2 = 2 (P_t - P_s)/P$$

P_s : pression statique.

P_t : pression totale.

P : masse du volume

V : vitesse

Tube de Pitot simplifié : capte la pression totale. La pression statique est alors captée sur une prise statique générale.

15_ Anémomètre à tube : l'anémomètre de Lind consiste simplement en un tube en U contenant un liquide avec une extrémité pliée horizontalement pour faire face au vent.

Le vent soufflant dans l'ouverture du tube provoque une pression qui peut se transmettre à n'importe quel instrument, le tube peut être guidé par une girouette.

En pratique le système peut être sensible à l'importe quel vent qui peut faire tourner la girouette. Son avantage est qu'il peut être installé à des endroits d'accès difficile comme en haut d'un poteau avec le dispositif d'enregistrement à son pied.

Il peut être installé sans avoir besoin d'entretien durant des années.

I-13- Description de l'anémomètre :

c'est un anémomètre comportant un capteur et un dispositif de visualisation distincts, le capteur prenant le plus souvent la forme 'd'une roue à aube' cette girouette comporte 3 bras dotés d'aubes ressemblant à une demi balle de ping pong. Lorsqu'en cas de vent, cette aube se met en mouvement, la vitesse de l'aube est proportionnelle à la vitesse du vent. La conversion du mouvement de rotation de l'aube en impulsion de comptage est faite par un mini aimant monté sur l'axe de la girouette, et induit par son intermédiaire des impulsions dans un capteur à effet hall.

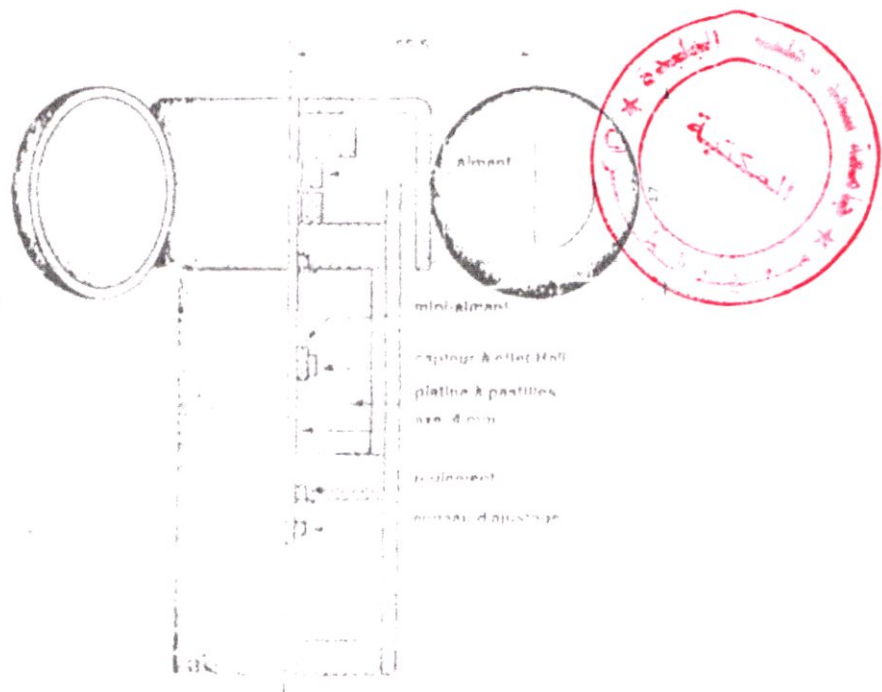


Fig. (I-1) Schéma descriptif de l'anémomètre

I-14- Les différentes solutions technologiques

I-14-1- L'anémomètre analogique : une solution pour créer un anémomètre dont la sortie serait analogique est d'utiliser un moteur à courant continu voir Fig (I-2) En effet, si l'on applique une tension continue à ses bornes, le moteur rentre en rotation mais si l'on fait tourner son axe avec une force mécanique, la force du vent par exemple en obtient une tension à ses bornes dont la valeur est directement liée à celle de la vitesse de rotation de son axe est donc du vent.

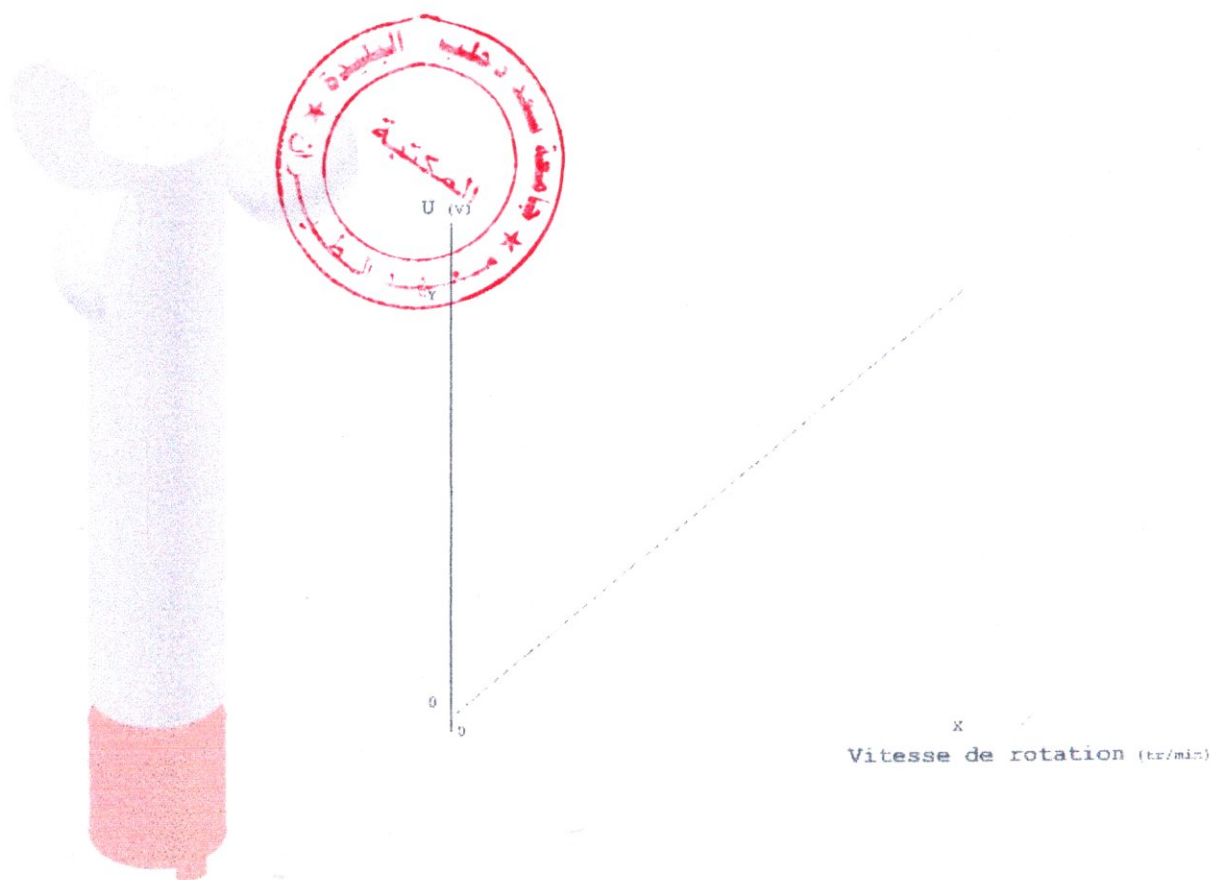


Fig. (I-2) schéma de fonctionnement de l'anémomètre analogique

I-14-2- L'anémomètre numérique :

Le principe de fonctionnement de l'anémomètre numérique diffère complètement de celui de l'anémomètre analogique puisqu'il s'agit cette fois-ci de compter des impulsions, plus ou moins nombreuses en un laps de temps donné proportionnelles à la vitesse du vent.

Pour cela il faut utiliser un capteur optique de type fourche, ainsi qu'un disque comportant plusieurs zones opaques et transparentes, ce qui fournira autant d'impulsions par tour que nécessaire. Il suffit alors de récupérer en sortie le signal et de compter le nombre d'impulsion Fig (I-3).

Pour cela nous utilisons un circuit permettant d'opérer une conversion fréquence/tension.

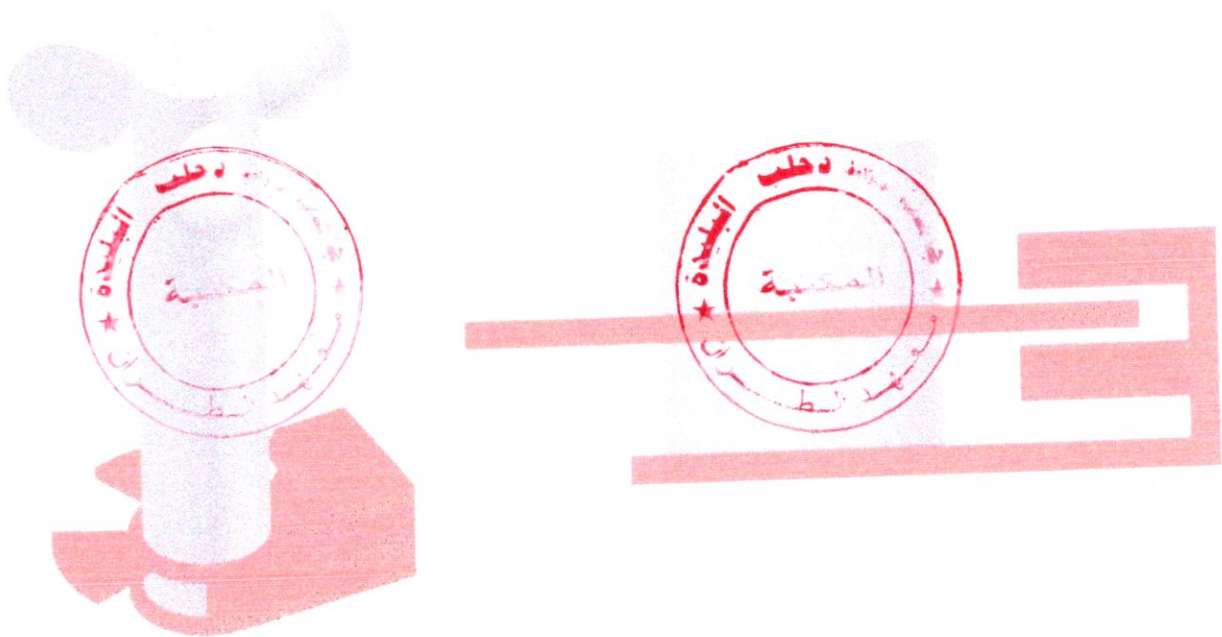


Fig (I-3) schéma de fonctionnement de l'anémomètre numérique

I-14-2- Choix de l'anémomètre :

Dans l'étude préliminaire sur l'anémomètre nous avons vu que sa version numérique qui consiste à compter des impulsions est plus précise que son homologue analogique de plus pour les mêmes raisons décrites précédemment, la version numérique est celle qui reste la plus fiable sur 30 mètres de câble pour la même raison que celle donnée ci-dessus, c'est pourquoi la solution retenue pour le capteur de l'anémomètre est l'envoi d'impulsions numériques, qui seront dès lors comptées, grâce à l'utilisation d'un capteur infrarouge fourche et d'un disque divisé en 4 parties claires et 4 parties sombres afin d'obtenir un signal carré de fréquence 4 Hz/tour Fig (I- 4).

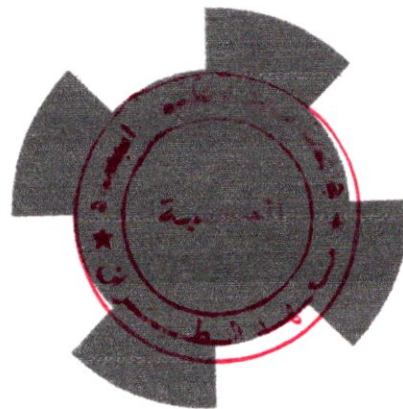


Fig (I – 4) schéma du disque de codage de l'anémomètre

Chapitre II étude d'anémomètre

Dans ce chapitre nous étudions les différents étages du schéma synoptique de l'anémomètre

II-1- Schéma synoptique :

Le dispositif doit fournir la vitesse du vent, en km/h, sous la forme d'un entier codé sur 8 bits. Il est composé d'une partie mécanique et d'une partie électronique. L'anémomètre entraîne un axe de rotation qui commande un dispositif qui nous donne des impulsions électrique proportionnelles à la vitesse de rotation de l'axe

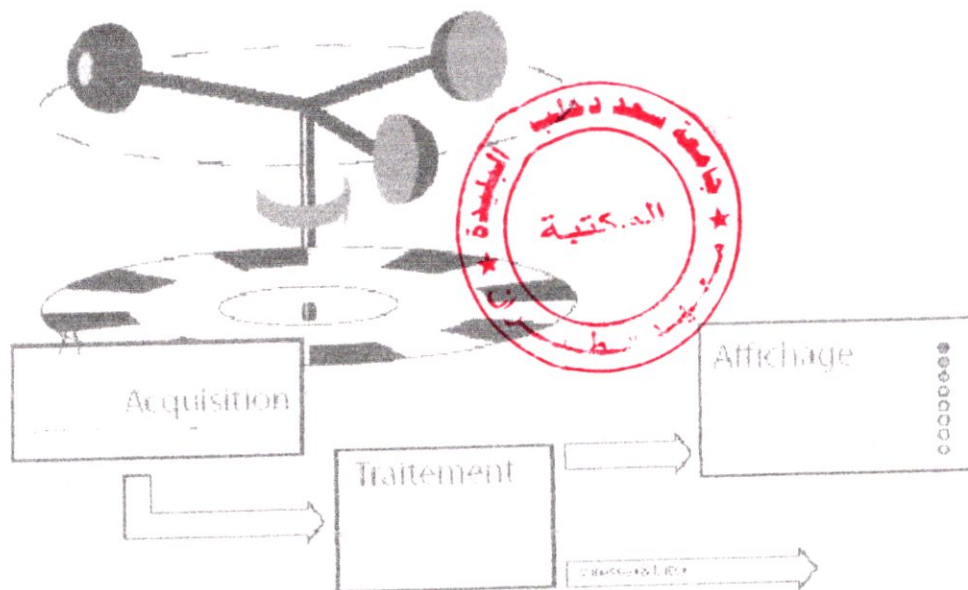


Fig. (II-1) synoptique générale de l'anémomètre.

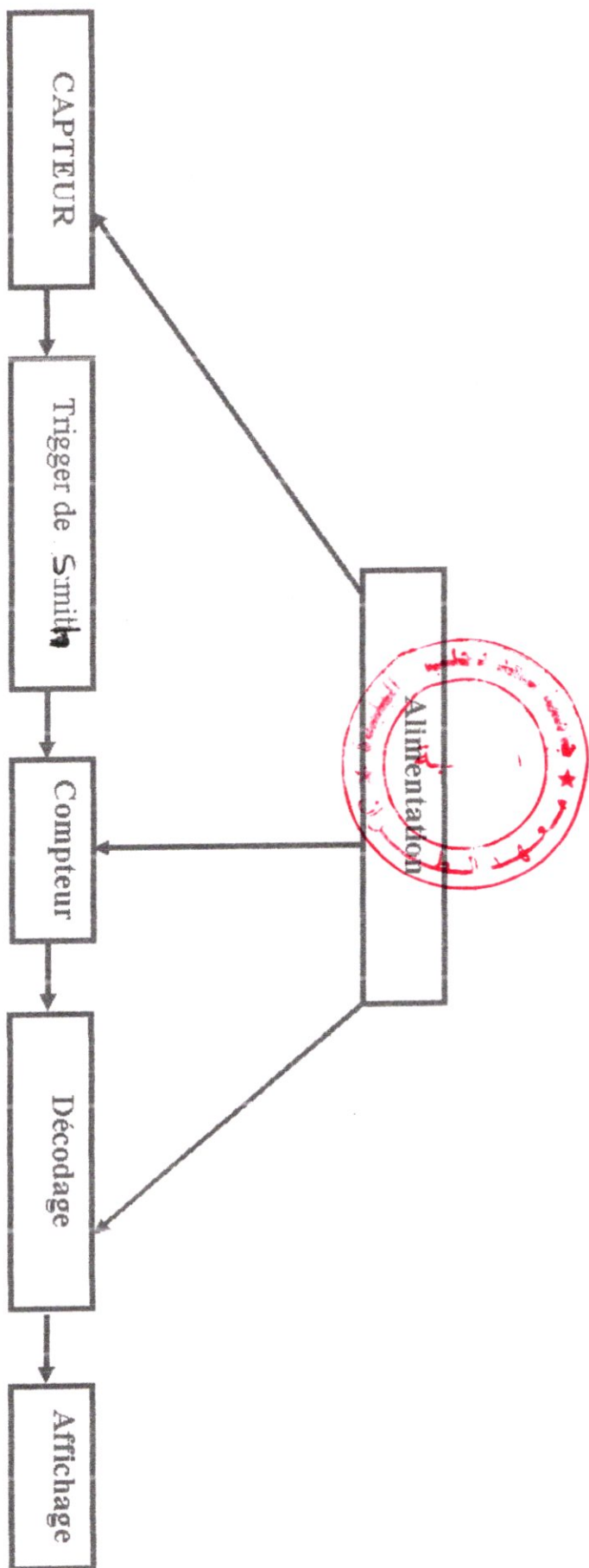


Fig. (II-2) Schéma synoptique détaillé

II-2 Le fonctionnement :

La majorité des anémomètres modernes comprennent un système électronique interne, ce système calcule le nombre de tours que les coupelles font pendant un temps précis.

La vitesse du vent convertie par l'ordinateur interne apparaît sur l'écran.

Quant le vent est fort alors les coupelles tournent rapidement.

L'anémomètre installé au sommet d'un mât de 10 mètres c'est à cette hauteur que les mesures standard sont effectuées.

Pour éviter la turbulence de l'air on doit placer l'anémomètre dans un endroit bien dégagé et assez haut (10m)

II- 3 études des différents étages :

II-3-1 étude d'un capteur :

II-3-1-1 Définition :

Les capteurs sont les sens d'une machine bien moins performants que les yeux humains et moins complexes, donc facilement ineffaçables avec d'autres circuits. En effet un capteur sous sa forme la plus simple est un instrument constitué d'un élément émetteur et un autre récepteur

Généralement un capteur est un système qui transforme un signal physique en un signal électrique.

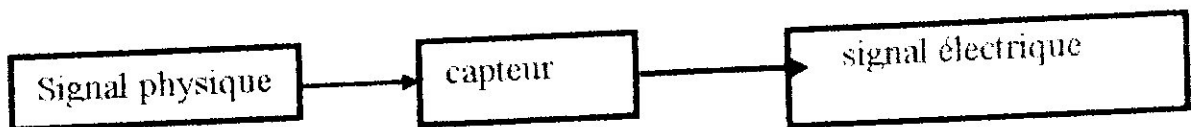


Fig. (II-3) Schéma fonctionnel d'un capteur

On peut caractériser les capteurs selon deux critères :

- en fonction de grandeur mesurée ; on parle alors de température, de vitesse, de force, de pression...

- en fonction du caractère de l'information délivrée, on prend des capteurs logiques appelés aussi capteurs tout ou rien (TOR).

On peut alors classer les capteurs en deux catégories, les catégories nécessitent un contact direct avec l'objet à détecter et chaque catégorie peut être subdivisée en trois catégories de capteurs mécaniques, électriques, pneumatiques.

II-3-1-2 Principales caractéristiques des capteurs :

- **L'étendue de la mesure** : c'est la différence entre le petit et le plus grand perceptible sans risque de destruction.

- **La sensibilité** : c'est le temps de réaction d'un capteur entre grandeur physique qu'il mesure et l'instant où l'information par la partie commande

II-3-1-3 Classification des capteurs :

Parmi les capteurs, il y a ceux qui convertissent l'énergie d'entrée en une énergie électrique, est ceux qui traduisent la variation de l'énergie d'entrée en une variation d'impédance du capteur qui est facile à traduire en signal électrique.

II-3-1-3-1 CAPTEURS ACTIFS (SELF GENERATING SENSORS) :

Ils fonctionnent généralement en générateur d'énergie électrique, c'est-à-dire que le capteur convertie la forme d'énergie d'entrée (mécanique, thermique, rayonnement, ...) en une énergie électrique exploitable directement par un circuit d'amplification.

Ces capteurs profitent de certaines propriétés des matériaux qui sous l'influence d'une grandeur physique d'entrée le matériaux est capable de produire soit une tension, un courant ou une charge électrique.

A titre d'exemple : un capteur photovoltaïque convertie l'énergie solaire ou lumineuse en une énergie électrique.

II-3-1-3-2 CAPTEURS PASSIFS :(NON-SELF GENERATING SENSORS) :

Ils travaillent par variation d'une impédance en fonction de la grandeur d'entrée à mesurer, et ils doivent être alimentés par une source extérieure.

En ce qui concerne les capteurs de position aux éléments passifs, on cite trois exemples :

- Capteur de position à élément passif :
- Capteur de position à élément capacitif ;
- Capteur de position à élément inductif.

II-3-1-3-3 CAPTEUR OPTIQUE :

Un capteur photoélectrique est un capteur de proximité, l'émetteur de lumière associé à un récepteur. La détection d'une coupure ou variation d'un faisceau lumineux. Le signal est exploité par la partie commande

***Codeurs rotatifs :** les codeurs rotatifs sont des capteurs de position angulaire. Le disque du codeur est solidaire de l'arbre tournant du système à contrôler. Il existe deux types de codeurs rotatifs, les codeurs incrémentaux et les codeurs absolus.

*** 1- codeur rotatif incrémental :** la périphérie du disque du codeur est divisée en 'x' fentes régulièrement réparties. Un faisceau lumineux se trouve derrière ces fentes dirigées vers une diode photosensible. Chaque fois que le faisceau est coupé, le capteur envoie un signal qui permet de connaître la variation de position de l'arbre. Pour connaître le sens de rotation du codeur, on utilise un deuxième faisceau lumineux qui sera décalé par rapport au premier.

Le premier faisceau qui enverra son signal indiquera aussi le sens de rotation du codeur

*2. Codeur rotatif absolu : cette fois ci le disque possède de un grand nombre de pistes et chaque piste est munie d'une diode émettrice d'un faisceau lumineux et d'une diode photosensible. La piste centrale est la piste principale elle détermine dans quel demi-tour la lecture est effectuée. La piste suivante détermine dans quel quart de tour on se situe, la suivante le huitième de tour etc. plus il y aura de pistes plus la lecture angulaire sera précise. Il existe des codeurs absolus simple tour qui permettent de connaître une position sur un tour et les codeurs absolus multi tours qui permettent de connaître en plus le nombre de tours effectués.

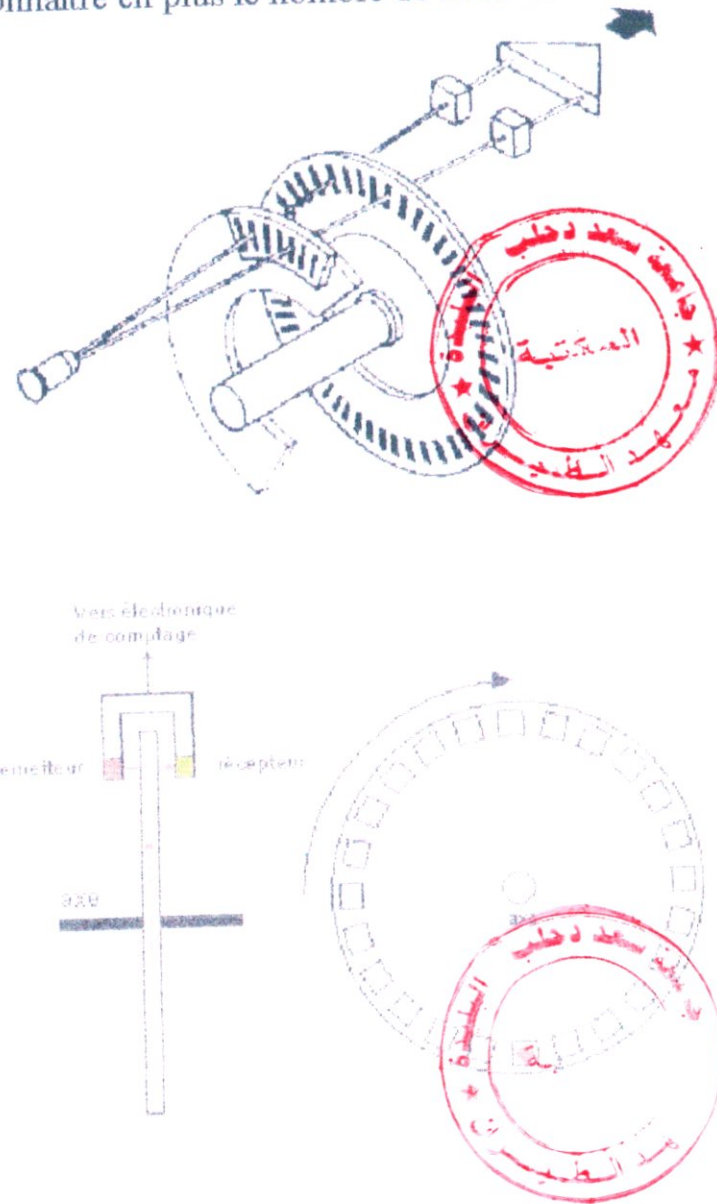


Fig. (II-4) schéma d'un codeur incrémental

II-3-1-4 LES DIFFERENTS EFFETS DE DETECTION :**II-3-1-4-1 EFFETS THERMO ELECTRIQUE :**

La soudure de deux métaux différents, en générale le fer et le constantan, est le siège d'une force électromotrice sensiblement proportionnel a l'élevation de température ΔT (ordre de grandeur : quelque MV par $\Delta T = 10^{\circ}\text{C}$).

II-3-1-4-2 EFFETS PHOTO ELECTRIQUE :

Une énergie lumineuse frappant une couche photo sensible provoque la libération d'une certaine quantité d'électrons que l'on recueille sur un collecteur (cellule photo-emissive). Dans le tube photo multiplicateur ce faible courant d'électrons est amplifié par émissions secondaires sur des anodes dont le potentiel va en croissant. A ces effets physiques fondamentaux parmi les plus couramment utilisés pour les capteurs il faut ajouter l'utilisation d'éléments passifs variable en fonction d'une action particulière (par exemple un déplacement).

II-3-1-4-3 EFFET PHOTO TRANSISTOR

Il peut être regardé comme une résistance variable en fonction de l'éclairement (de même pour la photo diode).

On peut enfin rappeler l'effet optoélectrique (diode à l'arséniure de gallium ou au phosphure de gallium) qui à courant électrique fait correspondre une énergie lumineuse. Cet effet sera donc plutôt utilisé dans les récepteurs (visualisation).

II-3-1-4-4 EFFET HALL :

L'effet hall doit son nom à Edwin Hall. Celui-ci a découvert en 1879 qu'un champ magnétique placé perpendiculairement à une plaquette de semi conducteur, traversé par un courant produit dans la plaquette une tension perpendiculaire au courant. Cette tension (tension hall) est proportionnelle au produit du champ magnétique par le courant.

II-3-1-5 choix d'un capteur :

Tous les capteurs dont les fonctionnements ont été décrits précédemment ont deux parties distinctes, une première partie qui a pour rôle de détecter un événement en un signal compréhensible d'une manière ou d'une autre par une partie PC.

Pour choisir correctement un capteur, il faudra définir tout d'abord :

- le type événement à détecter.
- La nature d'événement.
- L'environnement de l'événement.

En fonction de ces paramètres on pourra effectuer un ou plusieurs choix pour un type de détection. D'autres éléments peuvent permettre de cibler précisément le capteur à utiliser :

- ses performances.
- Son encombrement.
- La nature du signal délivré par le capteur (électrique, pneumatique).
- Son prix.

II 3 2- L'organisation de commutation

Nous utilisons les portes NAND de trigger de 'Smith' pour la mise en forme du signal qui sort du capteur et l'amplifier puis sa deuxième porte pour récupérer la position et donne la position initial.

II-3-3- LES COMPTEURS :

Définition : le compteur est un circuit électronique numérique dont la mise en œuvre nécessite des bascules pour enregistrer des impulsions d'horloges, et chaque impulsion enregistrée et définie un état du compteur.

Les compteurs peuvent être classés en deux catégories :

les compteurs asynchrones.

les compteurs synchrones.

II-3-3-1 LE COMPTEUR ASYNCHRONE: le compteur ASYNCHRONE ou APROPAGATION est une succession de bascules dont l'état de chacune est fonction des états des bascules précédentes.

Le compteur asynchrone possède une circuiterie simple, ses inconvénients résident spécialement dans :

- le temps de retard qui s'écoule entre les divers basculements en cascade.
- La difficulté d'analyse.
- Les états transitoires qui apparaissent au moment de la commutation.

Ce compteur reçoit le signal de comptage (CK) seulement sur son premier étage (bascule LSB) pour les autres bascules constituant le signal de sortie de la bascule de rang $i-1$ (Q_{i-1} ou \bar{Q}_{i-1} selon la polarité du signal d'horloge nécessaire).

Un compteur asynchrone fonctionnant suivant le code binaire pur se présente

Exemple :

La figure (II- 5) représente un schéma logique d'un compteur modulo 16 construit avec des bascules JK et le diagramme de sa temporisation.

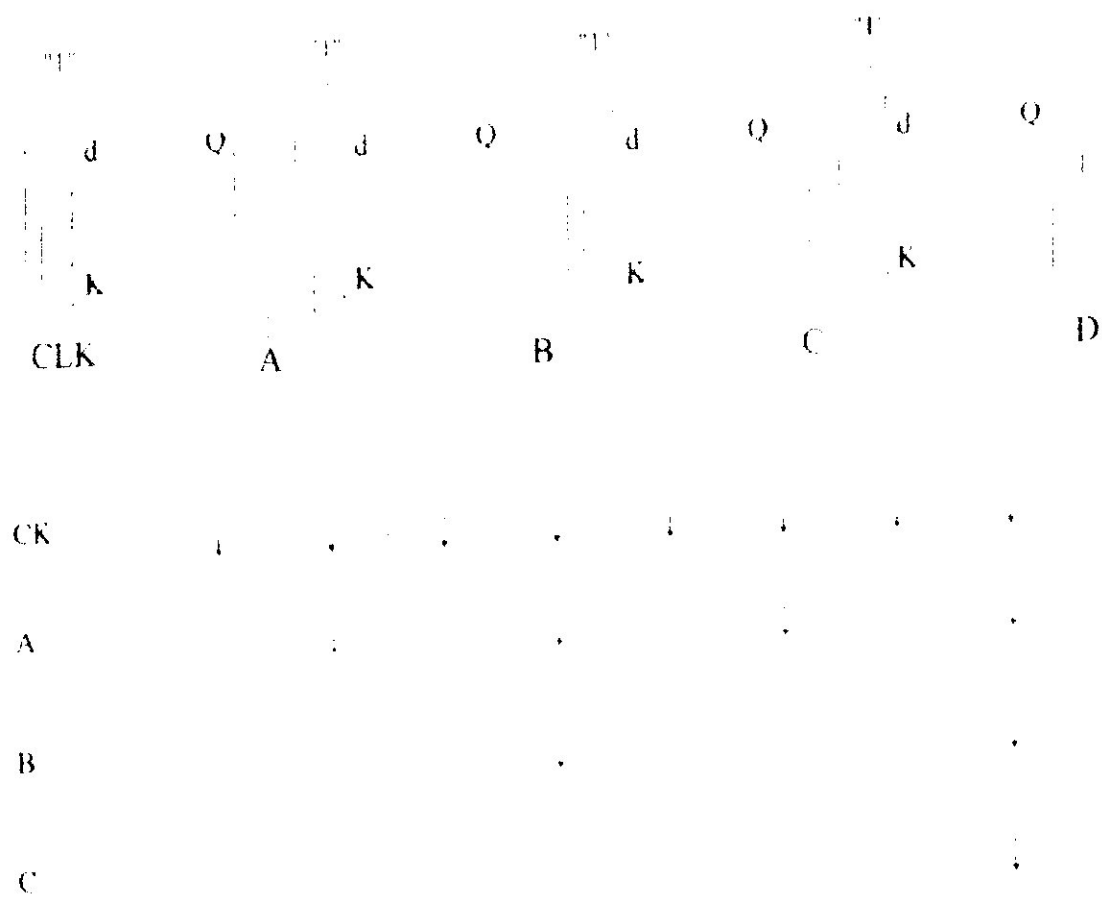


Fig. (II-5) le compteur asynchrone à 4 bits

II-3-3-2 Le COMPTEUR SYNCHRONE : dans les compteurs synchrones tous les étages sont attaqués simultanément, par le même signal d'horloge pour que le compteur puisse décrire une séquence donnée il faut calculer les fonctions de commutation des entrées de chaque bascule, la fig (II- 8) représente un compteur synchrone.

Quand le compteur change l'état, la seule remarque que l'on peut faire est que si le temps de retard, sont rigoureusement égaux, il n'y a plus d'état intermédiaires indésirable.

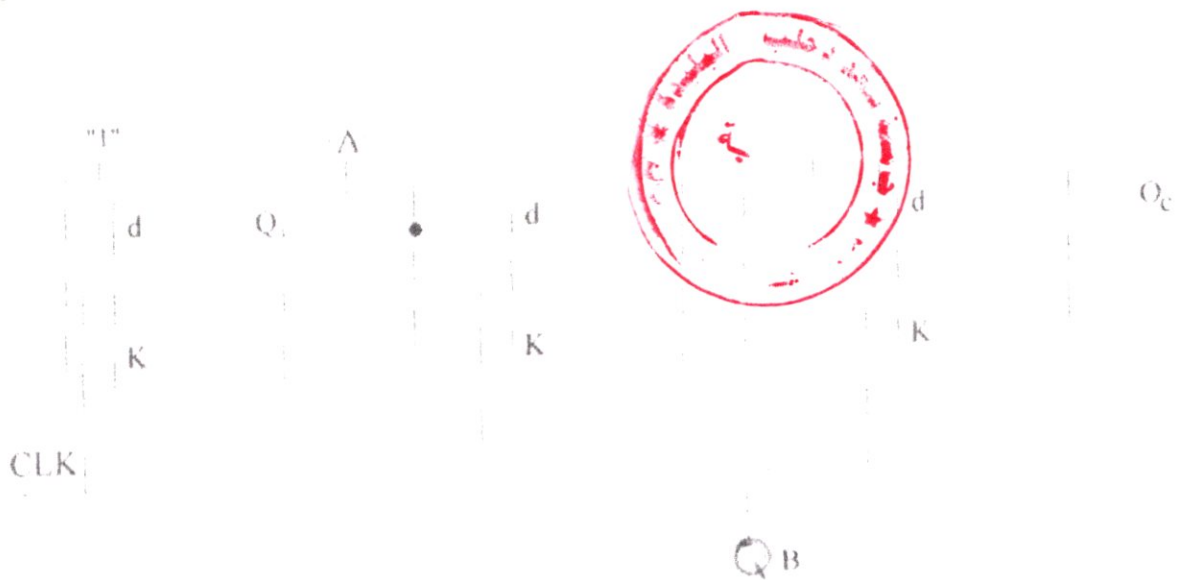


Fig. (II-6) compteur synchrone

II-3-3-3 LES CARACTERISTIQUES D'UN COMPTEUR :

D'une façon générale les caractéristiques principales d'un compteur sont :

- capacité maximale de comptage
- comptage croissant / décroissant aléatoire
- fonctionnement synchrone ou asynchrone
- fonctionnement permanent ou arrêt automatique

II-3-3-4 LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU COMPTEUR :

Le compteur compte au moment des fronts descendants du signal de comptage, présents sur son entrée « CK » en mode synchrone. Un quadruple verrou « Latch » pris à la sortie de chaque compteur stocke n'importe quel résultat de comptage, l'information est ensuite multiplexée pour prendre la forme d'un unique code BCD de sortie.

Le stockage de l'information n'est effectué que lorsque l'entrée du verrou se trouve au niveau « haut ». La lecture de l'information stockée dans les verrous se fait après remise à zéro des compteurs, à condition cependant que l'entrée « LE » de validation reste au niveau haut pendant la totalité du cycle de remise à zéro.

II-3-4 LES CIRCUITS DECODEURS ET D'AFFICHAGE :

Le décodeur est un circuit logique, qui traduit un nombre binaire vers un nombre décimal. Pour visualiser sur un afficheur une donnée en BCD, il faut la transcoder en code à « 7 segments » donc on peut réaliser facilement une matrice de décodage qui à partir de code BCD fournit le code 7 segments selon le tableau

II-3-4-1 DECODEUR BCD / 7 SEGMENTS :

LE décodeur BCD / 7 segments est un circuit logique qui accepte en entrée 4 bits et qui active les sorties qui vont permettre de créer un courant dans les segments qui forment le chiffre décimale.

DECODEUR 4511 : le circuit est un décodeur avec verrou BCD / 7 segments comprenant quatre entrées d'adresses (D à A), une entrée de validation de verrou « EL » active à l'état bas, une entrée de test des segments « LT » active à l'état haut.

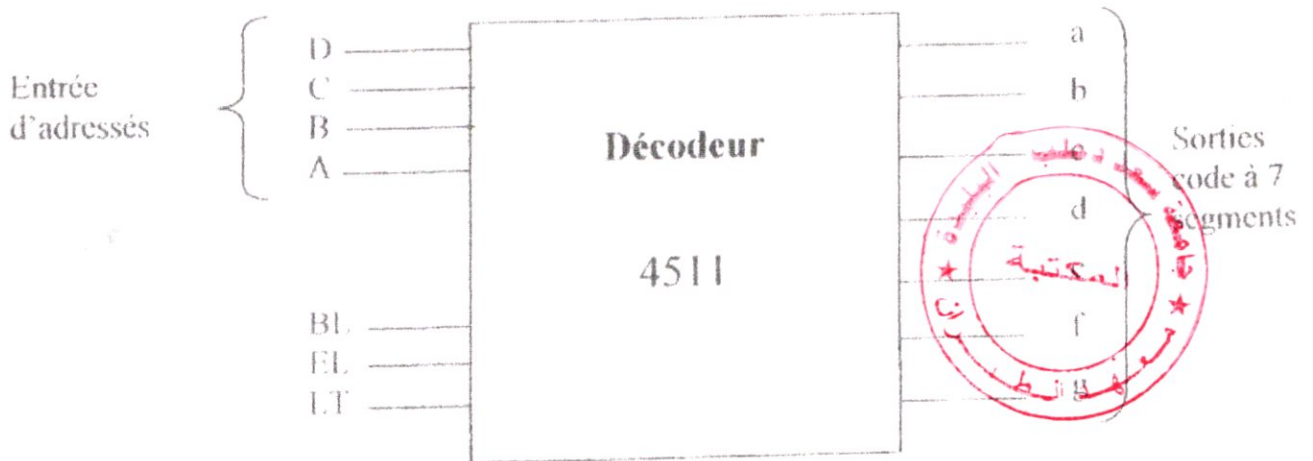


Fig. (II-7) représentation du décodeur CD4511

LE tableau suivant présente le fonctionnement du décodeur 4511

EL	BL	LT	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	Affichage
L	H	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	0
L	H	H	L	L	L	L	L	H	H	L	L	L	H	1
L	H	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	L	H	2
L	H	H	L	L	H	L	H	H	H	H	L	L	H	3
L	H	H	L	H	L	H	L	H	H	L	L	H	H	4
L	H	H	L	H	L	L	H	L	H	H	L	H	H	5
L	H	H	L	H	H	H	L	L	H	H	H	L	H	6
L	H	H	L	H	H	L	H	H	H	L	L	L	L	7
L	H	H	H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	8
L	H	H	H	L	L	L	H	H	H	L	L	H	H	9

Fig. (II-8) Table de fonctionnement 4511

H : état haut

L : état bas

II-3-4-2 L'AFFICHEUR A 7 SGMENTS :

L'afficheur est un dispositif de visualisation, traducteur électro-optique qui transforme une quantité d'énergie électrique en énergie lumineuse ou plus, généralement en formation visible.

Les afficheurs lumineux sont très familiers, le plus souvent ; on les rencontrés dans les machines à calculer, les montres digitales et dans bien d'autres domaines de la vie courante de l'instrumentation technique. L'afficheur est constitué de 7 LED disposées, chaque segment ou barre utilise pour afficher une partie du chiffre est une LED séparée, toute les LED on leurs anodes reliées au même point qui est l'alimentation pour un afficheur à anode commune ou leurs cathodes reliées au même point qui est la masse pour un afficheur à cathode commune. Dans chaque cas les cathodes ou anodes sont respectivement connectés à travers des résistances aux sorties appropriées du décodeur.

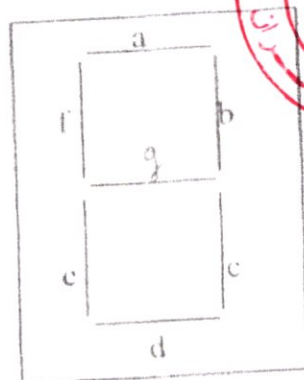


Fig. (II-9) schéma d'un afficheur

La LED est une diode qui à la particularité d'émettre une lumière dans le spectre visible quand elle est polarisée en direct électriquement.

La LED doit être considérée comme une diode avec une tension de l'ordre de 1.6 volts quand elle est traversée par un courant de 20 ma.

L'alimentation est assurée par une source de tension avec une résistance de limitation Fig (II-14) la condition de fonctionnement est :

$$V_{cc} > V_d$$

$$V_d = (V_{cc} - V_d) / R > I_d \text{ min}$$

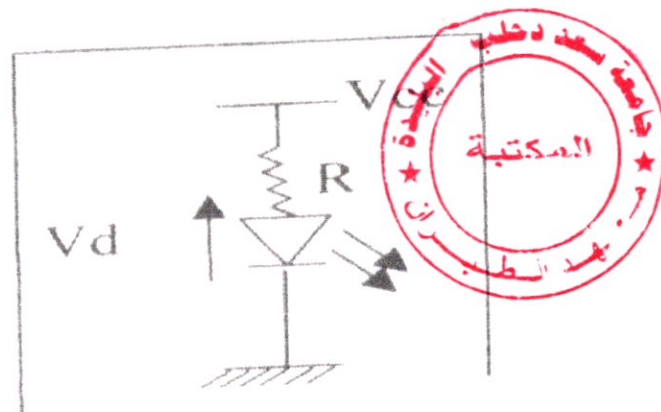


Fig. (II-10) Alimentation d'une LED

chapitre III

etude de schéma électrique détaillé

Dans ce chapitre nous étudions différents étages avec des dessins électriques du chaque bloc qui a été étudié dans le chapitre III

III -1 étude de l'alimentation :

Quelle que soit la simplicité d'un système électronique, il a toujours d'une source de tension continue. Ce genre de source est constitué d'un circuit transformant la tension alternative du secteur en une tension continue.

Après tout, une alimentation stabilisée est un dispositif électronique destiné à délivrer constante quelque soient les variations de la tension d'entrée et de la charge estimée à deux ampères.

En reportant au schéma synoptique de la figure (.III-1.), nous constatons que cette alimentation relève pour nous une importance capitale.

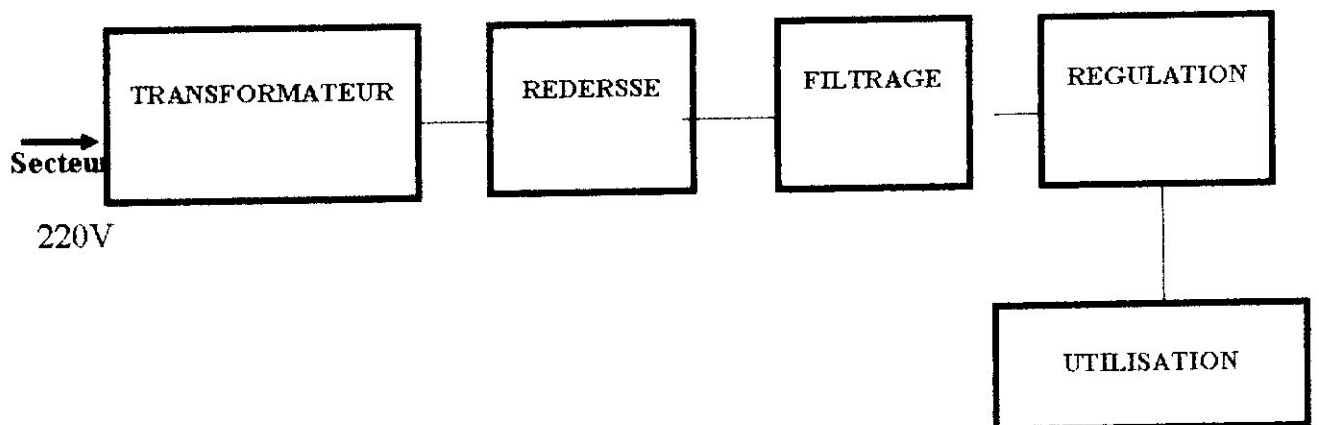


Fig. (III- 1): Synoptique de l'alimentation stabilisée

Il faut savoir aussi qu'il y a présence de microcoupures de tension et de panne de longues durées du réseau sone gaz. Les microcoupures pouvant-être éliminées facilement au moyen de condensateurs réservoirs de capacité importante. Cette alimentation est tout à fait classique :

Un transformateur qui réalise l'adaptation du secteur et de tension continue désirée :

- un circuit de redressement.
- Un système de stabilisation.

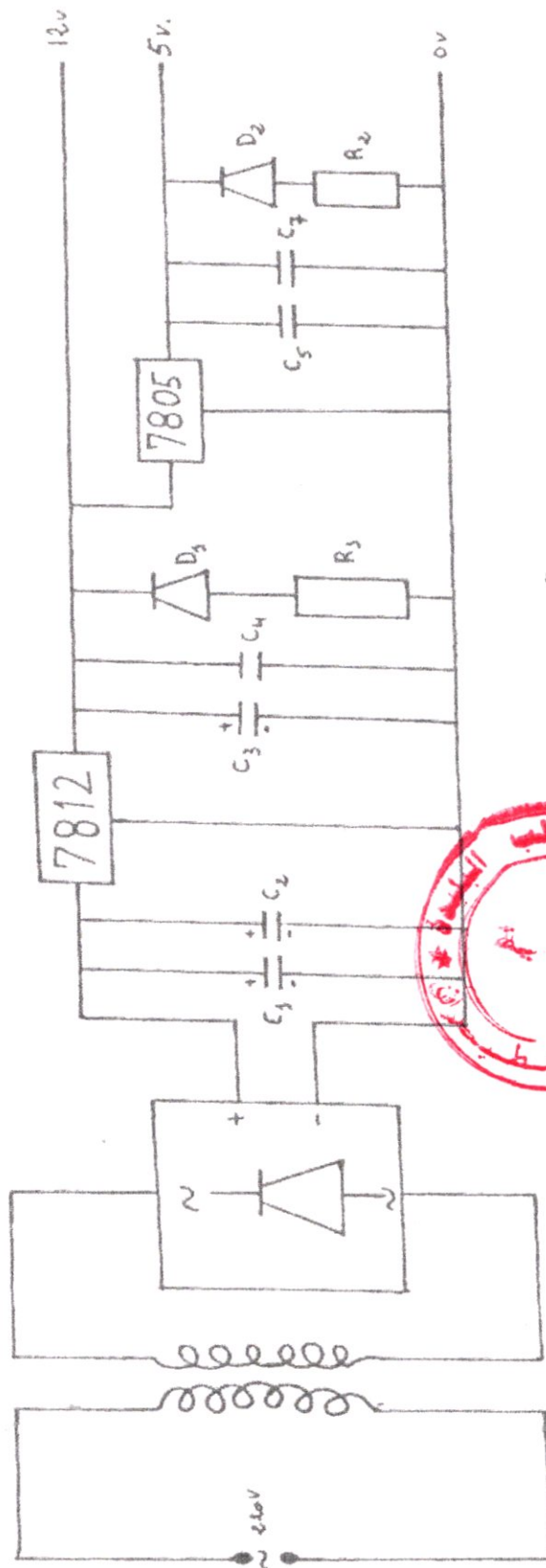


Fig (III-2) : Schéma électrique de l'alimentation stabilisée

III-1-1 Etude des différentes parties de l'Alimentation :**a) Le transformateur :**

L'adaptation entre la tension du secteur 220 volts efficace et la tension désirée à l'aide d'un transformateur délivrant une tension de 15 volts efficace au niveau du secondaire.

Lissée afin d'obtenir les deux sortie + 5 volts et +15 volts.

b) Redressement :

On utilise un pont redresseur pour convertir une tension alternative du secondaire du transformateur en impulsion positive de tension grâce à la propriété des diodes.

Dans notre réalisation, on a utilisé un pont de diodes de type B40C qui joue le rôle de redresseur. Ce pont de diodes est une partie intégrant avec 04 pattes

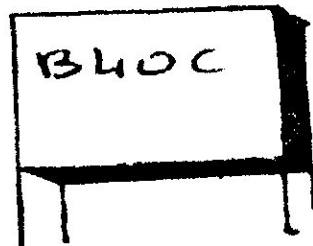
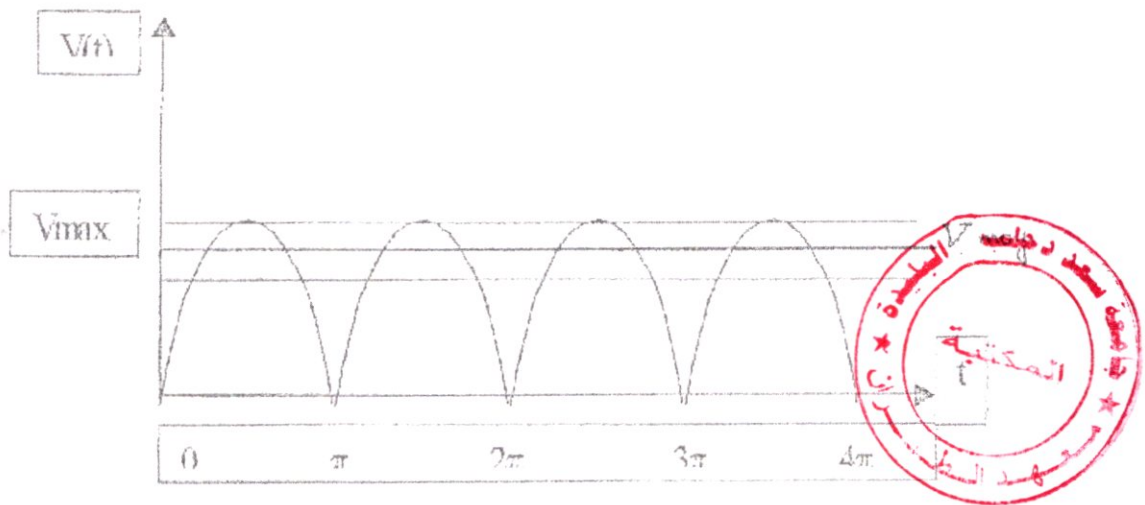


Fig (III-3) configuration d'un pont de redressement type B40C

La tension redressée double alternance est présentée par le diagramme suivant:



c) Filtrage:

L'opération de filtrage a pour but de laisser la tension (courtant) fournie par le bloc redresseur sous forme de crêtes positives.

Les condensateurs C_1 et C_2 (Voir fig III-5) de fortes capacités permettent d'emmagasiner suffisamment d'énergie pour la restituer en cas de chute de tension, en même temps filtrent efficacement les alternances positives du pont de redressement.

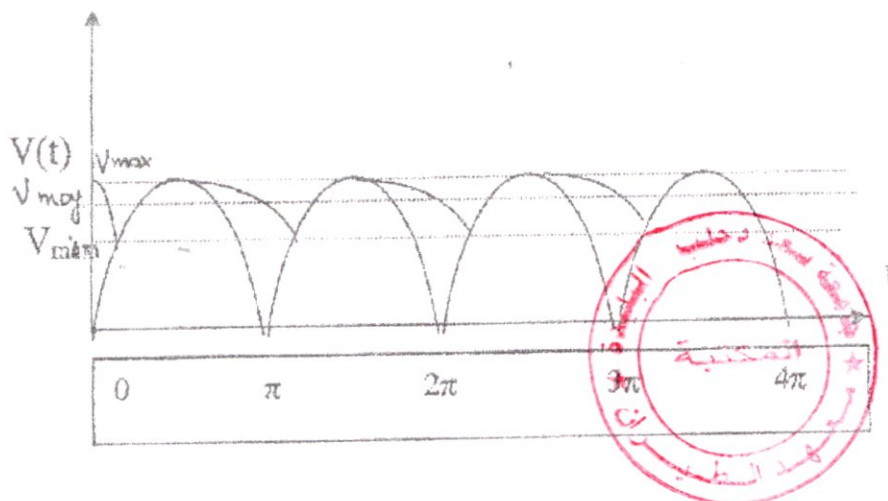


Fig (III-5) chronogramme de la tension filtrée

d) Stabilisation et régulation :

Redresser, filtrer, dépendant d'une part des fluctuations du secteur et d'autre part des variations de a charge, on peut réduire tous ces efforts en stabilisant les tensions filtrés.

Si on veut obtenir une bonne régulation, il convient de prévoir des régulateurs intégrés telle que l'uA 7805.

Enfin, le condensateur C_3 évite que des oscillations parasites de basses fréquences prennent naissance dans le montage tandis que le condensateur C_4 évite vers la masse les oscillations parasites de haute fréquence

III –I partie électrique :

Dans cette partie nous étudions les différents étages du schéma électrique détaillé.

Commencerons par le schéma électrique après l'étude de chaque étage

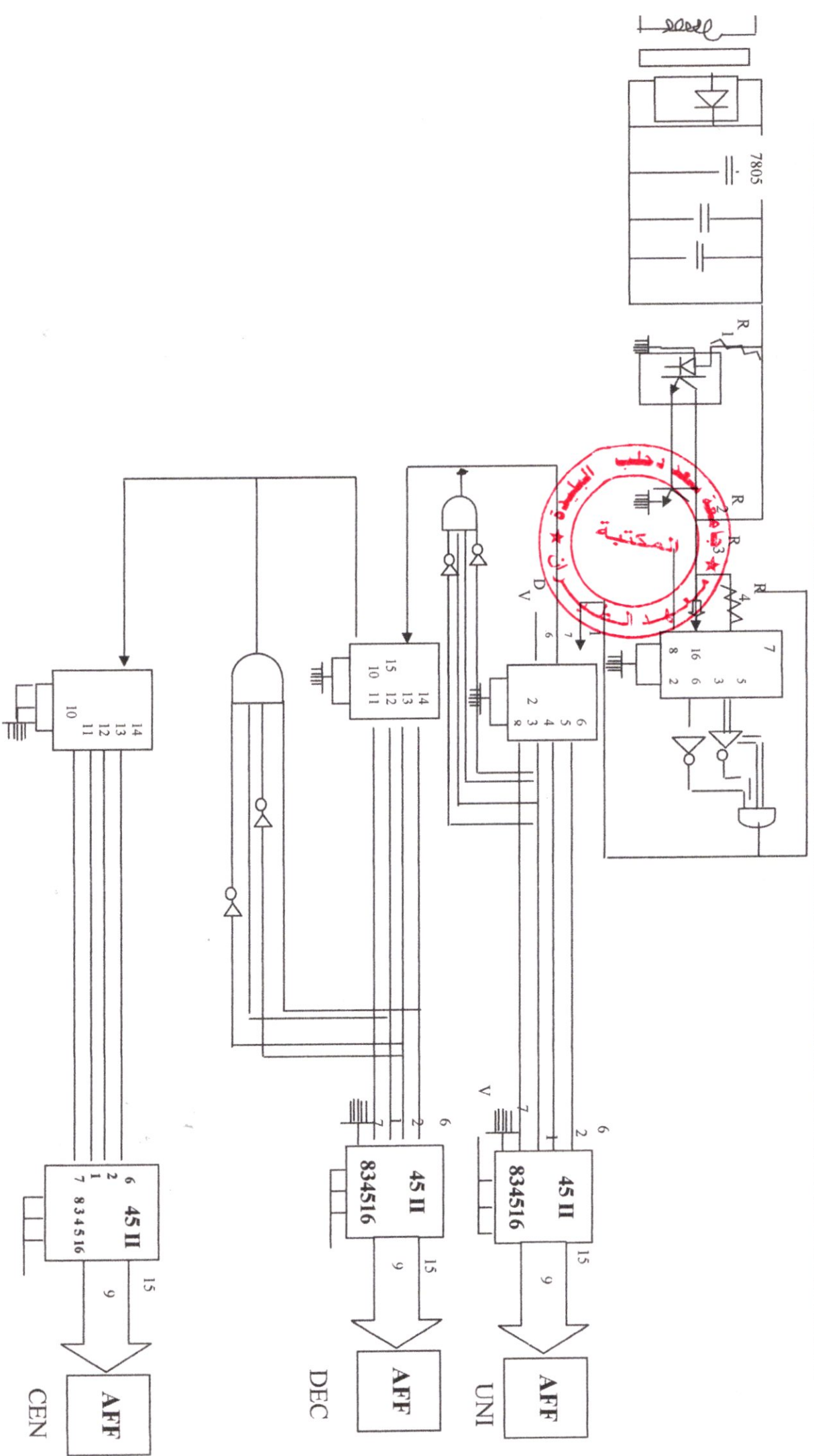


Fig. (III-6) Schéma électrique détaillé

III – I-1 étude d'un capteur :

L'anémomètre utilise un capteur infrarouge et doit fournir des niveaux logiques en sortie. Ce capteur infrarouge à fourche, il est composé d'une partie émettrice (une LED infrarouge) et d'une partie réceptrice (un phototransistor), le tout moulé dans un petit boîtier compact.

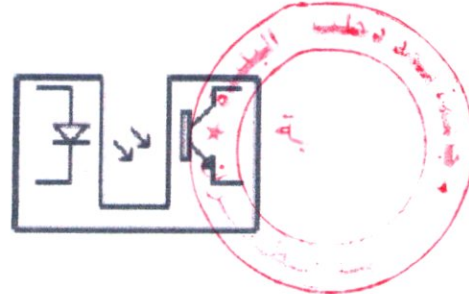


Fig (III-7) capteur optique fourche

La partie émettrice se comporte de la même façon qu'une LED à la différence près que la lumière est invisible à l'œil.

La partie réceptrice quant à elle se comporte comme un interrupteur commandé par la réception ou non de lumière infrarouge. Quand elle reçoit de la lumière infrarouge, le capteur est passant sinon il est ouvert.

Afin de pouvoir fournir plus de courant, le capteur infrarouge est branché sur la base d'un transistor de type 2N2222 qui fonctionne alors en commutation.

La figure suivante représente le câblage d'un capteur optique

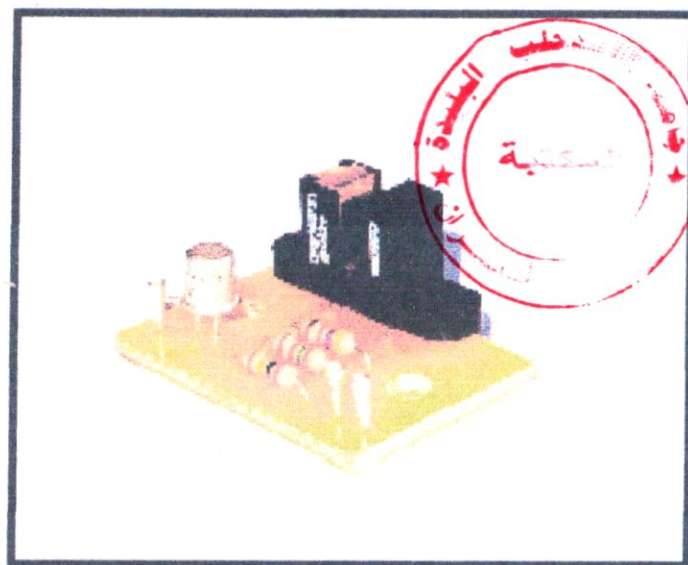


Fig. (III -8) capteur de l'anémomètre

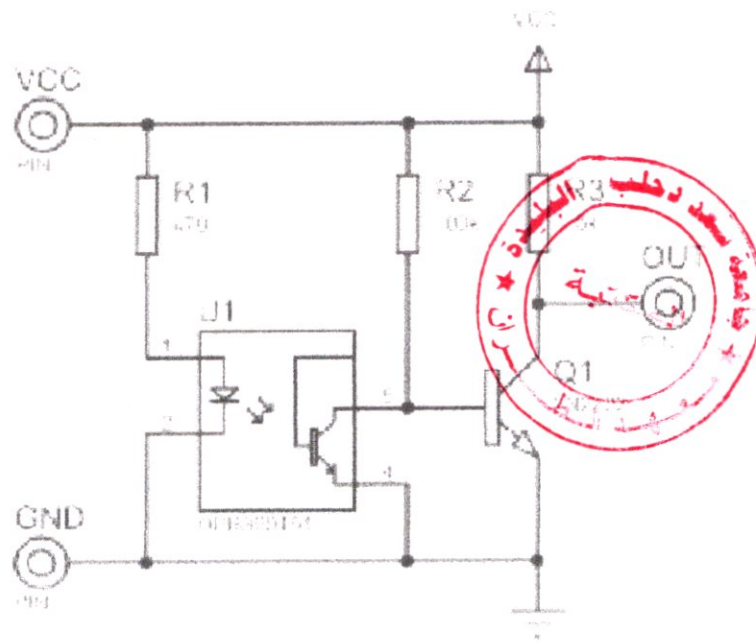


Fig (III-9) schéma de câblage d'un capteur optique à fourche

Vous retrouvez le capteur infrarouge U1 une résistance de protection de la partie émettrice de ce capteur R1, une résistance protégeant à la fois la partie réceptrice du capteur et la base du transistor R2, le transistor de type 2N2222Q1 et une résistance de protection du collecteur du transistor R3.

III-I-2 Organisation de commutation (trigger de Smith) :

Chaque circuit fonctionne pendant que des 2 portes NAND, mais en raison de l'action de Smith, elle a différents niveaux de seuil d'entrée pour positif (V_{t+}) et pour des signes allants de négatif (V_{t-})

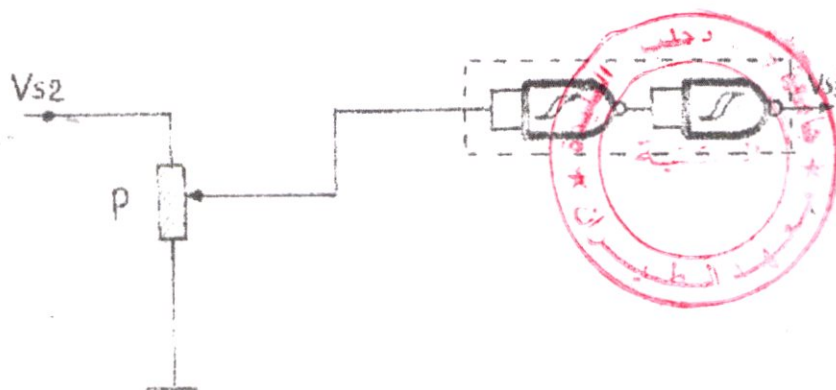


Fig. (III-10) schéma électrique de l'organisation de commutation

La figure suivante indique le signal qui sort :

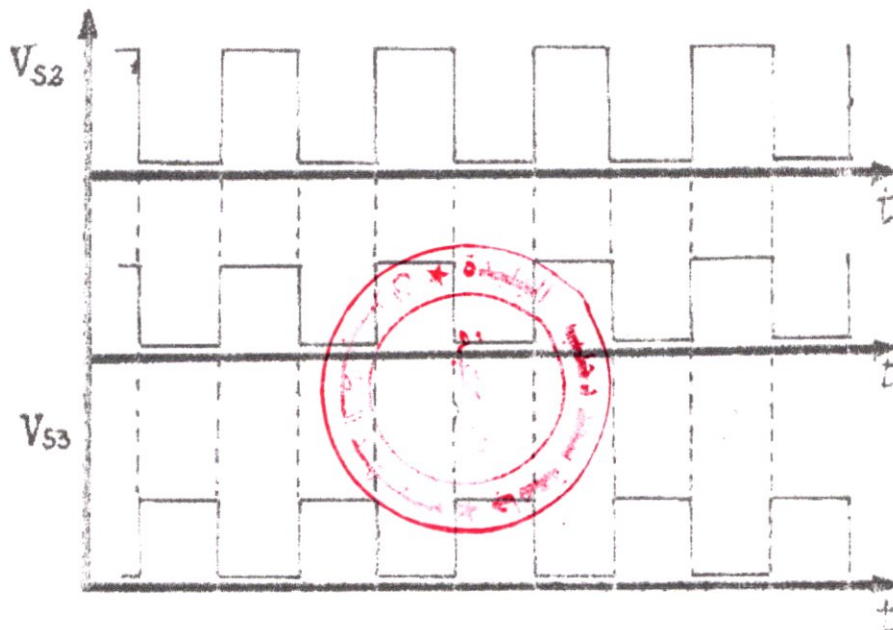


Fig. (III-11) signal d'organisation de commutation

III-I-3 les compteurs :

L'unité de comptage est constituée principalement de :

Une entrée d'horloge.

Une entrée de commande de comptage

Une entrée de commande binaire/décimal.

Notre réalisation comprend deux circuits séquentiels réversibles qui sont les 4518, 4520

III- I-3 -1 – Définition et fonction d'un compteur :

Un compteur est un circuit électronique constitué essentiellement par un ensemble de bascules et le plus souvent d'un réseau combinatoire.

Ce compteur permet de comptabiliser le nombre d'événements qui se produisent pendant un temps donné.

Chaque événement est traduit en impulsion électrique.

Ces circuits possèdent le plus souvent une entrée (quelquefois deux entrées) sur laquelle parviennent les impulsions à compter ou à décompter.

L'information disponible est située sur l'ensemble des sorties des bascules.

III-- I-3 -2 - UN compteur modulo 4 : Le montage situé à la figure est un compteur constitué à partir de deux bascules D.

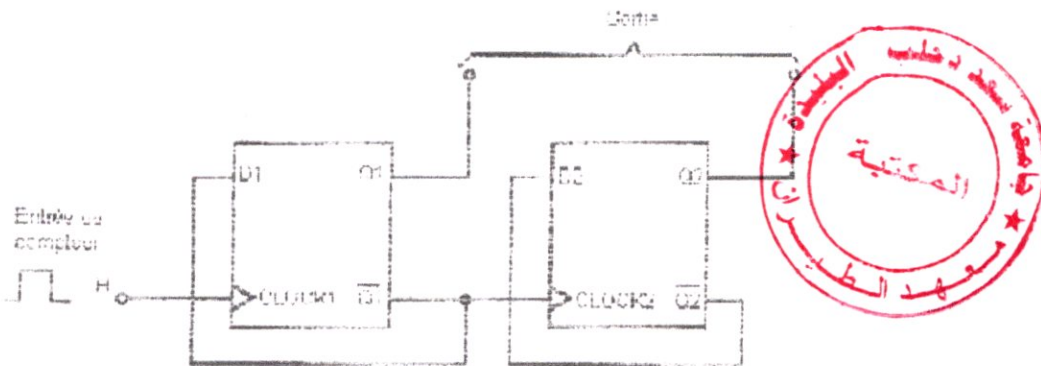


Fig. (III-12) compteur modulo 4

Ce montage est bien un compteur asynchrone puisque le signal de l'horloge H n'est appliqué que sur l'entrée CLOCK de la première bascule (CLOCK1).

La sortie 1 est reliée à l'entrée CLOCK de la deuxième bascule (CLOCK2).

Chaque bascule est câblée en diviseur par deux.

Le chronogramme de la figure suivante permet de suivre l'évolution du compteur au cours du temps.

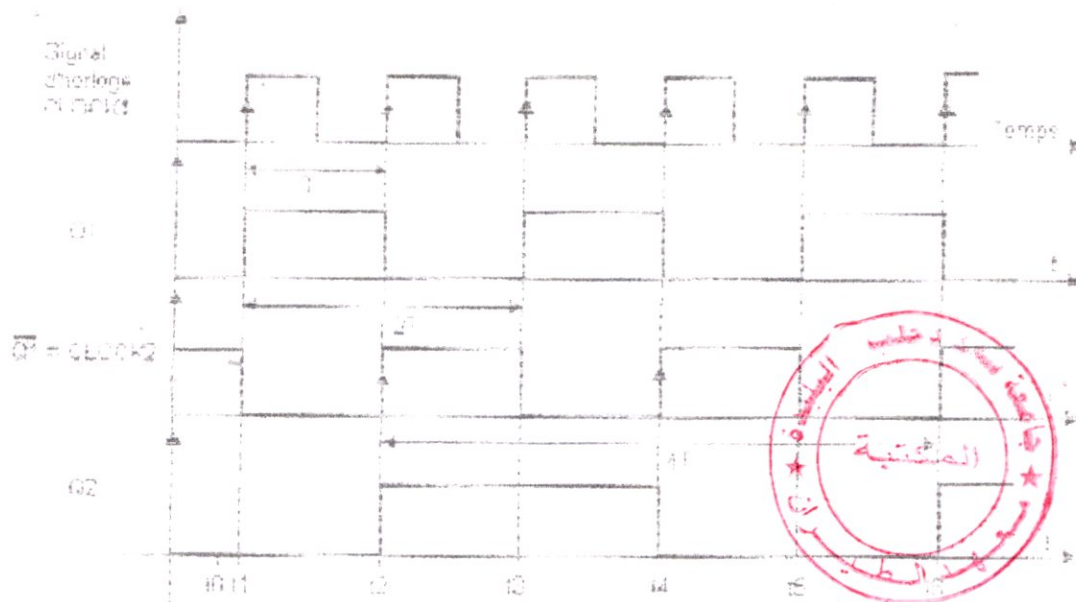


Fig. (III-13) chronogramme relatif au fonctionnement du diviseur par 4

A l'instant t_0 , les deux sorties Q1 et Q2 sont au niveau L.

Au premier front actif d'horloge (instant t_1), la sortie Q1 commute et passe au niveau H. 1 passe au niveau L.

A l'instant t_2 , Q1 repasse au niveau L et 1 au niveau H, donc un front actif est appliqué sur l'entrée d'horloge de la deuxième bascule. Q2 passe donc au niveau H.

A l'instant t_3 , Q1 repasse au niveau H et Q2 reste au niveau H.

A l'instant t_4 , Q1 revient au niveau L et Q2 également. Les deux sorties sont revenues à leur état initial. Il a donc fallu quatre impulsions d'horloge pour retrouver l'état initial des deux bascules.

La table de vérité de la figure 11 permet de résumer l'évolution du compteur et du diviseur par 4.

Clock 1	Q2	Q1	Etat logique
	0	0	t_0
↑	0	1	de t_1 à t_2
↑	1	0	de t_2 à t_3
↑	1	1	de t_3 à t_4
↑	0	0	de t_4 à t_5

Fig (III-14) table de vérité du compteur modulo 4

Ce compteur est de module 4. Le module est le nombre d'états logiques formés par l'ensemble des sorties du compteur.

Dans le cas présent, il s'agit d'un compteur possédant quatre états logiques (00, 01, 10, 11) en code binaire ou 0, 1, 2 et 3 en code décimal).

La capacité de ce compteur est 3. La capacité est le nombre maximum d'événements qu'un compteur peut comptabiliser. Elle est toujours égale à module moins un puisque durant l'état initial (ici 00) aucun événement n'a encore été pris en compte.

La sortie Q1 divise par deux la fréquence de l'horloge H et la sortie Q2 divise par quatre cette même fréquence de l'horloge H. il apparaît bien que la période du signal en sortie Q1 vaut deux fois la période de l'horloge et en sortie Q2 la période du signal vaut quatre fois la période de l'horloge.

D'une façon générale, il est toujours possible d'utiliser une ou plusieurs sorties d'un compteur pour avoir une division de la fréquence de l'horloge. Cette propriété est utilisée pour compter le temps qui s'écoule.

III- I-3-3- LE diagramme des états :

Un compteur modulo 4 possède 4 états. Ses deux sorties peuvent réaliser 4 combinaisons différentes (00, 01, 10, 11).

Le diagramme des états d'un compteur permet de représenter l'ensemble des états que peut prendre ce compteur. La figure suivante représente le diagramme

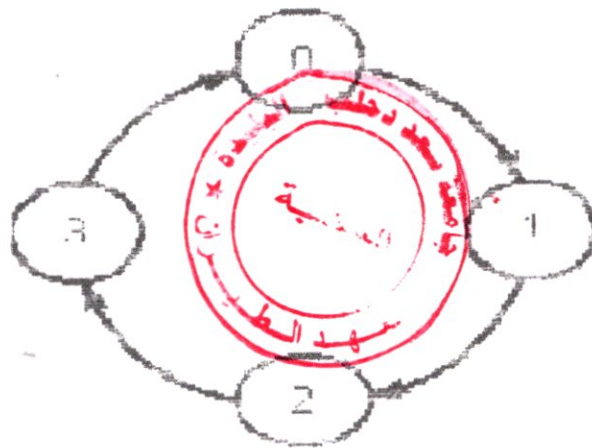


Fig (III-15) diagramme des états d'un compteur modulo 4

III-- I-3 -4 Le compteur 4518 :

Un double compteur (le 4518), qui compte le nombre de créneaux arrivant sur ses deux entrées et donne le résultat dans le système BCD

En résumé, on compte et on affiche le résultat en clair (dans la limite des unités)...

A la question "on compte quoi au juste?", bornons-nous à répondre: les signaux de forme rectangulaire présentés sur les entrées du 4518. Ce module, autrement dit, n'a en soi aucune utilité particulière, mais il peut devenir intéressant dès lors qu'on le rajoute à un montage en amont.

Le 4518, double compteur BCD

Nous avons donc deux compteurs 4 bits (désignés ici A et B), qui peuvent au choix être déclenchés sur le front montant ou sur le front descendant du signal carré présenté en entrée.

Voici pour finir l'image des différentes entrées et sorties dans le temps:

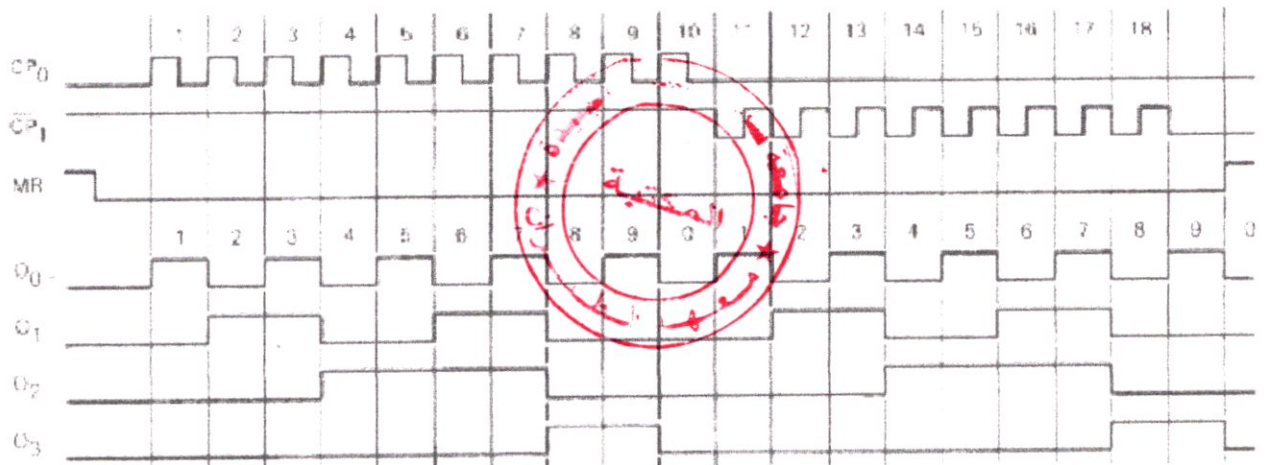


Fig (III-16) le diagramme des différentes entrées et sorties

Le signal carré, tout à gauche, est présenté sur CP₀, CP₁ étant à l'état haut et MR à l'état bas. On observe que la sortie O₀ est haute, les trois sorties O₁, O₂, et O₃ étant basses. Le code BCD se lit, de bas en haut: 0001, soit 1 en décimal. Un deuxième front montant arrive sur CP₀, la sortie O₀ bascule à l'état bas, O₁ passe à l'état haut, O₂ et O₃ demeurent basses. On lit: 0010, soit 2 en décimal. Etc.

A partir du onzième créneau, le chronogramme est donné pour un comptage en logique négative, sur front descendant. A l'extrême droite, on visualise l'effet d'une RAZ: MR étant porté à l'état haut, toutes les sorties passent à l'état bas (soit 0000 en BCD et 0 en décimal).

III-I-4 Inverseur (porte NON) :

On utilise le circuit 4069. L'inverseur est une porte utilisée pour changer un état. En d'autres termes, lorsque le niveau 1 est appliqué à son entrée, la sortie sera au niveau 0. Inversement, si un niveau BAS est appliqué à son entrée, le résultat sera un niveau HAUT à la sortie. Il y a plusieurs façons de symboliser des portes logiques. Deux normes sont utilisées: l'une européenne, l'autre nord américaine. Ici, nous utiliserons essentiellement les normes européennes. Sachez cependant qu'il convient de connaître les deux normes, car elles sont toutes deux très utilisées. La symbolisation européenne est illustrée à gauche, et la symbolisation nord américaine est illustrée à droite.



fig. (III-17) Symboles logiques de l'Inverseur

Ci-dessous, la table de vérité est représentée. Il s'agit d'un tableau représentant tous les états possibles de la porte logique dont il est question. L'extrémité gauche de la porte logique est appelée "entrée", car on y applique la tension qui doit être traitée. L'extrémité droite est appelée "sortie", car elle contient tension traitée (1 ou 0). Dans le cas de l'inverseur, l'entrée est simple menin versée.

Entrée	Sortie
1	0
0	1

fig. (III-18) Table de vérité de l'inverseur

$$X = \bar{A}$$

Cette table de vérité peut être exprimée de façon mathématique. L'expression logique de l'inverseur est l'égalité décrite ci-dessous.

La barre au-dessus du A signifie que la valeur A est inversée. On appelle cette valeur "A inverse". Cette égalité signifie donc que la sortie X est égale à l'entrée A inversée.

III-I-5 La porte logique ET (AND en anglais)

On utilise le circuit 4081

Cette fonction est obtenue avec au moins deux variables.

Elle correspond à V_1 du tableau des 16 fonctions à 2 variables.

Table de vérité

b	a	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



La fonction X prend la valeur 1 quand l'une et l'autre variable sont à 1.

Nous l'écrivons : $X = a \cdot b \implies$ produit logique

(Ou encore : $X = a \wedge b \implies$ conjonction : a et b)

Nous lirons X égale a et b.

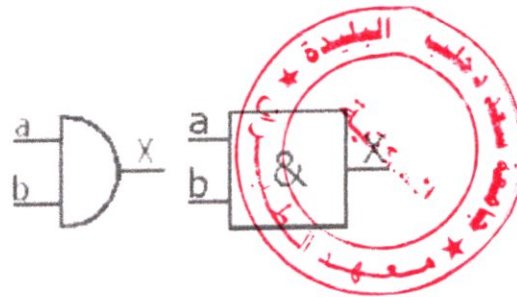
Propriétés particulières :

a. $1 = a$

a. $0 = 0$

a. $a = a$

a. $a = 0$

Symbolisation**Forme canonique**

$$X = a \cdot b$$

III-I-6 l'unité de décodage :

Voyons maintenant le 4511 dont le rôle sera d'une part de décoder les chiffres binaires fournis par le 4518, et d'autre part de piloter directement un afficheur 7 segments à LED. En effet le 4511 peuvent fournir 25mA en sortie, soit un courant amplement suffisant pour alimenter un afficheur.

Les résistances, tous identiques figurants sur le schéma (schéma électrique détaillé) servant à limiter la valeur du courant dans les segments de l'afficheur.

Voici le brochage du 4511 :

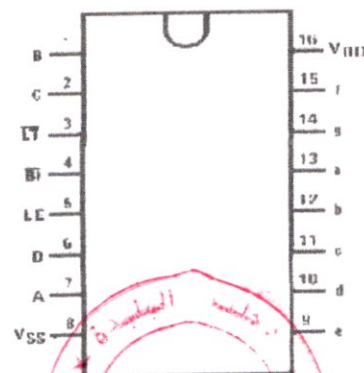


Fig (III-19) le brochage de décodeur 4511

B, C, d et a (broches 1, 2, 6 et 7) sont les entrées destinées à recevoir les 4 bits du code BCD.

Les sorties e, d, c, b, a, g et f (broche 9 à 15 dans cet ordre) pilotent les segments de l'afficheur à cathode commune

Le schéma suivant présente le signal de sortie:

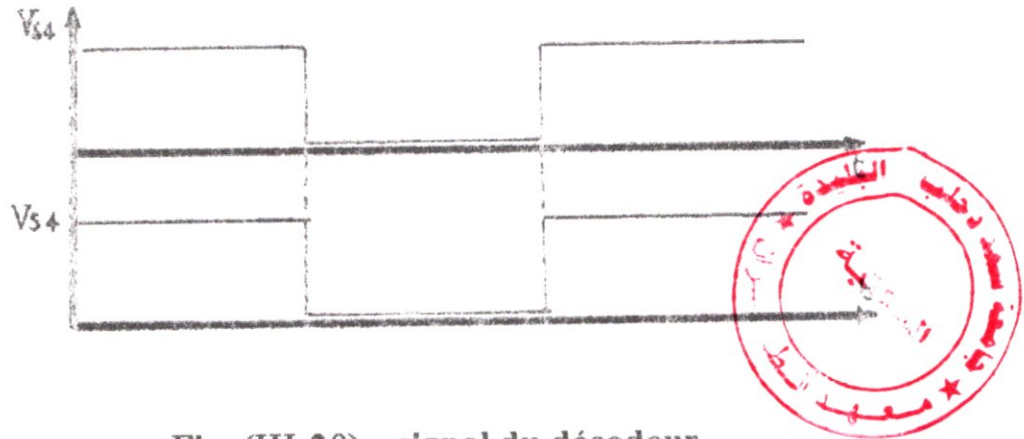


Fig. (III-20) signal du décodeur

III-I-7- l'unité d'affichage :

Généralement, pour visualiser un nombre exprimé en décimal codé binaire, on utilise souvent des dispositifs électro-lumineuses à 7 segments contenus dans de petits boîtiers, chacun visualisant un chiffre.

La carte d'affichage est présentée par trois afficheurs cathode commun

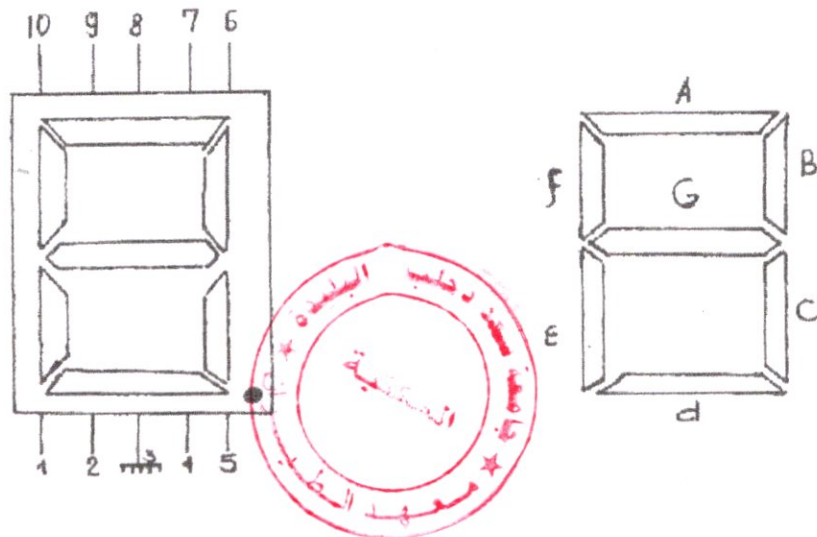


Fig. (III-21) schéma d'un afficheur

III – II partie mécanique

Pour la réalisation de la partie mécanique nous proposons les étapes suivantes :

La première étape fut la réalisation de roue de codage optique qui est associé. Pour faire cela; utilisons de l'époxy de circuit imprimé qu'insolons suivant le dessin de codage.

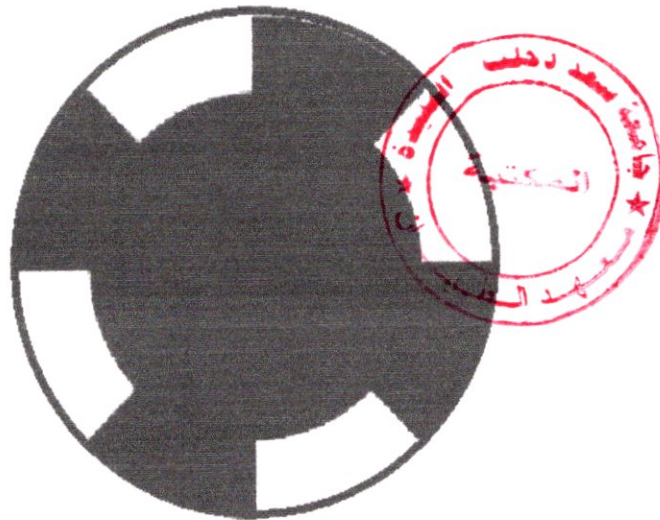


Fig. (III-22) la roue de l'anémomètre

La deuxième étape consiste à trouver le moyen de faire un axe dont les frottements seraient quasiment nuls et ne possédant pratiquement pas d'inertie. Nous proposons l'utilisation de ventilateur d'alimentation de PC dont on retire la partie magnétique ainsi que les ailettes. En effet, ces ventilateurs sont d'un grand format, et leur système roulant est basé sur l'utilisation de deux roulements à billes qui facilite la fixation des roues de codage ventilateur à l'aide de trois vis



Fig (III-23) ventilateur utilisé

Il fallait ensuite réaliser un axe placé dans le prolongement des ventilateurs afin de supporter la roue à godets de l'anémomètre.

La dernière étape était de fixer la partie électrique et la partie mécanique ensemble. Pour cela le disque de codage doit être placé entre les fourches du capteur.

Enfin on propose de construire la roue à godets de l'anémomètre avec 3 demi-balles de ping pong. La connexion électrique a été réalisée par l'intermédiaire de dominos.

chapitre IV
simulasion et realisation pratique

Introduction :

En électronique comme tous les domaines, en commençant toujours avec l'idée pour réaliser tel montage, et après le développement de cette idée par un synoptique qui décrit les différents étages de montage

J'ai réalisé ce projet par deux méthodes complémentaires :

- Simulation par le logiciel Worckbench
- Réalisation sur plaquette Hitchman

IV-1 Simulation par le logiciel Workbench :

Après avoir simulé l'étage par le logiciel Workbench, j'ai trouvé le résultat suivant :

On faisant alimenter l'interrupteur et en suite on lui donne des impulsions et à la quatrième impulsion l'afficheur affiche

IV- 2 Réalisation pratique :

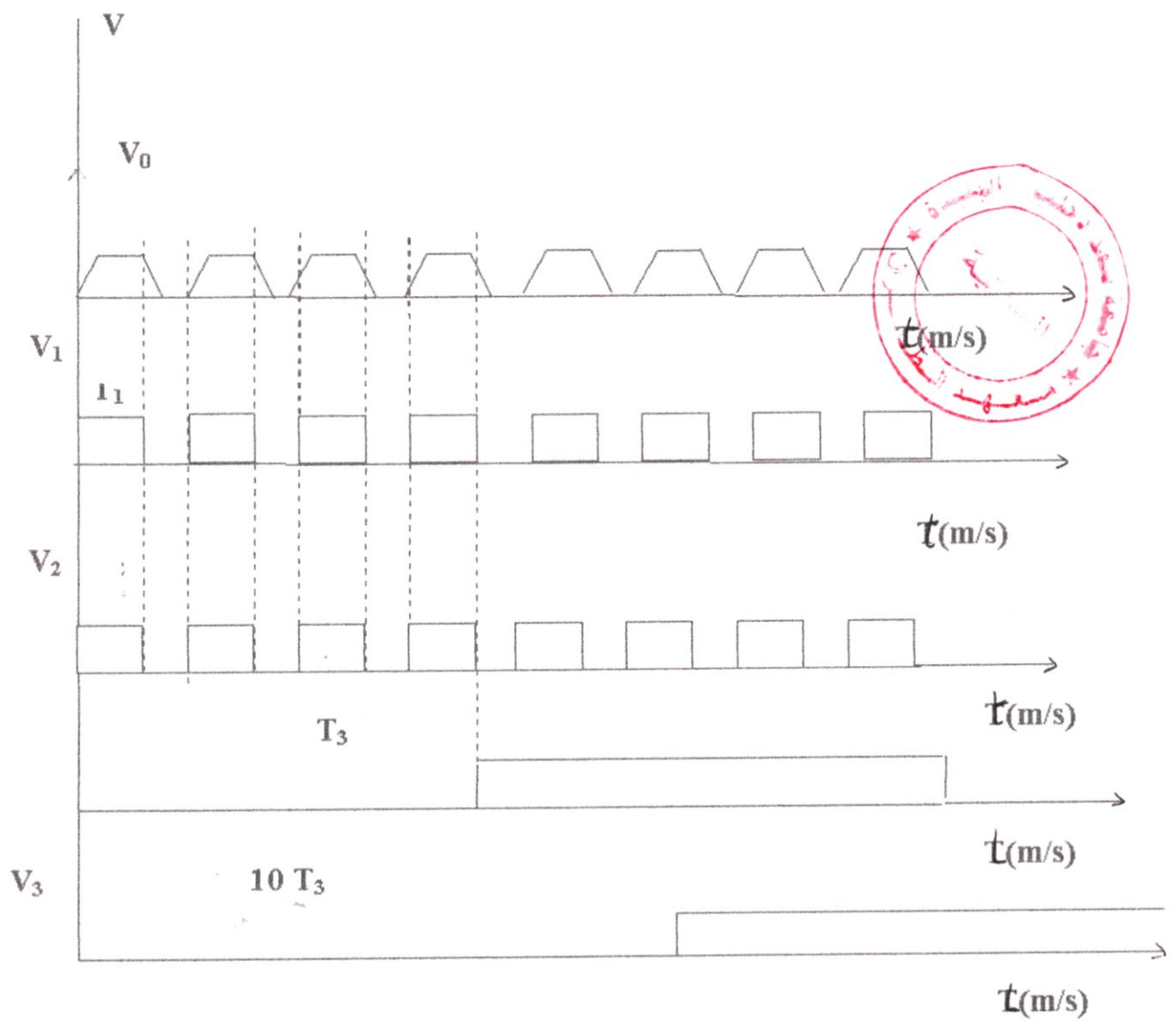
Dans cette partie, je me suis contenté de réaliser mon montage sur une plaquette Hitchman, qui est une plaquette en plastique qui comprend des trous aux quels je peux connecter mes fils d'alimentation et mes composants électronique.

C'est une plaquette d'essai et elle est le plus important transit vers le circuit imprimé.

IV-3 schéma synoptique :

Fig. (IV-I) schéma synoptique

Les signaux en sortie :



+Vdd

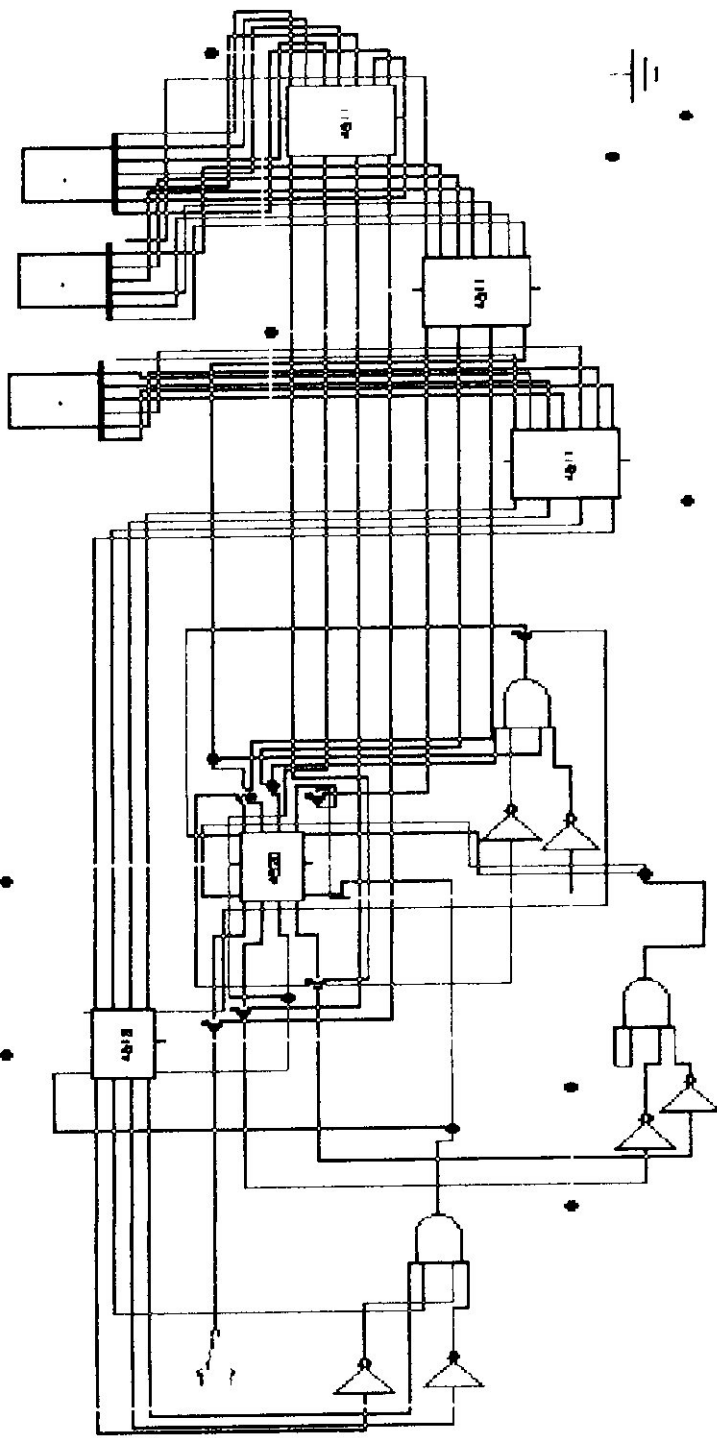


Schéma de la simulation

Conclusion générale

CONCLUSION

Le but de mon travail était réaliser un anémomètre qui est composé d'une partie électrique et d'une partie mécanique

La partie électrique a été réalisée et elle est fonctionnelle par contre la partie mécanique n'était pas achevée faute de certains composants.

J'ai pu aussi faire une simulation de l'anémomètre.

Pour terminer la partie mécanique je propose de suivre les étapes qui ont été donnée au chapitre trois ainsi que la réalisation d'une carte d'acquisition pour la visualisation sur PC

Liste des composantes

Liste des composantes

1) Les résistances :

$$R_1 = 470$$

$$R_2 = 100 \text{ K}$$

Ω

$$R_3 = 10 \text{ K}$$

$$R_4 = 100 \text{ K}$$

2) Les circuits intégrés :

Circuit 4518

Circuit 4520

Circuit 4069

3 Circuits 4081

3 Circuits 4511

3 afficheurs cathode commun

3) Les transistors :

$$T_1 = 2N2222$$

4) Le capteur :

Un capteur a fourche

bibliographie

bibliographie:

OUVRAGES :

ELECTRONIQUE DIGITAL.MENACER Saïd. (Tome 1 :
ANALYSES COMBINATOIRES ET SEQUENTIELES. Édition
1990

Mémotech électronique, composants J.C. Cauveau, 2^{ème}
édition.1989 édition CASTILLA PARIS.

Revue :

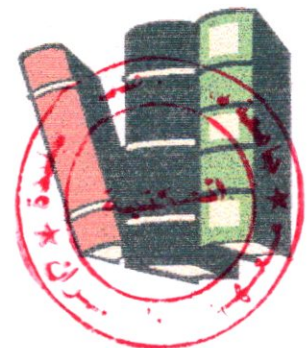
Électronique pratique N°78 Nouvelle série Janvier 1985

THESES :

Etude et réalisation d'un système universel pour la mesure
de la vitesse de mouvement d'un point en rotation présenté par : Mr
BEN RABAH Rafik, Mr BEN RACHIDI El Hadi. Dirigé par Mr
NEDJMI Omar). Année 2001. Édition Institut d'électronique

SITES INTERNET :

[www.jacquesfortier.com/zweb/jf/terre creuse/coriolis
force De.html](http://www.jacquesfortier.com/zweb/jf/terre%20creuse/coriolis%20force%20De.html)



http://bdp.ge.ch/web_phys./apprendre/connaître/html

<http://www.jmb.electronique.com/document/jmb%20>

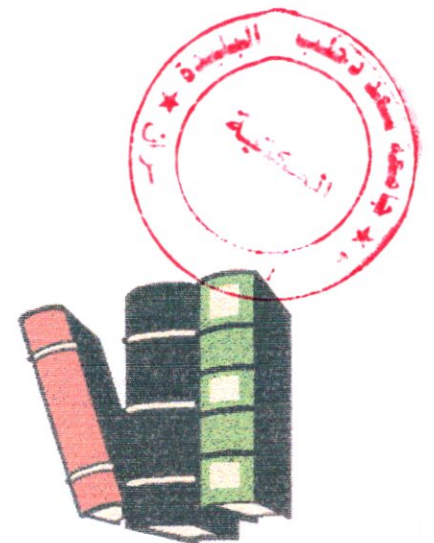
Electronique. PDF

<http://perso.orange.fr/e-lectronique/RPUB.htm>

<http://www.premiumorange.com/daniel.robert9/digit/>

[digit-9 ts. html # compteur](#)

http://perso.orange.fr/daniel_robert9/digit/digit-9ts.html

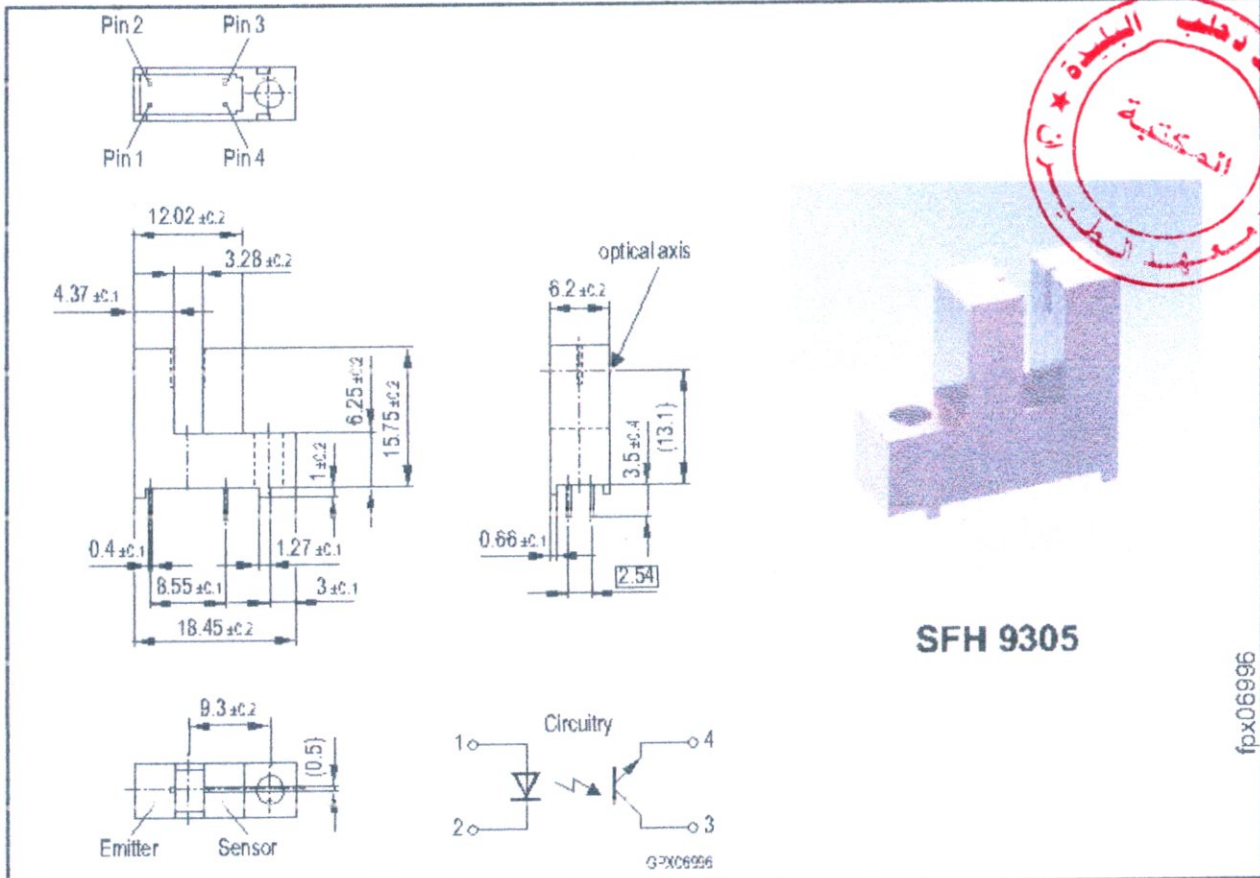


Annexe

Gabellichtschranken Slotted Interrupters

SFH 9305

Vorläufige Daten / Preliminary Data



Maße in mm, wenn nicht anders angegeben/Dimensions in mm, unless otherwise specified.

Wesentliche Merkmale

- Kompaktes Gehäuse
- GaAs-IR-Sendediode (940 nm)
- Si-Fototransistor mit Tageslichtsperrfilter
- Gehäuse mit SFH 4110 und SFH 3100 F als Basiskomponenten

Anwendungen

- Geschwindigkeitsüberwachung
- Motorsteuerung
- Überwachung des Papiervorschubs in Druckern, Kopier- und Faxgeräten
- Speicherlaufwerke
- Steuerung des Druckkopfes in Druckern
- Münzdetektion
- Optoelektronische Schalter

Features

- Compact type
- GaAs infrared emitter (940 nm)
- Silicon phototransistor detector with daylight-cutoff filter
- Package using SFH 4110 and SFH 3100 F as basic components

Applications

- Speed control
- Motor control
- Monitoring of paper feed in printers, copiers, facsimiles
- Disk drives
- Control of print head in printers
- Coin detection
- Optoelectronic switches

Typ Type	Bestellnummer Ordering Code	Gehäuse Package
SFH 9305	on request	Schwarzes Polycarbonat Plastikgehäuse, Anschlüsse im 2.54-mm Raster, Senderseite durch Buchstaben „E“, Empfängerseite durch Buchstaben „S“ gekennzeichnet. Black polycarbonate plastic material housing, solder tabs 2.54-mm (1/10") spacing, emitter side marked with letter "E", sensor side marked with letter "S".

Grenzwerte $T_A = 25\text{ °C}$
Maximum Ratings

Bezeichnung Description	Symbol Symbol	Wert Value	Einheit Unit
Sender (GaAs-Diode) Emitter (GaAs Diode)			
Sperrspannung Reverse voltage	V_R	5	V
Durchlaßstrom Forward current	I_F (DC)	60	mA
Verlustleistung Power dissipation	P_{tot}	100	mW
Wärmewiderstand Thermal resistance	R_{thJA}	280	K/W

Empfänger (Si-Fototransistor)
Detector (Silicon Phototransistor)

Kollektor-Emitter-Spannung Collector-emitter voltage	V_{CE}	30	V
Kollektor-Emitter-Spannung, ($t \leq 2\text{ min}$) Collector-emitter voltage, ($t \leq 2\text{ min}$)	V_{CE}	70	
Emitter-Kollektor-Spannung Emitter-collector voltage	V_{EC}	7	
Kollektorstrom Collector current	I_C	50	mA
Verlustleistung Total power dissipation	P_{tot}	150	mW
Wärmewiderstand Thermal resistance	R_{thJA}	280	K/W

Grenzwerte $T_A = 25\text{ °C}$ (cont'd)
Maximum Ratings

Bezeichnung Description	Symbol Symbol	Wert Value	Einheit Unit
Gabellichtschranke Slotted Interrupter			
Lagertemperatur Storage temperature range	T_{stg}	- 40 ... + 85	°C
Betriebstemperatur Operating temperature range	T_{op}	- 40 ... + 85	
Elektrostatische Entladung Electrostatic discharge	ESD	2	kV



Kennwerte $T_A = 25\text{ °C}$
Characteristics

Bezeichnung Description	Symbol Symbol	Wert Value	Einheit Unit
Sender (GaAs-Diode) Emitter (GaAs Diode)			
Wellenlänge der Strahlung Wavelength of peak emission	λ_{peak}	940	nm
Durchlaßspannung Forward voltage $I_F = 20\text{ mA}, t_p = 20\text{ ms}$	V_F	1.2 (≤ 1.4)	V
Sperrstrom Reverse current $V_R = 5\text{ V}$	I_R	0.01 (≤ 1)	μA
Kapazität Capacitance $V_R = 0\text{ V}, f = 1\text{ MHz}$	C_ϕ	16	pF

Kennwerte $T_A = 25\text{ °C}$ (cont'd)
Characteristics

Bezeichnung Description	Symbol Symbol	Wert Value	Einheit Unit
----------------------------	------------------	---------------	-----------------

Empfänger (Si-Fototransistor)
Detector (Silicon Phototransistor)

Wellenlänge der max. Fotoempfindlichkeit Wavelength of max. sensitivity	$\lambda_{S\max}$	920	nm
Spectr. Bereich der Fotoempfindlichkeit Spectral range of sensitivity $S = 10\% \text{ of } S_{\max}$	λ	840 ... 1080	nm
Kapazität Capacitance $V_{CE} = 0\text{ V}, f = 1\text{ MHz}, E = 0$	C_{CE}	6.5	pF
Dunkelstrom Dark current $V_{CE} = 20\text{ V}$	I_{CEO}	2 (≤ 50)	nA



Gabellichtschranke
Slotted interrupter

Kollektor-Emitterstrom Collector-emitter current $I_F = 20\text{ mA}, V_{CE} = 5\text{ V}$	$I_{CE\min.}$ $I_{CE\text{typ.}}$	> 0.7	mA
Kollektor-Emitter-Sättigungsspannung Collector-emitter-saturation voltage $I_F = 20\text{ mA}, I_C = 0.2\text{ mA}$	$V_{CE\text{sat}}$	≤ 0.4	V
Anstiegs- und Abfallzeit Rise and fall time $V_{CC} = 5\text{ V}, I_C = 1\text{ mA}, R_L = 1\text{ k}\Omega$	t_r t_f	13 17	μs μs

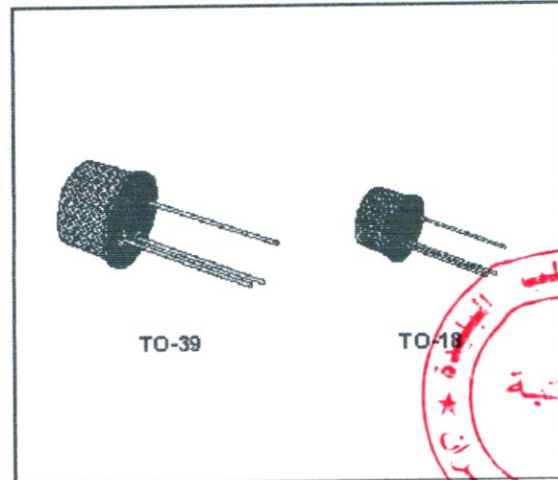
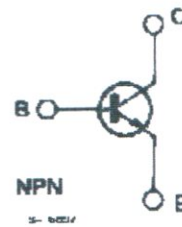
Löthinweise
Soldering conditions

Bauform Type	Tauch-, Schwalllötung Dip, wave soldering		Reflowlötung Reflow soldering		Kolbenlötung Iron soldering (Iron temp.)
	Peak temp. (solderbath)	Max. time in peak zone	Peak temp. (package temp.)	Max. time in peak zone	
SFH 9305	260 °C	10 s	n. a.	–	300 °C < 5 s

HIGH SPEED SWITCHES
DESCRIPTION

The 2N2218A, 2N2219A, 2N2221A and 2N2222A are silicon planar epitaxial NPN transistors in Jedec TO-39 (for 2N2218A and 2N2219A) and in Jedec TO-18 (for 2N2221A and 2N2222A) metal cases. They are designed for high-speed switching applications at collector currents up to 500 mA, and feature useful current gain over a wide range of collector current, low leakage currents and low saturation voltages.

☉ 2N2218A/2N2219A approved to CECC 50002-100, 2N2221A/2N2222A approved to CECC 50002-101 available on request.


INTERNAL SCHEMATIC DIAGRAM

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CB0}	Collector-base Voltage ($I_E = 0$)	75	V
V_{CE0}	Collector-emitter Voltage ($I_B = 0$)	40	V
V_{EB0}	Emitter-base Voltage ($I_C = 0$)	6	V
I_C	Collector Current	0.8	A
P_{tot}	Total Power Dissipation at $T_{amb} \leq 25^\circ\text{C}$ for 2N2218A and 2N2219A for 2N2221A and 2N2222A at $T_{case} \leq 25^\circ\text{C}$ for 2N2218A and 2N2219A for 2N2221A and 2N2222A	0.8	W
		0.5	W
		3	W
		1.8	W
T_{stg}	Storage Temperature	- 65 to 200	$^\circ\text{C}$
T_J	Junction Temperature	175	$^\circ\text{C}$

2N2218A-2N2219A-2N2221A-2N2222A

THERMAL DATA

		2N2218A 2N2219A	2N2221A 2N2222A
$R_{th\ j-case}$	Thermal Resistance Junction-case	Max	50 °C/W
$R_{th\ j-amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max	187.5 °C/W
			83.3 °C/W
			300 °C/W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{amb} = 25\text{ °C}$ unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
I_{CBO}	Collector Cutoff Current ($I_E = 0$)	$V_{CB} = 60\text{ V}$ $V_{CB} = 60\text{ V}$ $T_{amb} = 150\text{ °C}$			10 10	nA μA
I_{CEX}	Collector Cutoff Current ($V_{BE} = -3\text{ V}$)	$V_{CE} = 60\text{ V}$			10	nA
I_{EBO}	Emitter Cutoff Current ($I_C = 0$)	$V_{EB} = 3\text{ V}$			10	nA
I_{BEX}	Base Cutoff Current ($V_{BE} = -3\text{ V}$)	$V_{CE} = 60\text{ V}$			20	nA
$V_{(BR)\ CBO}$	Collector-base Breakdown Voltage ($I_E = 0$)	$I_C = 10\ \mu\text{A}$	75			V
$V_{(BR)\ CEO}^*$	Collector-emitter Breakdown Voltage ($I_B = 0$)	$I_C = 10\text{ mA}$	40			V
$V_{(BR)\ EBO}$	Emitter-base Breakdown Voltage ($I_C = 0$)	$I_E = 10\ \mu\text{A}$	6			V
$V_{CE(sat)}^*$	Collector-emitter Saturation Voltage	$I_C = 150\text{ mA}$ $I_B = 15\text{ mA}$ $I_C = 500\text{ mA}$ $I_B = 50\text{ mA}$			0.3 1	V V
$V_{BE(sat)}^*$	Base-emitter Saturation Voltage	$I_C = 150\text{ mA}$ $I_B = 15\text{ mA}$ $I_C = 500\text{ mA}$ $I_B = 50\text{ mA}$	0.6		1.2 2	V V
h_{FE}^*	DC Current Gain	for 2N2218A and 2N2221A $I_C = 0.1\text{ mA}$ $V_{CE} = 10\text{ V}$ $I_C = 1\text{ mA}$ $V_{CE} = 10\text{ V}$ $I_C = 10\text{ mA}$ $V_{CE} = 10\text{ V}$ $I_C = 150\text{ mA}$ $V_{CE} = 10\text{ V}$ $I_C = 500\text{ mA}$ $V_{CE} = 10\text{ V}$ $I_C = 150\text{ mA}$ $V_{CE} = 1\text{ V}$ $I_C = 10\text{ mA}$ $V_{CE} = 10\text{ V}$ $T_{amb} = -55\text{ °C}$	20 25 35 40 25 20 15		120	
h_{FE}^*	DC Current Gain	for 2N2219A and 2N2222A $I_C = 0.1\text{ mA}$ $V_{CE} = 10\text{ V}$ $I_C = 1\text{ mA}$ $V_{CE} = 10\text{ V}$ $I_C = 10\text{ mA}$ $V_{CE} = 10\text{ V}$ $I_C = 150\text{ mA}$ $V_{CE} = 10\text{ V}$ $I_C = 500\text{ mA}$ $V_{CE} = 10\text{ V}$ $I_C = 150\text{ mA}$ $V_{CE} = 1\text{ V}$ $I_C = 10\text{ mA}$ $V_{CE} = 10\text{ V}$ $T_{amb} = -55\text{ °C}$	35 50 75 100 40 50 35		300	

* Pulsed : pulse duration = 300 μs , duty cycle = 1 %

2N2218A-2N2219A-2N2221A-2N2222A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
h_{ie}	Small Signal Current Gain	$I_C = 1 \text{ mA}$ $V_{CE} = 10 \text{ V}$ $f = 1 \text{ kHz}$ for 2N2218A and 2N2221A for 2N2219A and 2N2222A $I_C = 10 \text{ mA}$ $V_{CE} = 10 \text{ V}$ $f = 1 \text{ kHz}$ for 2N2218A and 2N2221A for 2N2219A and 2N2222A	30 50		150 300	
f_T	Transition Frequency	$I_C = 20 \text{ mA}$ $V_{CE} = 20 \text{ V}$ $f = 100 \text{ MHz}$ for 2N2218A and 2N2221A for 2N2219A and 2N2222A	250 300			MHz MHz
C_{EBO}	Emitter-base Capacitance	$I_C = 0$ $f = 100 \text{ kHz}$ $V_{EB} = 0.5 \text{ V}$			25	pF
C_{CBO}	Collector-base Capacitance	$I_E = 0$ $f = 100 \text{ kHz}$ $V_{CB} = 10 \text{ V}$			8	pF
$R_{a(h_{ie})}$	Real Part of Input Impedance	$I_C = 20 \text{ mA}$ $f = 300 \text{ MHz}$ $V_{CE} = 20 \text{ V}$			60	Ω
NF	Noise Figure	$I_C = 100 \mu\text{A}$ $V_{CE} = 10 \text{ V}$ $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$ $f = 1 \text{ kHz}$		4		dB
h_{ie}^{**}	Input Impedance	$I_C = 1 \text{ mA}$ $V_{CE} = 10 \text{ V}$ for 2N2218A and 2N2221A for 2N2219A and 2N2222A $I_C = 10 \text{ mA}$ $V_{CE} = 10 \text{ V}$ for 2N2218A and 2N2221A for 2N2219A and 2N2222A	1 2		3.5 8	Ω Ω
h_{re}^{**}	Reverse Voltage Ratio	$I_C = 1 \text{ mA}$ $V_{CE} = 10 \text{ V}$ for 2N2218A and 2N2221A for 2N2219A and 2N2222A $I_C = 10 \text{ mA}$ $V_{CE} = 10 \text{ V}$ for 2N2218A and 2N2221A for 2N2219A and 2N2222A			5×10^{-4} 8×10^{-4} 2.5×10^{-4} 4×10^{-4}	
h_{oe}^{**}	Output Admittance	$I_C = 1 \text{ mA}$ $V_{CE} = 10 \text{ V}$ for 2N2218A and 2N2221A for 2N2219A and 2N2222A $I_C = 10 \text{ mA}$ $V_{CE} = 10 \text{ V}$ for 2N2218A and 2N2221A for 2N2219A and 2N2222A	3 5		15 35	μS μS
t_d^{***}	Delay Time	$I_C = 150 \text{ mA}$ $V_{CC} = 30 \text{ V}$ $I_{B1} = 15 \text{ mA}$ $V_{BB} = -0.5 \text{ V}$			10	ns
t_r^{***}	Rise Time	$I_C = 150 \text{ mA}$ $V_{CC} = 30 \text{ V}$ $I_{B1} = 15 \text{ mA}$ $V_{BB} = -0.5 \text{ V}$			25	ns
t_s^{***}	Storage Time	$I_C = 150 \text{ mA}$ $V_{CC} = 30 \text{ V}$ $I_{B1} = -I_{B2} = 15 \text{ mA}$			225	ns
t_f^{***}	Fall Time	$I_C = 150 \text{ mA}$ $V_{CC} = 30 \text{ V}$ $I_{B1} = -I_{B2} = 15 \text{ mA}$			60	ns
$\tau_{fb} C_{b'c}$	Feedback Time Constant	$I_C = 20 \text{ mA}$ $f = 31.8 \text{ MHz}$ $V_{CE} = 20 \text{ V}$			150	ps

** $f = 1 \text{ kHz}$

*** see test circuit.

CD4073B, CD4081B, CD4082B Types

CMOS AND Gates

High-Voltage Types (20-Volt Rating)

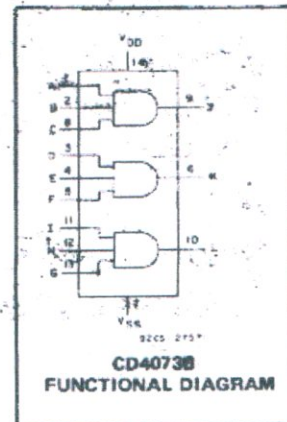
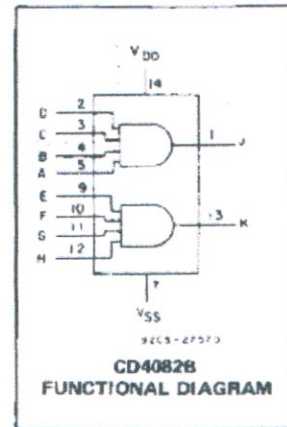
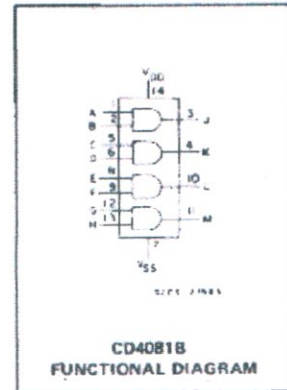
CD4073B Triple 3-Input AND Gate
CD4081B Quad 2-Input AND Gate
CD4082B Dual 4-Input AND Gate

■ CD4073B, CD4081B and CD4082B AND gates provide the system designer with direct implementation of the AND function and supplement the existing family of CMOS gates.

The CD4073B, CD4081B and CD4082B types are supplied in 14-lead dual-in-line ceramic packages (D and F suffixes), 14-lead dual-in-line plastic packages (E suffix), and in chip form (H suffix).

Features:

- Medium-Speed Operation — t_{PLH} , $t_{PHL} = 60$ ns (typ.) at $V_{DD} = 10$ V
- 100% tested for quiescent current at 20 V
- Maximum input current of $1 \mu A$ at 18 V over full package-temperature range; 100 nA at 18 V and 25°C
- Noise margin (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
- Standardized, symmetrical output characteristics
- 5-V, 10-V, and 15-V parametric ratings
- Meets all requirements of JEDEC Tentative Standard No. 13B, "Standard Specifications for Description of 'B' Series CMOS Devices"



MAXIMUM RATINGS: Absolute-Maximum Values:

DC SUPPLY-VOLTAGE RANGE, (V_{DD})	-0.5V to +20V
Voltages referenced to V_{SS} Terminal	
INPUT VOLTAGE RANGE, ALL INPUTS	-0.5V to $V_{DD} + 0.5V$
DC INPUT CURRENT, ANY ONE INPUT	± 10 mA
POWER DISSIPATION PER PACKAGE (P_D):	
For $T_A = -55^\circ C$ to $+100^\circ C$	500mW
For $T_A = +100^\circ C$ to $+125^\circ C$	Derate Linearly at 12mW/ $^\circ C$ to 200mW
DEVICE DISSIPATION PER OUTPUT TRANSISTOR	
FOR $T_A =$ FULL PACKAGE-TEMPERATURE RANGE (All Package Types)	100mW
OPERATING-TEMPERATURE RANGE (T_A)	$-55^\circ C$ to $+125^\circ C$
STORAGE TEMPERATURE RANGE (T_{stg})	$-85^\circ C$ to $+150^\circ C$
LEAD TEMPERATURE (DURING SOLDERING):	
At distance $1/16 \pm 1/32$ inch (1.59 \pm 0.79mm) from case for 10s max	$+265^\circ C$

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

For maximum reliability, nominal operating conditions should be selected so that operation is always within the following ranges:

CHARACTERISTIC	LIMITS		UNITS
	MIN.	MAX.	
Supply-Voltage Range (For $T_A =$ Full Package Temperature Range)	3	18	V

DYNAMIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS at $T_A = 25^\circ C$, Input $t_r, t_f = 20$ ns, and $C_L = 50$ pF, $R_L = 200$ k Ω

CHARACTERISTIC	TEST CONDITIONS	ALL TYPES LIMITS		UNITS
		V_{DD} Volts	TYP.	
Propagation Delay Time, t_{PHL}, t_{PLH}		5	125	250
		10	60	120
		15	45	90
Transition Time, t_{THL}, t_{TLH}		5	100	200
		10	50	100
		15	40	80
Input Capacitance, C_{IN}	Any Input	5	7.5	pF

CD4073B, CD4081B, CD4082B Types

STATIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

CHARACTERISTIC	CONDITIONS			LIMITS AT INDICATED TEMPERATURES (°C)							UNITS
	V _O (V)	V _{IN} (V)	V _{DD} (V)	-55			+25				
				-55	-40	+85	+125	Min.	Typ.	Max.	
Quiescent Device Current, I _{DD} Max.	-	0.5	5	0.25	0.25	7.5	7.5	-	0.01	0.25	μA
	-	0.10	10	0.5	0.5	15	15	-	0.01	0.5	
	-	0.15	15	1	1	30	30	-	0.01	1	
	-	0.20	20	5	5	150	150	-	0.02	5	
Output Low (Sink) Current, I _{OL} Min.	0.4	0.5	5	0.64	0.61	0.42	0.36	0.51	1	-	mA
	0.5	0.10	10	1.6	1.5	1.1	0.9	1.3	2.6	-	
	1.5	0.15	15	4.2	4	2.8	2.4	3.4	6.8	-	
Output High (Source) Current, I _{OH} Min.	4.6	0.5	5	-0.64	-0.61	-0.42	-0.36	-0.51	-1	-	mA
	2.5	0.5	5	-2	-1.8	-1.3	-1.15	-1.5	-3.2	-	
	9.5	0.10	10	-1.6	-1.5	-1.1	-0.9	-1.3	-2.6	-	
Output Voltage, Low-Level, V _{OL} Max.	-	0.5	5	-	-	0.05	-	0	0.05	-	V
	-	0.10	10	-	-	0.05	-	0	0.05	-	
	-	0.15	15	-	-	0.05	-	0	0.05	-	
Output Voltage, High-Level, V _{OH} Min.	-	0.5	5	-	-	4.95	-	4.95	5	-	V
	-	0.10	10	-	-	9.95	-	9.95	10	-	
	-	0.15	15	-	-	14.95	-	14.95	15	-	
Input Low Voltage, V _{IL} Max.	0.5	-	5	-	-	1.5	-	-	1.5	-	V
	1	-	10	-	-	3	-	-	3	-	
	1.5	-	15	-	-	4	-	-	4	-	
Input High Voltage, V _{IH} Min.	0.5, 4.5	-	5	-	-	3.5	-	3.5	-	-	V
	1.9	-	10	-	-	7	-	7	-	-	
	1.5, 13.5	-	15	-	-	11	-	11	-	-	
Input Current, I _{IN} Max.	-	0.18	18	±0.1	±0.1	+1	-1	-	±10	±0.1	μA

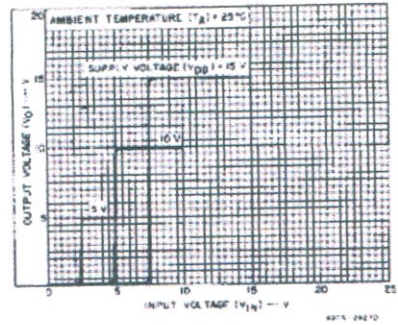


Fig. 3 - Typical voltage transfer characteristics.

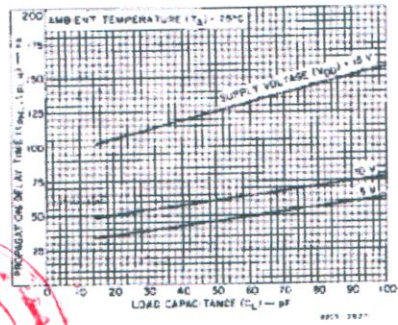


Fig. 4 - Typical propagation delay time as a function of load capacitance.

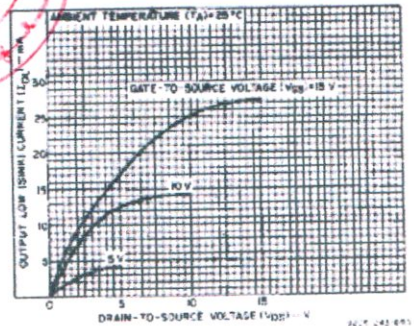


Fig. 5 - Typical output low (sink) current characteristics.

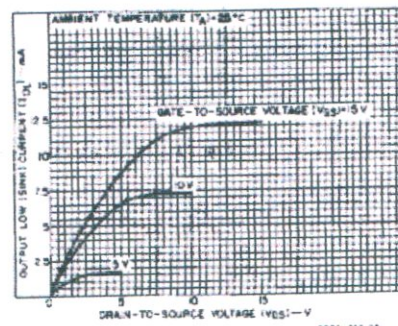


Fig. 6 - Minimum output low (sink) current characteristics.

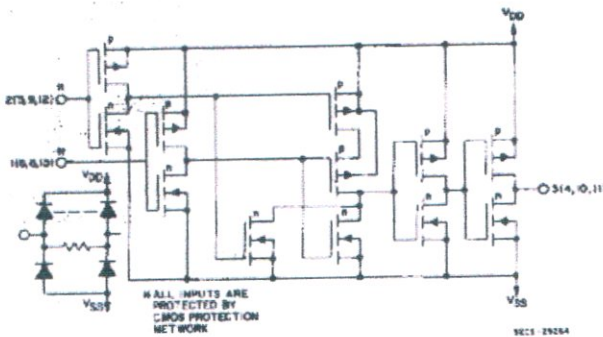


Fig. 1 - Schematic diagram for CD4081B (1 of 4 identical gates).

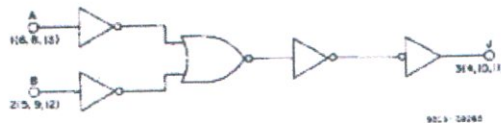


Fig. 2 - Logic diagram for CD4081B (1 of 4 identical gates).

3
COMMERCIAL CMOS
HIGH VOLTAGE ICs

CD4073B, CD4081B, CD4082B Types

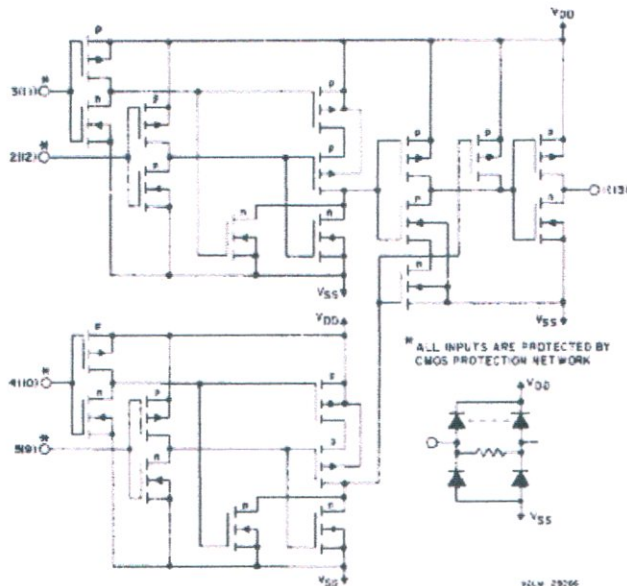


Fig. 7 - Schematic diagram for CD4082B (1 of 2 identical gates).

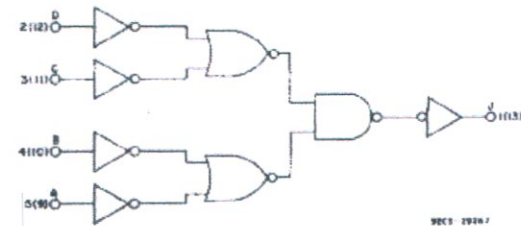


Fig. 9 - Logic diagram for CD4082B (1 of 2 identical gates).

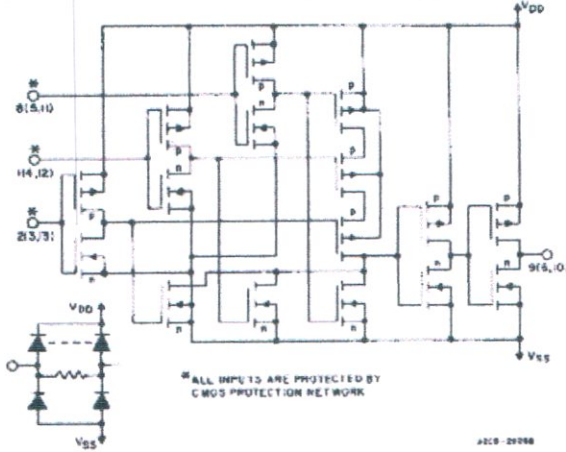


Fig. 11 - Schematic diagram for CD4073B (1 of 3 identical gates).

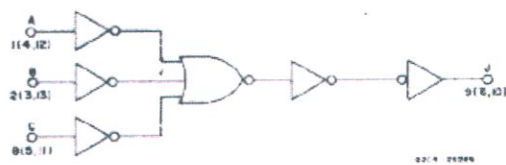


Fig. 13 - Logic diagram for CD4073B (1 of 3 identical gates).

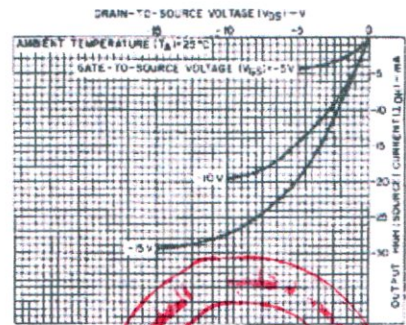


Fig. 8 - Typical output high (source) current characteristics.

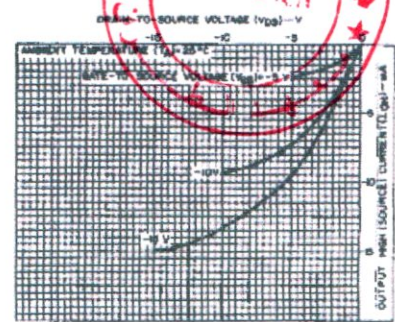


Fig. 10 - Minimum output high (source) current characteristics.

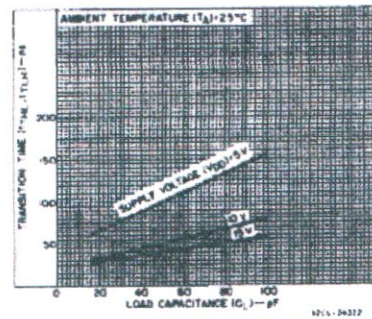


Fig. 12 - Typical transition time as a function of load capacitance

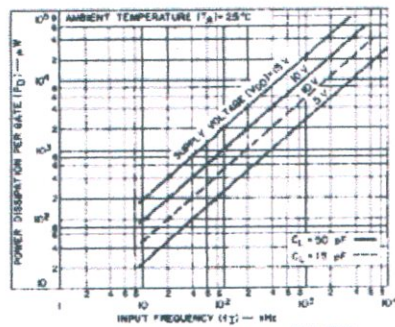


Fig. 14 - Typical dynamic power dissipation per gate as a function of frequency.

CD4073B, CD4081B, CD4082B Types

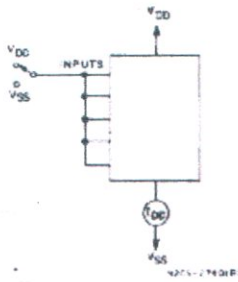


Fig. 15 - Quiescent device current test circuit.

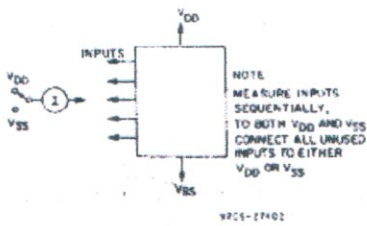


Fig. 16 - Input current test circuit.

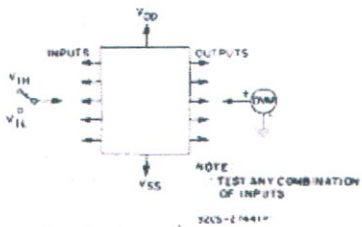
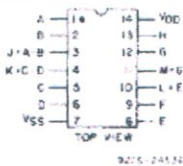
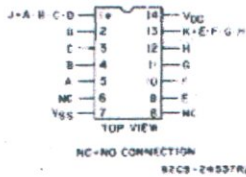


Fig. 17 - Input-voltage test circuit.

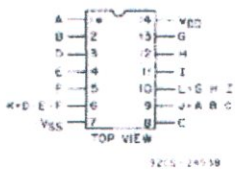
TERMINAL ASSIGNMENTS



CD4081B

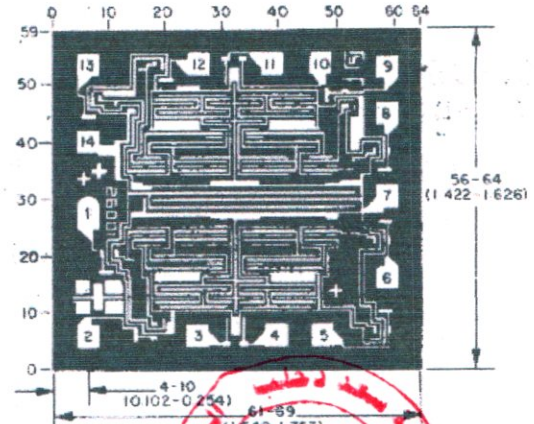


CD4082B

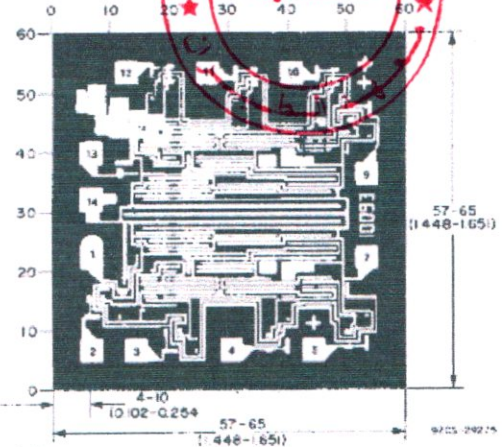


CD4073B

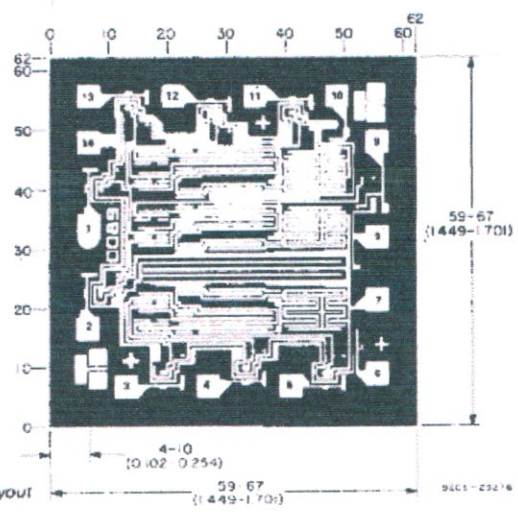
Chip dimensions and pad layout for CD4081B.



Chip dimensions and pad layout for CD4082B.



Chip dimensions and pad layout for CD4073B.



Dimensions in parentheses are in millimeters and are derived from the basic inch dimensions as indicated. Grid graduations are in mils (10^{-3} inch).

3
COMMERCIAL CMOS
HIGH VOLTAGE ICs

CD4518B, CD4520B Types

CMOS Dual Up-Counters

High-Voltage Types (20-Volt Rating)

CD4518B Dual BCD Up-Counter
CD4520B Dual Binary Up-Counter

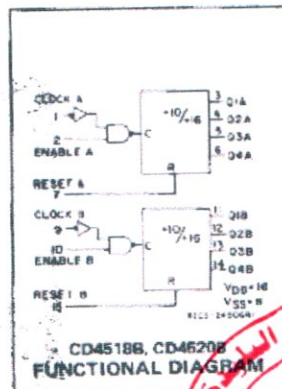
■ CD4518 Dual BCD Up Counter and CD4520 Dual Binary Up-Counter each consist of two identical, internally synchronous 4-stage counters. The counter stages are D-type flip-flops having interchangeable CLOCK and ENABLE lines for incrementing on either the positive going or negative going transition. For single-unit operation the ENABLE input is maintained high and the counter advances on each positive-going transition of the CLOCK. The counters are cleared by high levels on their RESET lines.

The counter can be cascaded in the ripple mode by connecting Q4 to the enable input of the subsequent counter while the CLOCK input of the latter is held low.

The CD4518B and CD4520B types are supplied in 16-lead hermetic dual-in-line ceramic packages (D and F suffixes), 16-lead dual-in-line plastic packages (E suffix), and in chip form (H suffix).

Features:

- Medium-speed operation — 6-MHz typical clock frequency at 10 V.
- Positive- or negative-edge triggering
- Synchronous internal carry propagation
- 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
- Standardized, symmetrical output characteristics
- Meets all requirements of JEDEC Tentative Standard No. 13B, "Standard Specifications for Description of 'B' Series CMOS Devices"



Applications:

- Multistage synchronous counting
- Multistage ripple counting
- Frequency dividers

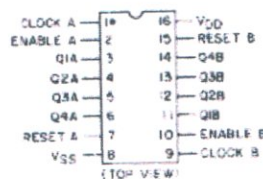
TRUTH TABLE

CLOCK	ENABLE	RESET	ACTION
	1	0	Increment Counter
0		0	Increment Counter
	X	0	No Change
X		0	No Change
	0	0	No Change
1		0	No Change
X	X	1	Q1 thru Q4 = 0

X = Don't Care 1 = High State 0 = Low State

MAXIMUM RATINGS, Absolute-Maximum Values:

DC SUPPLY-VOLTAGE RANGE, (V_{DD}) Voltages 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 mA
POWER DISSIPATION PER PACKAGE (P_D)	
For $T_A = -55^\circ\text{C}$ to $+100^\circ\text{C}$	500 mW
For $T_A = +100^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$	Derate Linearly at 12 mW/ $^\circ\text{C}$ to 200 mW
DEVICE DISSIPATION PER OUTPUT TRANSISTOR	
FOR $T_A =$ FULL PACKAGE-TEMPERATURE RANGE (All Package Types)	100 mW
OPERATING-TEMPERATURE RANGE (T_A)	-55°C to $+125^\circ\text{C}$
STORAGE TEMPERATURE RANGE (T_{stg})	-65°C to $+150^\circ\text{C}$
LEAD TEMPERATURE (DURING SOLDERING): At distance 1/16 \pm 1/32 inch (1.59 \pm 0.79 mm) from case for 10s max	$+265^\circ\text{C}$



CD4518B, CD4520B TERMINAL ASSIGNMENT

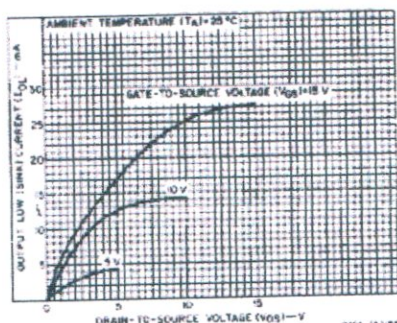


Fig. 1 — Typical output low (sink) current characteristics.

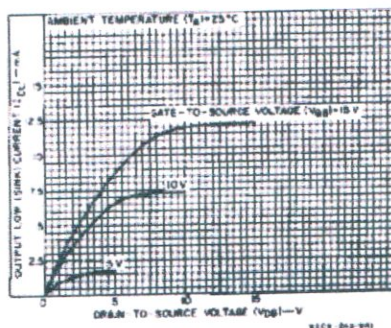


Fig. 2 — Minimum output low (sink) current characteristics.

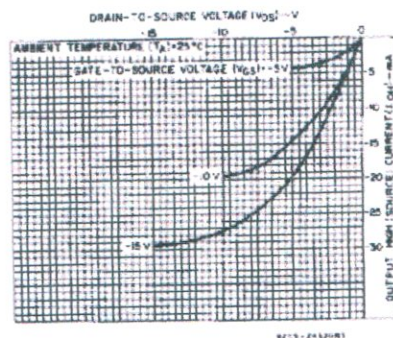


Fig. 3 — Typical output high (source) current characteristics.

CD4518B, CD4520B Types

STATIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

CHARACTERISTIC	CONDITIONS			LIMITS AT INDICATED TEMPERATURES (°C)							UNITS
	V _O (V)	V _{IN} (V)	V _{DD} (V)	+25							
				-55	-40	+85	+125	Min.	Typ.	Max.	
Quiescent Device Current, I _{DD} Max.	-	0.5	5	5	5	150	150	-	0.04	5	μA
	-	0.10	10	10	10	300	300	-	0.04	10	
	-	0.15	15	20	20	600	600	-	0.04	20	
	-	0.20	20	100	100	3000	3000	-	0.08	100	
Output Low (Sink) Current I _{OL} Min.	0.4	0.5	5	0.64	0.61	0.42	0.36	0.51	1	-	mA
	0.5	0.10	10	1.6	1.5	1.1	0.9	1.3	2.6	-	
	1.5	0.15	15	4.2	4	2.8	2.4	3.4	6.8	-	
Output High (Source) Current I _{OH} Min.	4.6	0.5	5	-0.64	-0.61	-0.42	-0.36	-0.51	-1	-	mA
	2.5	0.5	5	-2	-1.8	-1.3	-1.15	-1.6	-3.2	-	
	9.5	0.10	10	-1.6	-1.5	-1.1	-0.9	-1.3	-2.6	-	
	13.5	0.15	15	-4.2	-4	-2.8	-2.4	-3.4	-6.8	-	
Output Voltage: Low Level, V _{OL} Max.	-	0.5	5	0.05			-	0	0.05	-	V
	-	0.10	10	0.05			-	0	0.05	-	
	-	0.15	15	0.05			-	0	0.05	-	
Output Voltage: High-Level, V _{OH} Min.	-	0.5	5	4.95			4.95	5	-	-	V
	-	0.10	10	9.95			9.95	10	-	-	
	-	0.15	15	14.95			14.95	15	-	-	
Input Low Voltage, V _{IL} Max.	0.5, 4.5	-	5	1.5			-	-	1.5	-	V
	1.9	-	10	3			-	-	3	-	
	1.5, 13.5	-	15	4			-	-	4	-	
Input High Voltage, V _{IH} Min.	0.5, 4.5	-	5	3.5			3.5	-	-	-	V
	1.9	-	10	7			7	-	-	-	
	1.5, 13.5	-	15	11			11	-	-	-	
Input Current I _{IN} Max.	-	0.18	18	±0.1	±0.1	±1	±1	-	±10 ⁻⁵	±0.1	μA

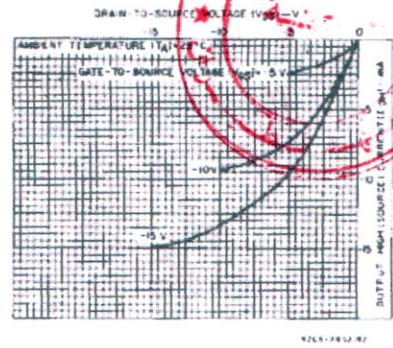


Fig. 4 - Minimum output high (source) current characteristics.

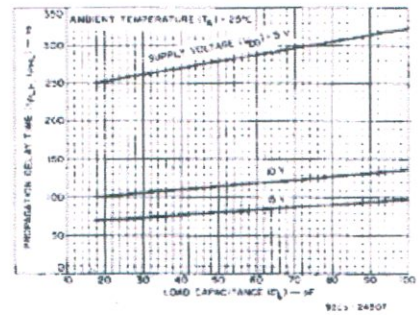


Fig. 5 - Typical propagation delay vs. load capacitance, clock or enable to output.

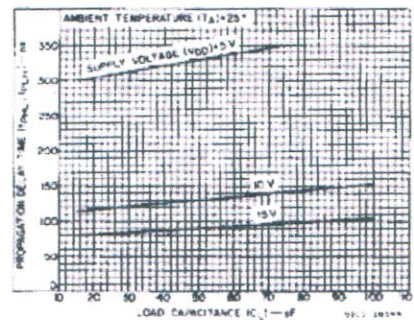


Fig. 6 - Typical propagation delay time vs. load capacitance, reset to output.

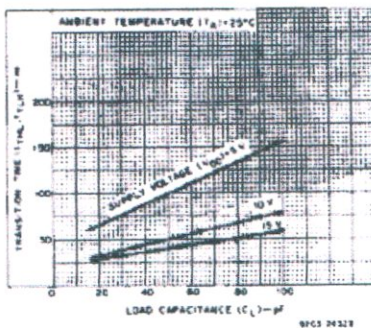


Fig. 7 - Typical transition time vs. load capacitance.

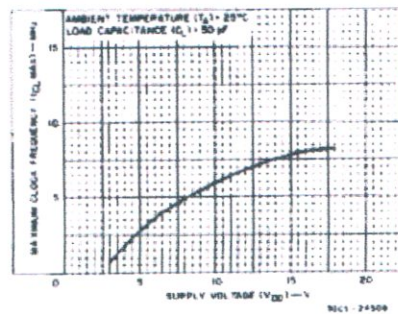


Fig. 8 - Typical maximum clock frequency vs. supply voltage.

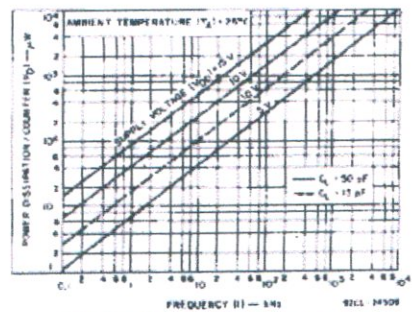


Fig. 9 - Typical power dissipation characteristics.

3
COMMERCIAL CMOS
HIGH VOLTAGE ICs

CD4518B, CD4520B Types

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	VDD V	LIMITS		UNITS
		Min.	Max.	
Supply Voltage Range (For T_A = Full Package Temperature Range)		3	18	V
Enable Pulse Width, t_{EW}	5	400	-	ns
	10	200	-	
	15	140	-	
Clock Pulse Width, t_{CW}	5	200	-	ns
	10	100	-	
	15	70	-	
Clock Input Frequency, f_{CL}	5	-	1.5	MHz
	10	dc	3	
	15	-	4	
Clock Rise or Fall Time, t_{rCL} or t_{fCL}	5	-	15	ns
	10	-	5	
	15	-	5	
Reset Pulse Width, t_{WR}	5	250	-	ns
	10	110	-	
	15	80	-	

DYNAMIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS at $T_A = 25^\circ\text{C}$;
Input $t_r, t_f = 20$ ns, $C_L = 50$ pF, $R_L = 200$ K Ω

CHARACTERISTIC	TEST CONDITIONS	LIMITS			UNITS
		VDD V	Min.	Typ	
Propagation Delay Time, t_{PHL} , t_{PLH} Clock or Enable to Output		5	280	560	ns
		10	115	230	
		15	80	160	
Reset to Output		5	330	660	ns
		10	130	225	
		15	90	170	
Transition Time, t_{FHL} , t_{FLH}		5	100	200	ns
		10	50	100	
		15	40	80	
Maximum Clock Input Frequency, f_{CL}		5	1.5	3	MHz
		10	3	6	
		15	4	8	
Minimum Clock Pulse Width, t_{CW}		5	100	200	ns
		10	50	100	
		15	35	70	
Clock Rise or Fall Time, t_r or t_f		5	-	15	ns
		10, 15	-	5	
Minimum Reset Pulse Width, t_{WR}		5	125	250	ns
		10	55	110	
		15	40	80	
Minimum Enable Pulse Width, t_{EW}		5	200	400	ns
		10	100	200	
		15	70	140	
Input Capacitance, C_{IN}	At Input		5	7.5	pF

TEST CIRCUITS

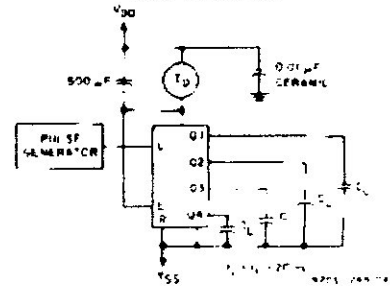


Fig. 10 - Dynamic power dissipation.

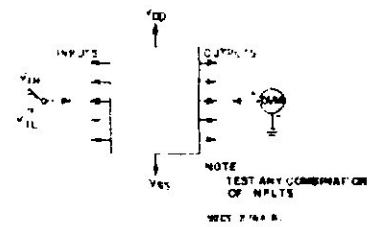


Fig. 11 - Input voltage.

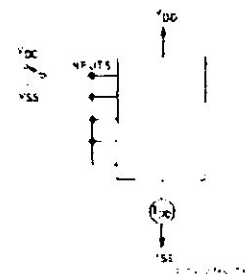


Fig. 12 - Quiescent device current test circuit.

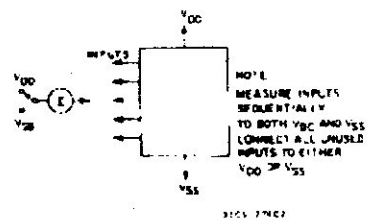


Fig. 13 - Input leakage current test circuit.

CD4069UB Types

CMOS Hex Inverter

High-Voltage Types (20-Volt Rating)

■ CD4069UB types consist of six CMOS inverter circuits. These devices are intended for all general-purpose inverter applications where the medium-power TTL-drive and logic-level-conversion capabilities of circuits such as the CD4009 and CD4049 Hex Inverter/Buffers are not required.

The CD4069UB-Series types are supplied in 14-lead hermetic dual-in-line ceramic packages (D and F suffixes), 14-lead dual-in-line plastic package (E suffix), and in chip form (H suffix).

Features:

- Standardized symmetrical output characteristics
- Medium Speed Operation— $t_{PHL}, t_{PLH}=30$ ns (typ.) at 10 V
- 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
- Meets all requirements of JEDEC Tentative Standard No. 13B, "Standard Specifications for Description of 'B' Series CMOS Devices"

Applications:

- Logic inversion
- Pulse shaping
- Oscillators
- High-input-impedance amplifiers

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

For maximum reliability, nominal operating conditions should be selected so that operation is always within the following ranges:

CHARACTERISTIC	LIMITS		UNITS
	Min.	Max.	
Supply Voltage Range (For T_A Full Package Temperature Range)	3	18	V

MAXIMUM RATINGS, Absolute-Maximum Values:

DC SUPPLY-VOLTAGE RANGE, (V_{DD})	-0.5V to +20V
Voltages referenced to V_{SS} Terminal	
INPUT VOLTAGE RANGE, ALL INPUTS	0.5V to $V_{DD} + 0.5V$
DC INPUT CURRENT, ANY ONE INPUT	± 10 μ A
POWER DISSIPATION PER PACKAGE (P_D):	
For $T_A = -55^\circ\text{C}$ to $+100^\circ\text{C}$	500mW
For $T_A = +100^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$	Derate Linearly at 12mW/ $^\circ\text{C}$ to 200mW
DEVICE DISSIPATION PER OUTPUT TRANSISTOR	
FOR $T_A =$ 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})	-65°C to $+150^\circ\text{C}$
LEAD TEMPERATURE (DURING SOLDERING):	
At distance $1/16 \pm 1/32$ inch (1.59 \pm 0.79mm) from case for 10s max	$+265^\circ\text{C}$

DYNAMIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS at $T_A = 25^\circ\text{C}$; Input $t_r, t_f = 20$ ns,

$C_L = 50$ pF, $R_L = 200$ k Ω

CHARACTERISTIC	CONDITIONS	LIMITS		UNITS	
		V_{DD} V			
			Typ.		Max.
Propagation Delay Time; t_{PLH}, t_{PHL}	5	55	110	ns	
		10	30		60
		15	25		50
Transition Time; t_{THL}, t_{TLH}	5	100	200	ns	
		10	50		100
		15	40		80
Input Capacitance; C_{IN}	Any Input	10	15	pF	

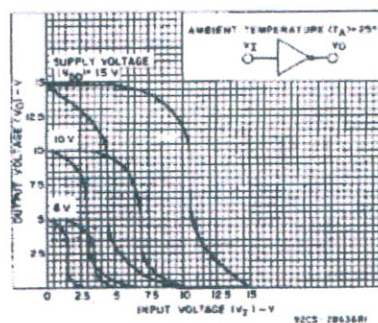
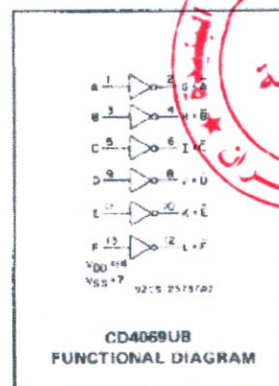


Fig. 1 — Minimum and maximum voltage transfer characteristics.

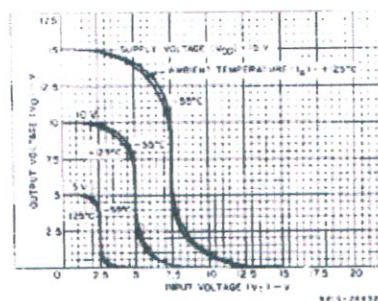


Fig. 2 — Typical voltage transfer characteristics as a function of temperature.

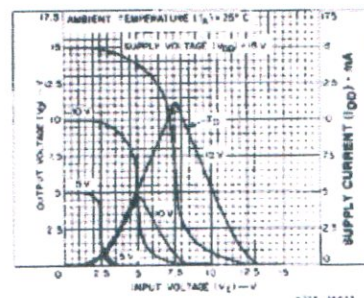


Fig. 3 — Typical current and voltage transfer characteristics.

CD4069UB Types

STATIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

CHARACTERISTIC	CONDITIONS			LIMITS AT INDICATED TEMPERATURES (°C)							UNITS
	V _O (V)	V _{IN} (V)	V _{DD} (V)	+25							
				-55	-40	+85	+125	Min.	Typ.	Max.	
Quiescent Device Current, I _{DD} Max	-	0.5	5	0.25	0.25	7.5	7.5	-	0.01	0.25	μA
	-	0.10	10	0.5	0.5	15	15	-	0.01	0.5	
	-	0.15	15	-	1	30	30	-	0.01	1	
	-	0.20	20	5	5	150	150	-	0.02	5	
Output Low (Sink) Current, I _{OL} Min.	0.4	0.5	5	0.54	0.61	0.42	0.36	0.51	-	-	mA
	0.5	0.10	10	1.6	1.5	1.1	0.9	1.3	2.6	-	
	1.5	0.15	15	4.2	4	2.8	2.4	3.4	6.8	-	
Output High (Source) Current, I _{OH} Min.	4.6	0.5	5	0.54	0.61	0.42	0.36	0.51	-1	-	mA
	2.5	0.5	5	2	1.8	1.3	-1.15	-1.6	3.2	-	
	9.5	0.10	10	-1.6	-1.5	1.1	0.9	1.3	-2.6	-	
	13.5	0.15	15	-4.2	-4	2.8	2.4	3.4	-6.8	-	
Output Voltage, Low Level, V _{OL} Max.	-	5	5	-	-	0.05	-	-	0	0.05	V
	-	10	10	-	-	0.05	-	-	0	0.05	
	-	15	15	-	-	0.05	-	-	0	0.05	
Output Voltage, High Level, V _{OH} Min.	-	0	5	-	-	4.95	-	-	4.95	5	V
	-	0	10	-	-	9.95	-	-	9.95	10	
	-	0	15	-	-	14.95	-	-	14.95	15	
Input Low Voltage, V _{IL} Max.	4.5	-	5	-	-	1	-	-	-	1	V
	9	-	10	-	-	2	-	-	-	2	
Input High Voltage, V _{IH} Min.	13.5	-	15	-	-	2.5	-	-	-	2.5	V
	0.5	-	5	-	-	4	-	-	4	-	
	1	-	10	-	-	8	-	-	8	-	
Input Current, I _{IN} Max.	-	-	15	-	-	12.5	-	-	12.5	-	μA
	-	0.18	18	-0.1	0.1	-	0.1	-	10 ⁻⁵	±0.1	

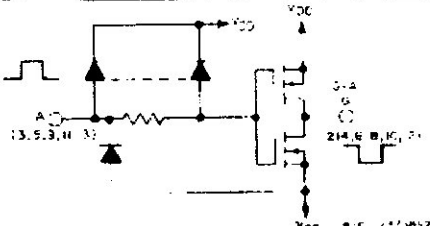


Fig. 6 Schematic diagram of one of six identical inverters.



Fig. 7 - CD4069UB terminal assignment

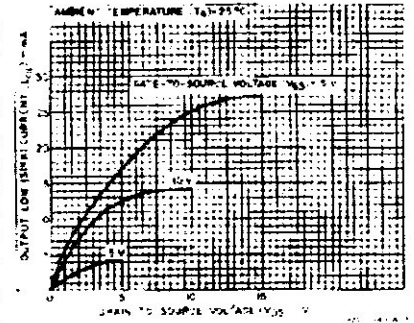


Fig. 4 Typical output low (sink) current characteristics

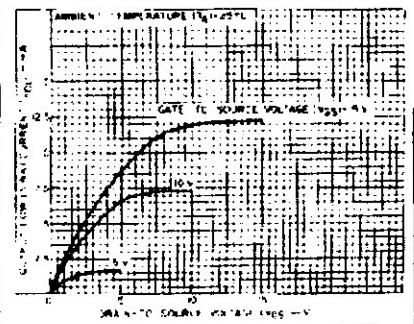


Fig. 5 Minimum output low (sink) current characteristics.

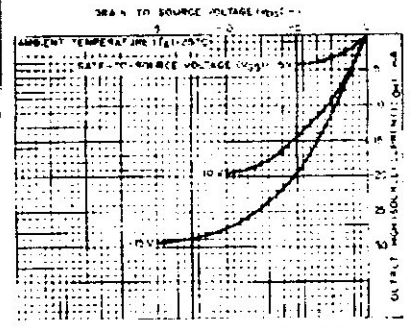


Fig. 8 Typical output high (source) current characteristics.

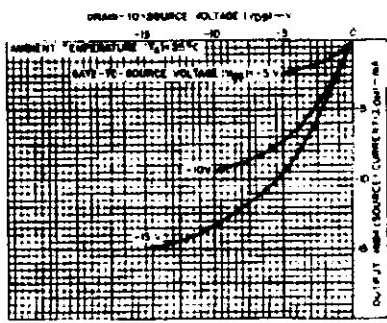


Fig. 9 - Minimum output high (source) current characteristics.

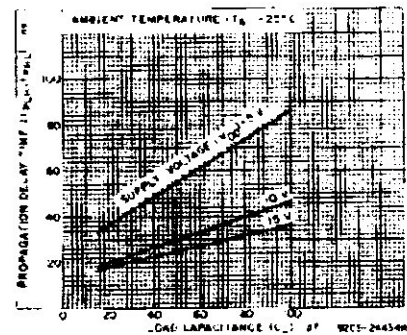


Fig. 10 Typical propagation delay time vs. load capacitance.

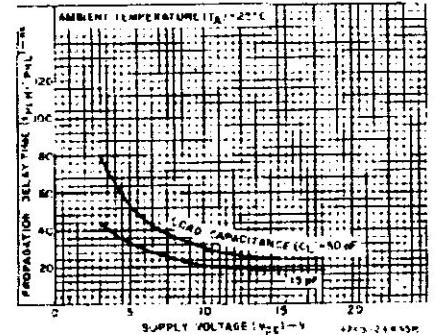


Fig. 11 - Typical propagation delay time vs. supply voltage.

3
COMMERCIAL CMOS
HIGH VOLTAGE ICs

CD4069UB Types

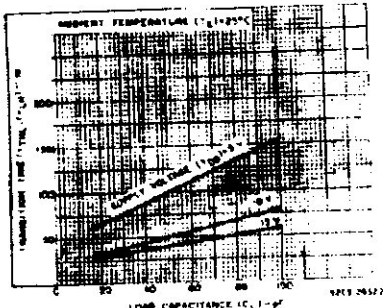


Fig. 12 - Typical transition time vs. load capacitance.

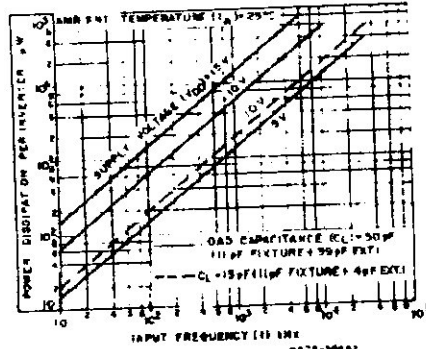


Fig. 13 - Typical dynamic power dissipation vs. frequency.

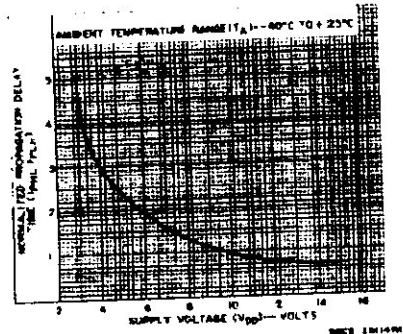


Fig. 14 - Variation of normalized propagation delay time (t_{PH} and t_{PL}) with supply voltage.

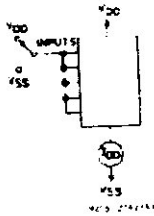


Fig. 15 - Quiescent device current test circuit.

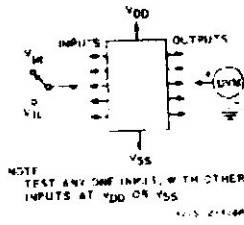


Fig. 16 - Noise immunity test circuit.

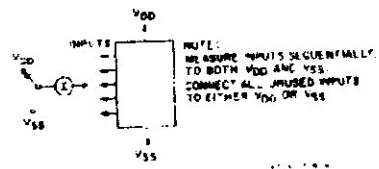


Fig. 17 - Input leakage current test circuit.

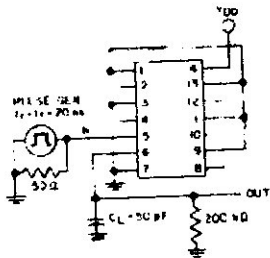
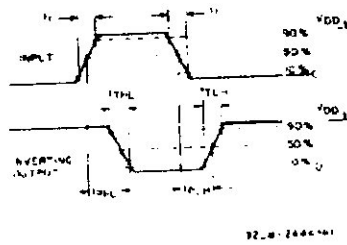


Fig. 18 - Dynamic electrical characteristics test circuit and waveforms.



92-0-2446-101

APPLICATIONS

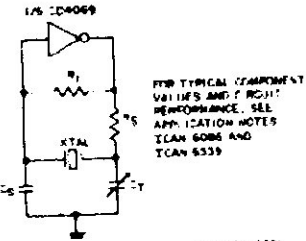


Fig. 19 - Typical crystal oscillator circuit.

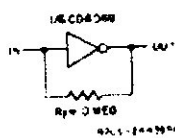


Fig. 20 - High-input impedance amplifier.

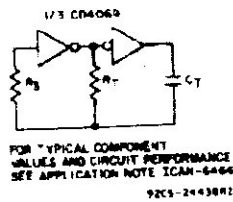


Fig. 21 - Typical RC oscillator circuit.

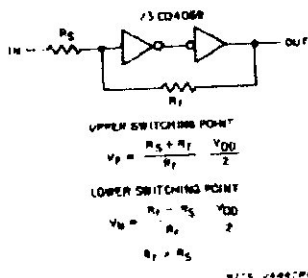


Fig. 22 - Input pulse shaping circuit (Schmitt trigger).

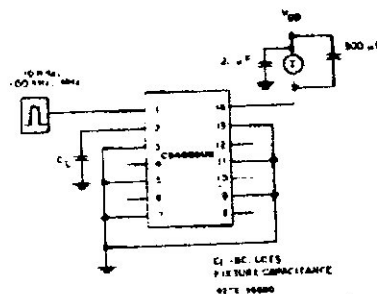
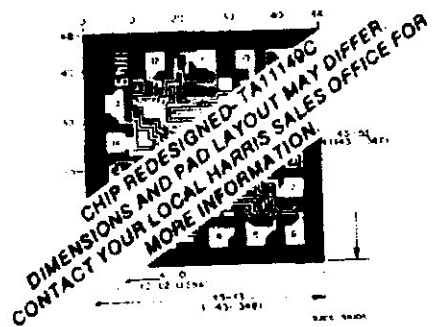


Fig. 23 - Dynamic power dissipation test circuit.



Dimensions and pad layout for CD4069UBH.
Dimensions in parentheses are in millimeters and are derived from the basic inch dimensions as indicated. Grid graduations are in mils (10^{-3} inch).

