

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Ecole Nationale Polytechnique



Département de Génie Electrique

Projet de Fin d'Etudes

Pour l'obtention du diplôme

D'Ingénieur d'Etat en Electrotechnique

THEME

Conception et Réalisation d'un Système d'Acquisition pour une Eolienne de Petite Puissance

Carte d'acquisition et son logiciel d'exploitation

Proposé et dirigé par :

Pr. E.M.BERKOUK
Dr. A.SMAILI

Etudié par :

NAIDJI Mourad
BOUND AOUI Abderrahmane

Juillet 2010

Ecole Nationale Polytechnique, 10, AV. Hassen Badi, El-Harrach, Algérie

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

Nous remercions notre encadreur Monsieur BERKOUK, professeur à l'ENP, pour son orientation, et Monsieur SMAILI, maître de conférences à l'ENP, pour son aide.

Nous remercions également les membres du jury qui ont bien voulu examiner notre travail.

Nous remercions tous les enseignants de l'Ecole Nationale Polytechnique, spécialement ceux du département Génie Electrique, pour leur apport en savoir.

Dédicaces

A mes parents

A mon frère et mes sœurs

A toute ma famille

A mon binôme et tous mes amis

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

Je dédie ce modeste travail

Mourad

A ma mère

A ma grand-mère

A mon frère

A toute ma famille

A tous mes amis

Abderrahmane

ملخص:

يهدف هذا العمل إلى تصوّر و تركيب نظام استقبال البيانات للمولد الهوائي "Whisper100" المثبت في المدرسة الوطنية متعددة التقنيات. هذا النظام يتكون من بطاقة الكترونية لاستقبال البيانات ذات ثمانية مداخل تناظرية و برنامج تمّ إنشاؤه بواسطة LabVIEW8.5 لكي يُستخدم في معالجة هذه البيانات. كما يستعمل هذا النظام لحساب القدرة و الطاقة الكهربائية المنتجة من المولد الهوائي عن طريق قياس شدة التيار و التوتر في مدّة زمنية محدّدة بواسطة المستخدم.

كلمات مفتاحية: مولّد هوائي، استقبال البيانات، محوّل تناظري-رقمي.

Résumé :

Ce travail consiste à concevoir et réaliser un système d'acquisition pour la petite éolienne "Whisper100" installée à l'Ecole Nationale Polytechnique. Ce système se compose d'une carte d'acquisition à huit entrées analogiques et d'un logiciel programmé sous LabVIEW8.5 pour l'exploitation des données. Le système est utilisé pour calculer la puissance et l'énergie produite par l'éolienne à partir des mesures du courant et de la tension pendant une période définie par l'utilisateur.

Mots clés : Eolienne, Aérogénérateur, Acquisition de données, Convertisseur analogique-numérique.

Abstract :

This work consists in designing and producing a data acquisition system for "Whisper100", the small wind generator installed in the National Polytechnic School. This system consists of a data acquisition board with eight analog channels and software, programmed on LabVIEW8.5, to make use of data. The system is used to calculate the power and the energy produced by the wind generator from current and voltage measurements during a period that can be defined by the user.

Key-words: Wind generator, Data acquisition, Analog digital converter.

Table des matières

Introduction générale.....	1
1. l'état de l'art des éoliennes	3
1.1. Introduction	4
1.2. Historique	4
1.3. Le vent	6
1.3.1. Définition	6
1.3.2. La vitesse du vent	6
1.3.3. La direction du vent	6
1.3.4. La rose des vents	6
1.4. Les gisements éoliens en Algérie	7
1.5. La conversion de l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique	8
1.5.1. Théorie classique de Betz	8
1.5.2. Classement des éoliennes.....	9
1.5.3. Production de l'énergie mécanique.....	10
1.6. Les différents types d'éoliennes	11
1.6.1. Eolienne à axe vertical	11
1.6.2. Eolienne à axe horizontal	12
1.7. La composition d'une éolienne	13
1.7.1. Les composants principaux	13
1.7.2. Taille des aérogénérateurs	14
1.8. Les machines utilisées	15
1.8.1. Les machines à courant continu	15
1.8.2. Les machines synchrones	16
1.8.3. Les machines asynchrones	16
1.8.4. Les machines à reluctance variable	17
1.8.5. Les machines asynchrones à double alimentation (MADA)	17
1.9. Le petit éolien	18
1.9.1. Les domaines d'application	18
1.9.2. Les machines utilisées	18
1.9.3. Les types utilisés	19
1.10. Conclusion	19
2. Acquisition et transmission de données.....	20

2.1. Introduction	21
2.2. Généralités.....	21
2.2.1. Le rôle d'une chaîne d'acquisition.....	21
2.2.2. Conditions sur la chaîne d'acquisition.....	22
2.3. Les capteurs	23
2.3.1. Définitions	23
2.3.2. Types de capteurs.....	24
2.4. Les conditionneurs.....	25
2.4.1. Conditionneur du capteur source de courant	25
2.4.2. Conditionneur du capteur source de charge.....	25
2.4.3. Conditionneurs de capteurs résistifs	26
2.4.4. Conditionneurs de capteurs réactifs.....	26
2.5. Les amplificateurs	26
2.5.1. Référence de la tension du signal	27
2.5.2. L'amplificateur différentiel.....	27
2.5.3. Caractéristiques dynamiques	27
2.6. Les filtres.....	27
2.6.1. Familles de filtres	28
2.7. Les multiplexeurs	28
2.8. L'échantillonneur-bloqueur	29
2.8.1. Rôle	29
2.8.2. Nécessité.....	30
2.8.3. Principe	30
2.9. Le convertisseur analogique-numérique	31
2.9.1. But.....	31
2.9.2. Caractéristiques générales	31
2.9.3. CAN à intégration	32
2.9.4. CAN à approximations successives	32
2.10. Transmission de données	33
2.10.1. Concept de transmission de donnée	33
2.10.2. Types de transmission	33
2.11. Le bus série	34
2.11.1. Notions sur la norme RS-232C/D	34
2.11.2. Numérotation des broches et description des signaux	35
2.11.3. Techniques de transmission des données	36
2.11.4. Modalités de transmission	38
2.12. Conclusion	39

3. Description et mode d'emploi du système éolien.....	40
3.1. Introduction	41
3.2. Caractéristiques techniques	41
3.3. Mode d'emploi	43
3.3.1. Installation du mat	43
3.3.2. Sélection des batteries	43
3.3.3. Configuration et emplacement des batteries	43
3.3.4. Ajustement de la tension de l'éolienne	44
3.3.5. Essais électriques sur l'aérogénérateur	44
3.3.6. Connexion des fils et montage de l'aérogénérateur sur le mat	45
3.3.7. Montage du contrôleur Whisper	45
3.3.8. Câblage du contrôleur Whisper	46
3.3.9. Interrupteurs et bouton de réinitialisation du circuit imprimé	47
3.3.10. Installation des pales et du capuchon	48
3.3.11. Fonctionnement du contrôleur Whisper	48
3.4. Conclusion	50
4. Réalisation de la carte d'acquisition	51
4.1. Introduction	52
4.2. Carte d'alimentation	52
4.2.1. Présentation	53
4.2.2. Rôle des composants	53
4.2.3. Choix du transformateur et des régulateurs	54
4.2.4. Choix des diodes	54
4.2.5. Circuit imprimé	54
4.3. Carte des capteurs	55
4.3.1. Principe de l'effet hall	55
4.3.2. Capture de courant	55
4.3.3. Capture de tension	56
4.4. L'interface d'acquisition	57
4.4.1. Description des composants	57
4.4.2. Description du fonctionnement	64
4.5. Essais sur le système d'acquisition.....	68
4.5.1. Essai sur la carte d'alimentation	68
4.5.2. Essai sur la carte des capteurs.....	68
4.5.3. Essai sur la carte d'acquisition.....	69
4.6. Conclusion	73
5. Programmation sous LabVIEW	74
5.1. Introduction	75

5.2. Un peu d'histoire	75
5.3. Contrôle et affichage	76
5.3.1. Commandes	77
5.3.2. Indicateurs	77
5.4. Diagramme	77
5.4.1. Terminaux	78
5.4.2. Constantes	78
5.4.3. Fils de liaison	78
5.5. Outils de Programmation	78
5.5.1. Palette des commandes	79
5.5.2. Palette des fonctions	79
5.5.3. Palette des outils	80
5.5.4. Aide contextuelle	80
5.6. Fonctions	80
5.7. Exécution du VI	81
5.8. Présentation de l'interface d'acquisition	81
5.8.1. La face-avant (front panel)	81
5.8.2. Le diagramme (Block Diagram)	87
5.9. Conclusion	92
Conclusion générale	94
Bibliographie.....	96
Annexes	99
Annexe A.....	100
Annexe B	113
Annexe C	134

Introduction générale

Les pays industrialisés dépendent principalement de l'énergie, et avec l'entrée des pays en voie de développement à l'industrie avec leurs grandes populations, la demande de l'énergie ne cesse d'augmenter. Les économistes utilisent la valeur monétaire pour décrire la production et l'échange des biens et des services. Mais réellement, la marchandise physique est le transfert des unités d'énergie. Le soleil est la source principale des énergies utilisées dans le monde. Les énergies de source solaire sont divisées en deux catégories : les énergies solaires emmagasinées (les combustibles fossiles réductibles : charbon, pétrole, et gaz naturel) et les énergies renouvelables (rayonnement, vent, biomasse, hydraulique et houle). D'autres formes d'énergie existent, ayant comme source la gravité (la marée), la chaleur de la terre (géothermique) et le nucléaire (fission et fusion).

La forme propre de l'énergie est l'électricité. Elle est produite, à près de 80%, par la combustion des carburants fossiles ou de l'Uranium 235 par fission nucléaire. Ces ressources sont, malheureusement, épuisables et contribuent à la production des déchets nuisibles pour l'environnement, et le changement pour d'autres sources d'énergie est devenu imminent. A long terme, les énergies renouvelables sont capables de satisfaire une grande partie de nos besoins. Mais les technologies de conversion de ces énergies, sans compter l'hydroélectricité, sont encore dans la phase de décollage industriel.

L'une des ressources renouvelables les plus utilisées est le vent, les éoliennes représentent une forme très ancienne pour l'exploiter. Les années 1970-2000 ont vu le développement des éoliennes actuelles grâce aux évolutions technologiques et scientifiques dans plusieurs domaines, reliés à leur construction et utilisation, tels que l'aérodynamique, les constructions, les matériaux et l'électrotechnique. La technologie éolienne a donc passé dans cette période des petites éoliennes isolées, utilisées pour le pompage de l'eau, aux grands parcs éoliens connectés au réseau. Mais les éoliennes de petites puissances sont toujours utilisées pour alimenter en électricité les installations rurales et isolées.

Une éolienne de petite puissance a été installée à l'Ecole Nationale Polytechnique au sein du laboratoire de Génie Mécanique et Développement, en Octobre 2008. Cette éolienne est de type **Whisper100** du fabricant américain **Southwest Windpower**. Elle peut produire une puissance jusqu'à 900W à 12.5 m/s de vent. Ce projet présente donc une première étude sur cette éolienne.

Le but de ce travail est de concevoir et réaliser un système pour acquérir le courant et la tension, à la sortie de l'aérogénérateur et son régulateur, pour calculer la puissance et l'énergie produites sur une période donnée. Le système doit permettre à l'utilisateur de visualiser l'évolution de ces paramètres et de stocker les informations dans des fichiers qui peuvent être exploités ultérieurement. Le système se compose d'une carte d'acquisition à huit entrées analogiques et d'un logiciel programmé sous LabVIEW8.5.

Ce mémoire va être divisé en : une introduction, cinq chapitres de descriptions théoriques et pratiques, une conclusion et des annexes à la fin.

Le premier chapitre est consacré à la présentation des points : les éoliennes en général, des notions de base sur les éoliennes, et le gisement éolien en Algérie.

Le deuxième chapitre va porter sur les théories des systèmes d'acquisition, leurs éléments de composition, leur principe de fonctionnement et sur la communication par le port série.

Le troisième chapitre va décrire le système de l'éolienne **Whisper100** et son régulateur **Whisper Controler**, ses caractéristiques techniques et son mode d'emploi.

Le quatrième chapitre va présenter la réalisation pratique de la carte d'acquisition, les capteurs, les circuits et les différents composants.

Le cinquième chapitre va présenter l'environnement de LabVIEW8.5 et le logiciel d'acquisition programmé, ses différentes pages, son programme graphique (diagramme) et la façon de sa configuration et de son utilisation.

1. L'état de l'art des éoliennes

- 1.1. Introduction
- 1.2. Historique
- 1.3. Le vent
- 1.4. Les gisements éoliens en Algérie
- 1.5. La conversion de l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique
- 1.6. Les différents types d'éoliennes
- 1.7. La composition d'une éolienne
- 1.8. Les machines utilisées
- 1.9. Le petit éolien
- 1.10. Conclusion

1.1. Introduction :

L'électricité, forme propre de l'énergie par excellence, est aujourd'hui produite, à près de 80 %, grâce à la combustion des carburants fossiles ou de l'uranium 235 (fission nucléaire), ressources épuisables. Elle contribue ainsi abondamment à la production de déchets nuisibles pour l'environnement.

Les ressources énergétiques renouvelables sont pourtant considérables et parfaitement capables, à long terme, de satisfaire la majeure partie de nos besoins. Mais outre l'hydroélectricité, technologie parfaitement mature, les solutions de conversion des ressources renouvelables, que sont le soleil, le vent, la houle, la biomasse, etc., sont encore en phase de décollage industriel et ne représentent qu'une faible part dans le bilan global [1].

Mais parmi toutes ces ressources possibles, l'énergie éolienne est aujourd'hui la plus accessible en termes de technologie et de coûts. Elle est donc tout naturellement appelée à prendre une place importante dans le « mix » énergétique mondial [2].

1.2. Historique :

L'utilisation de l'énergie du vent est connue dès la plus haute antiquité, en Irak, en Perse, en Egypte et en Chine. Hammourabi, roi de Babylone avait conçu, 17 siècles avant Jésus-Christ, le projet d'irriguer la riche plaine de Mésopotamie à l'aide de l'énergie éolienne. Les moulins utilisés à l'époque dans cette région étaient à axe vertical. L'égyptien Hérodote d'Alexandrie, 3 siècles avant Jésus-Christ, représente une étude consacrée à la pneumatique, un moulin à axe horizontal à 4 pales qui alimente en air comprimé un orgue. On peut confirmer que la partie orientale de la méditerranée constitue avec la Chine le berceau des aéromoteurs.

Ce n'est qu'au Moyen Age que les moulins à vent font leur apparition en Europe, grâce aux croisés revenus du Moyen Orient. Les machines employées ici, de type à axe horizontal, comportent 4 ailes placées en croix.

Le danois Poul La Cour (1846-1908) qui est considéré comme le père de toutes les éoliennes modernes destinées à la production de l'électricité a découvert que les éoliennes à rotation rapide, comprenant un nombre limité de pales, étaient bien plus efficaces pour la

production d'électricité que celles à rotation lente composées de nombreuses pales. Il a construit donc en 1891 la première éolienne destinée à la production de l'électricité [5].

Le Danemark est considéré comme le premier pays à utiliser le vent pour produire de l'énergie électrique. Vers 1910, quelques centaines d'unités de 5 à 25 kW étaient opérationnelles en Danemark.

Après la deuxième guerre mondiale, les travaux de recherche et développement sur les éoliennes étaient concentrés principalement en Europe.

Dans les années 1960, le secteur du développement des éoliennes était abandonné car le pétrole était facilement disponible à bas prix. Mais après la crise pétrolière en 1973, les recherches dans ce domaine se poursuivent.

En 1982, l'histoire de la production de l'électricité éolienne a commencé une nouvelle ère. Le premier champ éolien a été installé en Californie.

A la fin de l'année 2007, la puissance totale installée dans le monde a été estimée à 95 GW. Et 94 GW de cette puissance est produite dans les champs éoliens. La plus grande part est installée en Europe. Plus de 1 GW de puissance est installée dans des champs éoliens offshore.

La taille des aérogénérateurs a augmenté de 25-100 kW, 10-20 m de diamètre à des unités de l'ordre de mégawatts, 60-100 m de diamètre. La puissance de l'électricité éolienne a augmenté d'environ de 25 % par an pendant les dernière années. Et la puissance installée globale est prévue à atteindre 240 GW en 2012 [4].

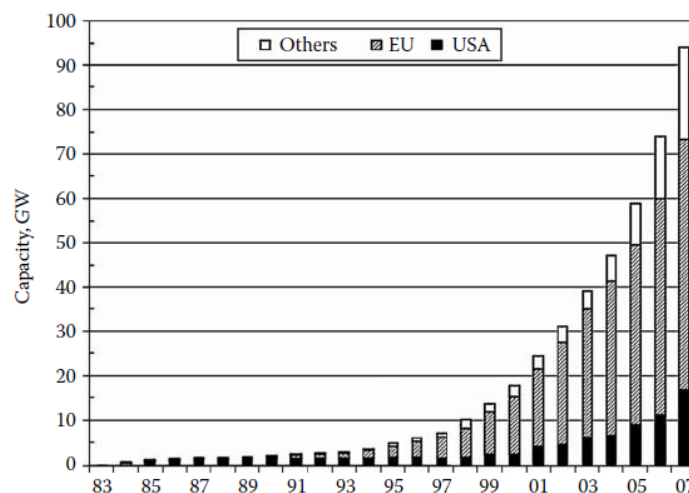


Figure 1.1 : La puissance installée des aérogénérateurs dans le monde [4].

1.3. Le vent :

1.3.1. Définition :

Sous l'action des différences de pression atmosphériques continuellement variables qui existent sur notre planète, l'air ne peut jamais être en repos mais se déplace pratiquement en permanence. Le courant correspondant constitue le vent. Le vent est défini par sa direction et sa vitesse [3].

1.3.2. La direction du vent :

En principe, le vent souffle des zones de hautes pressions vers les zones de basses pressions. Mais sa direction est modifiée dans les grandes latitudes du fait de la rotation de la terre [3].

1.3.3. La vitesse du vent :

La vitesse du vent se mesure à l'aide des anémomètres. Il en existe deux types : anémomètres de rotation et d'autres à pression.

Les vents sont classés suivant une graduation appelée l'échelle de Beaufort. Cette échelle divise les vents en 17 catégories variant du calme au cyclone [3].

1.3.4. La rose des vents :

C'est un diagramme polaire qui permet de connaître la vitesse et la direction du vent sur la période des relevés. On peut afficher sur le diagramme d'autres éléments :

- le pourcentage du temps global pendant lequel le vent souffle suivant une direction donnée.
- le pourcentage d'énergie totale par secteur. Cela indique la direction qui donne le maximum d'énergie.
- la moyenne de la turbulence en intensité par secteur.

Ce diagramme spatiotemporel permet de déterminer le positionnement des éoliennes par rapport à des obstacles [7].

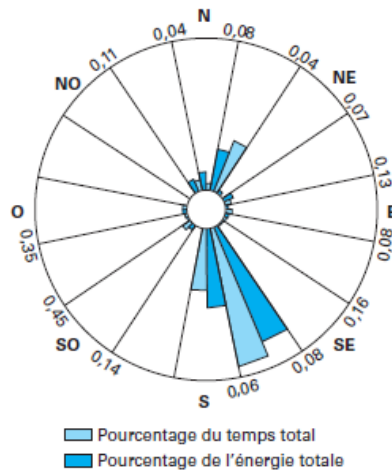


Figure 1.2 : La rose des vents [7].

La quantification du gisement éolien se fait à partir de fonctions de distribution des vitesses classées.

1.4. Les gisements éoliens en Algérie :

Pour établir une carte du vent de l'Algérie (Atlas du vent), un programme de traitement de données des mesures de la vitesse du vent a été élaboré et a permis la détermination de la vitesse moyenne annuelle. Les données de la vitesse du vent, relatives à 26 stations, représentant une moyenne d'une dizaine d'années de mesures ont été traitées et les vitesses moyennes annuelles déterminées. Afin d'augmenter la densité des points de mesure, les vitesses moyennes calculées par 18 stations de l'Office Nationale de la Métrologie ont été incluses.

Pour qu'une éolienne se mette à tourner, il faut un minimum de vitesse de vent. La vitesse d'amorçage se situe généralement autour de 4.5 m/s. Les éoliennes sont généralement installées à des hauteurs supérieures à 25 m, donc la carte du vent à 25 m d'hauteur nous donne des informations sur les lieux possibles à installer des champs éoliens en Algérie.

On remarque au centre du Sahara de l'Algérie une ellipse entourant les sites d'Adrar, In Salah et Timimoun, où les vitesses enregistrées sont supérieures ou égales à 6 m/s.

Cette ellipse est entourée par une large bande, qui domine le territoire, englobant l'essentiel du sud du pays et en particulier les régions de Ghardaïa, Biskra et Tindouf.

Par ailleurs, on distingue un couloir présentant des vitesses variant de 4 à 5 m/s, allant de Tamanrasset jusqu'à Béchar en passant par la côte d'Alger.

Enfin, on remarque, un micro climat, où la vitesse est supérieure à 5 m/s, autour de la région de Tiaret et s'étirant jusqu'à Ténès [8].

Les mesures de la vitesse du vent ont été effectuées à 10 m d'altitude. Les vitesses du vent ont été extrapolées de la hauteur de 10 m à une altitude de 25 m (**Figure 1.3**) en utilisant la méthode empirique de Mikhaïel et al. qui tient compte de l'effet de la rugosité du sol [8].

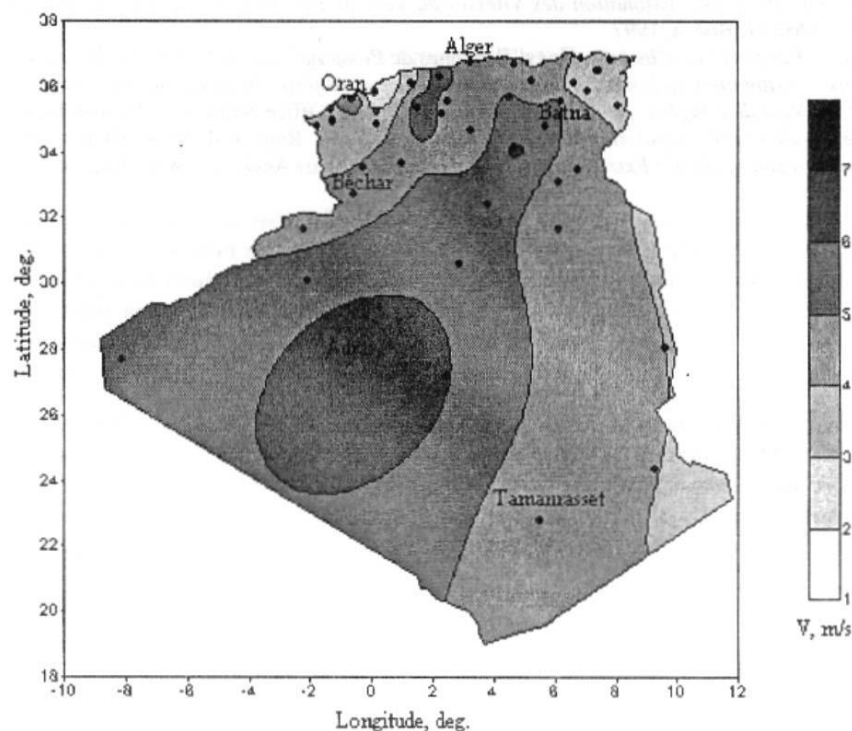


Figure 1.3: tracé de la carte des vents à 25 m d'altitude [8].

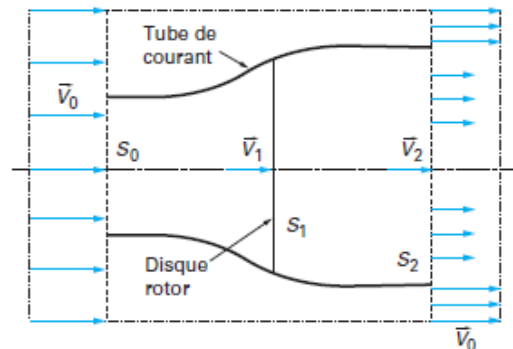
1.5. La conversion de l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique :

1.5.1. Théorie classique de Betz :

La théorie globale d'une turbine éolienne à axe horizontal a été établie par l'aérodynamicien allemand Betz en 1920 [3], [9].

Pour quantifier la puissance qui peut être fournie par une machine, on représente la masse d'air par un tube de courant (**Figure 1.4**). Lorsque le flux de courant traverse l'hélice, il est ralenti.

$$V_0 > V_1 > V_2$$



avec V_0 vitesse axiale initiale du vent
 S_0 surface à l'entrée du tube de courant
 V_1 vitesse du vent dans le plan du rotor
 S_1 surface du rotor
 V_2 vitesse du vent à l'aval du rotor
 S_2 surface à l'aval du rotor

Figure 1.4: Représentation du tube de courant [9].

On définit le coefficient de puissance C_p comme le rapport entre la puissance de l'éolienne P et la puissance du tube P_t :

$$C_p = \frac{P}{\frac{1}{2} \rho S_1 V_0^3}$$

On aboutit à la limite de Betz [9] :

$$C_{p_{max}} = \frac{16}{27} \approx 0.593$$

Pour classer les éoliennes en fonction de la vitesse du vent et de leur fonctionnement, on définit la vitesse spécifique λ :

$$\lambda = \frac{\Omega R}{V_0}$$

On peut représenter l'évolution du coefficient de puissance C_p , représentatif du rendement, en fonction de la vitesse spécifique pour les différents types d'éoliennes (**Figure 1.5**).

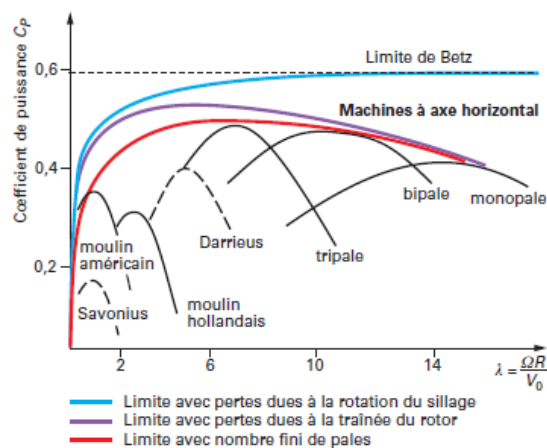


Figure 1.5 : classement des types d'éolienne [9].

Globalement, les meilleures machines actuelles se situent à 70-85 % de la limite de Betz. On ne récupère donc qu'un maximum de 50% de l'énergie totale fournie par le vent [9].

1.5.2. Production de l'énergie mécanique :

En considérant que la puissance est transmise du rotor de l'aéromoteur au générateur à l'intermédiaire d'un multiplicateur de vitesse k . La puissance mécanique P_m disponible sur l'arbre du générateur électrique sera :

$$P_m = \frac{1}{2} C_p \left(\frac{\Omega_2 R}{k V_1} \right) \rho \pi R^2 V_1^3$$

Ω_2 étant la vitesse de rotation du générateur.

Cette relation permet d'établir un ensemble de caractéristiques donnant la puissance disponible en fonction de la vitesse de rotation du générateur pour différentes vitesses du vent (Figure 1.6) [10].

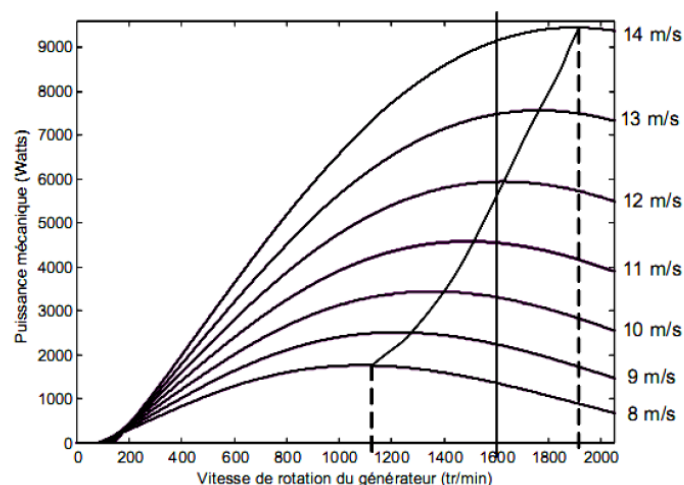


Figure 1.6 : Puissance théorique disponible d'une éolienne donnée [10].

1.6. Les différents types d'éoliennes :

1.6.1. Eolienne à axe vertical :

Les éoliennes à axe vertical ont été les premières structures développées pour produire de l'énergie électrique. Elles fonctionnent sur le même principe que les roues hydrauliques avec une direction du vent perpendiculaire à l'axe de rotation [11].

De nombreuses variantes technologiques ont été testées dont seulement deux structures sont parvenues au stade de l'industrialisation, le rotor de Savonius et le rotor de Darrieus. A nos jours, ce type d'éolienne est plutôt marginal et son utilisation est beaucoup moins répandue [12].

1.6.1.1. Avantages : [11], [13]

- Leurs turbines peuvent en effet de capter le vent quelle que soit sa direction.
- Obtenir des systèmes simples et d'éliminer le problème de forces gyroscopiques sur le rotor.
- La conception verticale offre l'avantage de mettre le multiplicateur et la génératrice au sol directement.

1.6.1.2. Inconvénients : [11], [14]

- Elles ont un rendement médiocre (20% de la limite de Betz pour le rotor de Savonius).
- La conception verticale de ce type d'éolienne impose qu'elle fonctionne avec un vent proche du sol, donc moins fort car freiné par le relief.
- Ce type d'éolienne ne peut pas démarrer automatiquement, il faut la lancer dès l'apparition d'un vent suffisamment fort pour permettre la production.
- Leur implantation au sol exige l'utilisation des tirants qui doivent passer au-dessus des pales, donc occupe une surface plus importante que l'éolienne à axe horizontal.
- Les éoliennes de taille moyenne à rotor cylindrique n'ont jamais atteint le stade de la production commerciale.



Figure 1.7: Eolienne à axe vertical.

1.6.2. Eolienne à axe horizontal :

Ce sont les éoliennes actuellement les plus répandues car leur rendement est supérieur à celui de toutes les autres éoliennes. Elles comprennent des hélices à 1, 2,3 ou 4 pales ainsi que les multipales des « éoliennes » de pompage. Il faut encore différencier les éoliennes dont l'hélice est en amont du rotor par rapport au vent «hélice au vent », et celle dont l'hélice est en aval du rotor par rapport au vent « hélice sous le vent » [14].

1.6.2.1. Avantages : [12]

- Ce type d'éoliennes capte le vent en hauteur et loin de sol donc le vent est beaucoup moins ralenti par le relief.
- Une très faible emprise au sol par rapport aux éoliennes à axe vertical.
- Le générateur et les appareils de commande sont dans la nacelle au sommet de la tour. Ainsi, il n'est pas nécessaire de rajouter un local pour l'appareillage.

1.6.2.2. Inconvénients : [12]

- Coût de construction très élevé.
- L'appareillage se trouve au sommet de la tour ce qui gêne l'intervention en cas d'incident.

Il faut préciser que les turbines à axe vertical sont encore au stade d'essai des prototypes, hormis quelques réalisations de petite puissance industrialisées par la société Winside. La presque totalité des réalisations industrielles concerne donc les machines avec rotor à axe horizontal [7].



Figure 1.8 : Eolienne à axe horizontal.

1.7. La composition d'une éolienne :

Il existe plusieurs configurations possibles d'aérogénérateurs qui peuvent avoir des différences importantes. Néanmoins, une éolienne "classique" est généralement constituée de trois éléments principaux [15].

1.7.1. Les composants principaux :

1.7.1.1. Le mât :

Généralement un tube d'acier ou éventuellement un treillis métallique, doit être le plus haut possible pour éviter les perturbations près du sol. Toutefois, la quantité de matière mise en œuvre représente un coût non négligeable et le poids doit être limité. Un compromis consiste généralement à prendre un mât de taille très légèrement supérieure au diamètre du rotor de l'aérogénérateur.

1.7.1.2. Le rotor :

Formé par les pales assemblées dans leur moyeu. Pour les éoliennes destinées à la production d'électricité, le nombre de pales varie classiquement de 1 à 3, le rotor tripale (concept danois) étant de loin le plus répandu car il représente un bon compromis entre le coût, le comportement vibratoire, la pollution visuelle et le bruit.

Les pales se caractérisent principalement par leur géométrie dont dépendront les performances aérodynamiques et les matériaux dont elles sont constituées (actuellement, les matériaux composites tels la fibre de verre et plus récemment la fibre de carbone sont très utilisés car ils allient légèreté et bonne résistance mécanique).

1.7.1.3. La nacelle :

Regroupe tous les éléments mécaniques (**Figure 1.9**) permettant de coupler le rotor éolien au générateur électrique : arbres lents et rapides, roulements, multiplicateur. Le frein à disque, différent du frein aérodynamique, qui permet d'arrêter le système en cas de surcharge. Le générateur qui est généralement une machine synchrone ou asynchrone et les systèmes hydrauliques ou électriques d'orientation des pales (frein aérodynamique) et de la nacelle (nécessaire pour garder la surface balayée par l'aérogénérateur perpendiculaire à la direction du vent). A cela viennent s'ajouter le système de refroidissement par air ou par eau, un anémomètre et le système électronique de gestion de l'éolienne.

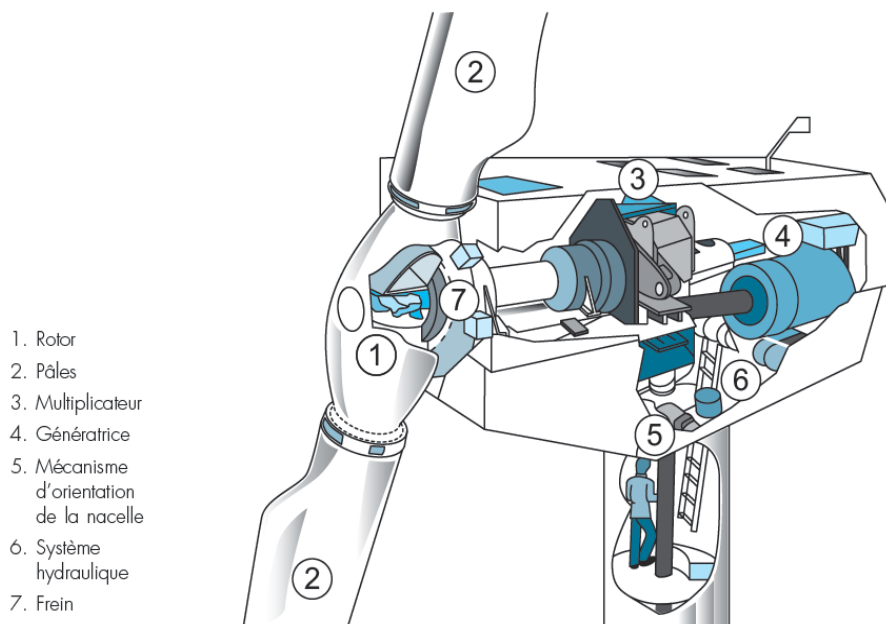


Figure 1.9 : Schéma global du système turbine [2].

1.7.2. Taille des aérogénérateurs :

Avec le développement récent et le besoin de fournir des puissances croissantes au réseau, les constructeurs et les chercheurs mettent au point des éoliennes de plus en plus puissantes et donc plus grandes, ce que présente la **figure 1.10** pour utiliser le maximum de la force du vent, on cherche à ce que l'hélice balaie une surface où le vent est maximum. Pour cela les éoliennes sont très haute perchées pour ne pas subir les effets de sol qui freinent le vent.

Les plus grandes éoliennes commercialisées actuellement possèdent une hélice de plus de 100 mètres de diamètre. Cette hélice est perchée à plus de 100 mètres de hauteur pour produire jusqu'à 4.5 MW [16].

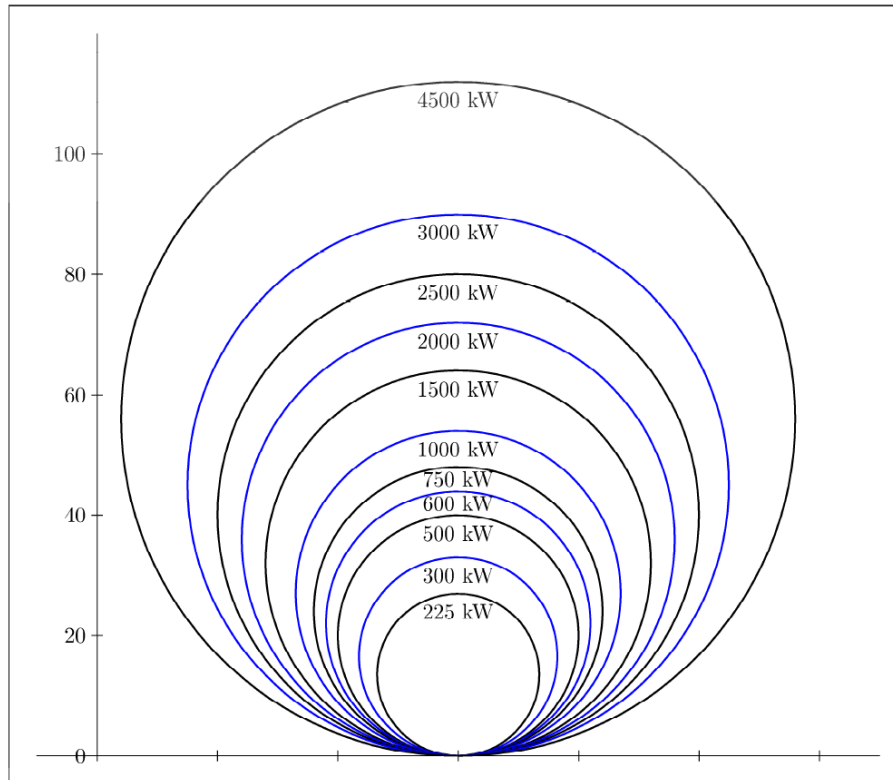


Figure 1.10 : Tailles des hélices en m puissance en kW [20].

1.8. les machines utilisées :

Il existe sur le marché plusieurs types de machines électriques qui peuvent jouer le rôle de génératrice dans un système aérogénérateur qui demande des caractéristiques très spécifiques [7].

1.8.1. Les machines à courant continu :

Ce type de machine n'est utilisé que sur les éoliennes de très faible puissance (inférieure à 500 W) pour charger des batteries et alimenter des installations de type station de mesure, elles sont également utilisées sur les bateaux, en association avec les panneaux solaires [11].

L'inconvénient essentiel de la dynamo est la présence de balais et collecteurs qu'il faut vérifier périodiquement, d'autre part la dynamo est plus lourde et plus coûteuse qu'une génératrice à courant alternatif. Mais elle ne nécessite pas de dispositif complexe pour la

charge des batteries, une simple diode supportant l'intensité nominale de la dynamo suffira pour éviter que la batterie ne soit court-circuitée par l'induit à l'arrêt [2].

1.8.2. Les machines synchrones :

C'est une machine de conception plus simple que la machine à courant continu. Le rotor induit le champ magnétique tournant, Il peut s'agir d'un aimant permanent (générant donc un champ constant mais qui tourne). Dans ce cas, la tension délivrée par la machine n'est pas réglable, sa valeur efficace et sa fréquence varient selon la vitesse de rotation. Le rotor n'a alors pas besoin d'être alimenté en électricité, ce qui, pour une éolienne, est un atout important. Le stator est la bobine où se crée le courant électrique alternatif. Ce courant est induit par la variation du champ magnétique due au mouvement du rotor par rapport au stator [2].

Les machines synchrones sont connues pour offrir des couples très importants à dimensions géométriques convenables. Elles peuvent donc être utilisées en entraînement direct sur les turbines éoliennes. Les systèmes de ce type possèdent aussi leurs défauts. Les machines synchrones à rotor bobiné demandent un entretien régulier de système des bagues et balais [18].

1.8.3. Les machines asynchrones :

La machine est dite « asynchrone » car, sans la présence d'un entraînement extérieur, elle serait dans l'impossibilité d'atteindre la même vitesse que le champ au niveau du stator. La différence de vitesse de rotation entre le rotor et le champ magnétique du stator est appelée « vitesse de glissement ».

Si l'on entraîne le rotor (ce qui est le cas de l'éolien) au-delà de la vitesse de synchronisme, la machine fonctionne en générateur alternatif. Mais il faut tout de même que le stator reste « en présence courant » du côté du réseau, afin de créer le champ magnétique nécessaire pour faire apparaître les courants au niveau du rotor.

C'est pourquoi les éoliennes consomment un peu de courant, même s'il ne s'agit que d'une très faible quantité.

Ces contraintes ne concernent que les éoliennes « à génératrices asynchrones ». Il est possible d'y remédier, soit à l'aide de condensateurs connectés sur le stator, soit en

introduisant des dispositifs d'électronique de puissance et des batteries qui permettent un fonctionnement en génératrice autonome [2].

1.8.4. Les machines à réluctance variable :

Conçues au départ pour produire des courants de fréquence élevée, les machines à réluctance variable sont principalement destinées à des applications exigeant de grandes vitesses de rotation ou des entraînements lents à couple élevé, elles sont également utilisées comme actionneur de positionnement électromécanique tel que les moteurs pas à pas [11].

On distingue deux types de structures de la machine à réluctance variable MRV :

- Les MRV non-excitées.

- Les MRV excitées.

L'application des MRV dans les systèmes éoliens est plutôt rare.

1.8.5. Les machines asynchrones à double alimentation (MADA) :

Ce type d'aérogénérateur s'est développé récemment car la double alimentation de la machine asynchrone permet une meilleure exploitation du potentiel de l'éolienne. Avec un onduleur de taille réduite et une commande appropriée, on obtient une qualité de tension similaire à celle de la machine asynchrone classique [11].

Ces machines sont un peu plus complexes que des machines asynchrones à cage avec lesquelles elles ont en commun de nécessiter un multiplicateur de vitesse. Leur robustesse est légèrement diminuée par la présence de système à bagues et balais, mais le bénéfice du fonctionnement à vitesse variable est un avantage suffisant pour que de très nombreux fabricants (Vestas, Gamesa, ...) utilisent ce type de machines [18].

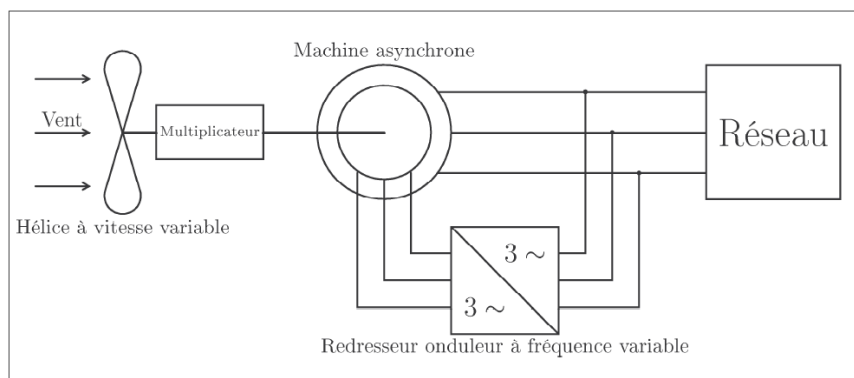


Figure 1.11 : Schéma de principe de la double alimentation [11].

1.9. Le petit éolien :

Le domaine du petit éolien couvre une gamme de puissance variant de 20 W à 100 kW. Il est divisé en trois catégories :

- les micro-éoliennes : de 20 W à 500 W.
- les mini-éoliennes : de 500 W à 1 kW.
- les petites éoliennes : de 1 kW à 100 kW.

Le marché du petit éolien est un marché de niche au tissu industriel fragile. Dans les 20 dernières années, la production occidentale s'est portée sur 60 000 unités, alors que la Chine a produit et installé plus de 160 000 unités de micro-éoliennes de 100 W à 500 W, principalement dans les zones rurales de la Mongolie Intérieure [18].

1.9.1. Les domaines d'application :

Le petit éolien de 1 à 100 kW est principalement utilisé dans les régimes insulaires, généralement dans des applications hybrides éolien-diesel.

Le micro-éolien est largement utilisé dans le marché de la marine de plaisance en occident, et d'autre part, dans le marché chinois de l'électrification rurale.

L'emploi du petit éolien pour l'électrification rurale décentralisée est peu répandu et a très souvent été un échec en raison de l'absence d'organisation humaine en charge de la maintenance et de l'exploitation des systèmes. Seule la Chine, qui a mis en place une filière locale de fabrication suite à un transfert technologique de machines adaptées aux besoins et aux gisements, a rencontré un vif succès dans l'emploi de l'éolien pour l'électrification rurale et ceci depuis plus de 20 ans [18].

1.9.2. Les machines utilisées :

Les génératrices utilisées sont quasi exclusivement à aimants permanents. La plupart sont synchrones triphasées mais quelques unes sont à courant continu [18].

Les machines à courant continu ont une excellente marge de variation de vitesse de rotation, une bonne réponse dynamique, une excellente capacité de surcharge, une tenue de température élevée ainsi qu'une rotation très régulière grâce à son grand nombre de lames. Ce

type de machines est utilisé pour charger des batteries et alimenter des installations de type station de mesure. Elles sont également utilisées sur les bateaux en association avec des panneaux solaires [11], [19].

1.9.3. Les types utilisés :

La gamme de vitesse de rotation pour les petites éoliennes à axe vertical est élevée (jusqu'à 2000 tr/mn), ce qui est un avantage pour le dimensionnement de la génératrice (génératrice classique). Mais l'inconvénient est sur le plan acoustique, donc une solution pour diminuer le bruit est de choisir l'éolienne à axe vertical du type Savonius (**Figure 1.13**) qui tourne en moyenne de 6 à 8 fois moins vite qu'une tripale classique. Il existe également des éoliennes carénées (**Figure 1.12**) qui permettent, par effet de concentration, une augmentation du coefficient de puissance.



Figure 1.12 : Eolienne carénée CITA 12 kW [18] .

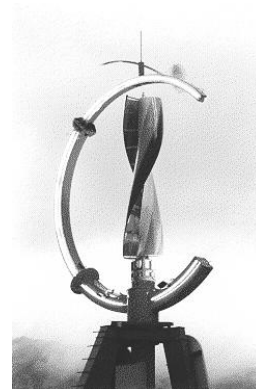


Figure 1.13 : Eolienne Savonius Windside, 240 W [18].

1.10. Conclusion :

Dans ce premier chapitre, nous avons vu l'importance de l'énergie éolienne pour la production de l'électricité et le chemin de développement de cette technologie dans le monde sous forme d'historique.

Nous avons parlé d'une façon brève des notions théoriques sur le vent, des possibilités de son exploitation et des gisements éoliens en Algérie (carte des vents).

Nous avons présenté les concepts théoriques et pratiques sur les technologies des aérogénérateurs utilisés : les types, la composition, les machines utilisées.

En fin, nous avons préféré de parler des éoliennes de l'ordre de celle du système sur lequel on travaille. Pour cela, nous avons ajouté une partie sur les petites éoliennes.

2. Acquisition et transmission de données

- 2.1. Introduction
- 2.2. Généralités
- 2.3. Les capteurs
- 2.4. Les conditionneurs
- 2.5. Les amplificateurs
- 2.6. Les filtres
- 2.7. Les multiplexeurs
- 2.8. L'échantillonneur-bloqueur
- 2.9. Le convertisseur analogique-numérique
- 2.10. Transmission de données
- 2.11. Le bus série
- 2.12. Conclusion

2.1. Introduction :

Les systèmes d'acquisition réalisent la coordination entre le monde réel des grandeurs physiques, sous forme analogique, et le monde artificiel du calcul et du contrôle numériques.

A cause de l'utilisation très vaste des systèmes numériques, cette fonction de coordination est devenue très importante.

Les systèmes de contrôle à feedback informatisé sont utilisés dans plusieurs domaines industriels dans le but d'atteindre une meilleure productivité dans les sociétés modernes. Les industries qui utilisent de tels systèmes automatiques incluent la production de l'acier, les procédés agro-alimentaires, la production du papier, le raffinement de pétrole, l'industrie chimique, la fabrication du textile, la production du ciment, et autres.

Les dispositifs qui accomplissent cette coordination sont les convertisseurs analogique-numérique (CAN) et les convertisseurs numérique-analogique (CNA), qui sont appelés aussi les convertisseurs de données (data converters). Les convertisseurs de données sont utilisés dans les applications qui comportent des systèmes de télémétrie de données, systèmes de contrôle automatique, systèmes d'affichage informatique, systèmes de traitement de vidéo, ... De plus, chaque multimètre numérique qu'on utilise comporte un convertisseur analogique-numérique.

2.2. Généralités :

2.2.1. Le rôle d'une chaîne d'acquisition :

Une chaîne d'acquisition recueille les informations nécessaires à la connaissance et au contrôle d'un procédé, elle délivre ces informations sous une forme appropriée à leur exploitation.

Une chaîne d'acquisition doit assurer les fonctions suivantes :

- Extraction de l'information pour chaque grandeur physique et sa traduction en signal électrique par les capteurs et les conditionneurs.
- Traitement analogique du signal pour éviter la dégradation du signal par bruit et parasites : amplification et filtrage.

- Sélection parmi l'ensemble des signaux disponibles d'un seul signal requis à l'aide du multiplexeur.
- Conversion sous forme numérique au moyen de l'échantillonneur bloqueur et du convertisseur analogique numérique.
- La coordination des opérations est assurée par un ordinateur qui peut être chargé de divers traitements sur les signaux requis.
- Transmission à distance des signaux par ligne bifilaire ou par émission hertzienne.

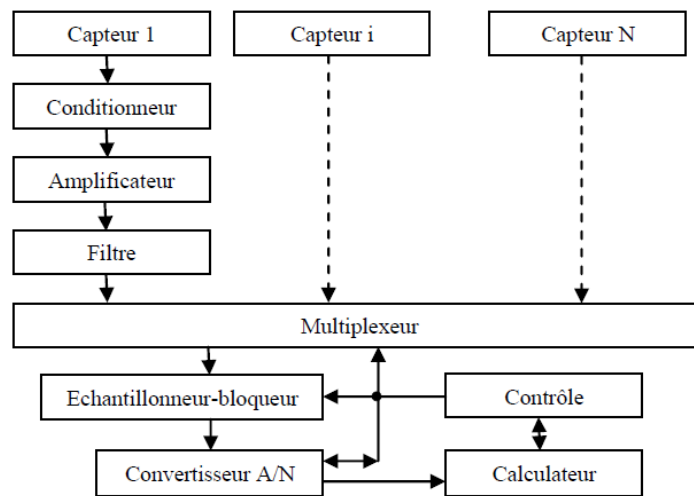


Figure 2.1 : Structure d'une chaîne d'acquisition. [20]

2.2.2. Conditions sur la chaîne d'acquisition :

La conception de la chaîne d'acquisition doit satisfaire à des conditions imposées par l'application :

2.2.2.1. Etendu de mesure :

Est défini par les valeurs maximale (m_{max}) et minimale (m_{min}) du mesurande à acquérir.

$$EM = m_{max} - m_{min}$$

2.2.2.2. Précision :

L'exploitation convenable des résultats de mesure impose une limite maximale à l'incertitude de mesure.

Pour une valeur vraie mesurée (m) on obtient un résultat numérique (M). Soit (δM) l'estimation de l'incertitude ou l'erreur. La chaîne de conversion doit vérifier :

$$M - \delta M \leq m \leq M + \delta M$$

On écrit généralement :

$$m = M \pm \delta M$$

2.2.2.3. Résolution :

La résolution spécifie le nombre de valeurs distinctes qu'il est possible d'associer au mesurande dans l'étendu de mesure.

Si dM est la plus petite variation possible sur la valeur numérique obtenue, donc :

$$\text{Résolution} = \frac{M_{max} - M_{min}}{dM}$$

2.2.2.4. La rapidité :

La rapidité caractérise l'aptitude d'un dispositif à répondre aux variations temporelles du mesurande, elle est spécifiée soit par la bande passante soit par le temps de réponse.

Le cahier de charge définit l'extension du spectre de fréquence donc la fréquence maximale F_h de chaque mesurande. Les divers dispositifs doivent avoir des bandes passantes telles que le signal puisse être traité sans que son atténuation ou son déphasage ne deviennent incompatibles avec la précision exigée :

- Echantillonnage : le multiplexeur et l'échantillonneur bloqueur réalisent un échantillonnage des signaux afin d'éviter toute perte d'information, la fréquence d'échantillonnage F_e doit satisfaire la condition de Nyquist :

$$F_e \geq 2F_h$$

- Temps de scrutation : entre deux échantillonnages successifs d'une même voie, s'écoule une période $T_e = \frac{1}{F_e}$. Pendant ce temps T_e l'ensemble de N canaux doit être échantillonné et converti sous forme numérique. On désigne par t_{sc} le temps de scrutation : [20]

$$t_{sc} \leq T_e / N$$

2.3. Les capteurs :

2.3.1. Définitions :

Les capteurs sont les premiers éléments d'une chaîne d'acquisition. On associe à chaque grandeur physique à mesurer un capteur dont le rôle est de traduire sa valeur à une grandeur électrique, de sorte que chaque valeur électrique puisse être liée d'une façon univoque à la valeur de la grandeur physique mesurée.

Un capteur est caractérisé par :

- L'étendu de mesure : la plage de variation pour laquelle le capteur répond.
- La sensibilité : définie la fonction de variation de la sortie électrique par rapport à la variation de la grandeur à mesurer.
- Les grandeurs d'influence : les grandeurs physiques autres que le mesurande qui sont susceptibles d'affecter la sortie électrique, par exemple : la température, les vibrations, la pression, l'humidité,...

2.3.2. Types de capteurs :

2.3.2.1. Capteurs générateurs de force électromotrice :

Certains phénomènes se traduisent par l'apparition d'une f.e.m. sous l'influence d'une grandeur physique déterminée. Le schéma équivalent d'un tel capteur est un schéma de Thévenin.

2.3.2.2. Capteurs générateurs de courant :

La génération de porteurs de charge libres dans un matériau par l'action d'une grandeur physique se traduit par une modification du courant électrique traversant ce milieu. Ce phénomène peut être provoqué par un rayonnement nucléaire par l'ionisation du milieu ou par un rayonnement optique par effet photovoltaïque.

2.3.2.3. Capteurs générateurs de charge :

Ces capteurs exploitent l'effet piézoélectrique ou l'effet pyroélectrique. Ces effets entraînent une variation de la polarisation diélectrique d'un matériau et se traduisent par l'apparition de charges superficielles égales et de signes contraires sur les faces opposées d'une lame soumise à une force (effet piézoélectrique) ou une température (effet pyroélectrique). Ex : Dynamomètre et accéléromètre à quartz

2.3.2.4. Capteurs résistifs :

De point de vue électrique, un capteur résistif est une résistance pure dont la valeur R est liée aux paramètres qui la déterminent.

Toute grandeur physique agissant sur la mobilité des porteurs (température, contrainte, champ magnétique), sur la densité des charges libres (température, flux lumineux) ou sur les dimensions géométriques (contrainte, position d'un curseur) est susceptible d'être traduit par une variation de résistance d'un capteur résistif. Ex : thermistances, jauges d'extensométrie,...

2.3.2.5. Capteurs inductifs :

Ce sont des capteurs qui comportent des enroulements de mesure traversés par un flux d'induction magnétique qui est en fonction de la grandeur physique à mesurer qui est en position ou en déplacement linéaire ou angulaire. Il existe deux types : flux variable d'auto-induction ou de mutuelle induction.

2.3.2.6. Capteurs capacitifs :

Sont des condensateurs généralement plans ou cylindriques. La grandeur à mesurer provoque une variation de capacité par modification de la permittivité du diélectrique ou par modification des paramètres dimensionnels. Ex : capteur de niveau de liquide (modification de permittivité), jauge extenso-métrique capacitive (modification de dimensions) [20].

2.4. Les conditionneurs :

Le rôle du conditionneur est de convertir, lorsqu'elle n'est pas une tension, la grandeur électrique de sortie ou ses variations par rapport à un état d'origine en une tension dont l'amplitude ou la fréquence sont déterminées par la sortie du capteur.

2.4.1. Conditionneur du capteur source de courant :

Le conditionneur généralement utilisé est le convertisseur courant-tension (**Figure 2.2**) à amplificateur opérationnel.

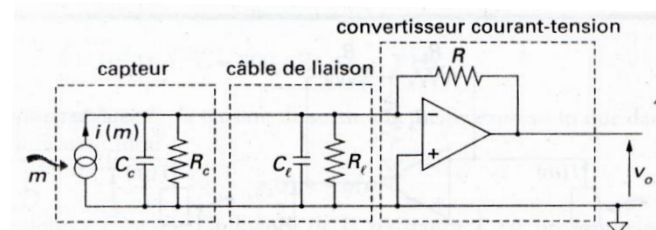


Figure 2.2 : Convertisseur courant-tension [20].

2.4.2. Conditionneur du capteur source de charge :

Ce conditionneur est à base d'amplificateur opérationnel avec un condensateur utilisé comme impédance de réaction. Ce montage est dit convertisseur charge-tension (**Figure 2.3**).

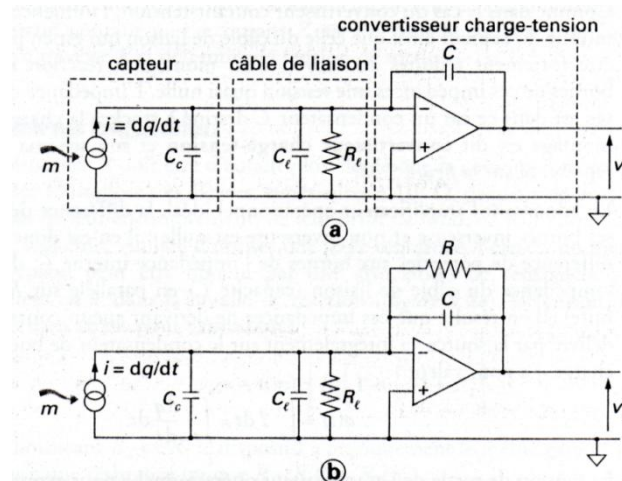


Figure 2.3 : Convertisseur charge-tension :
a) montage de principe. b) montage réel [20].

2.4.3. Conditionneurs de capteurs résistifs :

Il existe deux types de mesures : la mesure de la résistance par le montage 4 fils alimenté par source de courant (**Figure 2.4**), et la mesure de la variation de résistance par le pont de Wheatstone déséquilibré (**Figure 2.5**).

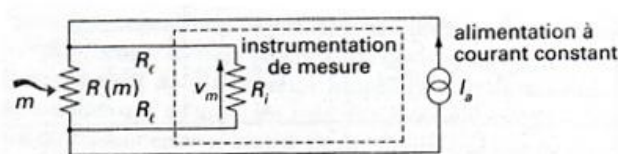


Figure 2.4 : mesure de résistance par montage 4 fils
[20].

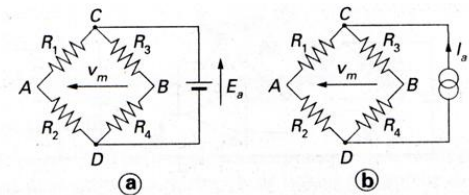


Figure 2.5 : pont de Wheatstone. a) alimentation en tension. b) en courant [20].

2.4.4. Conditionneurs de capteurs réactifs :

L'information associée à la valeur de l'impédance d'un capteur réactif, inductif ou capacitif peut être transférée soit sur l'amplitude d'une tension au moyen d'un pont d'impédances soit sur la fréquence d'un signal par l'intermédiaire d'un oscillateur [20].

2.5. Les amplificateurs :

L'amplificateur a trois fonctions :

- La protection du signal des parasites et du bruit de fond par augmentation du niveau.

- Le transfert optimal du signal par son impédance d'entrée très élevée et sa faible impédance interne.
- L'amélioration de la précision de mesure en portant le signal au niveau requis par l'échelle de l'élément final de la chaîne (le CAN).

2.5.1. Référence de la tension du signal :

C'est la référence par rapport à laquelle est définie la tension que délivre la source du signal. La référence du signal peut être identique à la référence des tensions de l'instrumentation et donc de l'amplificateur, soit en être différente et donc portée à un certain potentiel par rapport à la masse de l'amplificateur.

2.5.2. L'amplificateur différentiel :

L'amplificateur différentiel est considéré comme formé : d'un amplificateur inverseur, un amplificateur non inverseur et d'un sommateur.

Les montages d'amplificateurs différentiels sont :

- Amplificateur différentiel à un seul amplificateur opérationnel.
- Amplificateur différentiel à deux amplificateurs opérationnels.
- Amplificateur d'instrumentation : il présente une grande impédance d'entrée, un réglage de gain par une seule résistance, une parfaite symétrie des voies inverseuses et non inverseuses.
- Amplificateur d'isolement : lorsque les tensions du mode commun dépassent ou risquent de dépasser 70% des tensions d'alimentations, c'est l'amplificateur d'isolement qui est susceptible d'apporter une solution. Il est formé de deux étages isolés galvaniquement.

2.5.3. Caractéristiques dynamiques :

Les spécifications qui définissent le fonctionnement de l'amplificateur en présence de signaux variables et qui permettent de décrire la réponse de l'amplificateur sont la bande passante et le temps d'établissement [20].

2.6. Les filtres :

La fonction du filtre est d'éliminer autant que possible, du signal à traiter, l'ensemble de fréquences extérieures au spectre utile et en particulier : signaux non désirés, parasites industriels et bruit de fond. Cette fonction est indispensable afin d'éviter le repliement dans le spectre utile de fréquences indésirables dès lors que les signaux doivent être échantillonnés [20].

Le filtre est généralement de type passe-bas, sa bande passante étant limitée au strict minimum imposé par le spectre utile du signal de mesure.

2.6.1. Familles de filtres :

Dans le cas des filtres polynomiaux fréquemment utilisés, $A(w)$ peut se mettre sous la forme d'un produit de termes quadratiques soit, en posant $p = jw$:

$$A(p) = \left[a_1 \left(\frac{p}{w_0} \right)^2 + b_1 \frac{p}{w_0} + 1 \right] \dots \left[a_j \left(\frac{p}{w_0} \right)^2 + b_j \frac{p}{w_0} + 1 \right] \text{ Où } j = k/2.$$

Plus l'ordre k d'un filtre est élevé, plus sa fonction de transfert est proche de celle du filtre idéal. Mais plus k est élevé, plus sa réalisation devient complexe [20].

On distingue trois types utilisés de filtres :

- Les filtres de Butterworth.
- Les filtres de Chebychev.
- Les filtres de Bessel.

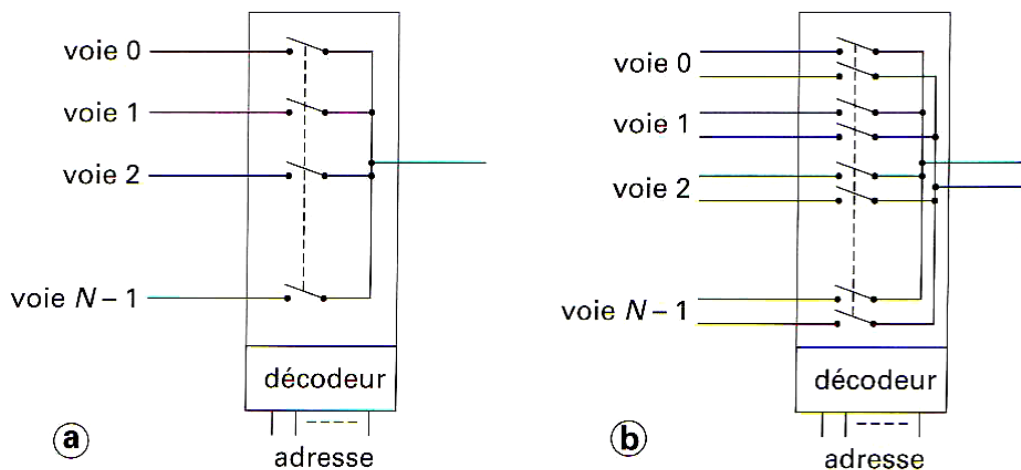
2.7. Les multiplexeurs :

Si l'on veut réaliser l'acquisition de plusieurs signaux analogiques différents, il serait très coûteux d'avoir autant de voies d'acquisition (échantillonneur/bloqueur, CAN) que de signaux à acquérir. Lorsque l'acquisition des données porte sur de multiples mesurandes, chacun ayant son canal propre (capteur, conditionneur, filtre, etc.), le multiplexeur permet la sélection d'un canal déterminé afin d'aiguiller son signal spécifique vers les dispositifs de traitement situés en aval [20], [22].

La sélection d'un canal s'effectue par son adresse, mot binaire délivré par le contrôleur de la chaîne et représentatif de son numéro d'ordre, son décodage commande la fermeture

d'interrupteurs reliant le canal choisi à la sortie du multiplexeur. L'interrupteur est généralement un transistor à effet de champ, plus rarement un relais, passant de l'état bloqué à l'état conducteur lorsqu'il est sélectionné [20].

Selon, d'une part, les références de tension des signaux de chaque canal, et d'autre part, l'organisation de la chaîne en amont du multiplexeur, chaque canal présente son signal sur une ou deux lignes. Dans le premier cas, le multiplexeur associé possède une voie par canal et il est dit unipolaire (**figure 2.6 a**), dans le second cas le multiplexeur doit comporter deux voies par canal et il est désigné comme différentiel (**figure 2.6 b**). Il y a lieu de remarquer qu'un multiplexeur unipolaire à N voies d'entrées peut être utilisé, s'il possède les commandes nécessaires, en multiplexeur différentiel à $N/2$ voies d'entrées [20].



2.8. L'échantillonneur-bloqueur :

2.8.1. Rôle :

Le rôle d'un échantillonneur-bloqueur (E/B) est de maintenir constante l'amplitude de l'échantillon prélevé tous les T_e durant le temps nécessaire à sa conversion. T_e représente la période d'échantillonnage. Donc il assure les fonctions suivantes :

- prélever à un instant connu avec précision un échantillon d'une tension variable appliquée à son entrée.
- mémoriser cet échantillon.
- délivrer en sortie une tension égale à celle de l'échantillon mémorisé.

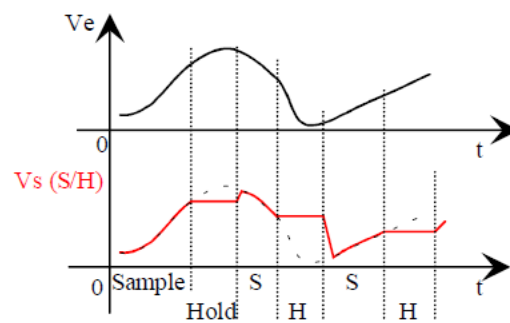


Figure 2.7 : Evolution des tensions en entrée et sortie d'un E/B (Sample and Hold) [23].

2.8.2. Nécessité :

Dans le cas de signaux dont la variation risque d'être importante pendant la durée d'une conversion analogique-numérique, l'échantillonneur-bloqueur doit nécessairement précéder le convertisseur (CAN) de façon à lui présenter une tension stable représentative du signal à l'instant de l'échantillonnage [20].

On peut se demander si un E/B est réellement nécessaire. En effet, sous certaines conditions, l'emploi d'un E/B peut ne pas être nécessaire. Pour le montrer, nous allons considérer :

- Un signal d'entrée : tension sinusoïdale $e(t) = E \cos 2\pi ft$. Ce qui nous donne comme variation maximum du signal :

$$\left. \frac{de}{dt} \right|_{max} = 2\pi ftE$$

- Une conversion sur n bits, ce qui correspond à une résolution de :

$$q = \frac{2E}{2^n}$$

2.8.3. Principe :

Réaliser un E/B consiste à associer un interrupteur à une capacité [23] :

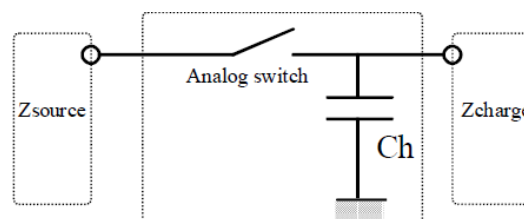


Figure 2.8 : Structure de l'échantillonneur-bloqueur [23].

La capacité joue le rôle d'élément mémoire, l'interrupteur est là pour réactualiser la valeur mémorisée ou bien l'isoler vis à vis de l'entrée.

2.9. Le convertisseur analogique-numérique :

2.9.1. But :

Le but du CAN est de convertir un signal analogique continu en un signal discret, et cela de manière régulière (à la fréquence d'échantillonnage). Il existe différents types de convertisseurs qui vont se différencier par leur temps de conversion et leur coût (Surface de silicium) [22].

$$V \xrightarrow{CAN} N = \sum_0^{n-1} b_i 2^i$$

2.9.2. Caractéristiques générales :

Un convertisseur analogique-numérique (CAN) recevant à son entrée une tension analogique v_i délivre en sortie un mot de n bits correspondant, selon un code binaire déterminé, à la valeur numérique N associée à v_i .

Un CAN est caractérisé par [20] :

- La plage de tension analogique convertible :

- Pour un convertisseur unipolaire, la plage s'étend de 0V à V_{pe} dite tension pleine échelle (10V par exemple).
- Pour un convertisseur bipolaire, la plage est symétrique autour de 0V : de $-V_{pe}/2$ à $+V_{pe}/2$, (-5V à +5V)

- Le nombre n de bits du mot de sortie ($n = 8, 12, 16, etc$).

- Le temps t_c nécessaire pour effectuer une conversion.

Le mot de sortie ayant n bits, le convertisseur peut délivrer 2^n mots distincts (de 0 à $2^n - 1$) pour numériser la plage de tension analogique d'extension V_{pe} , à chaque mot est donc associée une plage élémentaire q dite le quantum.

$$q = V_{pe} / 2^n$$

2.9.3. CAN à intégration :

Les convertisseurs à intégration sont particulièrement appréciés lorsque l'on cherche à éliminer du bruit ou des fréquences parasites du fait même de l'intégration. Leur principal inconvénient est d'être lents (quelques millisecondes de temps de conversion). Ils sont facilement intégrables sur des procédés CMOS [24].

On distingue :

2.9.3.1. CAN à rampe :

Les plus connus des CAN à intégration sont les CAN à rampe. Le plus courant, car il s'affranchit des erreurs et tolérances des composants, est le CAN à double rampe.

2.9.3.2. CAN à compensation de charges :

Les convertisseurs à compensation de charges sont une autre variante des CAN à intégration. Ici c'est la référence qui est connectée pendant une durée fixe.

2.9.4. CAN à approximations successives :

Leur principe, illustré par la **figure 2.9**. Ils utilisent un convertisseur N/A en rebouclage. Le comparateur joue le rôle de balance. Une de ses entrées (un des plateaux de la balance) reçoit la tension à mesurer. Sur l'autre entrée sont appliqués successivement des poids de plus en plus faibles (du MSB au LSB). Ces poids sont générés par un CNA dont l'entrée est commandée par le registre à approximations successives (RAS) [24].

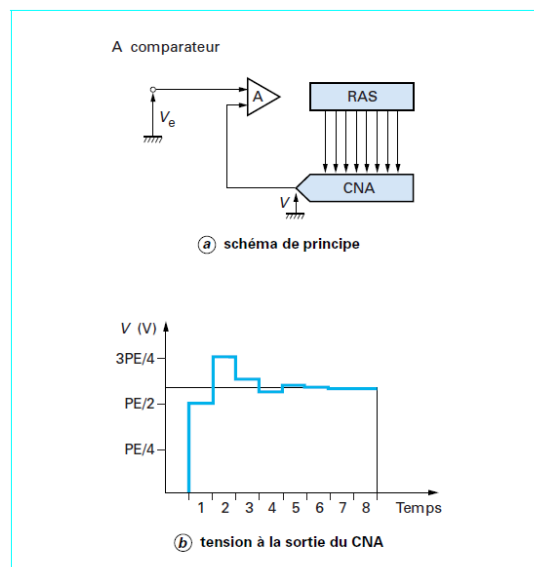


Figure 2.9: CAN à approximations successives [24].

À chaque pesée, l'état de la sortie du comparateur indique si la sortie du CNA dépasse ou non la tension à mesurer. Lorsqu'il y a dépassement, le poids qui vient d'être appliqué est enlevé et l'on applique le poids suivant. Lorsqu'il n'y a pas dépassement, on maintient le poids en question et on applique également le suivant.

Au bout de N coups d'horloge, pour un CAN N bits, la sortie du RAS indique, à un LSB près, la valeur numérique correspondant à la tension d'entrée.

2.10. Transmission de données :

2.10.1. Concept de transmission de donnée :

La transmission de données est une technique qui transfère des informations codées d'un émetteur à un récepteur grâce à un support de transmission physique [25].

Un système de transmission de données a pour unique objectif la transmission d'informations, ce qui ne signifie nullement que les informations ne subissent pas un traitement ou une vérification à un moment donné.

2.10.2. Types de transmission :

Dans tout système informatique, l'unité d'information est représentée par un octet. Lors de chaque traitement dans ce système tous les bits sont soit déplacés simultanément d'un endroit mémoire à un autre, soit traités l'un à la suite de l'autre. Nous différencions deux systèmes de transmission :

- la transmission parallèle.

- la transmission sérielle.

2.10.2.1. Transmission parallèle:

Si un octet doit être transmis, tous les bits du même octet sont émis simultanément. Cela signifie qu'à chaque bit correspond une liaison conductrice séparée, c'est-à-dire un fil conducteur. Pour la transmission d'un octet, huit liaisons parallèles doivent être présentes entre l'émetteur et le récepteur. Dans ce cas, on parle d'une transmission parallèle.

C'est une transmission rapide mais sensible à l'environnement électrique. De plus, son coût et le nombre de fils la rendent inapte pour les longues distances [25].

2.10.2.2. Transmission sérielle :

Une transmission sérielle est l'envoi des bits l'un après l'autre, sur le même support physique, à l'inverse de la transmission de données en parallèle où l'envoi des bits est simultané. A l'autre extrémité, côté réception, la démarche est inverse, les bits sont réassemblés pour reconstituer la donnée d'origine ce qui nécessite un montage décodeur (UART : Universal Asynchronous Receiver Transmitter) pour retransformer les données sérielles [25].

C'est une transmission plus lente mais moins sensible à l'environnement que la transmission parallèle. Elle permet un grand nombre d'applications avec une faible contrainte d'encombrement. La transmission peut s'effectuer avec trois fils, elle est donc plus économique pour de longues distances.

2.11. Le bus série :

2.11.1. Notions sur la norme RS-232C/D :

La norme EIA RS-232 (Recommended Standard) a été établie en 1962 par l'Electronic Industry Alliance. Elle permet l'interfaçage entre un équipement terminal de données (DTE : Data Terminal Equipment) et un équipement de communications de données (DCE : Data Communications Equipment) employant des échanges de données en série.

Le bus série peut se présenter sous la forme d'un connecteur DB-25 mâle, mais on utilise de plus en plus un connecteur DB-9 mâle qui est moins encombrant.

Pour augmenter l'immunité aux bruits, on utilise des tensions caractéristiques où le 1, représenté par un signal significatif entre -3 et -12 V est dénommé Marquage (MARK) et où le 0, représenté par un signal compris entre $+3$ et $+12$ V est dénommé Espace (SPACE).

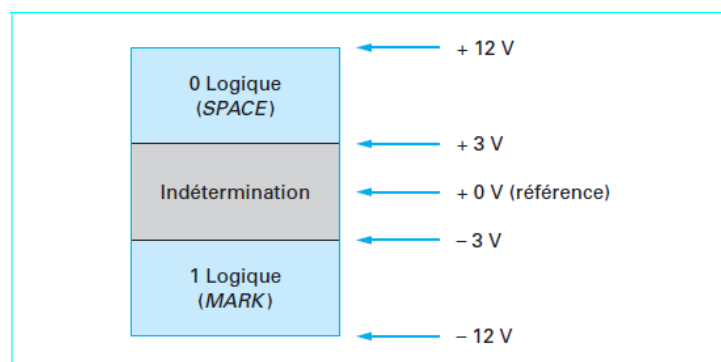


Figure 2.10: Tensions caractéristiques utilisées sur le bus série RS 232 [25].

2.11.2. Numérotation des broches et description des signaux :

La **figure 2.11** montre la forme des connecteurs et le nom attribué à chaque broche. Les fonctions attribuées aux broches sont les suivantes :

- **DCD** (Data Carrier Detect) : détection de porteuse. C'est un signal d'entrée actif haut. Il signale à l'ordinateur qu'une liaison a été établie avec un correspondant.
- **RxD** (Receive Data) : réception de données. C'est un signal d'entrée. Il transmet les données du DCE vers le DTE.
- **TxD** (Transmit Data) : émission de données. C'est un signal de sortie. Il transmet les données du DTE vers le DCE.
- **DTR** (Data Terminal Ready) : terminal de données prêt. C'est un signal de sortie actif haut. Il signale au DCE que le DTE est prêt à fonctionner.
- **GND** (GrouND) : masse. C'est le point de référence de toutes les tensions de l'interface.
- **DSR** (Data Set Ready) : poste de données prêt. C'est un signal d'entrée actif haut. Il signale au DTE que le DCE est prêt à fonctionner.
- **RTS** (Request To Send) : demande d'émission. C'est un signal de sortie actif haut. Il indique que le DTE veut transmettre des données au DCE.
- **CTS** (Clear To Send) : prêt pour émettre. C'est un signal d'entrée actif haut. Il indique que le DCE est prêt à recevoir des données du DTE.
- **RI** (Ring Indicator) : indicateur de liaison. C'est un signal d'entrée actif haut. Il permet au DTE de savoir qu'un DCE veut initier une communication avec lui.

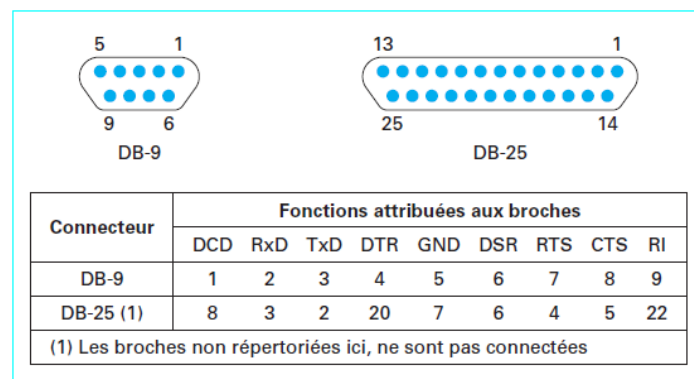


Figure 2.11 : Forme des connecteurs DB-9 et DB-25 non attribué à chaque broche [25].

2.11.3. Techniques de transmission des données:

2.11.3.1. Chronologie de la transmission de données :

Dans le cas de la transmission sérielle de données, les bits d'un même code numérique sont émis un par un sur le support. Dans le modèle OSI (Open Systems Interconnection), le premier bit transmis sera le bit le moins significatif (LSB : Least Significant Bit) du code numérique.

2.11.3.2. Méthodes de transmission série:

Par méthode de transmission, on entend la manière dont est réalisée la synchronisation de bits et d'octets. Il existe deux méthodes de transmission, la transmission synchrone et la transmission asynchrone.

2.11.3.2.1. Transmission synchrone :

Synchronisation de bits :

La synchronisation de bits est réalisée par un signal d'horloge supplémentaire. Ce signal d'horloge détermine le rythme auquel les bits d'un même code numérique sont placés un par un sur le support ou lus de ce support.

Etant donné que l'horloge de réception doit correspondre à l'horloge d'émission, un conducteur supplémentaire sera prévu de l'émetteur vers le récepteur afin de transmettre le signal d'horloge.

Synchronisation d'octets :

Le mécanisme de synchronisation d'octets doit veiller à ce que les codes numériques émis soient différenciés les uns des autres. En cas de transmission synchrone, ce processus est réalisé au moyen d'un registre de synchronisation. Ce registre de synchronisation contient un caractère de synchronisation « pattern binaire » déterminé sur lequel le récepteur tentera de se synchroniser, c'est-à-dire qu'il recherche un « pattern » binaire sur le support, correspondant à celui du registre. Dès qu'il l'a détecté, le récepteur est synchronisé et il fournira tous les huit bits un code numérique au registre de réception.

2.11.3.2.2. Transmission asynchrone :

Synchronisation de bits :

La synchronisation de bits est réalisée par un signal d'horloge généré de manière interne dans l'émetteur ou le récepteur et qui est généralement de 16, 32 ou 64 fois supérieur à la vitesse de transmission des différents bits. Chaque code numérique est précédé d'un 0 ou bit de départ et terminé par 1 ou 2 bits d'arrêt.

- L'émetteur contient un compteur qui toutes les 16, 32 ou 64 impulsions d'horloge autorise la lecture de l'état binaire du registre à décalage d'émission et le convertit ensuite en un signal numérique sur la ligne d'émission.

- Le récepteur génère son propre signal d'horloge 16, 32 ou 64 fois qui n'est pas nécessairement synchronisé avec le signal d'horloge de l'émetteur. Le récepteur doit d'abord attendre la transition du signal de 1 à 0, détection du « START » bit avant de pouvoir continuer la réception du code numérique. Cette vérification est réalisée en chargeant un compteur d'impulsions d'horloge avec 8, 16 ou 32 et en le décrémentant à chaque impulsion d'horloge. Lorsque le compteur arrive à 0, le niveau de signal sur le support est examiné afin de vérifier s'il est toujours à 0, en d'autres termes s'il s'agit d'un « START » bit. Tous les niveaux de signal sont contrôlés sur la ligne de réception au milieu d'un bit et convertis en un bit qui se glisse dans le registre à décalage de réception.

Synchronisation d'octets :

La synchronisation d'octets est identique à la synchronisation de bits. En effet, la détection d'un « STOP » bit signifie la réception complète d'un code numérique et commande au registre de réception de lire le code numérique mémorisé dans le registre à décalage de réception.

Comme les signaux d'horloge sont générés séparément, les signaux d'horloge entre émetteur et récepteur ne seront pas échangés par des conducteurs supplémentaires. Cela signifie que la vitesse de réception dans le récepteur ne peut être déduite de la vitesse d'émission dans l'émetteur : les vitesses d'émission et de réception devront être ajustées l'une par rapport à l'autre. Pour cela il suffit d'échanger les lignes d'émission et de réception pour réaliser une liaison asynchrone.

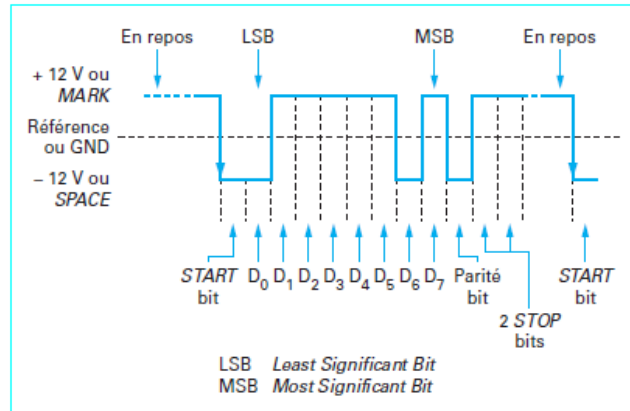


Figure 2.12 : Exemple de transmission asynchrone de données de 8 bits par caractère [25].

Dans une transmission asynchrone, deux bits : le « START » bit et le « STOP » bit, sont ajoutés à tout code numérique, alors que dans une transmission synchrone un ou plusieurs caractères de synchronisation sont ajoutés à une série de codes numériques. Cela implique que la transmission se déroule plus rapidement dans le cas synchrone.

2.11.4. Modalités de transmission:

Pour réaliser une interface, il faut deux éléments : un DTE (Data Terminal Equipment) et un DCE (Data Communication Equipment). Les modalités de transmission déterminent la manière dont la transmission se déroule entre ces deux éléments :

- la transmission entre les stations DTE et DCE peut intervenir dans une seule direction soit DTE vers DCE ou DCE vers DTE, on parle d'une liaison simplex (**figure 2.13**). Donc, sous sa forme la plus simple, l'interface série peut être constitué de deux fils conducteurs, l'un pour transporter les données et l'autre servant de référence.
- dans la grande majorité des cas, les dispositifs DTE et DCE travaillent en mode bidirectionnel, c'est-à-dire, que les dispositifs doivent pouvoir transmettre et recevoir des données : on parle alors de liaison duplex (**figure 2.14**).

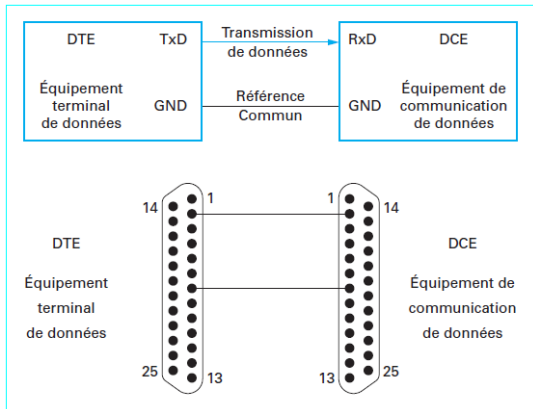


Figure 2.13 : Liaison simplex [25].

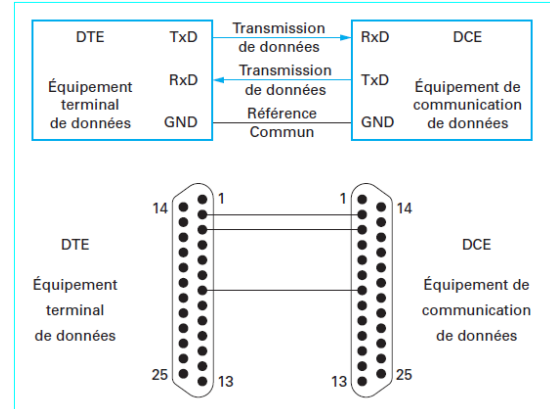


Figure 2.14 : Liaison duplex [25].

2.12. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons étudié l'acquisition de données et leur transmission du capteur jusqu'à l'ordinateur, en passant par toutes les opérations nécessaires : conditionnement, amplification, filtrage, multiplexage, échantillonnage, conversion analogique numérique et transmission.

En fin, nous avons parlé du bus série que nous avons utilisé dans notre application. Et nous avons décrit les protocoles de ce type de transmission.

3. Description et mode d'emploi du système éolien

3.1. Introduction

3.2. Caractéristiques techniques

3.3. Mode d'emploi

3.4. Conclusion

3.1. Introduction :

Whisper100, produit du fabricant américain **Southwest Windpower**, fournit une énergie sûre pour les habitations isolées, les sites de télécommunication et les applications rurales dans des environnements modérés et extrêmes.

Grâce au fonctionnement fiable de milliers d'unités, **Whisper100** est considéré le numéro un pour les ventes des petites éoliennes dans sa catégorie [26].

Le système global installé à l'ENP comporte : l'aérogénérateur **Whisper100**, le contrôleur **Whisper Controller**, une batterie de 12V **Sunlight SP 12-26** et un onduleur de type **Steca Solarix 550I**.



Figure 3.1 : Whisper 100 [27].

3.2. Caractéristiques techniques : [26]

- Diamètre du rotor : 2.1 m
- Poids : 21 kg ; Boite : 22.56 kg
- Dimensions d'embarquement : 1295×508×330 mm

- Mat : tube de 6.35 cm
- Vitesse d'amorçage : 3.4 m/s
- Tension : 12, 24, 36, 48 VDC
- Puissance estimée : 900 W à 12.5 m/s
- Contrôleur de la turbine : Whisper Controller
- Nacelle : Aluminium coulé/option de marine
- Pales : 3 pales en fibre de verre renforcé au carbone
- Protection de survitesse : ferlage à coté breveté/option de marine
- Energie mensuelle : 100 kWh à 5.4 m/s
- Vitesse de survivance : 55 m/s
- Garantie : limitée de 5 ans

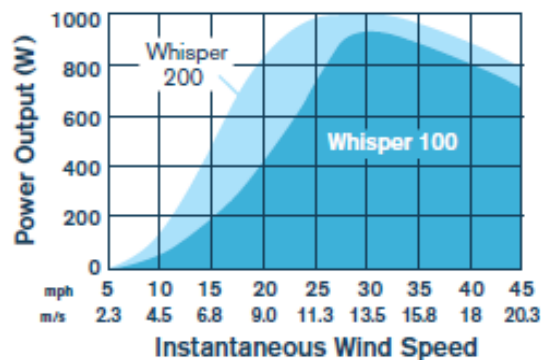


Figure 3.2 : La caractéristique de puissance de Whisper100 et Whisper200 [26].

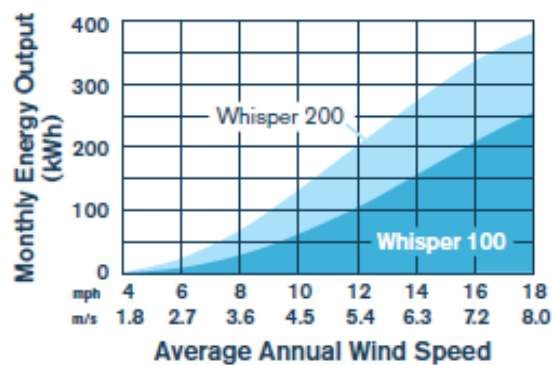


Figure 3.3 : la caractéristique d'énergie mensuelle de Whisper100 et Whisper200 [26].

3.3. Mode d'emploi :

3.3.1. Installation du mat :

La hauteur minimale du mat doit être de 7m au-dessus du plus haut obstacle dans un rayon de 100m. Le point le plus élevé du terrain sera le meilleur mais il faut tenir compte que la distance entre l'aérogénérateur et les batteries et la tension déterminent le dimensionnement des fils.

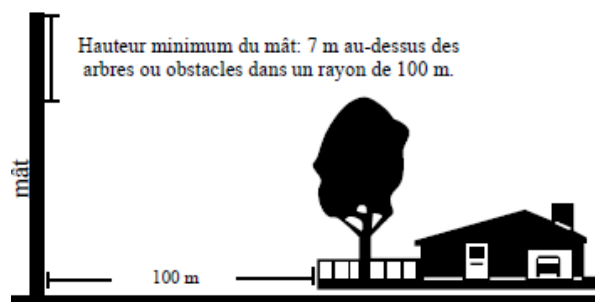


Figure 3.4 : L'emplacement du mat [27].

3.3.2. Sélection des batteries :

Pour dimensionner les batteries, le constructeur propose le tableau suivant :

Modèle de l'aérogénérateur	Whisper100
Tension du système des batteries	12, 24, 36, 48V
Charge minimale (pour une durée de 20h de charge)	200 Ah
Energie minimale	4 kWh

Tableau 3.1 : Dimensionnement des batteries [26].

3.3.3. Configuration et emplacement des batteries :

Les batteries doivent être placées dans un endroit sec à température ambiante modérée stable, car la performance des batteries est optimale à température ambiante.

Le câblage série parallèle se fait en fonction des caractéristiques des batteries utilisées et la tension du système.

Les connexions doivent être couvertes par de la graisse ou d'un produit de protection contre la corrosion.

Le fusible utilisé (100 A) doit être branché à la borne positive entre les batteries et l'onduleur.

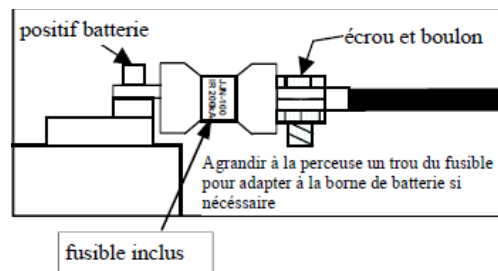


Figure 3.5 : Le branchement du fusible [27].

3.3.4. Ajustement de la tension de l'éolienne :

Le système aérogénérateur-contrôleur Whisper100 peut fonctionner à une tension de 12V, 24V, 36V ou 48V. Le système est configuré par défaut pour fonctionner à 24V. Pour basculer à une autre tension il faut reconfigurer le système.

Au niveau de l'aérogénérateur, la configuration se fait par la modification des connexions des 12 fils du stator aux 3 des balais. Pour accéder aux connexions, il faut ouvrir le corps de l'éolienne et suivre le tableau suivant :

CÂBLAGE DE LA WHISPER 100/200 MULTI-TENSION							
12 V	Connecteurs rouges						
	Fil de balai	Fil de balai	Fil de balai				
	WHITE 1	WHITE -	RED 1				
	WHITE 3	WHITE 2	RED 3				
	BLACK 2	RED 2	BLACK 1				
	BLACK -	RED -	BLACK 3				
24 V	Connecteurs rouges			Connecteurs jaunes			
	Fil de balai	Fil de balai	Fil de balai	WHITE -	WHITE 2		
	WHITE 1	RED 2	BLACK 1	RED 3	RED 1		
	WHITE 3	RED -	BLACK 3	BLACK -	BLACK 2		
48 V	Connecteurs rouges			Connecteurs jaunes			
	Fil de balai	Fil de balai	Fil de balai	WHITE -	WHITE 2	RED 2	BLACK 2
	WHITE 1	RED -	BLACK 1	RED 1	WHITE 3	RED 3	BLACK 3
				BLACK -			

Tableau 3.2: Câblage pour la configuration de tension [27].

3.3.5. Essais électriques sur l'aérogénérateur :

Avant d'assembler les pales au rotor, il faut s'assurer que l'aérogénérateur est prêt à installer sur le mat à l'aide des essais suivants :

- Essai de terre : la résistance entre chaque fil et la terre doit être supérieur à 10 k Ω .
- Essai à vide : les fils n'étant pas connectés, le rotor doit tourner librement.
- Essai en court-circuit : tous les fils connectés, le rotor doit tourner difficilement mais régulièrement.
- Essai phase à phase : deux fils quelconques étant en contact, le rotor doit tourner irrégulièrement avec coups.

3.3.6. Connexion des fils et montage de l'aérogénérateur sur le mat :

La nacelle de l'aérogénérateur est montée sur le mat à l'intermédiaire d'un insert. Les connexions électriques sont faites par soudure ou par 'split bolt'. Chaque fil de l'aérogénérateur se connecte indifféremment à un fil du mat. Les connexions doivent être recouvertes avec du ruban adhésif afin d'éviter les courts-circuits avec le mat.

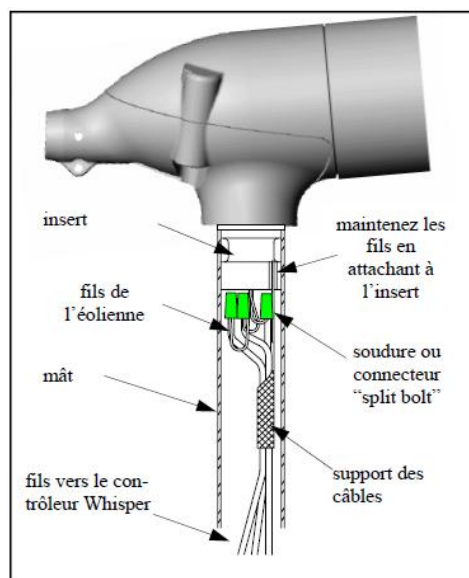


Figure 3.6 : Montage de l'aérogénérateur sur le mat [27].

3.3.7. Montage du contrôleur Whisper :

Le contrôleur Whisper doit être monté verticalement avec les LED et l'interrupteur en haut. Il faut qu'il ne soit pas à la proximité des matériaux inflammables ou sensibles à la chaleur à cause du banc de dissipation de chaleur.

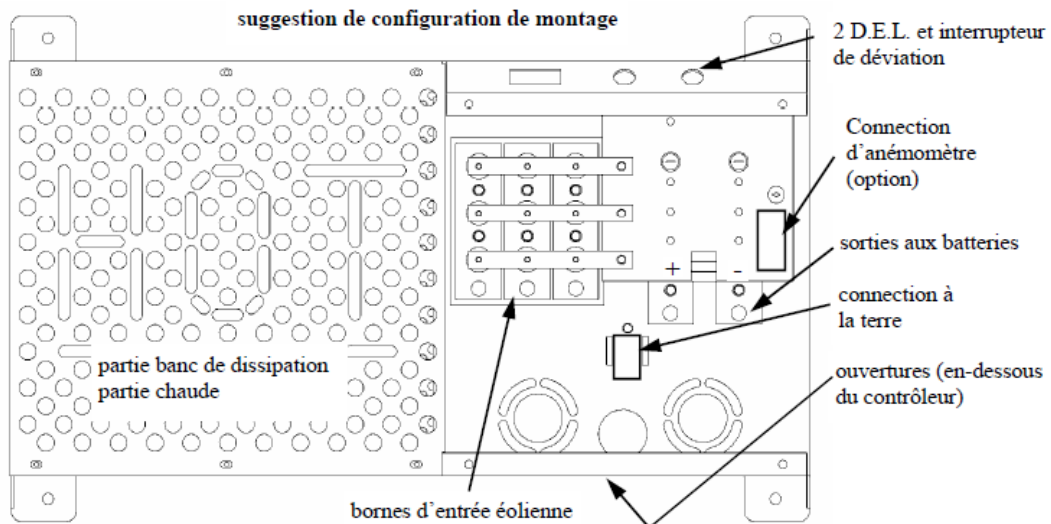


Figure 3.7 : le contrôleur Whisper [27].

3.3.8. Câblage du contrôleur Whisper :

Il faut connecter le contrôleur aux batteries avant de le connecter à l'éolienne et éviter les courts-circuits.

Après la connexion des batteries, il faut vérifier que le microprocesseur est sous tension en mettant l'interrupteur de déviation en position « stop ». La LED rouge doit s'allumer, sinon il faut enfoncer le bouton « reset ». En remettant l'interrupteur de déviation en position « batteries », la LED doit s'éteindre.

Après ce test, il faut mettre l'interrupteur à la position « stop » et connecter les fils de l'éolienne (l'ordre des fils n'est pas important).

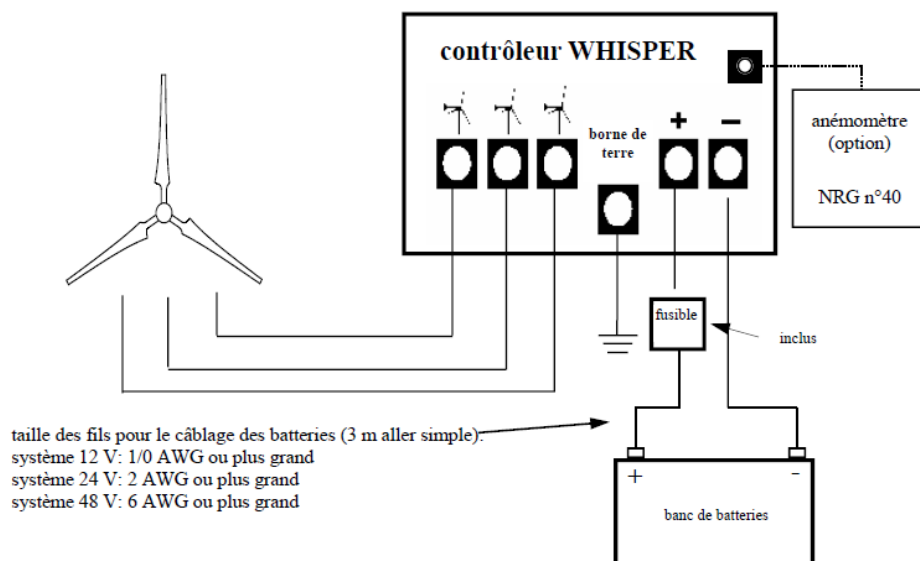


Figure 3.8 : la connexion du contrôleur Whisper [27].

Le câblage du banc de dissipation dépend de la tension. Les câbles sont fournis avec le contrôleur Whisper.

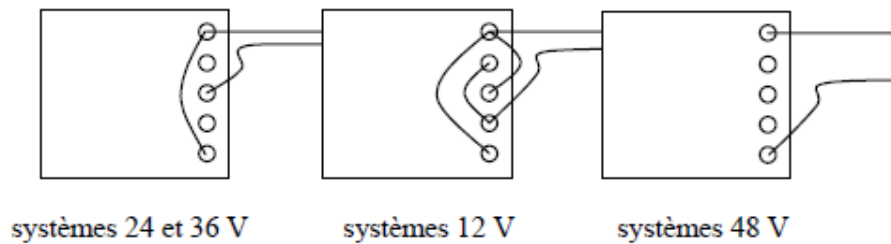


Figure 3.9 : la configuration de tension du banc de dissipation [27].

Un anémomètre modèle n°40 fabriqué par NRG, ou un modèle équivalent peut être branché directement aux bornes sur le circuit imprimé.

3.3.9. Interrupteurs et bouton de réinitialisation du circuit imprimé :

Le circuit imprimé comporte six interrupteurs qui servent à régler certains paramètres de fonctionnement du système. Les réglages par défaut des interrupteurs conviennent à la majorité des systèmes et ne devraient pas être changé, à l'exception des interrupteurs 1 et 2 qui servent à régler la tension.

Le circuit est équipé aussi d'un bouton « reset » qui sert à réinitialiser le microprocesseur.

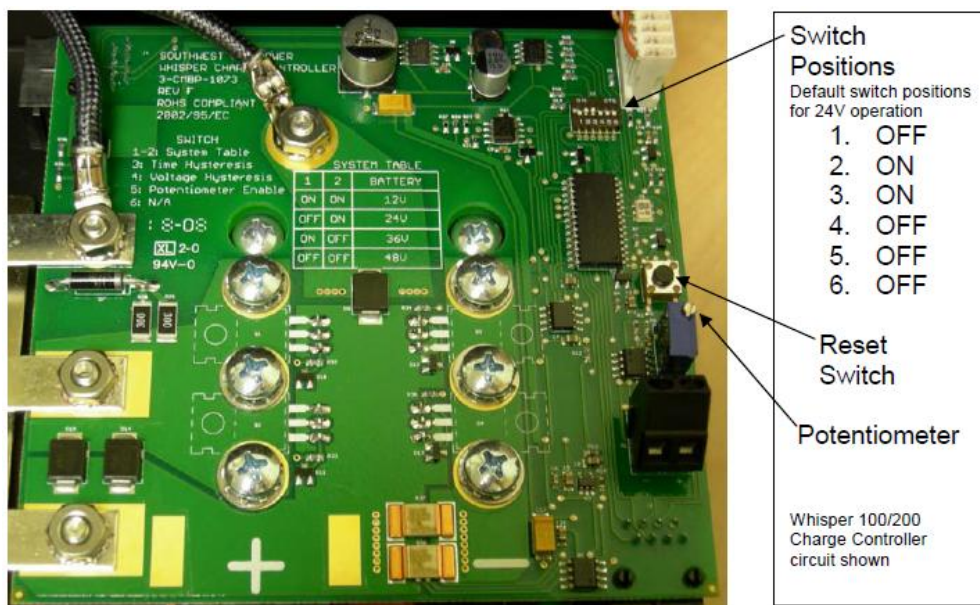


Figure 3.10 : Le circuit imprimé du contrôleur Whisper [28].

Les interrupteurs 1 et 2 : réglage de la tension.

Tension du système	Interrupteur 1	Interrupteur 2
12V	ON	ON
24V	OFF	ON
36V	ON	OFF
48V	OFF	OFF

Tableau 3.3 : Réglage de tension [28].

L'interrupteur 3 : délai d'hystérésis.

L'interrupteur 4 : hystérésis de tension.

L'interrupteur 5 : lecture du potentiomètre.

L'interrupteur 6 : aucune fonction n'est associée à cet interrupteur. Il est recommandé de le laisser en position OFF.

3.3.10. Installation des pales et du capuchon :

- Il faut que la face plate de la pale se monte contre la plaque frontale du rotor.
- On utilise un fluide de frein à filets de résistance moyenne (Loctite 242 ou équivalent) sur tous les boulons.
- On monte lâchement toutes les pièces sauf la pièce 2 (capuchon). Il faut s'assurer que la pièce 8 (chape de pale) est en contact avec la partie supérieure de la pale.
- On commence par installer la quincaillerie 4 (boulon M8 x 50), 3 (rondelle M8 x 24), et 7 (écrou à insert nylon M8), dans l'orifice le plus éloigné de l'axe de rotation. On installe les pièces 4 (boulon M8 x 50) et 5 (rondelle de blocage M8) à travers l'orifice le plus proche de l'axe de rotation, et dans l'un des trois trous taraudés proches du centre de la plaque frontale.
- Il faut serrer sans excès toutes les pièces 4 (boulon M8 x 50) à 11 N.m.
- Installation d'une pale WHISPER 100 (Voir annexe A).

3.3.11. Fonctionnement du contrôleur Whisper :

3.3.11.1. Description générale du contrôleur Whisper :

Le contrôleur Whisper est l'une des deux parties d'un système spécifiquement conçu pour contrôler le fonctionnement et convertir le courant d'une **Whisper100** de **Southwest Windpower**. Ses fonctions essentielles sont le redressement, la régulation et la dissipation du

courant dans des résistances. Cependant, afin d'être adapté au mieux à une majorité d'utilisateurs, le contrôleur Whisper offre de nombreuses fonctions et des paramètres de fonctionnement ajustables.

Le bloc principal du contrôleur Whisper est une unité au fonctionnement autonome. Le contrôleur contient toute l'électronique de puissance de la Whisper, y compris le redressement et la déviation. De plus, il surveille en permanence la tension, l'intensité, la production d'énergie et la vitesse du vent (si équipé). Ces paramètres sont mesurés pour évaluer les paramètres du système (c.-à-d. la tension des batteries) et l'état de l'éolienne (c.-à-d. si de l'électricité est produite).

Le bloc d'affichage auxiliaire du contrôleur Whisper (appelé par la suite l'écran) offre une interface pour les nombreux paramètres opérationnels et les mesures du système dont le contrôleur est capable. Il peut être monté sur le contrôleur, à distance ou (avec deux écrans). Grâce à l'écran, on peut connaître, instantanément et facilement, la tension, l'intensité, la puissance, l'énergie, la charge, la puissance de pic et la vitesse du vent (avec l'anémomètre optionnel).

3.3.11.2. Interrupteur de déviation :

L'interrupteur de déviation est situé sur le haut du contrôleur à gauche des LED. Cet interrupteur déviara le courant de l'éolienne vers le banc de dissipation pour que les batteries ne soient pas chargées.

3.3.11.3. Fonctionnement des LED :

En bref, la LED rouge indique que le courant de l'éolienne est dévié vers les résistances et la LED verte indique que l'éolienne tourne et charge les batteries. Le fonctionnement des LED est expliqué dans des tableaux (voir **annexe A**).

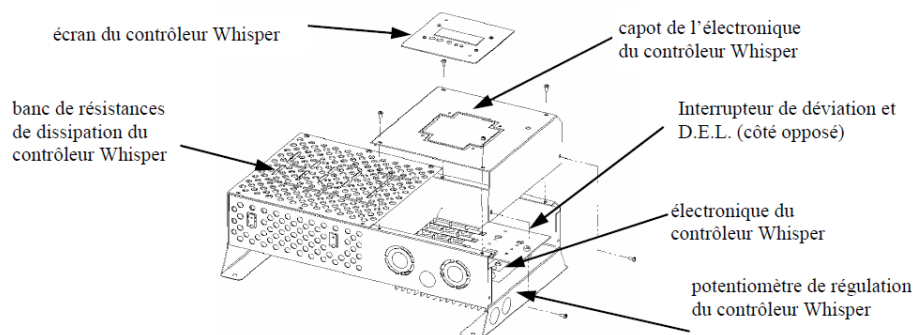


Figure 3.11 : Constitution du contrôleur Whisper100 [27].

3.3.11.4. Ecran du contrôleur Whisper :

L'écran du contrôleur Whisper ajoute de nombreuses fonctions à notre système éolien Whisper. Les mesures effectuées par le contrôleur peuvent être surveillées et les paramètres opérationnels ajustés.

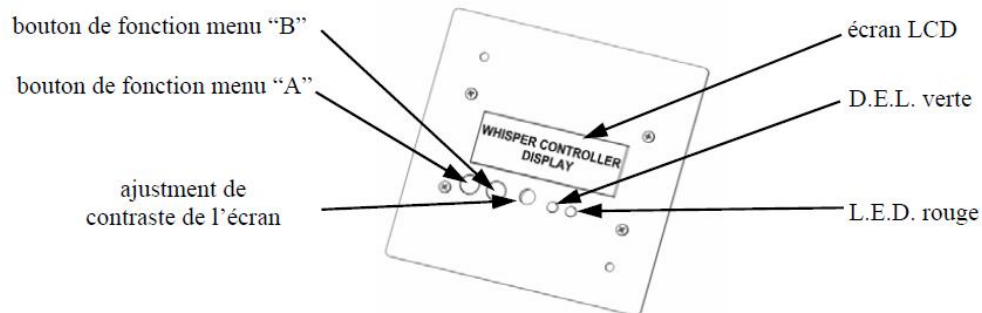


Figure 3.12 : Ecran du contrôleur Whisper100 [27].

Diodes électroluminescentes :

Les LED de l'écran fonctionnent comme celles du contrôleur. Du fait de délais de communication, de légères différences entre ces deux paires de LED peuvent subvenir. Par conséquent, si l'écran est monté sur le couvercle du contrôleur, il est recommandé de le brancher à la fiche au coin inférieur droit du circuit du contrôleur. Ceci coupe automatiquement les LED de l'écran. La fiche du circuit du contrôleur la plus proche de l'interrupteur de déviation est pour un écran monté à distance.

Potentiomètre de contraste de l'écran à cristaux liquides :

Le potentiomètre de contraste peut être ajusté à travers le capot de l'écran grâce à un trou situé entre les boutons et les LED. Le potentiomètre est optimisé en usine pour un fonctionnement à température ambiante. Toutefois, à d'autres températures, l'écran peut être trop clair ou sombre. On passe précautionneusement un tournevis à travers le support de l'écran et on tourne le potentiomètre dans le sens contraire des aiguilles d'une montre pour assombrir l'écran.

3.4. Conclusion :

Nous avons vu dans ce chapitre la description et les caractéristiques techniques du système de l'éolienne utilisée dans notre projet. Cette étude nous sera utile lors du dimensionnement des composants pour la réalisation de la carte d'acquisition.

4. Réalisation de la carte d'acquisition

4.1. Introduction

4.2. Carte d'alimentation

4.3. Carte des capteurs

4.4. L'interface d'acquisition

4.5. Essais sur le système d'acquisition

4.6. Conclusion

4.1. Introduction :

La carte est composée de trois parties séparées : la carte d'alimentation, la carte des capteurs et l'interface d'acquisition. La connexion entre les cartes se fait au moyen des fils.

La carte d'alimentation peut générer, à partir du réseau 220V~50Hz, des tensions symétriques $\pm 12V$.

Les capteurs doivent être alimentés en utilisant les deux bornes +12V et -12V. Et l'interface d'acquisition en utilisant la borne +12V et le point 0V de la carte d'alimentation.

La carte des capteurs doit assurer le branchement des capteurs de courant et de tension et délivrer à la sortie, après conditionnement, des tensions dans la plage 0V à 5V pouvant être directement des sujets d'acquisition par l'interface.

L'interface d'acquisition dispose de 8 chaînes d'entrées analogiques variant entre 0V et 5V et délivre un résultat numérique série de 8 bits sous la norme RS-232.

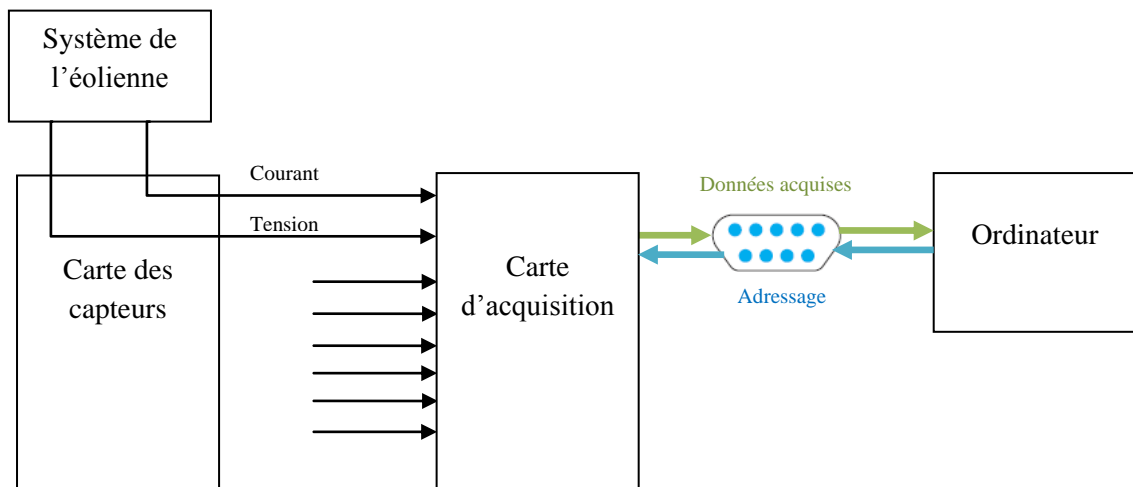


Figure 4.1: Schéma bloc du système d'acquisition.

4.2. Carte d'alimentation :

Les caractéristiques et les performances d'un circuit électronique dépendent essentiellement des éléments dont il est constitué et de son alimentation que doit être aussi stable que possible [29].

L'alimentation est un élément essentiel de notre montage, elle devra présenter de bonnes performances en termes de stabilité et de régulation.

4.2.1. Présentation :

Cette réalisation convient pour alimenter notre montage qui nécessite une alimentation symétrique, c'est à dire une alimentation double, avec une branche positive et une branche négative.

Elle fait appel à des régulateurs de tension fixes de type LM7812 et LM7912. Les tensions de sortie sont donc fixées à +12V et -12V.

Le schéma représente la totalité de notre alimentation, et repose sur l'emploi de composants courants mais éprouvés.

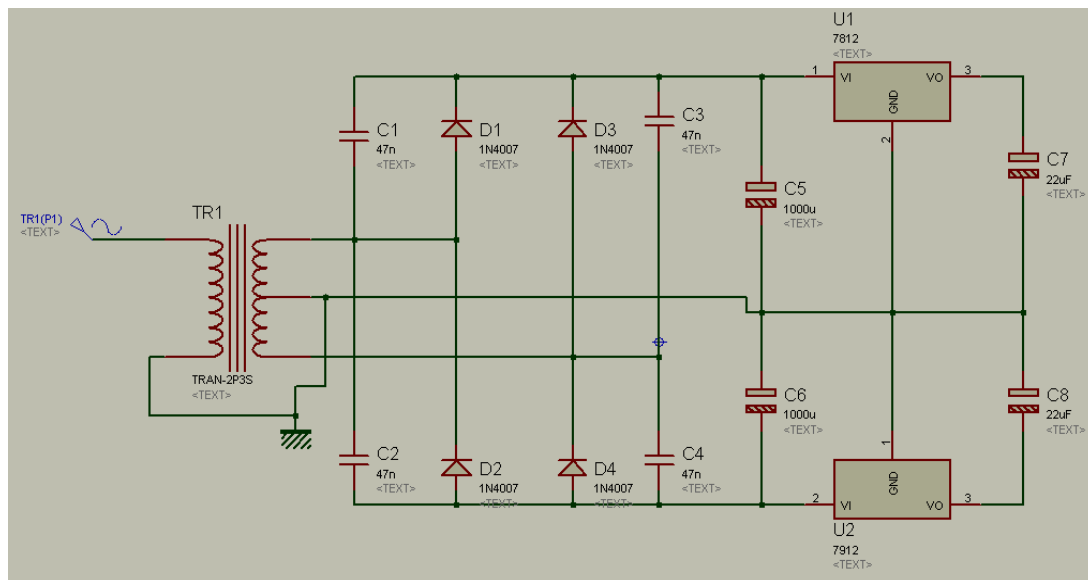


Figure 4.2: Schéma sous ISIS du circuit d'alimentation.

4.2.2. Rôle des composants :

Les condensateurs placés en parallèle sur les diodes du pont, sont destinés à réduire les bruits HF occasionnés par les diodes lors des commutations conduction-blocage.

Les condensateurs C7 et C8 ont pour valeur $22\mu\text{F}$ s'il s'agit de chimiques Aluminium, cette valeur peut descendre à $1\mu\text{F}$ s'il s'agit de tantales.

Si les condensateurs de filtrage d'entrée C5 et C6 sont éloignés des régulateurs (plus de 10cm), il conviendra d'ajouter des condensateurs directement entre la borne d'entrée de chaque régulateur et la masse. Ces condensateurs auront une valeur de 10nF à 100nF s'il s'agit de céramiques, ou de $1\mu\text{F}$ s'il s'agit de tantales.

4.2.3. Choix du transformateur et des régulateurs :

Les tensions de sortie sont déterminées par le choix des régulateurs de tension U1 (pour la branche positive), et U2 (pour la branche négative). Si on souhaite d'autres tensions de sortie, il faudra d'une part, prendre des régulateurs qui correspondent à la tension de sortie désirée, et d'autre part utiliser un transformateur dont les tensions du secondaire seront adaptées à la tension désirée. Le transformateur peut posséder soit un enroulement unique avec point milieu, soit deux enroulements totalement séparés, que nous raccorderons au centre pour créer le point milieu.

Dans notre montage nous avons utilisé un transformateur à point milieu (2 x 12V) et des régulateurs : 7812 pour U1 et 7912 pour U2.

Remarque : 78xx pour les régulateurs positifs, 79xx pour les régulateurs négatifs. Les deux derniers chiffres indiquent simplement la tension de sortie régulée (ainsi donc, le 7805 est un régulateur 5V positif, le 7918 est un régulateur 18V négatif).

4.2.4. Choix des diodes :

Nous pouvons utiliser des diodes classiques telles les 1N4007, ou les BY255. Mais nous pouvons aussi exiger mieux, et utiliser des diodes de redressement rapide (comme les BYW98-200) ou des diodes Schottky (genre MBR745 ou MBR20100CT).

4.2.5. Circuit imprimé :

Réalisé en simple face, avec de larges plans de cuivre qui participent à la dissipation thermique des deux régulateurs de tension.

Le schéma de la carte a été réalisé sous ISIS et le routage sous ARES (Proteus 7.6), pour plus d'information (voir **Annexe C**).

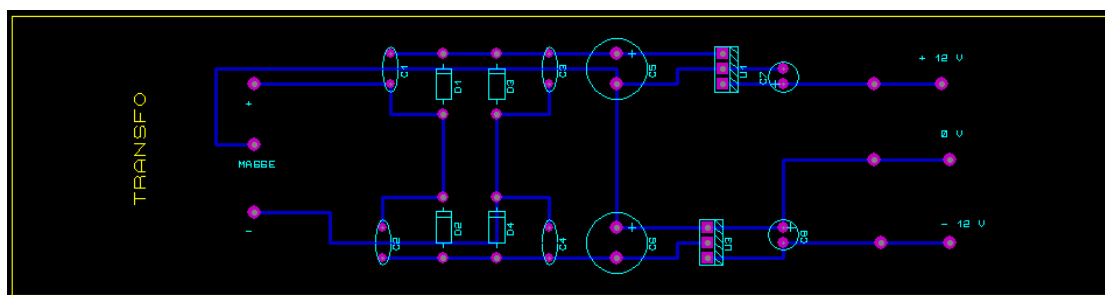


Figure 4.3: Schéma sous ARES du circuit imprimé de notre circuit d'alimentation.

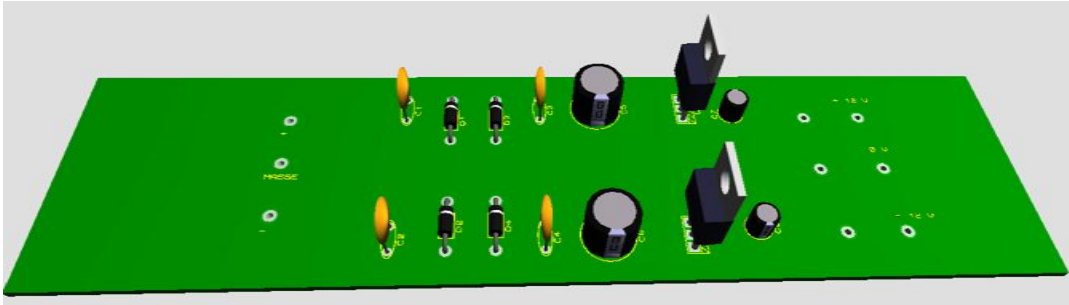


Figure 4.4: Visualisation en 3D de notre circuit d'alimentation.

4.3. Carte des capteurs :

4.3.1. Principe de l'effet hall :

Lorsqu'un semi-conducteur parcouru par un courant est soumis à une induction, il apparaît une tension perpendiculaire au courant et se déplace dans un champ d'induction fixe, il est le siège d'une force électromotrice proportionnelle à l'induction et au courant.

Soit un matériau parallélépipédique (métal ou semi-conducteur) parcouru par un courant électrique I , si l'on applique une induction magnétique B perpendiculaire au sens du passage du courant, les charges qui se déplacent à une vitesse v sont soumises à la force de Lorentz.

Il en découle qu'une face de ce matériau se charge négativement (excès d'électrons) tandis que la face opposée se charge positivement (déficit d'électrons), créant ainsi un champ électrique \vec{E} perpendiculaire au courant et au champ magnétique [30].

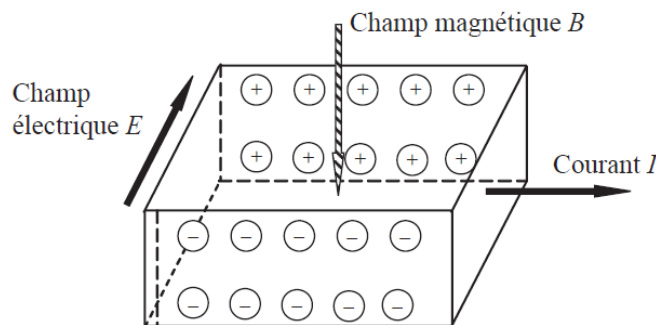


Figure 4.5: Principe de l'effet Hall [30].

4.3.2. Capture de courant :

La capture de courant est réalisée par un capteur de courant de type CS100-VP. Ce capteur est basé sur le principe de l'effet Hall et assure une isolation galvanique entre le circuit primaire (sortie de la batterie) et le circuit secondaire (carte d'acquisition).

La tension de sortie du capteur de courant est l'image parfaite du courant primaire (l'entrée). Si le courant nominal à l'entrée est de $100A_{eff}$, donc la tension nominale à la sortie prend une valeur de $4V$ [31].

Le capteur de courant délivre une tension à la sortie donc ne nécessite pas de conditionnement



Figure 4.6: Capteur de courant CS100-VP.

4.3.3. Capture de tension :

La capture de tension est assurée par le capteur du fabricant LEM, de type LV 25-P. C'est un capteur de type boucle fermée (à compensation) utilisant l'effet hall, il convient pour la mesure de la tension nominale de 10V à 500V. Pour plus d'informations voir **Annexe B**.

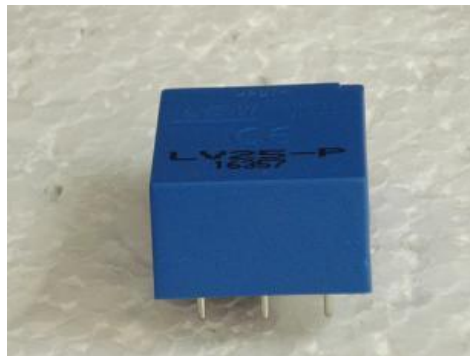


Figure 4.7: Capteur de tension LV25-P.

Le schéma de connexion de capteur de tension est donné par la figure suivante :

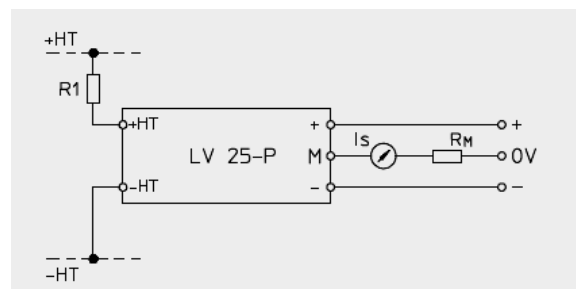


Figure 4.8: Circuit de capture de tension.

4.3.3.1. Dimensionnement des résistances pour le capteur de tension :

Dans la mesure du possible, R_1 sera dimensionnée pour que la tension nominale à mesurer corresponde à un courant primaire de $10mA$ [32].

La tension à mesurer est celle de la batterie et qui vaut $12V$, donc R_1 doit être égale à $1.2k\Omega$. La résistance R_M sera dimensionnée pour que le courant secondaire efficace nominal soit égal à $25mA$. Les entrées de la carte d'acquisition permettent une tension égale ou inférieure à $5V$ donc R_M doit être égale à 200Ω .

Les résistances R_1 et R_M jouent le rôle de convertisseurs tension-courant et courant-tension. Elles sont considérées donc comme des conditionneurs pour le capteur de tension.

4.4. L'interface d'acquisition :

4.4.1. Description des composants :

4.4.1.1. UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter):

L'UART est le composant clé dans les communications série. Elle assure la conversion parallèles-série asynchrone dans le sens de réception de données donc acquisition, ou bien la conversion série asynchrone-parallèle dans le sens de transmission donc commande.

L'UART est généralement utilisé pour communiquer avec le port série par la norme RS-232.

Elle comporte :

- un générateur d'horloge.
- registres de décalage en entrée et en sortie.
- contrôle de réception-transmission.
- logique du contrôle en lecture-écriture.
- buffers de réception-transmission (optionnels).
- buffers de données parallèles (optionnels).

- buffer de mémoire FIFO (optionnel).

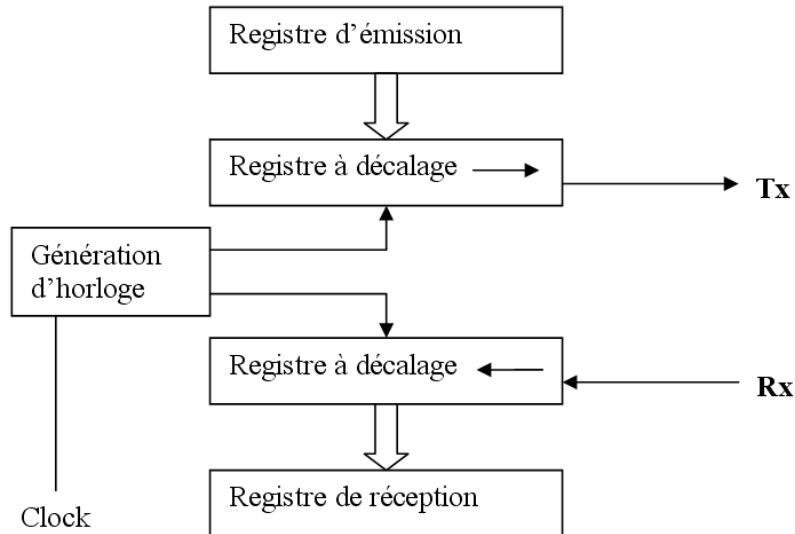


Figure 4.9: La structure de l'UART.

L'UART utilisée dans notre carte est le circuit intégré AY3-1015D du fabricant General Instruments.

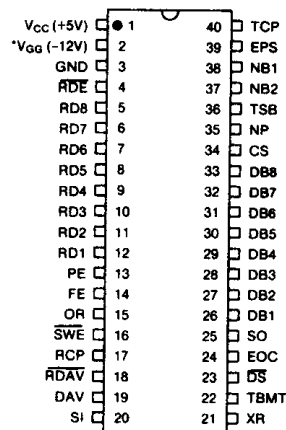


Figure 4.10: La configuration des pins du circuit intégré AY3-1015D [33].

Caractéristiques techniques [33] :

- Compatibilité TTL
- Opération duplexe possible (réception et transmission en même temps).
- Vérification du bit de START.
- Sortie à 3 états
- Tension d'alimentation 4.75V à 5.25V

- Mode de bits de stop 1 ½
- Vitesse de transmission 0 à 30 kbaud
- Température de fonctionnement 0°C à 70°C

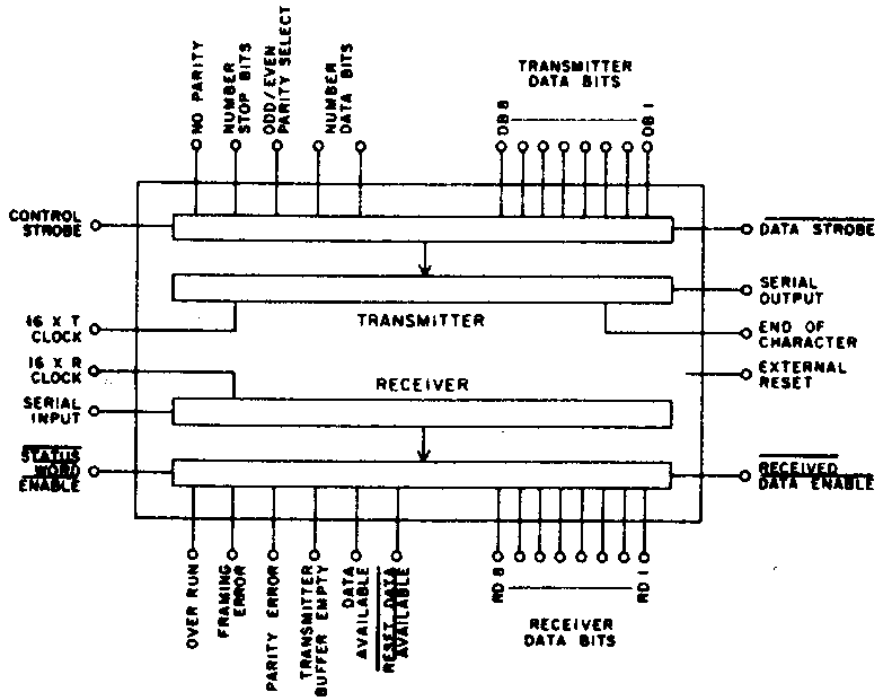
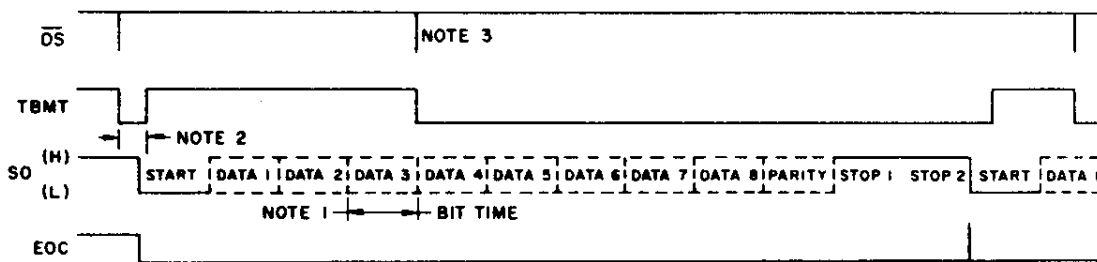


Figure 4.11: Le diagramme de l'AY3-1015 [33].

Fonctionnement :



- NOTE: SEE FIGURES 28, 29, 30 FOR DETAILS.
 TRANSMITTER INITIALLY ASSUMED INACTIVE AT START OF DIAGRAM. SHOWN FOR 8 LEVEL CODE AND PARITY AND TWO STOPS.
- 1: BIT TIME = 16 CLOCK CYCLES.
 - 2: IF TRANSMITTER IS INACTIVE THE START PULSE WILL APPEAR ON LINE 1 TO 2 CLOCK CYCLES AFTER THE DATA STROBE OCCURS. SEE DETAIL.
 - 3: SINCE TRANSMITTER IS DOUBLE BUFFERED ANOTHER DATA STROBE CAN OCCUR ANYWHERE DURING TRANSMISSION OF CHARACTER 1 AFTER TBMT GOES HIGH.

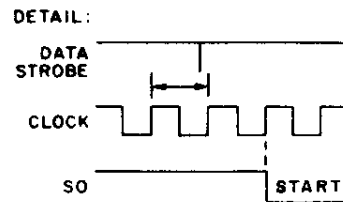


Figure 4.12: diagramme de temps de la transmission de l'UART [33].

La tension d'alimentation V_{CC} est de 5V, l'entrée V_{GG} doit être laissée déconnectée.

L'initialisation du circuit se fait par action extérieure sur l'entrée logique \overline{RDAV} . Après l'initialisation, il faut configurer les bits de contrôle : NP (pas de parité), TSB (nombre de bits de Stop), NB2 et NB1 (nombre de bits), EPS (sélection de parité paire/impair). La fréquence de l'horloge externe appliquée sur l'entrée logique TCP doit être égale à 16 fois la vitesse de baud désirée.

Lors du fonctionnement en mode transmission, les données qui arrivent aux entrées logiques parallèles DB1 (LSB) jusqu'à DB8 (MSB) seront converties en données sérielles asynchrones (avec le bit de START, le bit de parité et les bits de STOP et suivant la vitesse de baud choisie) et transmises par la sortie logique SO.

Dans le cas du fonctionnement en mode réception, les données série qui arrivent par l'entrée SI sont converties en données parallèles et transmises par les sorties logiques RD1 (LSB) jusqu'à RD8 (MSB).

4.4.1.2. Le convertisseur analogique-numérique :

Le convertisseur analogique-numérique utilisé dans notre carte est le circuit intégré ADC0804 du type à approximations successives.

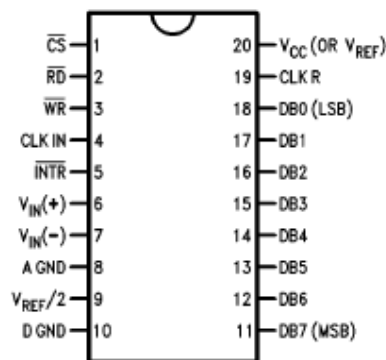


Figure 4.13: La configuration des pins du circuit intégré ADC0804 [34].

Caractéristiques techniques [34] :

- Entrées analogiques différentielles.
- Entrées et sorties logiques compatibles avec les niveaux de tension CMOS et TTL.
- Plage de variation de l'entrée analogique de 0 à 5V

- Résolution : 8 bits
- Erreur totale : ± 1 LSB.
- Temps de conversion : 100 μ s.

Fonctionnement :

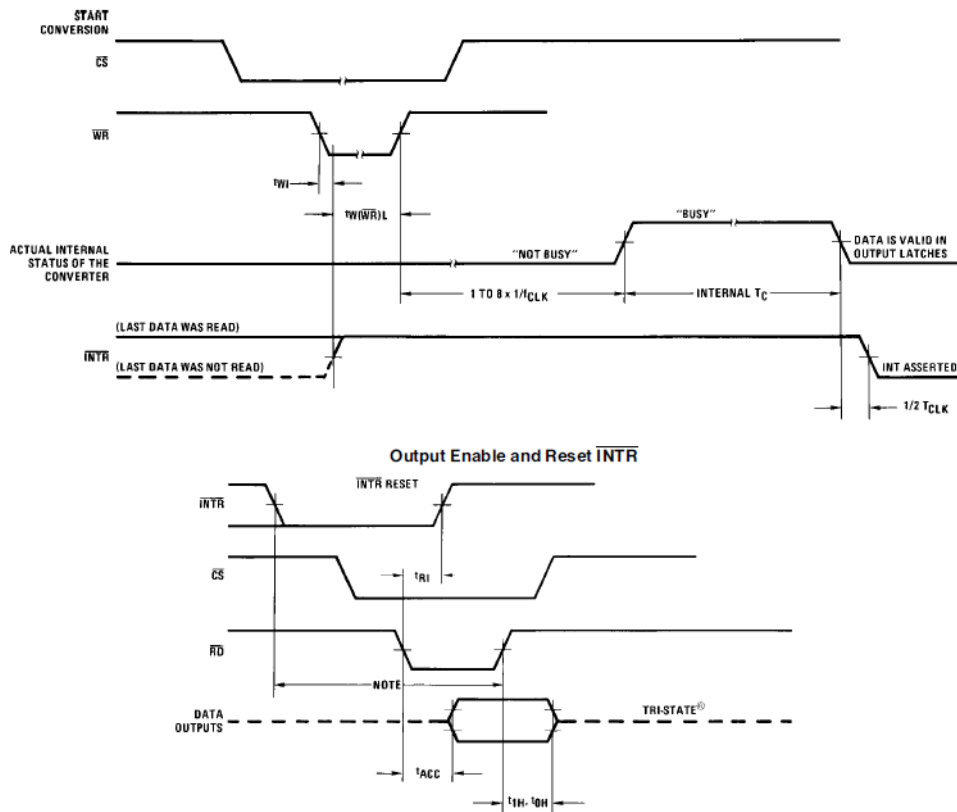


Figure 4.14: Diagramme de temps de l'ADC0804 [34].

Le convertisseur commence à fonctionner lorsque les entrées \overline{CS} et \overline{WR} sont mises simultanément à zéro. Le registre à décalage, les entrées et les sorties du convertisseur seront réinitialisés et la sortie \overline{INTR} sera mise à '1'. Quand l'entrée \overline{WR} est mise à '1' le convertisseur attend de 1 à 8 cycles d'horloge avant le début de la conversion. A la fin de la conversion la sortie \overline{INTR} est remise à zéro. Et le convertisseur attend un autre front descendant de \overline{WR} pour commencer une nouvelle conversion. Donc le mode de conversion continu est possible en branchant la sortie \overline{INTR} à l'entrée \overline{WR} . Mais dans ce cas une impulsion externe sur \overline{WR} est nécessaire au premier cycle de conversion.

L'entrée analogique est la différence de potentiel entre les deux entrées $V_{IN(+)}$ et $V_{IN(-)}$ et le résultat numérique de la conversion est obtenu sur les 8 sorties logiques DB0(LSB) à DB7(MSB).

L'entrée CLK IN est branchée sur une horloge de fréquence de 640 kHz, et l'entrée $V_{ref}/2$ est mise sous une tension de 2.5V. Et la tension d'alimentation V_{cc} est de 5V [34].

4.4.1.3. Dual EIA-232 driver/receiver :

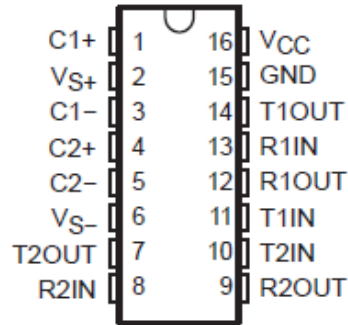


Figure 4.15: Circuit intégré MAX232 [35].

Le circuit intégré MAX232 assure la conversion entre les niveaux de tension TTL/CMOS et le niveau de tension d'alimentation TIA/EIA-232-F. Cet élément est utilisé pour la connexion du circuit d'acquisition qui fonctionne à des niveaux de tension 5V simple au bus série qui fonctionne à des niveaux de tension $\pm 12V$.

Il comporte un générateur de tension capacitif pour produire le niveau de tension d'alimentation du type TIA/EIA-232-F à partir d'un niveau de tension simple 5V. Et dans l'autre sens, les récepteurs de ce circuit peuvent accepter des entrées de tension $\pm 30V$ et les convertir en tensions simples TTL/CMOS.

Le circuit doit être alimenté par une tension V_{CC} égale à 5V, il comporte deux drivers et deux récepteurs et peut fonctionner jusqu'à 120 kbit/s [35].

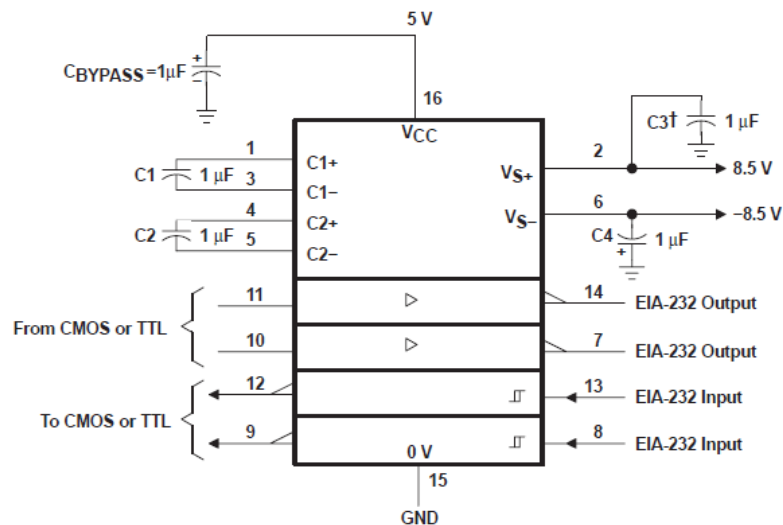


Figure 4.16: Le branchement du MAX232 [35].

4.4.1.4. Le multiplexeur/démultiplexeur analogique :

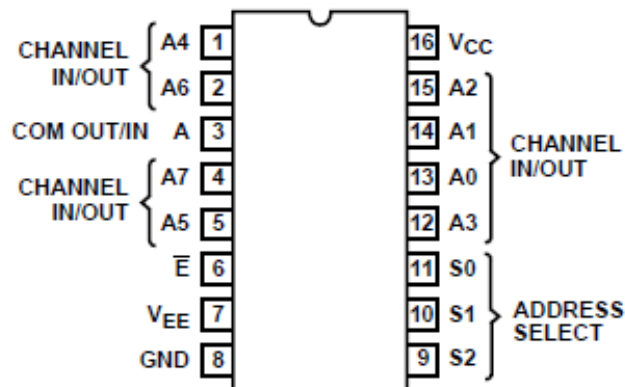


Figure 4.17: Le circuit intégré multiplexeur/démultiplexeur analogique 4051 [36].

Le circuit intégré 4051 comporte 8 chaînes analogiques (A0 jusqu'à A7) qui peuvent fonctionner comme entrées ou sorties et peuvent accepter des tensions analogiques $\pm 5V$. Ces chaînes sont adressées par trois autres entrées d'adressage (S0, S1 et S2).

4.4.1.5. Le quartz et le compteur :

Le quartz utilisé généralement avec les UART est de fréquence 2.4576 MHz pour pouvoir générer les fréquences d'horloges nécessaires pour des vitesses de baud bien définies (1200, 2400, 4800, 9600, ...).

Pour générer les fréquences demandées par l'UART à partir du quartz 2.4576 MHz on utilise tout simplement un compteur binaire, dans notre cas le circuit intégré 4060. Le principe est d'utiliser le quartz comme une fréquence d'horloge et d'obtenir au niveau des sorties du compteur des fréquences différentes suivant le diagramme du temps qui peuvent être utilisées directement sur l'UART.

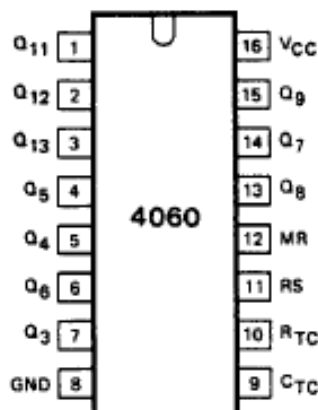


Figure 4.18: Circuit intégré 4060 [37].

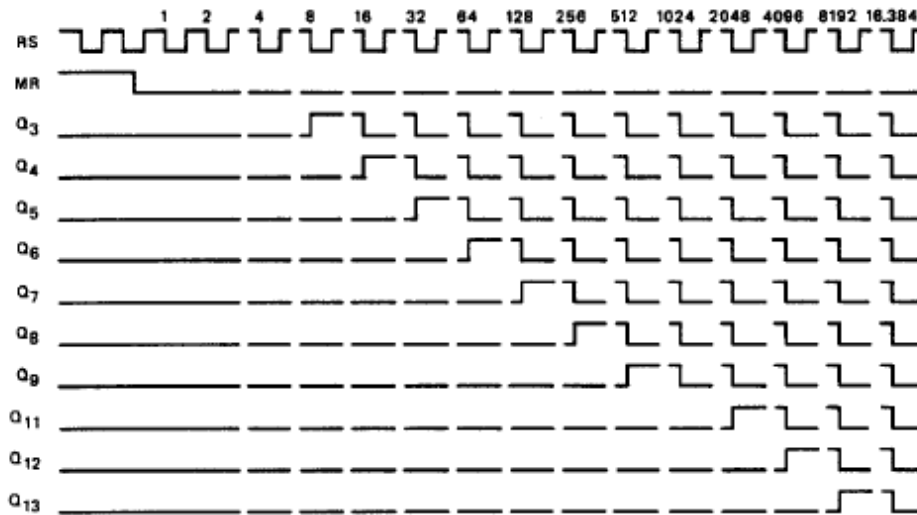


Figure 4.19: diagramme de temps du 4060 [37].

4.4.1.6. Les composants auxiliaires :

La carte d'acquisition comporte d'autres circuits intégrés qui assurent des fonctions auxiliaires :

- Le circuit de référence LM336 est le composant qui donne la tension de référence 2.5V pour le convertisseur analogique numérique ADC0804.
- Le régulateur de tension LM7805 assure la régulation de la tension d'alimentation 5V pour les circuits intégrés de la carte à partir de l'entrée 12V qui arrive d'un circuit d'alimentation externe.
- Les circuits intégrés buffers de type 74LS244 pour les entrées et les sorties parallèles de l'UART.
- Un bouton poussoir pour l'initialisation du CAN ADC0804.
- Deux boites d'interrupteurs pour la configuration de l'UART.
- Un connecteur DB9 femelle.

4.4.2. Description du fonctionnement :

La carte d'acquisition comporte 8 entrées analogiques (P5 à P12) qui acceptent des tensions entre 0V et 5V. Ces 8 chaînes sont connectées directement sur les 8 entrées du multiplexeur analogique (circuit intégré 4051).

La sélection des chaînes est assurée par l'adressage du multiplexeur en envoyant des mots de sélection de l'ordinateur par le bus série en passant par le MAX232, l'UART et les buffers 74LS244 vers les trois entrées d'adressage. On a besoin que de trois bits du mot, qui sont les 3 bits les plus significatifs (RD6, RD7 et RD8).

La donnée sélectionnée à la sortie du multiplexeur (encore analogique) est connectée à l'entrée $V_{IN(+)}$ du convertisseur analogique numérique (circuit intégré ADC0804). Le résultat de la conversion est obtenu aux sorties logiques du convertisseur (DB0 à DB7) sous la forme de donnée parallèle 8 bits.

Il faut noter que le convertisseur nécessite une impulsion externe d'initialisation au début de la première conversion. Cette impulsion est générée par action de l'utilisateur sur le bouton poussoir connecté sur l'entrée \overline{WR} de l'ADC0804.

Les 8 bits de sortie (DB0 à DB7) du convertisseur sont connectés sur les 8 bits d'entrée (DB1 à DB8) de l'UART (circuit intégré AY3-1015D) en passant par des buffers 74LS244.

La donnée numérique parallèle subit la conversion en forme série asynchrone (sous la norme RS-232) dans l'UART. La configuration des paramètres de conversion (la longueur de données, le nombre de bits de stop et de parité) sont imposés par l'utilisateur par action sur les interrupteurs du SW1 (**Tableaux 1,2 et 3**).

La parité		
Interrupteur	Ouvert	Fermé
1	Paire	Impaire
5	Bit de parité	Pas de parité

Tableau 4.1 : Paramètres de parité.

Les bits de stop		
Interrupteur	Ouvert	Fermé
4	2 bits de stop	1 bit de stop

Tableau 4.2 : Paramètres de bits de stop.

La longueur de données		
Interrupteur		Données
2	3	
Fermé	Fermé	5 bits
Fermé	Ouvert	6 bits
Ouvert	Fermé	7 bits
Ouvert	Ouvert	8 bits

Tableau 4.3 : Paramètres de longueur de données.

La vitesse de baud est ainsi imposée par l'utilisateur par action sur les interrupteurs du SW2 (**Tableau 4.4**). Quatre vitesses sont proposées, pour en choisir une il faut fermer l'interrupteur qui convient et laisser les autres ouverts.

La vitesse de Baud	
Interrupteur	Vitesse
1	9600 Bd
2	4800 Bd
3	2400 Bd
4	1200 Bd

Tableau 4.4 : Réglage de la vitesse de Baud.

La donnée sous forme série asynchrone est obtenue à la sortie série (SO) de l'UART qui est connectée sur l'entrée (T1 IN) du MAX232. Ce dernier assure la conversion du niveau de tension pour la compatibilité avec l'entrée du bus série.

Les données d'adressage du multiplexeur, qui arrivent par le bus série à la carte, passent dans le même composant (MAX232) pour subir la conversion du niveau de tension dans le sens contraire. Les données arrivent par l'entrée (RS1 IN) et sortent de (R1 OUT) vers l'entrée série (SI) de l'UART.

La connexion de la carte en entrée et en sortie avec le milieu extérieur (l'ordinateur dans notre cas) est réalisée par le connecteur série DB9 femelle.

Les pins de transmission de données (TxD) et de réception (RxD) du connecteur DB9 sont branchés successivement sur les pins de réception (RS1 IN) et de transmission (RS1 OUT) du MAX232.

4.5. Essais sur le système d'acquisition:



Figure 4.21: Le système d'acquisition.

4.5.1. Essai sur la carte d'alimentation :



Figure 4.22: Carte d'alimentation ± 12 V.

D'après les résultats obtenus par l'oscilloscope, la carte d'alimentation fonctionne parfaitement. Les sorties donnent $+12$ V d'une part et -12 V de l'autre.

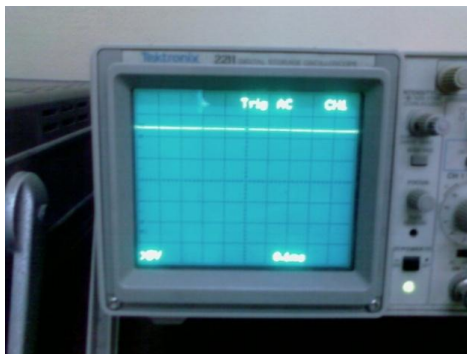


Figure 4.23: Sortie alimentation $+12$ V.

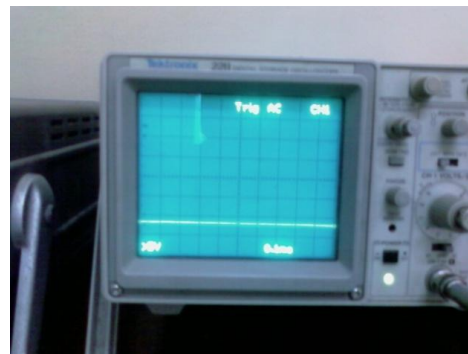


Figure 4.24: Sortie alimentation -12 V.

4.5.2. Essai sur la carte des capteurs :

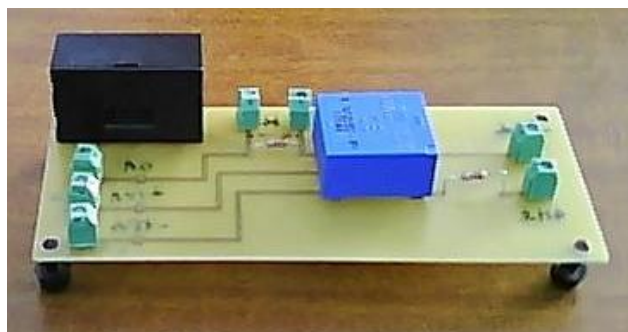


Figure 4.25: Carte des capteurs.

En alimentant la carte des capteurs par une tension symétrique $\pm 12V$, nous avons appliqué, à l'entrée du capteur de tension, une tension de 12V. On a obtenu 5V à la sortie. (**Figure 4.26**). Le capteur tension fonctionne correctement.



Figure 4.26: Sortie du capteur de tension.

4.5.3. Essai sur la carte d'acquisition:



Figure 4.27: La carte d'acquisition.

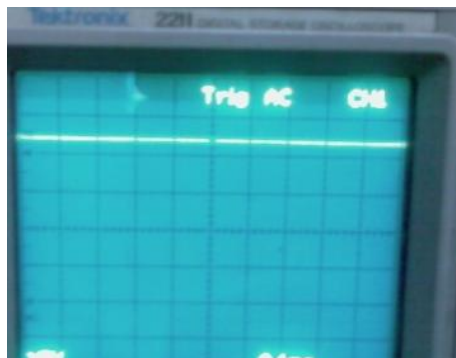


Figure 4.28: La tension à la sortie du régulateur 7805.

Nous avons appliqué une tension de 5V sur toutes les entrées analogiques de la carte d'acquisition pour éviter le problème d'adressage du multiplexeur et nous avons testé les sorties numériques du convertisseur analogique-numérique. Le résultat numérique obtenu est 11100001 qui correspond à la valeur décimale 225.

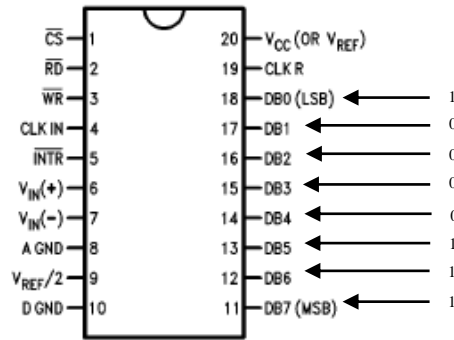


Figure 4.29: La sortie du convertisseur A/N avec une entrée analogique de 5V.

A l'application d'une tension de 0V nous avons obtenus le résultat suivant : 00000000 qui correspond à la valeur décimale 0.

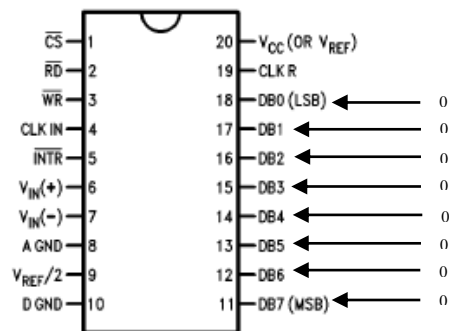


Figure 4.30: La sortie du convertisseur A/N avec une entrée analogique de 0V.

Ces résultats nous donnent l'échelle de la sortie du convertisseur. 0V correspond à 0 décimal et 5V correspond à 225 décimal donc ceci nous donne la valeur numérique décimale 45 pour 1V.

Pour confirmer ce résultat nous avons pris un autre essai. A l'application d'une tension de 2V nous avons obtenus le résultat suivant : 01011010 qui correspond à la valeur décimale $90 = 2 \times 45$

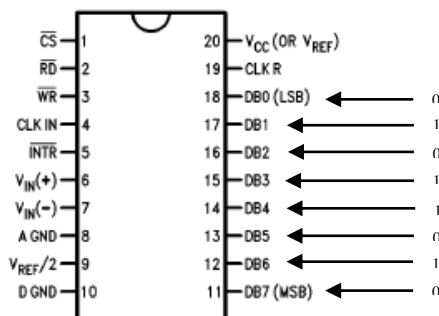


Figure 4.31: La sortie du convertisseur A/N avec une entrée analogique de 2V.

Il faut noter que les valeurs numériques (parallèles) à l'entrée de l'UART sont les mêmes que celles de la sortie du convertisseur. En conclusion de cet essai, la partie de l'entrée analogique jusqu'à l'entrée de l'UART fonctionne correctement.

D'une autre part, nous avons fait des essais pour tester l'écriture de l'ordinateur à la carte (sens d'adressage).

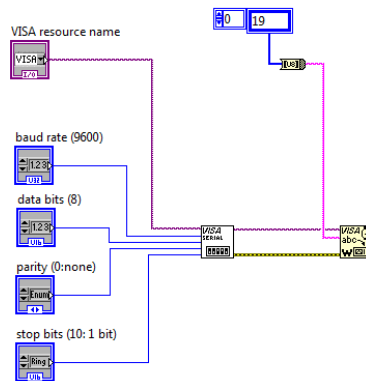


Figure 4.32: La structure d'écriture au port série VISA Write.

En utilisant la structure VISA Write de LabVIEW8.5, nous avons envoyé des valeurs différentes et nous avons visualisé la variation du signal à l'entrée sérielle et aux sorties parallèles de l'UART.

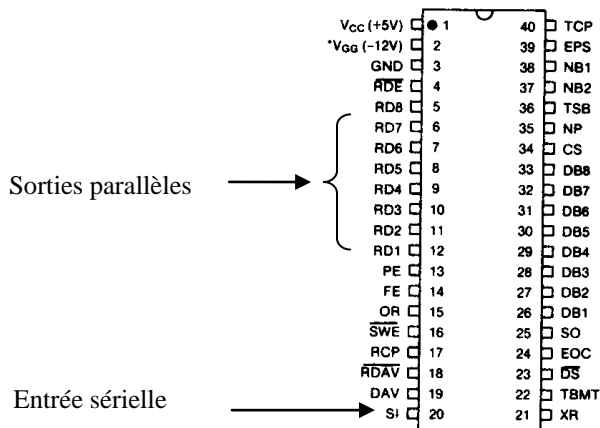


Figure 4.33: L'UART

En envoyant la valeur 0 nous avons obtenu 00000000 aux sorties parallèles et la figure 4.34 à l'entrée série.

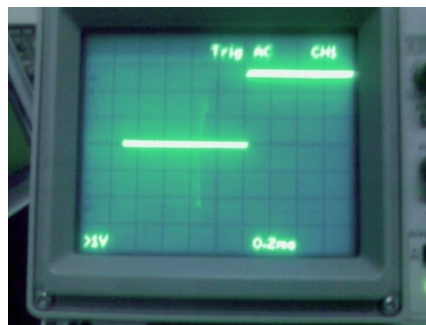


Figure 4.34: L'entrée série de l'UART en envoyant une valeur de '0'.

En envoyant la valeur 1 nous avons obtenu 00000001 aux sorties parallèles et la figure 4.35 à l'entrée série.

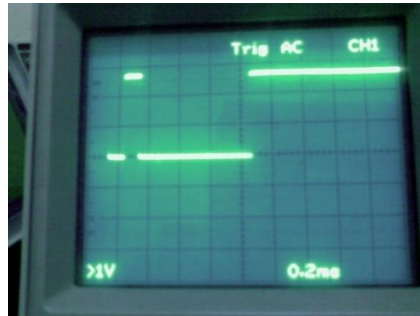


Figure 4.35: L'entrée série de l'UART en envoyant une valeur de '1'.

En envoyant la valeur 2 nous avons obtenu 00000010 aux sorties parallèles et la **figure 4.36** à l'entrée série.

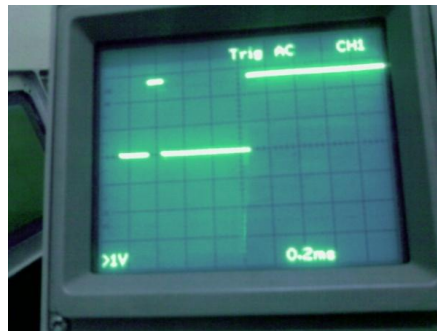


Figure 4.36: L'entrée série de l'UART en envoyant une valeur de '2'.

En envoyant la valeur 4 nous avons obtenu 00000100 aux sorties parallèles et la **figure 4.37** à l'entrée série.

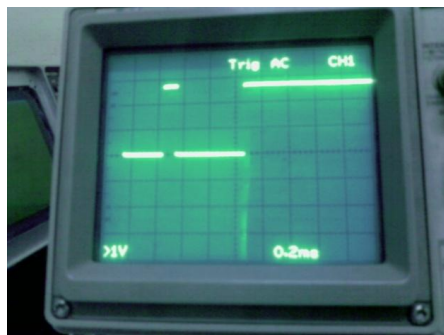


Figure 4.37: L'entrée série de l'UART en envoyant une valeur de '4'.

En envoyant la valeur 8 nous avons obtenu 00001000 aux sorties parallèles et la **figure 4.38** à l'entrée série.



Figure 4.38: L'entrée série de l'UART en envoyant une valeur de '8'.

En envoyant la valeur 112 nous avons obtenu 01110000 aux sorties parallèles et la **figure 4.39** à l'entrée série.



Figure 4.39: L'entrée série de l'UART en envoyant une valeur de '112'.

Ces essais ont été faits avec une vitesse de baud de 9600 qui correspond donc à une durée de 0.104 ms pour chaque bit. Donc on peut voir clairement le bit de start, l'octet de données (LSB en premier à gauche) et le bit de stop. Les entrées d'adressage du multiplexeur qui sont connectées avec les trois bits les plus significatifs de la sortie parallèle de l'UART fonctionnent correctement. Donc nous n'avons signalé aucun problème sur la fonction d'adressage des chaînes analogiques de la carte.

Mais le problème est au niveau de la lecture de la carte à l'ordinateur. La structure VISA Read de LabVIEW n'a pas pu lire aucune donnée dans ce sens. En vérifiant la sortie série de l'UART, elle a donné une tension constante légèrement supérieure à 3V au lieu de délivrer l'octet de données sous forme série. Donc le problème est clairement lié à l'UART.

4.6. Conclusion :

La raison de ce problème, toujours inconnue pour nous, nous a empêchés malheureusement d'effectuer des mesures par notre système d'acquisition.

Après réglage du problème de la carte au niveau de l'UART, le système peut être modifié facilement grâce à la séparation des trois cartes. Il peut par exemple accepter d'autres cartes de capteurs de n'importe quelles grandeurs physiques (vitesse du vent, tension et courant alternatifs à la sortie de l'onduleur,...), à la condition du respect de la plage de variation des tensions d'entrée de la carte d'acquisition.

5. Programmation sous LabVIEW

5.1. Introduction

5.2. Un peu d'histoire

5.3. Contrôle et affichage

5.4. Diagramme

5.5. Outils de Programmation

5.6. Fonctions

5.7. Exécution du VI

5.8. Présentation de l'interface d'acquisition

5.9. Conclusion

5.1. Introduction :

Dans la dernière partie de ce projet on va développer un programme sous l'environnement LabVIEW qui nous va permettre d'afficher en temps réel l'énergie et la puissance instantanée délivrées par l'éolienne. De plus on va pouvoir faire les graphes d'évolution des variables telles que la tension et le courant, ainsi que consulter les différents fichiers d'historique des variables enregistrés. En utilisant le port série comme périphérique pour communiquer entre la carte d'acquisition et l'ordinateur.

LabVIEW est un langage de programmation graphique qui utilise des icônes et non des lignes de texte pour créer des applications. A l'inverse des langages de programmation textuels dans lesquels des instructions déterminent l'exécution du programme, LabVIEW utilise une programmation par flux de données.

LabVIEW est un langage complètement graphique dont le résultat sera totalement semblable à un instrument. C'est la raison pour laquelle tous les modules créés avec LabVIEW sont appelés VI (Virtual Instrument). On le considère très pratique pour l'application à réaliser.

Dans LabVIEW, on construit une interface utilisateur à l'aide d'un ensemble d'outils et d'objets. L'interface utilisateur d'un VI est appelée la face-avant. Ensuite, nous devons ajouter du code en utilisant les représentations graphiques des fonctions pour contrôler les objets de la face-avant. Le diagramme contient ce code. D'une certaine manière, le diagramme ressemble à un organigramme [38].

5.2. Un peu d'histoire :

- Avril 1983 : Démarrage de LabVIEW.
- Octobre 1986 : LabVIEW 1.0 pour Macintosh.
- Janvier 1990 : LabVIEW 2.0 pour Macintosh.
- Septembre 1992 : LabVIEW pour Windows, et pour Sun.
- Août 1993 : LabVIEW 3.0 version multiplateforme de LabVIEW
- 1997 : LabVIEW4.0 addition d'outils pour les professionnels, améliorations du débogage.

- Mars 1998 : LabVIEW 5.0 ActiveX, Multifenêtrage.
- 1999 : LabVIEW Temps réel.
- Août 2000 : LabVIEW 6i Applications Internet.
- Janvier 2002 : LabVIEW 6.1 Analyse, fonctionnement en réseau.
- Mai 2003 : LabVIEW 7 VI Express, Assistants E/S, FPGA/PDA.
- 2005 : LabVIEW 8 DSP (Digital Signal Processing), système embarqué.
- 2006 : LabVIEW 8.2 Édition des 20 ans, LEGO Mindstorms NXT.
- 2007 : LabVIEW 8.5, outils de développement multicœurs (liés aux innovations dans l'architecture des processeurs de PC), programmation par diagramme d'états (statecharts).
- 2008 : LabVIEW 8.6, nettoyage automatique des diagrammes, quick drop.
- 2009 : LabVIEW 2009 (9.0), extraits de VIs, récursivité native, nouvel éditeur d'icônes, boucles For parallélisables

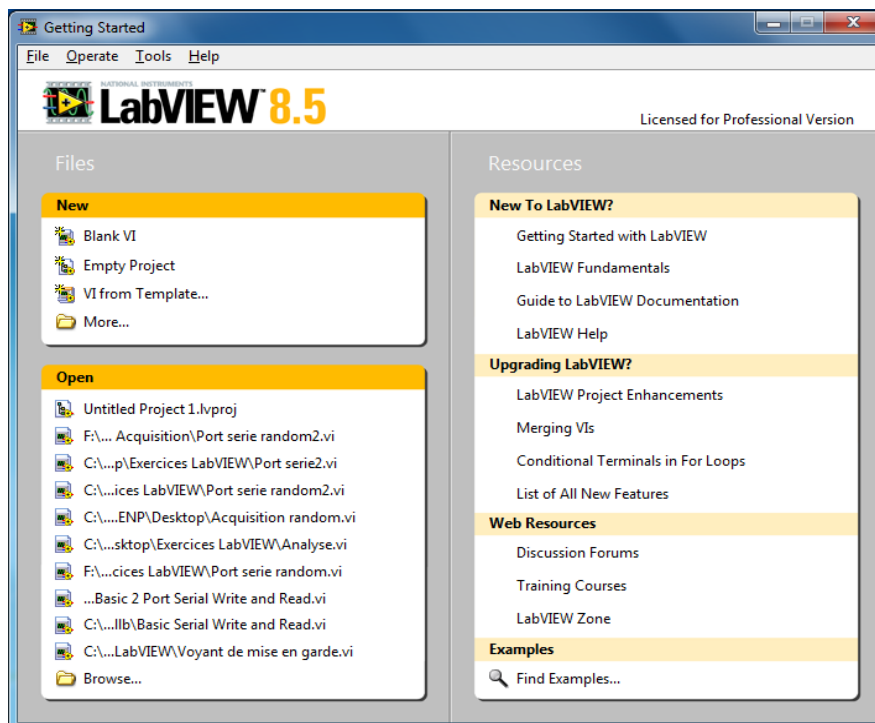


Figure 5.1 : La fenêtre de démarrage de LabVIEW 8.5.

5.3. Contrôle et affichage :

La partie d'un VI servant d'interface avec l'utilisateur est la face-avant (Front Panel). La face-avant contient les commandes et les indicateurs qui sont respectivement les entrées et sorties de l'instrument.

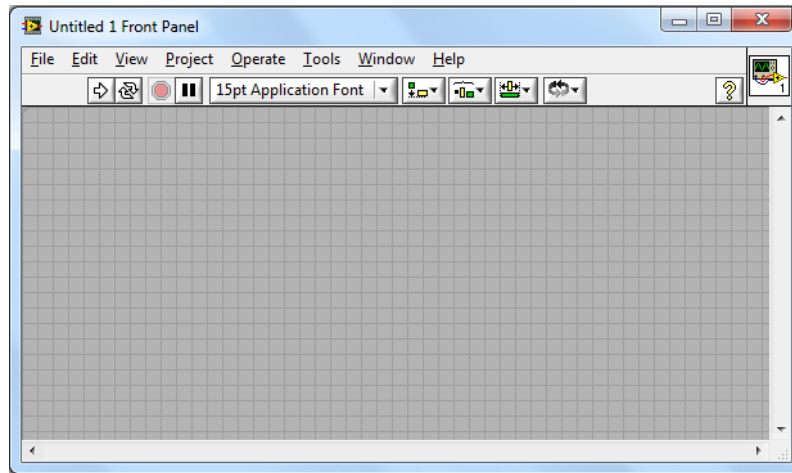


Figure 5.2 : La face-avant d'un VI vide.

5.3.1. Commandes :

Une commande (control), nous permet de contrôler les entrées de notre instrument. Il existe plusieurs types de commandes pour pouvoir contrôler notre instrument de différentes manières. Ainsi, pour chaque type de commande, il existe une représentation différente sur la face-avant. Il peut s'agir de curseurs, de boutons, d'interrupteurs, d'entrées numériques, de tableaux etc.

5.3.2. Indicateurs :

L'indicateur (indicator), nous permet d'afficher les sorties de notre instrument. Ces sorties peuvent servir au contrôle interactif des entrées, à des ajustements physiques ou encore à la simple visualisation. Tout comme pour les commandes, il existe plusieurs types de représentations possibles sur la face-avant comme, des valeurs numériques, des lumières, des graphiques, des tableaux, etc.

Pour changer une commande en indicateur ou vice-versa, on fait un clic droit sur l'élément dans la face-avant, ensuite on clique sur (Change to indicator) ou (Change to control).

5.4. Diagramme :

La partie d'un VI servant à la programmation est le diagramme (Block Diagram). Ce dernier contient les éléments de programmation, c'est-à-dire les terminaux (terminals), les constantes, les fonctions mathématiques et analytiques et les fils (wires) connectant chacun des éléments du diagramme.

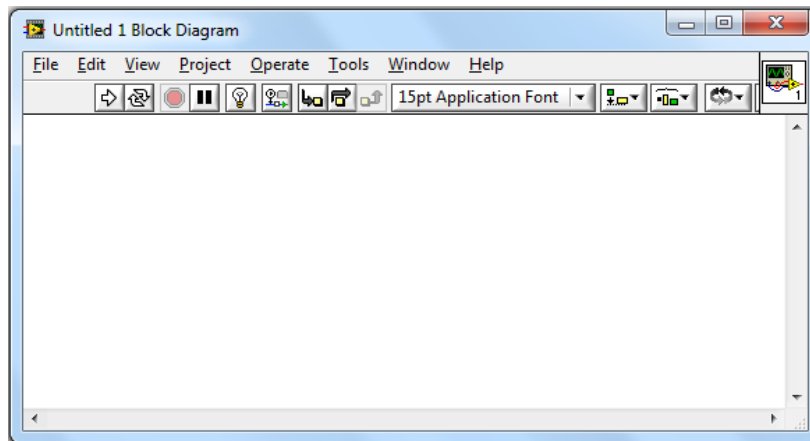


Figure 5.3 : Diagramme d'un VI vide.

5.4.1. Terminaux :

Les terminaux correspondent à des ports d'entrées et de sorties qui échangent des informations entre la face-avant et le diagramme. LabVIEW possède des terminaux, de commandes et d'indicateurs, des constantes, des terminaux de nœuds et d'autres terminaux spécialisés sur les structures. Les terminaux de commandes ou d'indicateurs sont illustrés par une icône dans le diagramme.

5.4.2. Constantes :

Comme leurs noms l'indiquent, les constantes ont une valeur fixe. Cette dernière peut être fixée dans le diagramme lors de la programmation. Les constantes n'apparaissent pas sur la face-avant et on ne peut pas changer leur valeur lors de l'exécution du programme.

5.4.3. Fils de liaison :

Le transfert des données (ou flux des données) entre les objets du diagramme s'effectue par les fils de liaison (wires). Les fils de liaison prennent la couleur associée au type de données qu'ils transportent et ont une largeur qui dépend de la dimension des données (scalaire, vecteur, tableau, waveform, etc.).

5.5. Outils de Programmation :

Pour programmer dans LabVIEW, plusieurs outils sont à la disposition de l'utilisateur. Ces outils permettent une programmation rapide, efficace et très visuelle de l'instrument virtuel.

5.5.1. Palette des commandes :

La palette des commandes (Controls Palette) nous permet de choisir les types de commandes ou d'indicateurs que nous souhaitons ajouter dans la face-avant. La palette des commandes n'est accessible qu'à partir de la face-avant. Lorsqu'on crée un nouveau VI, il est possible que la palette des commandes ne soit pas visible. Pour la rendre visible, on doit cliquer sur le bouton droit de la souris lorsqu'on est dans la face-avant, ou bien utiliser le menu principal et faire: View, Controls Palette. Par défaut, la palette des commandes est structurée pour qu'on s'y retrouve facilement. Par contre, on peut personnaliser son utilisation en cliquant sur l'icône View sur la barre du haut de la palette des commandes.

Pour insérer une commande ou un indicateur dans la face-avant, on clique une fois dessus dans la palette, on glisse la souris sur la face-avant à l'endroit désiré et on clique une seconde fois pour déposer l'objet.

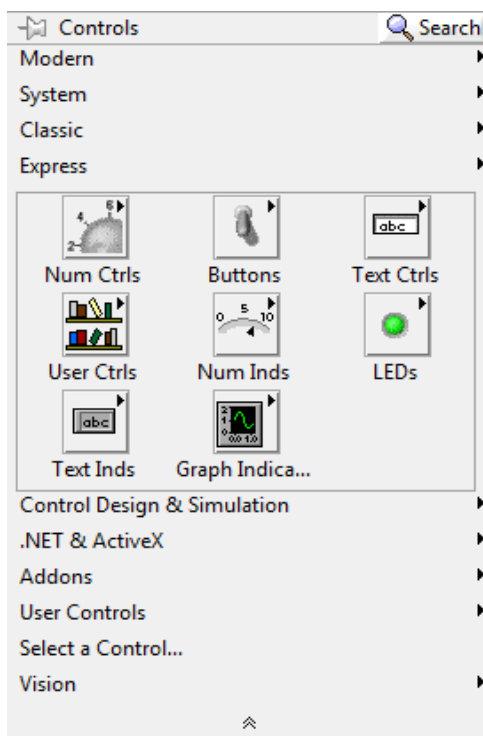


Figure 5.4 : Palette des commandes.

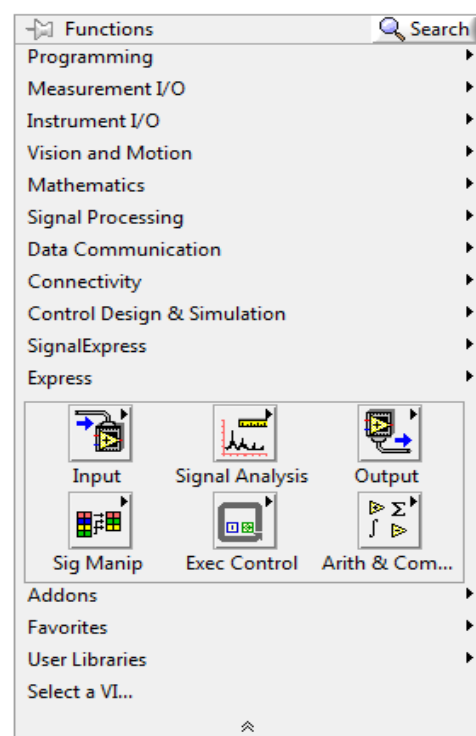


Figure 5.5 : Palette des fonctions.

5.5.2. Palette des fonctions :

Pour réaliser la programmation, LabVIEW offre un large éventail de fonctions de tous types ce qui permet de construire aisément le programme d'acquisition. Certaines fonctions lient des données du même type, alors que d'autres lient différents types de données. Ces fonctions se partagent aux : fonctions numériques, trigonométriques, exponentielles, booléennes, fonctions de comparaison et fonctions de conversion.

5.7. Exécution du VI :

Lorsque on a terminé de construire notre VI dans LabVIEW, il faut vérifier que ce dernier est fonctionnel (exécutable). À cet effet, LabVIEW nous permet de voir immédiatement s'il y a des erreurs de connexion dans notre application. En effet, sur la barre d'outils du VI, lorsque le VI est fonctionnel, la flèche est pleine ce qui signifie que le programme est exécutable. Lorsque le VI n'est pas exécutable, la flèche apparaîtra brisée. Pour connaître l'origine des erreurs empêchant le VI de s'exécuter, on peut cliquer sur la flèche brisée, une fenêtre indiquant chacune des erreurs apparaît alors.

Il est également possible qu'un programme exécutable ne donne pas les résultats escomptés à cause d'erreurs dans l'algorithme de programmation ou dans les données. Ces erreurs n'empêchent pas le VI de s'exécuter, mais elles faussent le traitement du signal ou des données.

5.8. Présentation de l'interface d'acquisition :

5.8.1. La face-avant (front panel) :

L'interface d'acquisition est l'application exécutable qui permet de configurer les paramètres d'acquisition de données, acquérir les signaux, afficher les variations des grandeurs et enregistrer les résultats dans des fichiers qui permettent leur exploitation.

La face-avant de l'interface est constituée de cinq pages :

5.8.1.1. Page de configuration du port série :

Cette page permet de configurer les paramètres du port série : le choix du port, la vitesse de Baud, le nombre de bits, les bits de STOP et la parité. (**Figure 5.8**)

Cette page comporte ainsi une fenêtre pour afficher les erreurs du port série.

5.8.1.2. Configuration des chaînes :

Cette page sert à prendre en compte les rapports de transformation des capteurs. Dans notre cas par exemple la valeur nominale d'entrée du capteur courant est 100A et la sortie est de 4V donc si on utilise une seule spire dans l'entrée du capteur à effet Hall, le rapport sera 25 A/V. Et si on utilise deux spires, le rapport sera 50A/V.

Pour le capteur de tension : la valeur nominale d'entrée est de 12V, et la sortie est de 5V donc le rapport sera de 2.4 (sans unité). (**Figure 5.9**)

5.8.1.3. Page du réglage d'arrêt :

Cette page permet de régler un point d'arrêt d'exécution de l'application en faisant entrer la date et le temps exacts. (**Figure 5.10**)

5.8.1.4. Page de configuration de l'enregistrement des données :

Cette page permet de contrôler l'enregistrement de données sur un fichier d'extension (.lvm) qui peut être exploité par EXCEL. (**Figure 5.11**)

Le bouton poussoir (Enregistrer) allumé, veut dire que le système est entrain d'enregistrer sur le fichier choisi dont l'emplacement est affiché sur la page. On peut suspendre et reprendre l'enregistrement sur le même fichier par action sur ce bouton poussoir.

Le choix du fichier d'enregistrement se fait sur la fenêtre (select a file to save) qui s'affiche automatiquement au choix du mode enregistrement. Si l'utilisateur choisit un fichier déjà existant, il ne va pas être remplacé mais complété. (**Figure 5.12**)

Le fichier (.lvm) qui s'ouvre par EXCEL comporte un entête qui affiche des informations sur le fichier suivi par le tableau des résultats. (**Figures 5.13 et 5.14**)

Le tableau est constitué de cinq colonnes (de la gauche à la droite) : courant, tension, puissance, énergie et temps.

5.8.1.5. Page de mesures :

Elle comporte trois graphes qui permettent de visualiser les variations du courant, de la tension et de la puissance par rapport au temps. Elle comporte ainsi un afficheur décimal qui permet de visualiser la variation de l'énergie pendant la mesure en Wh. (**Figure 5.15**)

Deux autres afficheurs donnent la date, le temps et la durée de fonctionnement du système pendant que le bouton poussoir Marche/Arrêt est allumé.

Le bouton poussoir Marche/Arrêt commande le fonctionnement et l'arrêt de la mesure. Après l'exécution de l'interface et la configuration de tous les paramètres, la mesure et l'enregistrement ne commencent qu'après appuyer sur ce bouton. Le témoin vert sur le bouton sera donc allumé. On peut utiliser le bouton poussoir Marche/Arrêt pour suspendre et reprendre la mesure sans remettre les valeurs à zéro. Le bouton de stop sert à arrêter l'exécution de l'application.

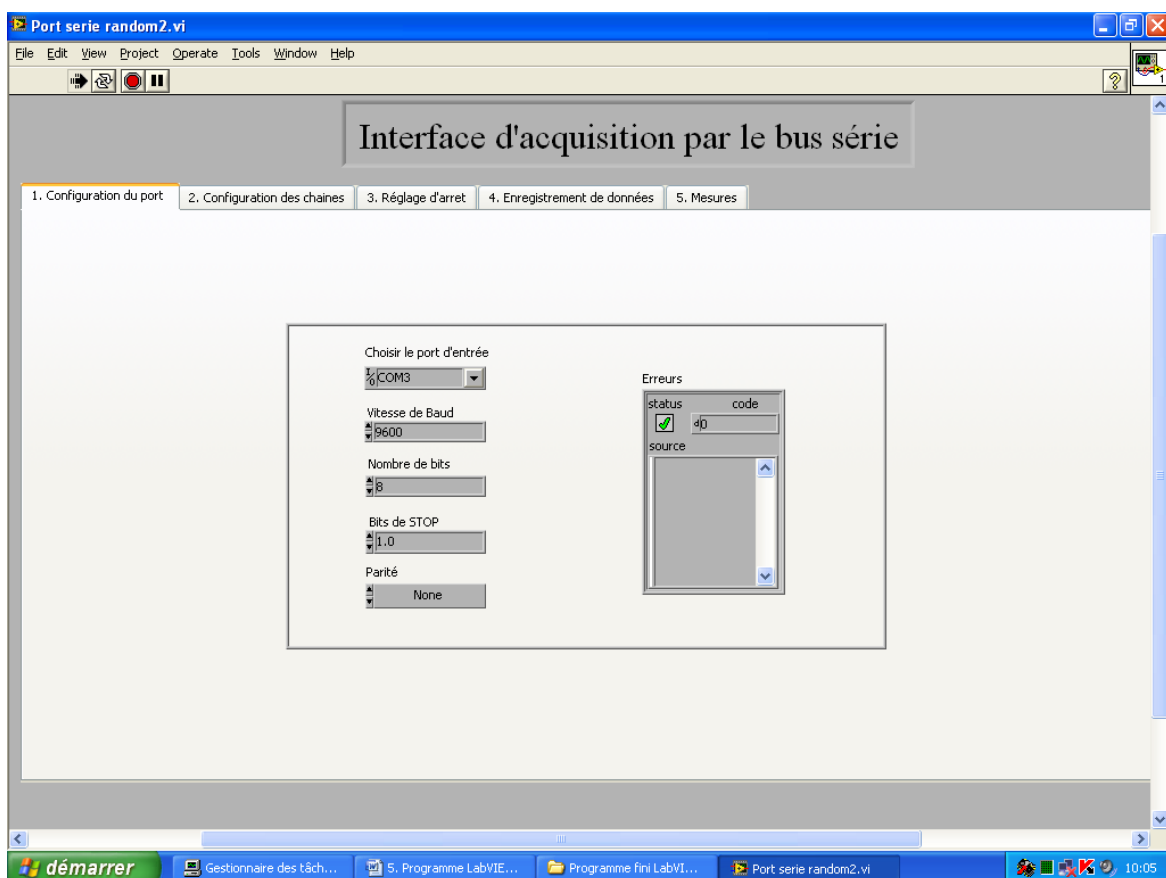


Figure 5.8 : La page de configuration du port.

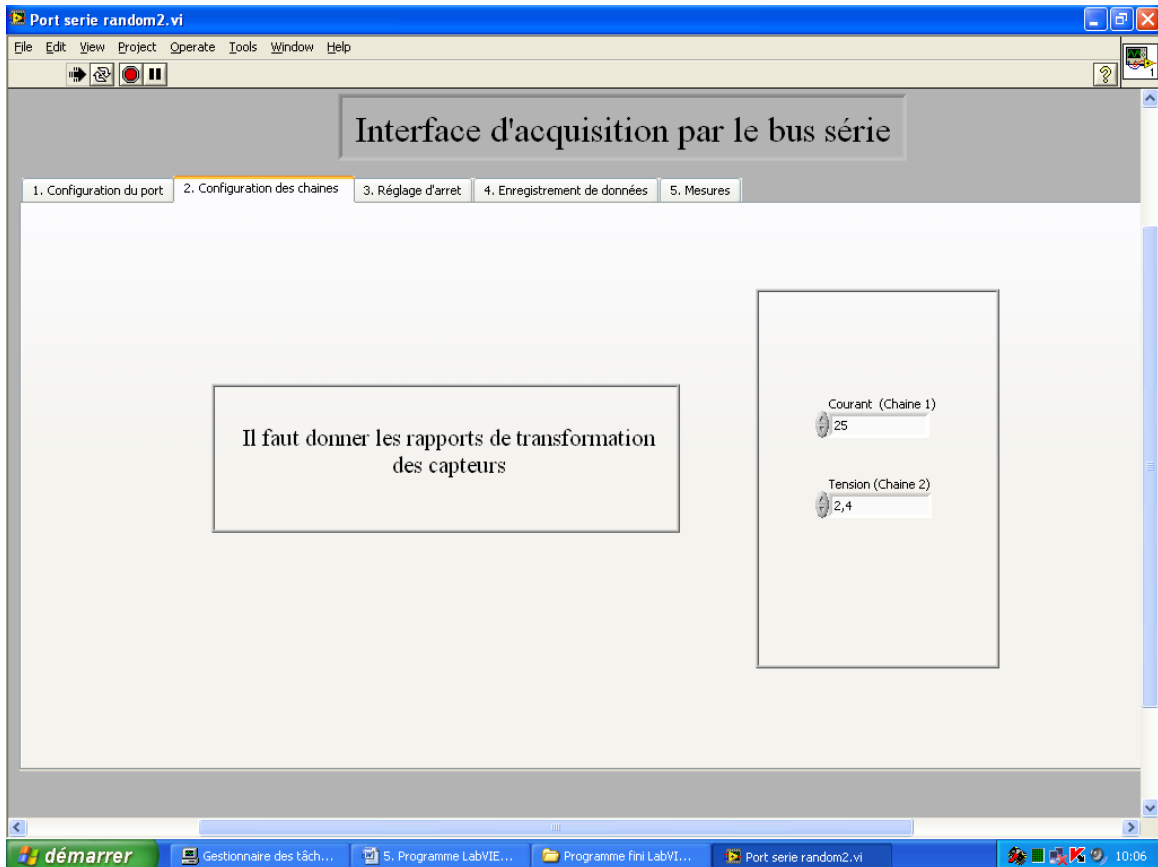


Figure 5.9 : La page de configuration des chaînes.

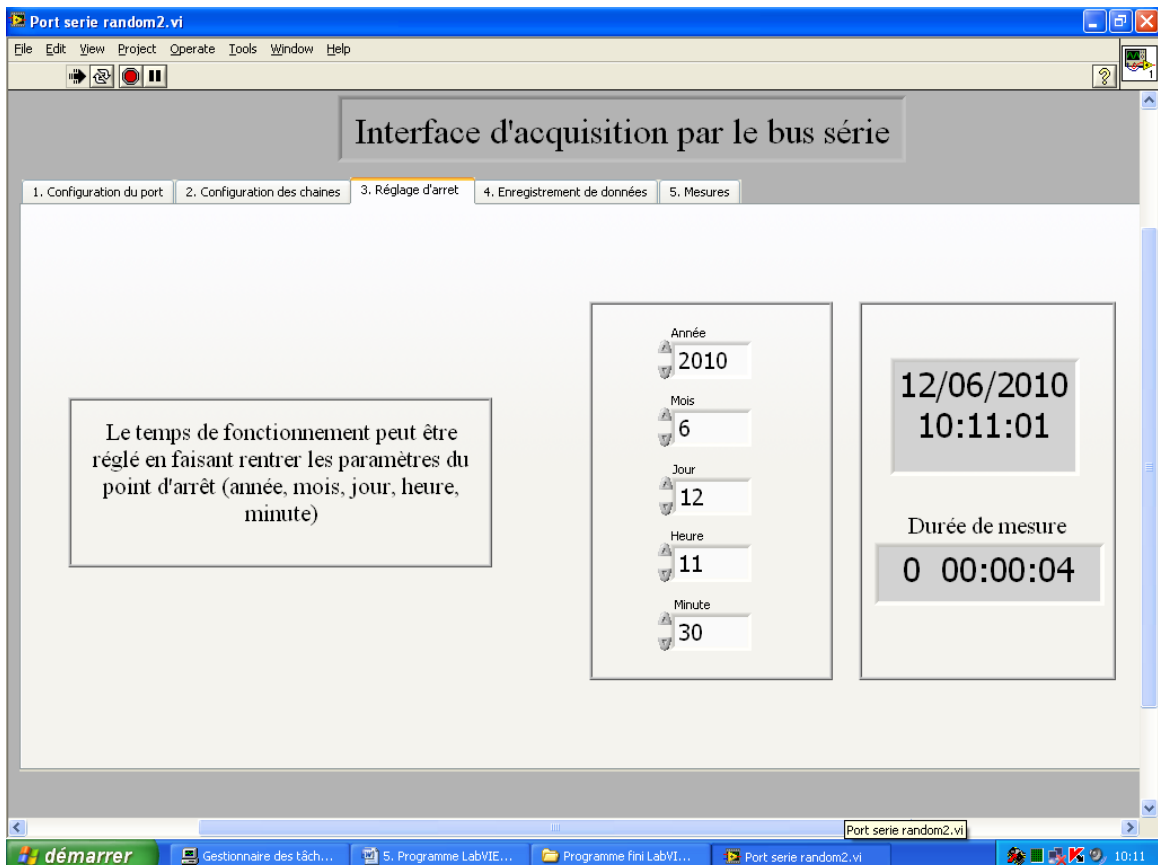


Figure 5.10 : La page de réglage d'arrêt.

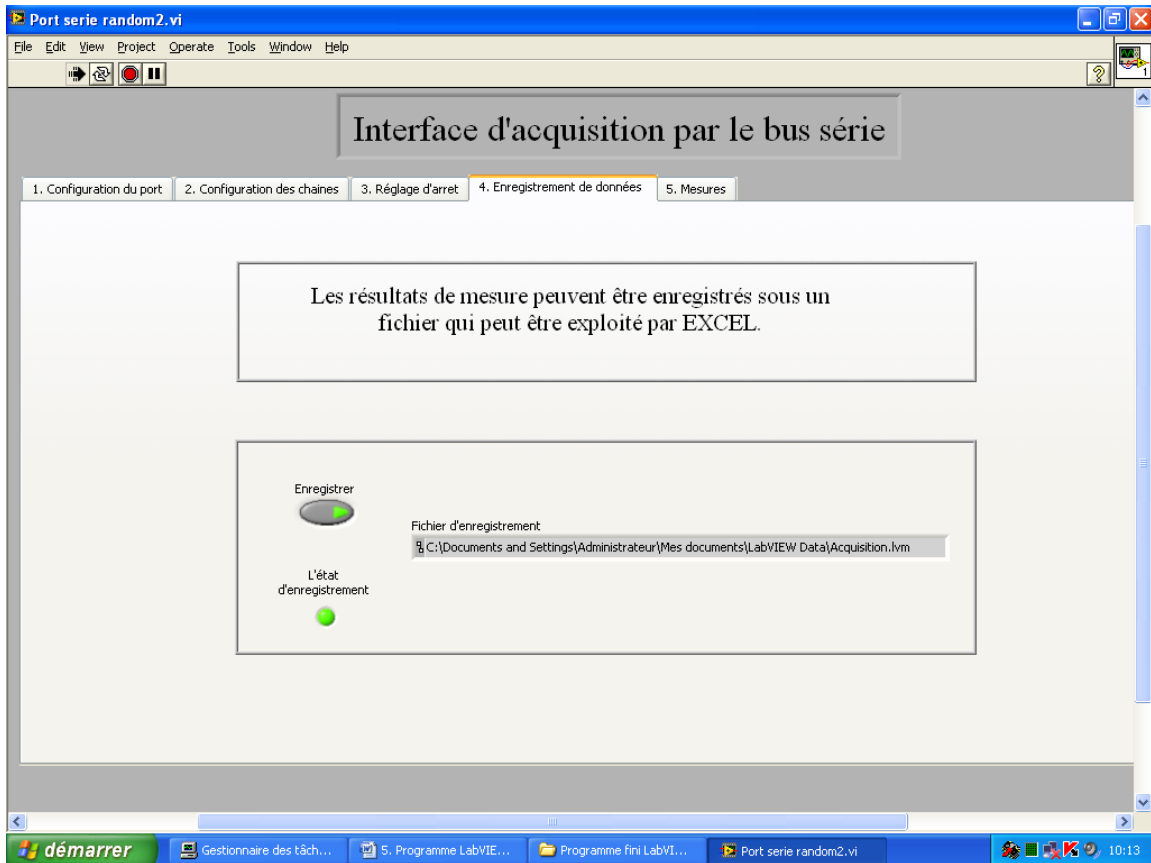


Figure 5.11 : La page d'enregistrement de données.

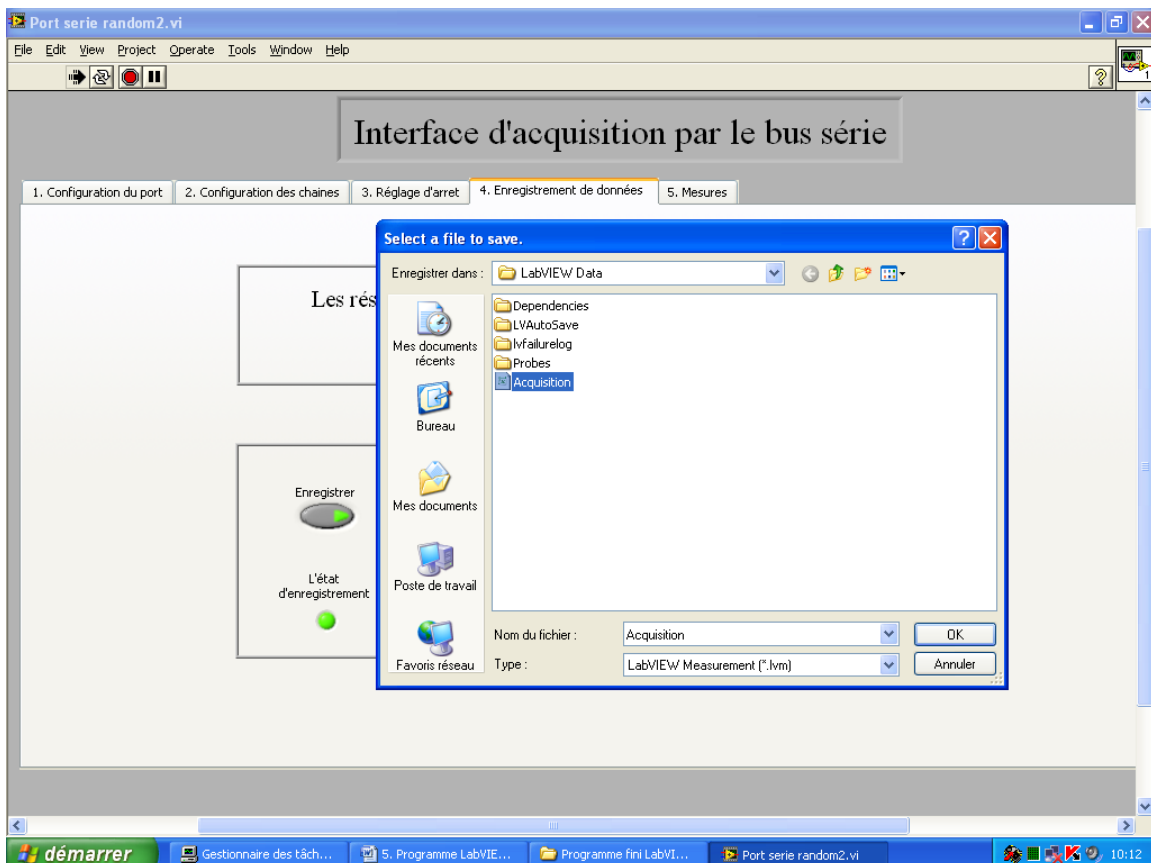


Figure 5.12 : La fenêtre du choix du fichier d'enregistrement.

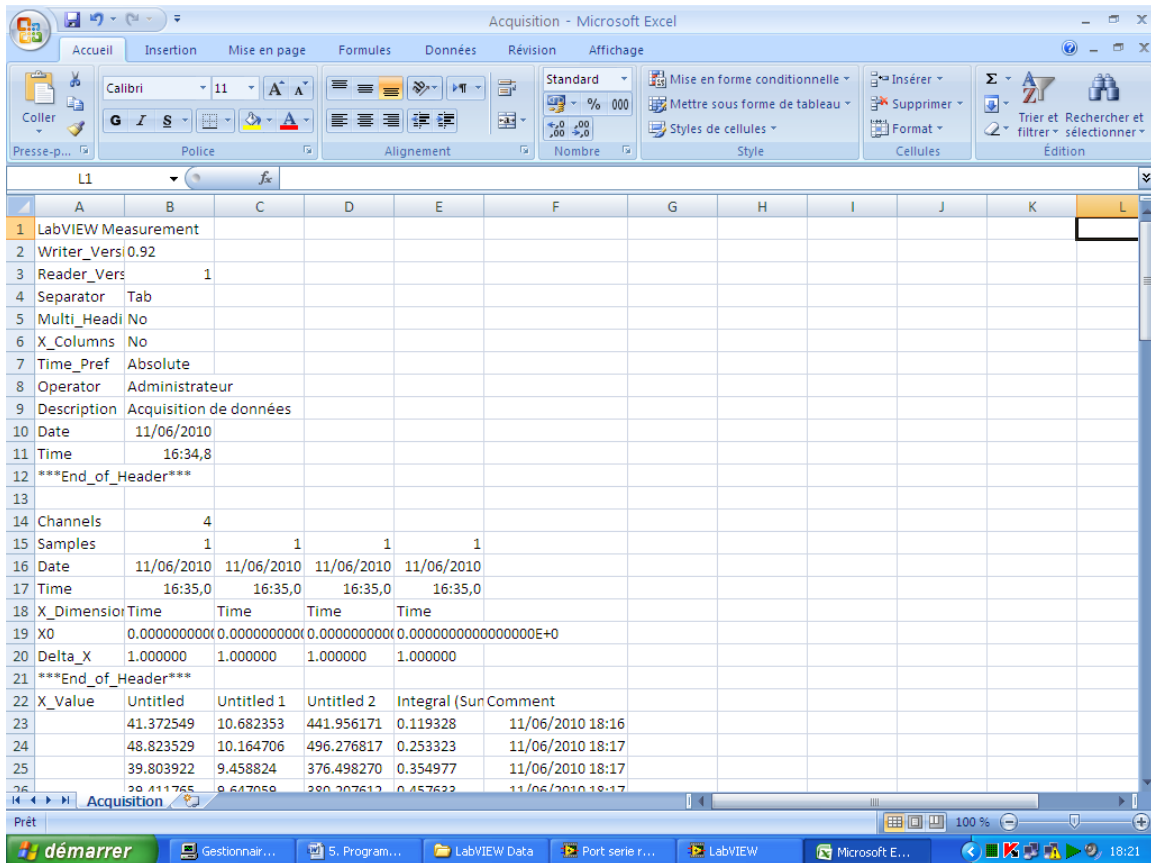


Figure 5.13 : Le fichier d'enregistrement : entête.

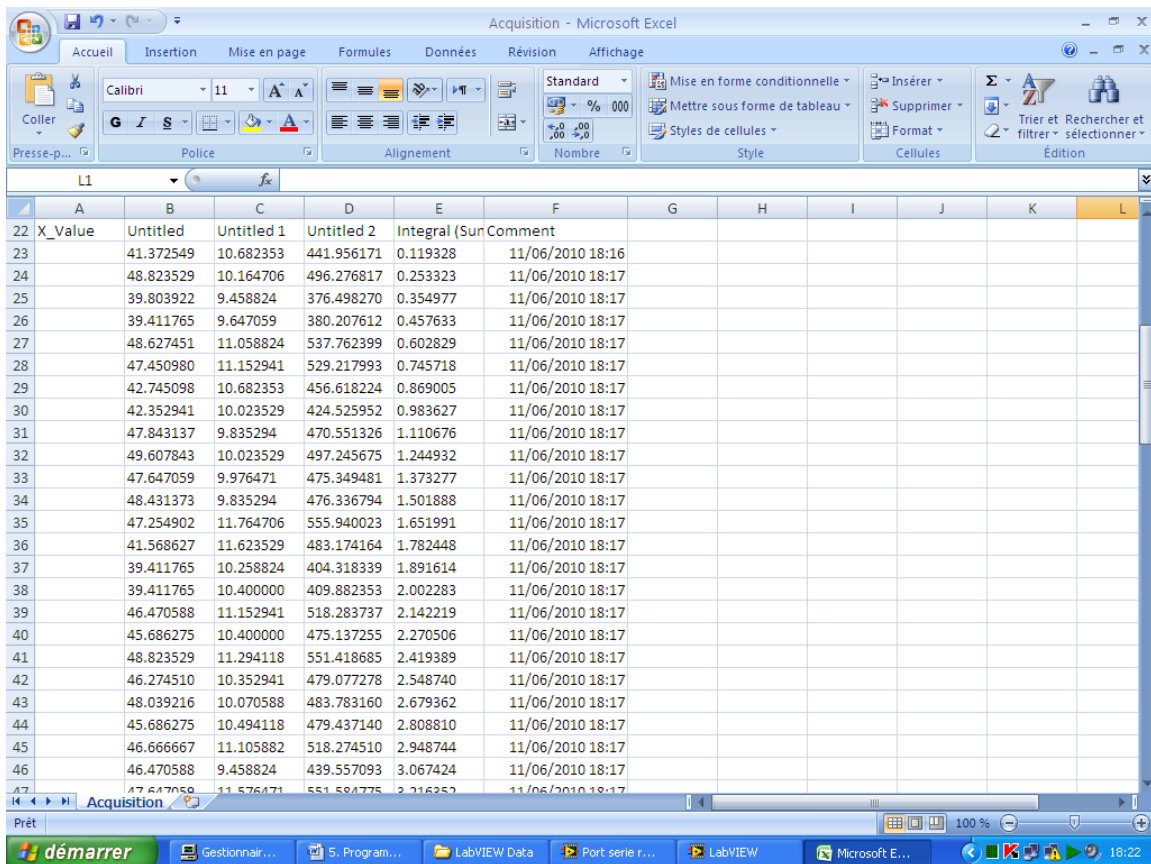


Figure 5.14 : Le fichier d'enregistrement : tableau de résultats.

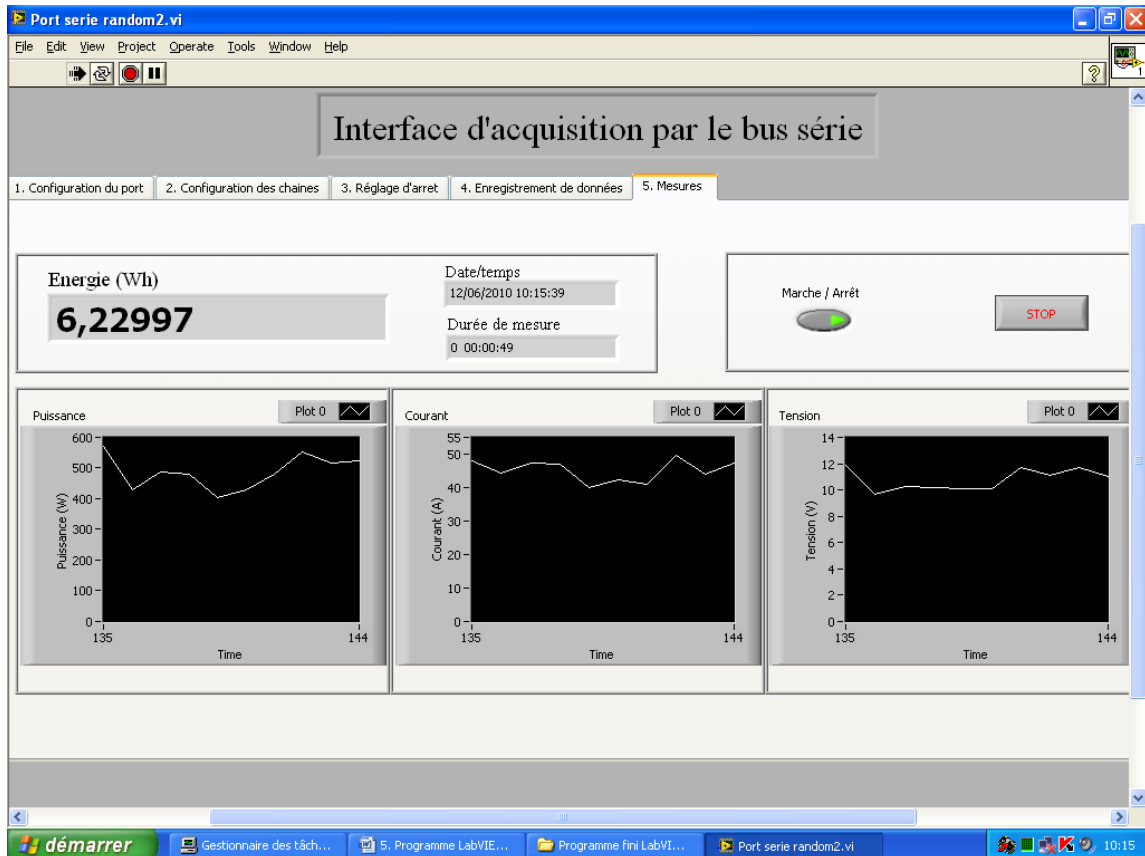


Figure 5.15 : La page de mesures.

5.8.2. Le diagramme (Block Diagram): (Figure 5.25)

5.8.2.1. Timed Loop :

Tous les composants du diagramme se situent dans une boucle temporelle (timed loop) réglée à une période de 1 seconde. Ce ci veut dire que le programme s'exécute chaque seconde.

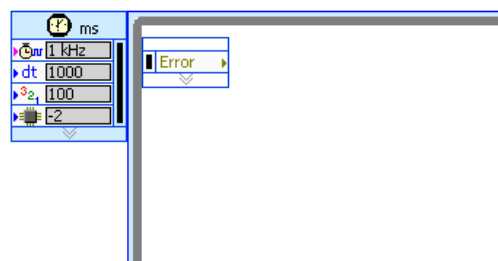


Figure 5.16 : La boucle "Timed Loop".

5.8.2.2. Réglage d'arrêt :

Pour arrêter l'exécution du programme deux façons sont possibles, soit en appuyant sur le bouton STOP, ou par le réglage de la date et de l'heure d'arrêt par l'utilisateur.

On utilise l'élément (Seconds To Date/Time) comme source de temps reliée directement avec (Unbundle By Name) pour avoir les cinq composants de la date/temps séparés (années, mois, jour, heure et minute) sous type numérique. Ces composants seront comparés avec les valeurs données par l'utilisateur dans la page (3. Réglage du temps d'arrêt) par des comparateurs logiques qui délivrent des sorties booléennes. Les sorties des comparateurs vont être reliées par des portes logiques (AND). La sortie globale va être reliée avec la sortie du bouton STOP par une porte (OR) dont la sortie décide l'arrêt de l'exécution de la boucle temporelle donc du programme.

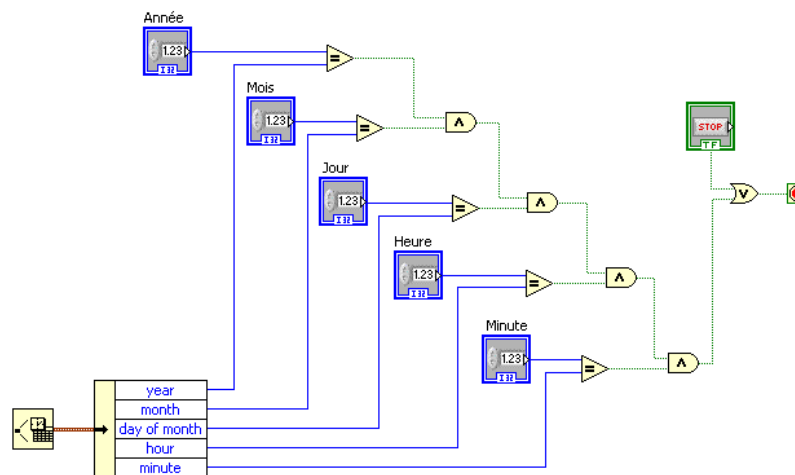


Figure 5.17 : Le diagramme du réglage d'arrêt.

5.8.2.3. Case Loop :

Dans la boucle temporelle (Timed Loop), on utilise une autre boucle (Case Loop) qui contrôle l'exécution des structures qu'elle comporte par une entrée booléenne connectée, dans notre cas, au bouton poussoir (Marche/Arrêt) qui peut être utilisée sur la page (5. Mesures) par l'utilisateur pour démarrer, suspendre, ou reprendre le fonctionnement de la mesure.

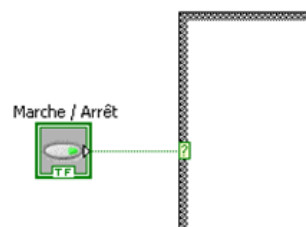


Figure 5.18 : Case Loop.

5.8.2.4. Mesure de la durée :

Pour mesurer et afficher la durée de mesure on utilise la structure (Elapsed Time) qui délivre la durée sous forme de chaîne de caractères qui peuvent être affichées sur les pages (3. Réglage du temps d'arrêt) et (5. Mesures) par deux afficheurs de ce type de données.

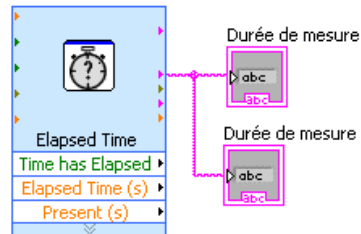


Figure 5.19 : Elapsed Time.

5.8.2.5. Acquisition et calcul du courant et de la tension :

Pour contrôler les paramètres de communication avec le port série, on utilise (VISA Configure Serial Port). Cette structure permet de choisir le port, la vitesse de Baud, le nombre de bits, la parité et les bits de STOP. L'accès de l'utilisateur à ces propriétés est possible sur la page (1. Configuration du port).

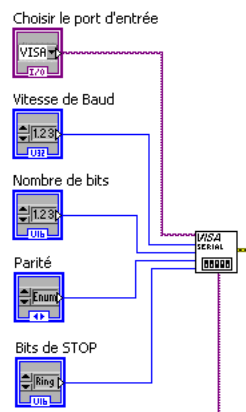


Figure 5.20 : Configure Serial Port.

L'écriture et la lecture sur le port série sont réalisées successivement par les deux structures (VISA Write) et (VISA Read). Pour acquérir la mesure d'une grandeur, on utilise (VISA Write) pour adresser le multiplexeur analogique, ensuite on marque un temps de retard avant de réaliser la lecture par (VISA Read). Entre deux mesures sur deux chaînes différentes, il existe un autre temps de retard. Le temps de retard est assuré par l'élément (Wait).

L'ordre des séquences est assuré par la structure (Flat Sequence Structure). Les éléments de chaque séquence doivent être installés dans une case. La première case à gauche sera la première à être exécutée.

L'adressage du multiplexeur analogique se fait par les trois bits les plus significatifs. L'adresse est donnée sur la constante du type tableau qui va être convertie au type chaîne de caractères nécessaire pour l'entrée de (VISA Write).

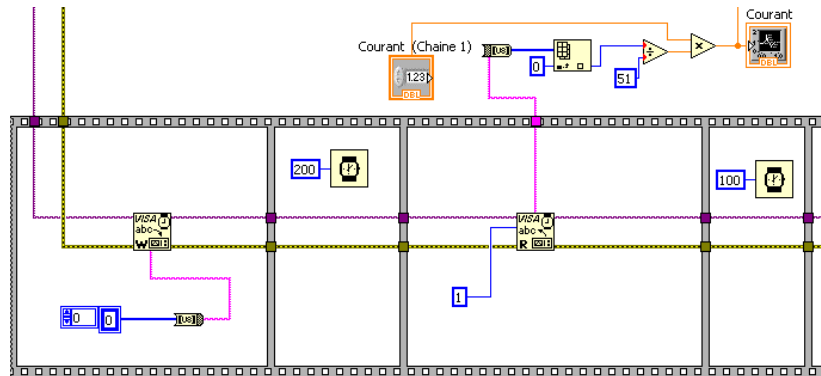


Figure 5.21 : Acquisition de la valeur du courant.

La valeur acquise par (VISA Read) sera sous forme de chaîne de caractères (String), donc nous avons besoin, pour assurer la conversion sous forme numérique décimale, d'un convertisseur chaîne de caractères / Tableau d'octets (String To Byte Array) suivi par un (Index Array) pour sélectionner le premier élément du tableau. La sortie sera un nombre entier qui varie entre 0 et 225 et varie dans set intervalle proportionnellement par rapport à la valeur analogique d'entrée qui varie de 0 à 5V. Pour revenir à la valeur de tension analogique il faut diviser par le rapport 45. Et pour revenir à la valeur réelle de la grandeur à mesurer il faut multiplier encore par le rapport de transformation du capteur dont la valeur peut être donnée par l'utilisateur sur la page (2. Configuration des chaînes). La sortie sera donc prête à être affichée sur le tracé (Waveform Chart).

Toutes les mesures, dans notre cas le courant et la tension, sont réalisées de la même façon. Il faut juste respecter l'adressage des chaînes et les rapports de transformation.

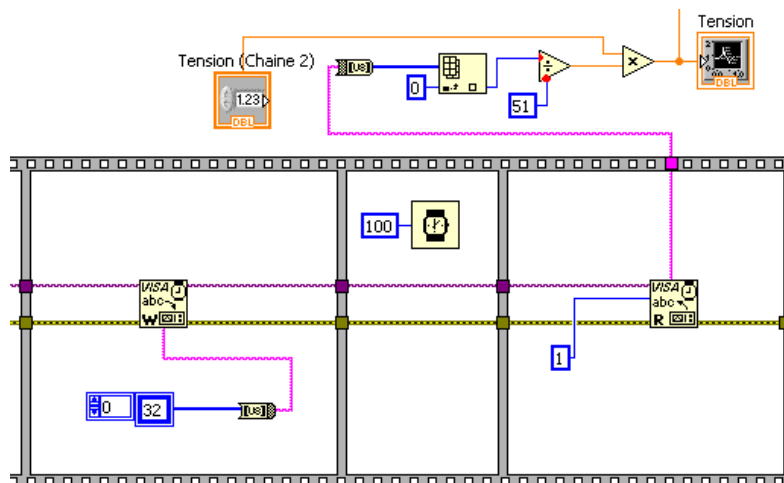


Figure 5.22 : Acquisition de la valeur de la tension.

5.8.2.6. Calcul de la puissance et de l'énergie :

Pour calculer la puissance à partir du courant et de la tension, on utilise l'élément de la multiplication.

Pour calculer l'énergie à partir de la puissance, on utilise la structure (Time Domain Math) qui nous permet d'intégrer la puissance par rapport au temps. La sortie de cette structure sera l'énergie en Joule. Pour convertir en Wh on divise par 3600 (ou multiplier par 0.00027).

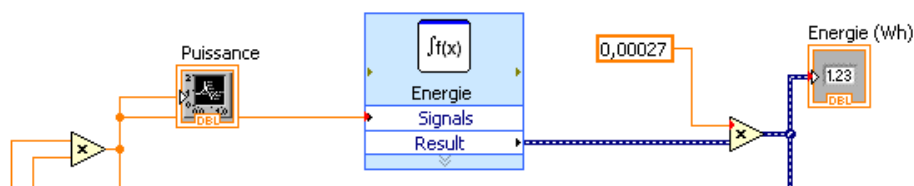


Figure 5.23 : Calcul de la puissance et de l'énergie.

5.8.2.7. Merge Signals :

Pour pouvoir enregistrer les différents signaux de mesure (courant, tension, puissance et énergie), il faut les convertir sous type dynamique (Dynamic Data Type) ensuite les combiner dans un seul fil de donnée par l'élément (Merge Signals).



Figure 5.23 : Merge Signals.

5.8.2.8. Write To Measurement File :

La dernière étape du programme est l'enregistrement des données acquises et calculées dans un fichier (.lvm). Cette fonction est possible par la structure (Write To Measurement File).

L'utilisateur peut démarrer, suspendre et reprendre l'enregistrement par le bouton poussoir (Enregistrer) qui se trouve sur la page (4. Enregistrement de données). Le fichier d'enregistrement est choisi par l'utilisateur au moyen de la fenêtre qui apparaît au démarrage de la mesure.

La LED (Etat de l'enregistrement) informe l'utilisateur sur l'état de la sauvegarde: allumée si la structure (Write To Measurement File) est entrain de fonctionner ; éteinte dans le cas contraire.

Le fil qui comporte les quatre signaux de mesure doit être connecté sur l'entrée (Signals), et la sortie de la structure (Format Date/Time String), qui délivre la date et le temps sous forme de chaine de caractères, doit être connectée sur (Comment).

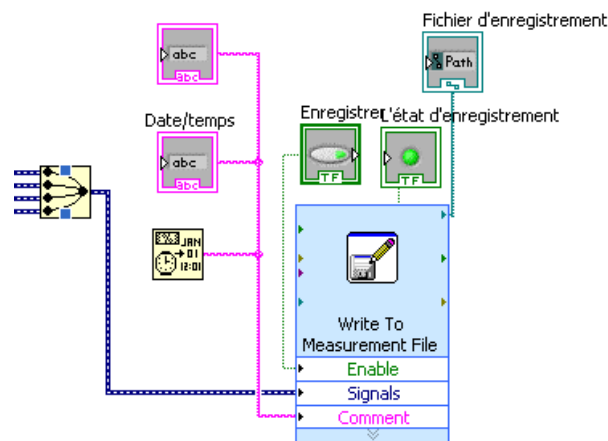


Figure 5.24 : Write To Measurement File.

5.9. Conclusion :

La programmation par LabVIEW est simple, et le logiciel peut être amélioré facilement dans le cas du besoin de mesurer d'autres grandeurs. Il faut juste ajouter quelques structures dans le diagramme et la face-avant.

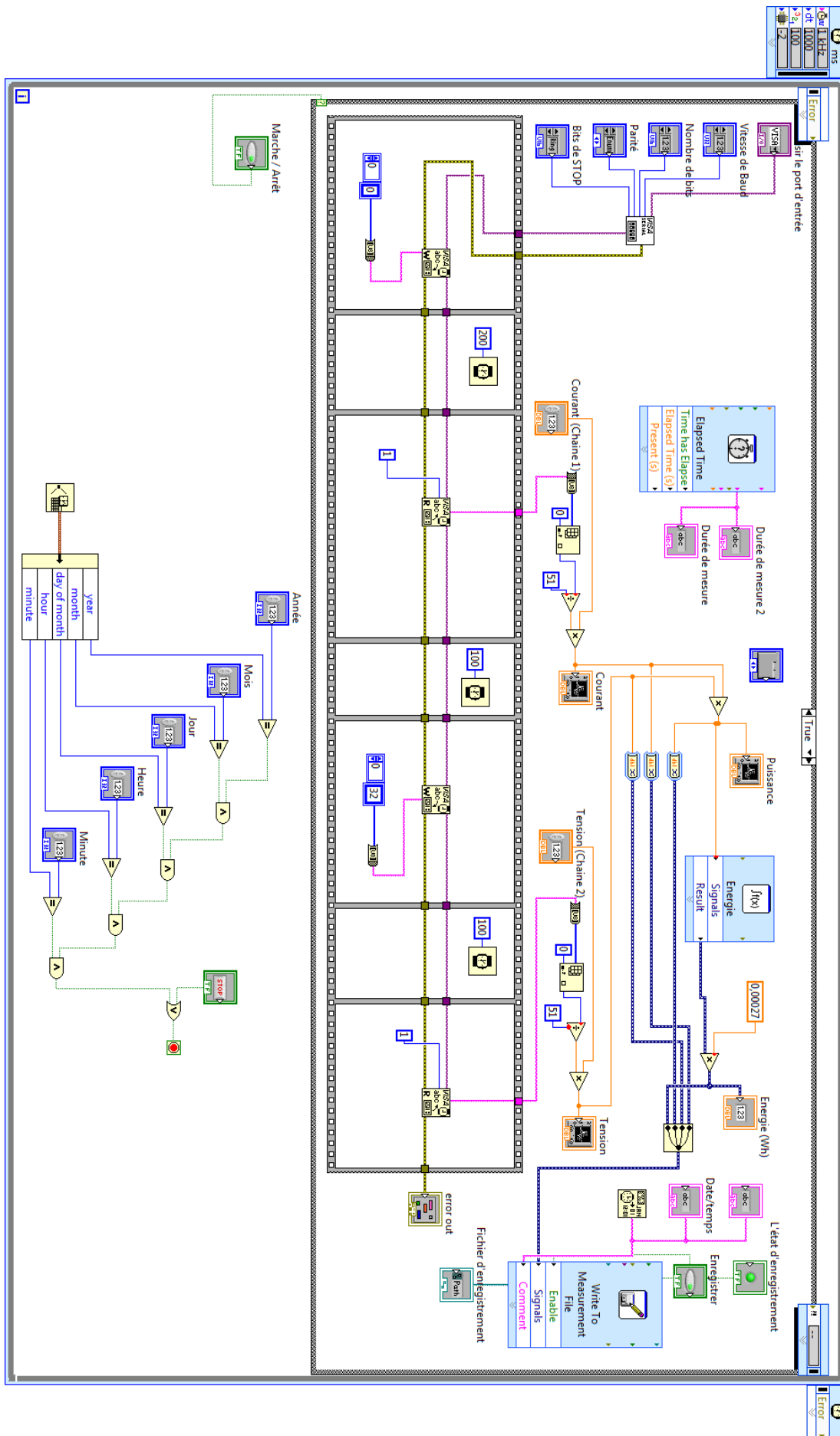


Figure 5.25 : Le diagramme.

Conclusion générale

Dans ce travail, nous avons abordé les problématiques posées par la conception et la réalisation d'un système d'acquisition pour une éolienne de petite puissance. Dans une approche de conception système, nous avons abordé de façon intégrée les questions d'architecture, et de dimensionnement de notre système.

Dans le contexte des énergies renouvelables un état de l'art des éoliennes est présenté dans le premier chapitre. La production de l'énergie éolienne est de plus en plus importante et alors de nouvelles constructions apparaissent. Cette évolution dynamique est surtout visible dans le domaine du grand éolien grâce au développement des nouvelles technologies dans le champ de matériaux de construction et de l'électronique de puissance. Le pouvoir politique est aussi, dans une grande partie, moteur de développement durable.

Notre étude a porté aussi sur l'éolien de petite puissance, secteur dans lequel la rentabilité est loin d'être acquise et qui nécessite donc un fort degré d'optimisation de l'efficacité énergétique, mais qui impose simultanément de minimiser les coûts de production (équipements simples, minimum de capteur, simplicité de contrôle...).

Le second chapitre s'est voulu être une sorte de rappels sur les systèmes d'acquisitions et la transmission de données. La connaissance de ces notions est, toutefois, nécessaire pour appréhender les chapitres suivants tels que la réalisation pratique de la carte d'acquisition.

Nous avons abordé la description et le mode d'emploi de notre éolienne : Nous avons constaté le guide d'installation et les caractéristiques techniques données par le constructeur.

Avant d'aborder le cœur du sujet à savoir la carte d'acquisition, nous avons réalisé deux cartes une pour l'alimentation et l'autre pour la capture.

Nous avons, en dernier, présenté notre logiciel d'acquisition. Ce logiciel s'est voulu pratique, interactif et surtout très facile à utiliser.

Comme amélioration à ce travail, on propose d'inclure d'autres entrées analogiques dans la carte d'acquisition telles que la tension alternative à la sortie de l'onduleur, la vitesse du vent...

Au cours de développement de ce projet, nous avons vu plusieurs aspects de l'électronique et de l'informatique pour accomplir notre formation en génie électrique.

Bibliographie

- [1] B.MULTON, « *Production d'énergie électrique par sources renouvelables* », Techniques de l'ingénieur, article D 4 005.
- [2] C.DUBOIS, « *Le guide de l'éolien, techniques et pratiques* », Edition EYROLLES, Paris, 2009.
- [3] D.LE GOURIERES « *Energie éolienne, Théorie, Conception et calcul pratique des installations* », Edition EYROLLES, Paris 1982.
- [4] V.NELSON, « *Wind Energy: Renewable Energy and the Environment* », CRC Press Taylor & Francis Group, Etats Unis d'Amérique, 2009.
- [5] « *Les éoliennes* », Rapport du groupe de travail de l'Académie des Beaux-arts, Institut de France, Paris, 2007.
- [6] G.L.JOHNSON, « *Wind Energy Systems: Electronic Edition* », Manhattan, KS, Octobre, 2006.
- [7] « *Aérogénérateurs électriques* », Techniques de l'ingénieur, article D 3 960.
- [8] N.KASBADJI MERZOUK, « *Carte des Vents de l'Algérie : Résultats Préliminaires* », Laboratoire dévaluation du Potentiel Energétique, Centre de Développement des Energies Renouvelables, Alger, 1999.
- [9] M.RAPIN & Philippe LECONTE, « *Eoliennes* », Techniques de l'ingénieur, article BM 4 640v2.
- [10] A.SID FARID, « *Modélisation et commande du générateur éolien à double alimentation avec filtrage actif du réseau* », mémoire de magistère en électrotechnique, ENP, Alger, 2009.

- [11] A.BOYETTE, « *Contrôle-commande d'un générateur asynchrone a double alimentation avec système de stockage pour la production éolienne* », thèse de doctorat, Université Henri Poincaré Nancy 1, décembre 2006.
- [12] S.METATLA, « *Optimisation et régulation des puissances d'une éolienne à base d'une MADA* », Mémoire de Magister, ENP, juin 2009.
- [13] P.GIPE, « *Le grand livre de l'éolien* », Observ'ER, Paris.
- [14] G.CUNTY, « *Eolienne et aérogénérateurs, Guide de l'énergie éolienne* », EDISUD, Aix-en-Provence, 2001.
- [15] F.POITIERS, « *Etude et Commande de Génératrices Asynchrones Pour l'utilisation de l'énergie éolienne* » thèse de doctorat, université de Nantes, décembre 2003.
- [16] www.enercon.de
- [17] www.windpower.org
- [18] A.MIRECKI, « *Etude comparative de chaînes de conversion d'énergie dédiées à une éolienne de petite puissance* », thèse de doctorat, Institut national polytechnique de Toulouse, avril 2005.
- [19] N.ZIOUI, « *Conception, modélisation et commande d'une éolienne à axe vertical* », Mémoire de Magister en Automatique, ENP, 2008.
- [20] G.ASCH & Collaborateurs, « *Acquisition de données : du capteur à l'ordinateur* », Edition DUNOD, Paris, 2003.
- [21] D.PRETRE, « *Théorie des filtres analogiques* », HE-Arc, ingénierie, 2004.
- [22] F.COTTET, « *Traitement des signaux et acquisition de données, cours et exercices corrigés* », 2^{ème} édition, DUNOD, Paris, 2002.
- [23] O.FRANÇAIS, « *Acquisition de données* », 2000.
- [24] C.PRÉVOT, « *Conversions analogique-numérique et numérique-analogique (partie 2)* », Techniques de l'ingénieur, article E 371.

- [25] J.TICHON & C.COuwenBERGH & R.GIOT & S.GARCIA ACEVEDO, « *Communication avec les périphériques* », Techniques de l'ingénieur, article S8 590.
- [26] « *Whisper100/200* », Southwest Windpower, Inc., document technique n° 3-CMLT-1346-01 REV F, 2008.
- [27] « *Manuel de l'utilisateur Whisper100* », Southwest Windpower, Inc., Document technique n° 0271 REV NC, 2006.
- [28] « *Important Notice* », Southwest Windpower, Inc., document technique n° 3-CMLT-1045 Rev B, 2008.
- [29] A.ABROUS, « *Modélisation, Commande et Réalisation d'un Convertisseur Matriciel* », Mémoire de Magister, ENP 2008.
- [30] T.NEFFATI, « *l'électronique de A à Z* », Edition DUNOD, Paris 2006.
- [31] « *CS100-VP* », SMICRO, Datasheet.
- [32] « *LV25-P* », LEM, Datasheet.
- [33] « *AY-5-1013A, AY-6-1013, AY-3-1014A, AY-3-1015D* », GENERAL INSTRUMENTS, Datasheet.
- [34] « *ADC0801/ADC0802/ADC0803/ADC0804/ADC0805 8-Bit mP Compatible A/D Converters* », National Semiconductor, Datasheet, Décembre 1994.
- [35] « *MAX232 MAX232I Dual EIA-232 Drivers/Receivers* », Texas Instruments, Datasheet, Mars 2004.
- [36] « *CD54HC4051, CD74HC4051, CD74HCT4051, CD74HC4052, CD74HCT4052, CD74HC4053, CD74HCT4053 High Speed CMOS Logic Analog Multiplexers/Demultiplexers* », Texas Instruments, Datasheet, Avril 1999.
- [37] « *74HC/HCT4060 14-stage binary ripple counter with oscillator* », Philips Semiconductors, Datasheet, Décembre 1990.
- [38] « *LabVIEW, Manuel de l'utilisateur* », National Instruments, Référence 321190C-01, Edition septembre 2000.

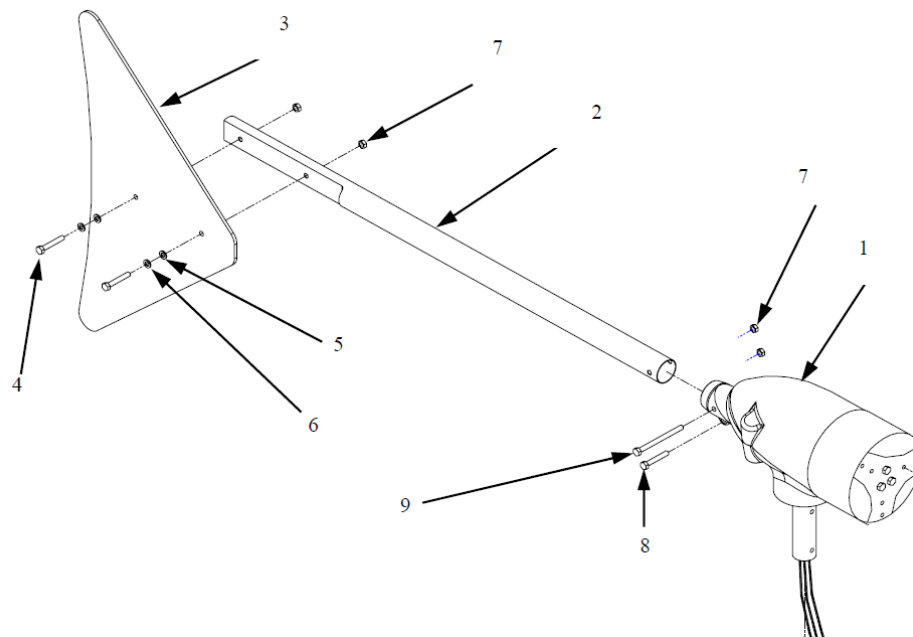
Annexes

Annexe A : Sur l'éolienne Whisper100.

Annexe B : Datasheets.

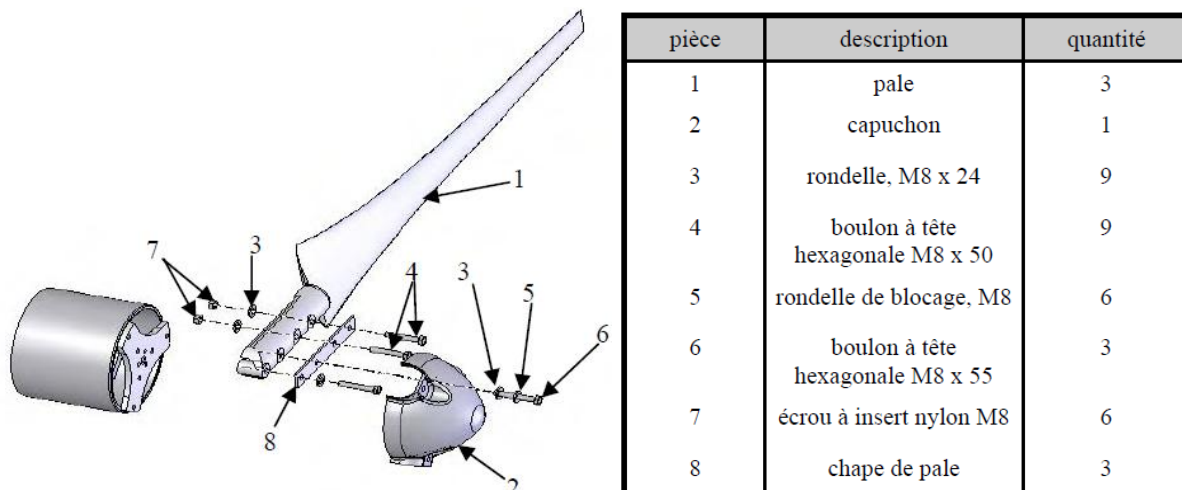
Annexe C : Circuits imprimés.

Installation de la queue :



numéro de pièce	description	quantité
1	générateur assemblé	1
2	tige caudale	1
3	aileron caudal	1
4	boulon M8 x 55 tête hexagonale	2
5	rondelle nylon, M8 X 31	2
6	rondelle inox, M8 x 24	2
7	écrou à insert nylon, M8	4
8	boulon, M8 x 25 tête hexagonale	1
9	boulon, M8 x 70 tête hexagonale	1

Installation d'une pale WHISPER 100 :



Fonctionnement des LED :

LED rouge	interprétation
éteinte	courant produit par l'éolienne fourni aux batteries.
clignotante	courant produit par l'éolienne dévié vers le banc de dissipation pour réguler les batteries.
allumée	courant produit par l'éolienne dévié vers le banc de dissipation sur ordre de l'opérateur (à l'aide de l'interrupteur de déviation ou de l'écran à distance).

LED verte	interprétation
éteinte	Aucun courant ne va vers les batteries; soit le vent est trop faible, soit le courant est dévié (voir LED rouge).
allumée	Les batteries sont en charge.

Entretien mensuel :

1. Essai du contrôle de déviation : (Pour vérifier le câblage électrique)

On dévie le courant (en mettant l'interrupteur de déviation sur "STOP") par vent modère (Charge mais pas de pivotement hors du vent). L'hélice devrait s'arrêter sans difficulté ou bruit inhabituel. Un bruit causé par la déviation peut être le signe qu'un fil est déconnecté.

2. Vérification de l'état mécanique :

On observe et on écoute au pied du mat. On utilise des jumelles. Nous ne devrions entendre aucun bruit, cliquetis ou vibration d'origine mécanique. L'hélice et la queue ne doivent pas osciller. On Abaisse ou on escalade le mât pour inspecter, si nécessaire. La main contre le mât, nous ne devrions ni entendre ni sentir de vibration. Nous reportons à la section Problèmes électriques, si nécessaire.

3. Inspection du mat :

Il faut serrer tous les écrous et boulons, particulièrement aux attaches des câbles. Assurant l'absence de fissure, courbure ou pièce brisée aux ancres et à la base.

4. Contrôle des batteries :

Il faut n'ajouter que de l'eau distillée si nécessaire avec bien serrement les connexions des batteries. Il faut aussi enlever le matériau corrodé et protéger les bornes et nettoyage le couvercle avec une solution de bicarbonate de soude.

Entretien annuel :

Pour respecter l'entretien annuel il faut :

1. Abaisser le mat et inspecter mécaniquement l'aérogénérateur.
2. Contrôler le serrage de tous les écrous et boulons de montage au mât, et des boulons de montage de l'hélice.
3. Contrôler les roulements, un jeu tout juste perceptible est acceptable.
4. Nettoyer l'hélice avec une solution détergente douce pour enlever la poussière et tout débris. Eviter de rayer la surface. Remplacer les pales si elles sont fissurées ou endommagées.

Résolution des problèmes et réparations :

Premièrement, il faut déterminer si le problème est mécanique ou électrique, pour cela nous illustrons deux tableaux : symptômes de problèmes mécaniques et symptômes de problèmes électriques. Pour laquelle on peut distinguer la résolution du problème posé.

Diagnostic électrique : (Détermination du type de problème électrique)

Les problèmes électriques peuvent provenir du générateur, du câblage ou du contrôleur Whisper. Déterminés duquel comme suit:

1. L'aérogénérateur ne démarre pas (les pales tournent lentement comme si l'interrupteur de déviation était engagé): Par vent modéré, il faut déconnecter les trois fils de l'aérogénérateur un par un au contrôleur Whisper. Si l'aérogénérateur démarre, le fil qui lui a permis de démarrer mène à un composant inopérant du contrôleur Whisper.

2. L'aérogénérateur ne démarre toujours pas: par vent modéré, il faut déconnecter deux des trois fils. Si l'aérogénérateur démarre, le problème est probablement dans le contrôleur Whisper. (Voir Annexe A, tableau: Symptômes des problèmes du contrôleur Whisper). Si l'aérogénérateur ne démarre toujours pas le problème est dans le câblage du mât ou l'aérogénérateur. (Voir Annexe A tableau: Symptômes des problèmes électriques).

3. L'aérogénérateur tourne, mais peut avoir un problème électrique, il faut mesurer la tension entre les fils à l'aide d'un voltmètre.

Symptômes de problèmes mécaniques :

symptôme	cause possible	correction
1. L'hélice est stationnaire, même par vent fort	<ul style="list-style-type: none"> a. Gel dans le générateur ou sur l'hélice b. Débris entre le rotor et le stator c. Aimant lâche, brisé ou frottant d. Roulement usé ou mauvais 	<ul style="list-style-type: none"> i. Attendez que le temps s'améliore. i. Faites tourner l'hélice à la main et délogez les débris en soufflant ou à l'aide d'une feuille de papier. i. Prenez contact avec l'usine ou le distributeur pour démonter le rotor et recoller les aimants i. Prenez contact avec l'usine ou le distributeur pour remplacer le roulement
2. L'hélice ne tourne que par vent fort, émet des bruits de frottement à basse vitesse, s'arrête toujours à la même position	<ul style="list-style-type: none"> a. Comme ci-dessus, avec plus probablement un aimant frottant ou un mauvais roulement. b. Guides des fils gonflés par l'humidité 	<ul style="list-style-type: none"> i. Comme ci-dessus i. Prenez contact avec l'usine.
3. L'hélice démarre plus difficilement, la puissance de sortie est inférieure et le bruit de l'hélice supérieur aux conditions habituelles. Déséquilibre apparent.	<ul style="list-style-type: none"> a. Gel sur les pales b. Pale sale c. Pale fendue, tordue ou endommagée d. Une pale ou plus montée à l'envers 	<ul style="list-style-type: none"> i. Attendez que le temps s'améliore. La glace tombera de l'hélice; laissez la tourner à moins de vibrations substantielles i. Nettoyez avec un détergent doux i. Prenez contact avec l'usine ou le distributeur pour remplacer la pale brisée ou endommagée i. Voir "Installation des pales"
4. L'hélice tourne un peu, n'accélère jamais	<ul style="list-style-type: none"> a. Les pales sont montées à l'envers. (Voir "Installation des pales") 	<ul style="list-style-type: none"> i. Retournez les pales. Le bord d'attaque se déplace dans le sens des aiguilles d'une montre, pour un observateur situé au vent.
5. La queue, le générateur et la mâts vibrent excessivement à toutes ou certaines vitesses de vent	<ul style="list-style-type: none"> a. Pale en déséquilibre b. Une pale ne suit pas la direction du vent c. Rotor (cylindre des aimants) en déséquilibre d. Plaque de fixation des pales en déséquilibre 	<ul style="list-style-type: none"> i. Prenez contact avec l'usine pour remplacer la pale i. Prenez contact avec l'usine pour remplacer la plaque de montage i. Renvoyez à l'usine ou au distributeur i. Renvoyez à l'usine ou au distributeur
6. Cliquetis ou chocs venant du générateur	<ul style="list-style-type: none"> a. Générateur lâche dans le mât. Rotor (cylindre à aimants) lâche sur l'arbre, queue lâche, coussin de caoutchouc manquant, fils lâches dans le mât, boulon de pivot desserré. c. Roulements usés d. Arbre rompu 	<ul style="list-style-type: none"> i. Inspectez les dommages. Réparez comme nécessaire. Reserrez la quincaillerie d'assemblage, utilisez un fluide de frein à filets Loctite ou équivalent . i. Prenez contact avec l'usine pour remplacer les roulements i. Prenez contact avec l'usine pour remplacer l'arbre

Symptômes de problèmes électriques :

symptôme	cause possible	correction
1. L'hélice tourne lentement même par vent fort, mais ne démarre pas	<ul style="list-style-type: none"> a. L'interrupteur de déviation est sur ON b. Les batteries sont périmées (tension inférieure à 0,5 x la tension nominale) c. Câblage de l'éolienne incorrect d. Court-circuit dans le câblage du générateur au contrôleur Whisper e. Composant défectueux dans le contrôleur Whisper f. Court-circuit dans les balais ou les anneaux de transmission g. Court-circuit dans l'éolienne h. Appareils ou batteries débranchés 	<ul style="list-style-type: none"> i. Mettez l'interrupteur de DEVIATION en position BATTERY i. Déconnectez les appareils ou batteries raccordés au Whisper Key jusqu'à ce que le générateur démarre i. Recâblez i. Vérifiez le câblage du mât i. Voir "Essai au voltmètre", p. 31 i. Prenez contact avec le distributeur ou l'usine i. Prenez contact avec le distributeur ou l'usine i. Contrôlez toutes les connexions
2. L'hélice tourne trop vite, siffle éventuellement, pas de courant de sortie, pas de bruit mécanique inhabituel	<ul style="list-style-type: none"> a. 2 ou 3 fils ouverts entre l'éolienne et le contrôleur Whisper. b. Les diodes du Contrôleur Whisper sont ouvertes ou un fil est déconnecté au terminal des diodes 	<ul style="list-style-type: none"> i. Voir "Essai au voltmètre", p. 31 i. Voir "Essai au voltmètre", p. 31
3. L'hélice tourne trop vite, siffle éventuellement, peu de courant de sortie, pas de bruit mécanique inhabituel	<ul style="list-style-type: none"> a. Tension des batteries supérieure de 50% à la normale b. L'éolienne régule peut-être, mais le vent est trop fort pour qu'elle s'arrête 	<ul style="list-style-type: none"> i. Examinez les spécifications des batteries et le point de régulation, remplacez si nécessaire les batteries mal dimensionnées i. Attendez un vent plus faible et engagez l'interrupteur de déviation pour déterminer le fonctionnement correct
4. L'hélice tourne trop vite, siffle éventuellement, sa puissance est réduite d'au moins 50% pour une vitesse de vent donnée, et on peut sentir à la main contre le mât des vibrations	<ul style="list-style-type: none"> a. Fil débranché le entre l'éolienne et le contrôleur Whisper b. Une diode ouverte ou déconnectée c. Mauvais contact d'un anneau de transmission ou d'un balai. 	<ul style="list-style-type: none"> i. Voir "Essai au voltmètre," p. 31 i. Voir "Essai au voltmètre", p. 31 i. Prenez contact avec le distributeur ou l'usine
5. L'hélice tourne trop lentement, le courant de sortie est bas, pas de bruit mécanique inhabituel	<ul style="list-style-type: none"> a. Tension des batteries basse ou une batterie périmée. b. Câblage incorrect de l'éolienne 	<ul style="list-style-type: none"> i. Débranchez les appareils et laissez les batteries se charger. i. Contrôlez les connexions du câblage de l'aérogénérateur ou recâblez

Symptômes des problèmes du contrôleur whisper :

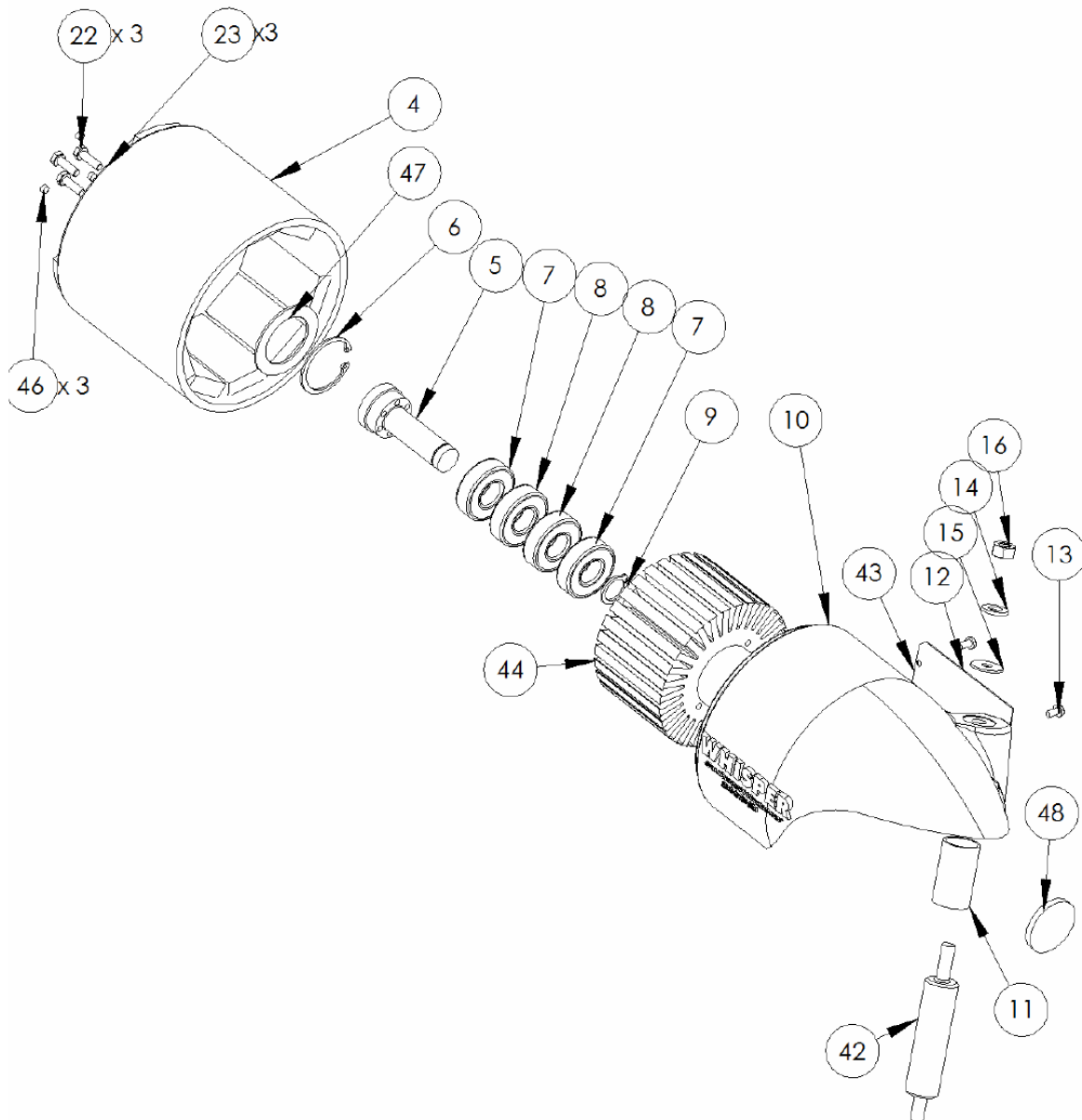
symptôme	cause possible	correction
1. L'hélice tourne lentement, même par vent fort	a. Interrupteur de frein sur ON b. Diode court-circuitée c. Batteries périmées ou déconnectées d. Court-circuit dans le câblage de l'éolienne	i. Mettez l'interrupteur sur "OFF" i. Prenez contact avec le distributeur ou l'usine i. Vérifiez que la tension des batteries aux bornes du contrôleur est au moins 10; 20; 32 ou 44 V selon le modèle de l'éolienne i. Voir "Tableau des problèmes électriques", p. 32
2. Pas de régulation, D.E.L. rouge éteinte et banc de résistances froid	a. Tension des batteries en-dessous du réglage b. Circuit imprimé défectueux	i. Ajustez le réglage. Contrôlez les batteries à l'aide d'un voltmètre i. Prenez contact avec le distributeur ou l'usine
3. Pas de régulation, D.E.L. rouge allumée et banc de résistances froid	a. Banc de dissipation surchauffé, déconnecté ou câblé incorrectement b. Mauvaise connexion du circuit imprimé au bloc de puissance	i. Prenez contact avec le distributeur ou l'usine i. Prenez contact avec le distributeur ou l'usine
4. Banc de dissipation toujours en fonctionnement, D.E.L. rouge allumée	a. Point de réglage de tension erroné b. Circuit imprimé défectueux c. Interrupteur de déviation sur "stop" ou déconnecté	i. Ajustez le réglage. Contrôlez les batteries à l'aide d'un voltmètre. i. Prenez contact avec le distributeur ou l'usine

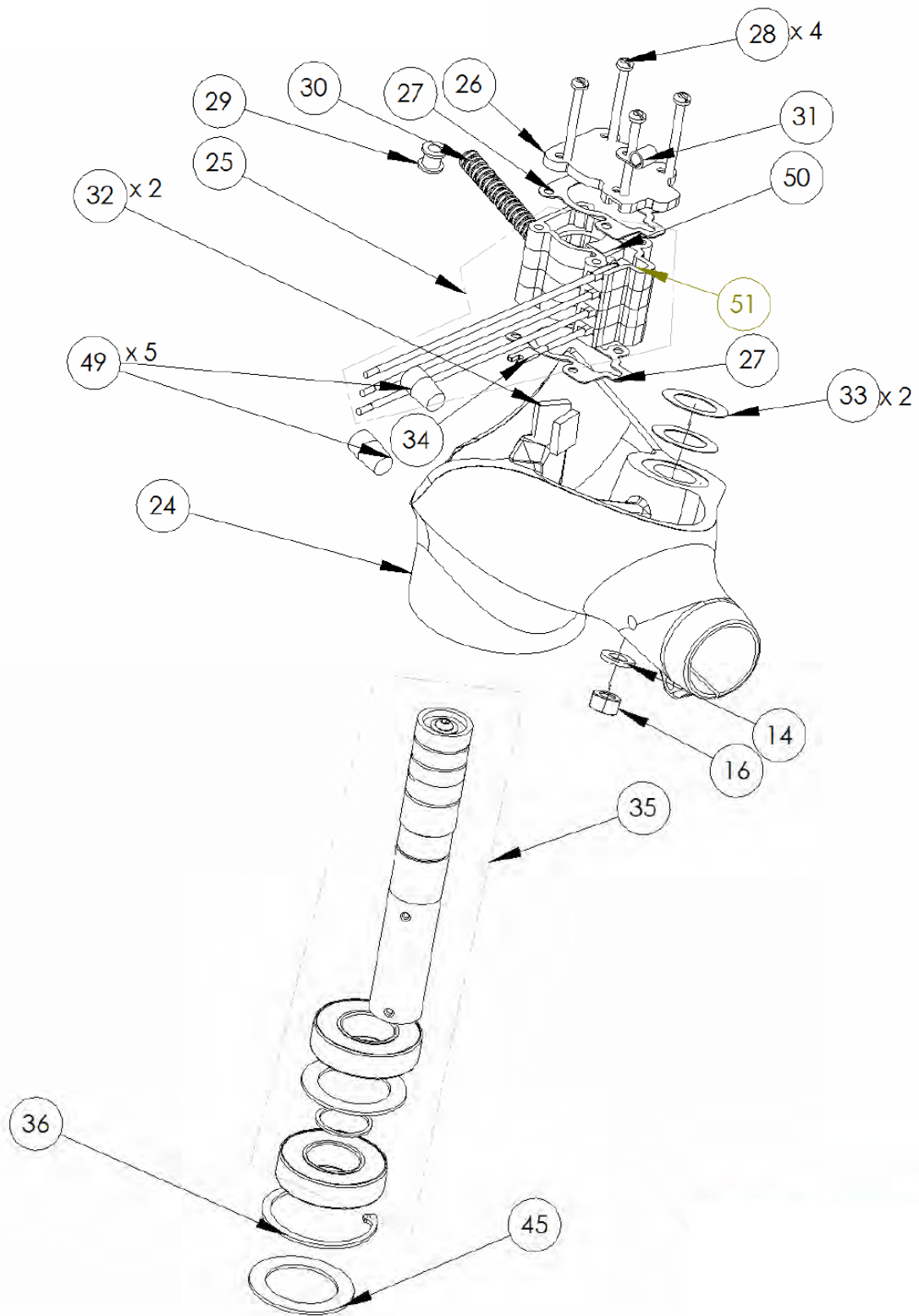
Essais au voltmètre :

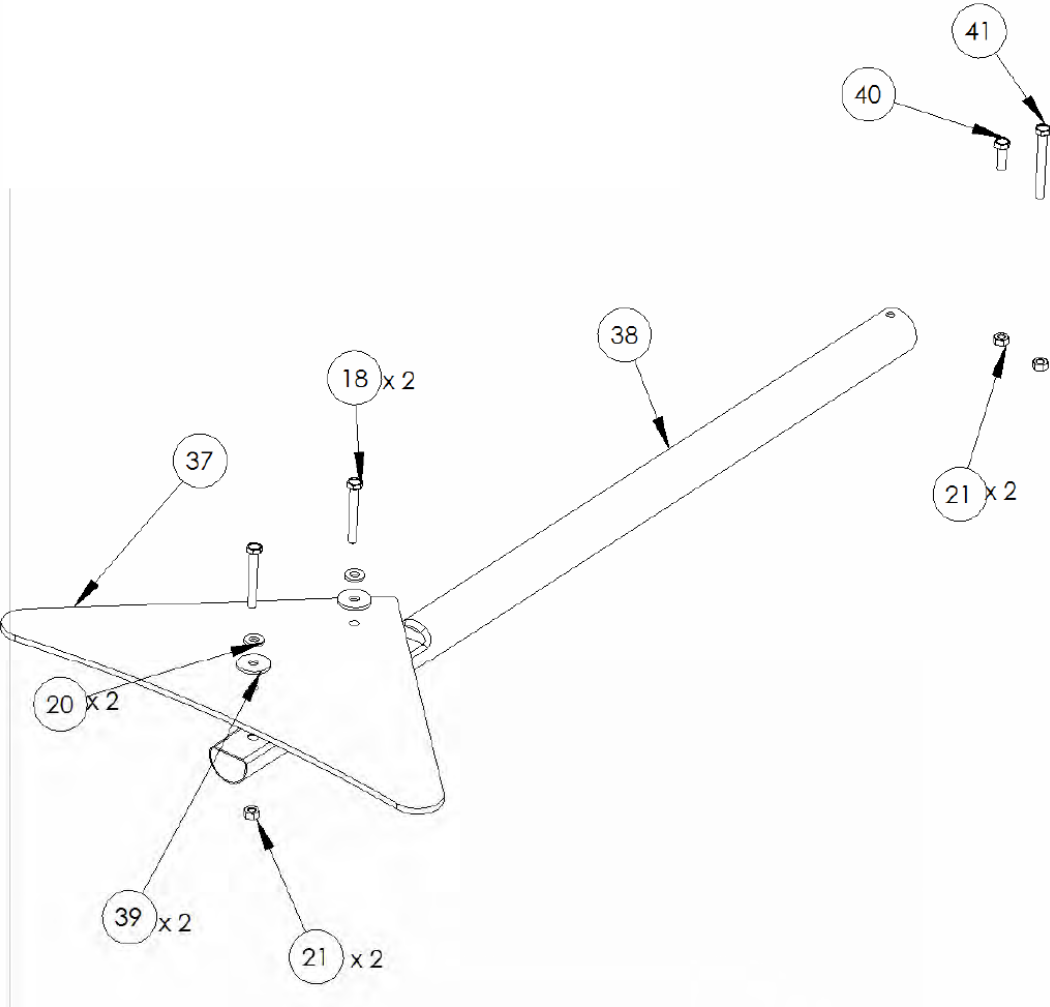
- a). La tension augmente et décroît lentement par rapport à la vitesse du vent, entre toute combinaison de deux fils: tout va bien.
- b). Pas de tension entre les fils: l'un des fils de l'aérogénérateur ne conduit pas de courant. Il faut vérifier dans l'ordre, que le câblage du mât et les connexions du contrôleur Whisper sont bons.
- c). La tension est sensiblement plus haute entre deux fils qu'entre les autres. Il s'agit peut-être d'une diode court-circuitée.
- d). La tension est sensiblement plus basse entre deux fils qu'entre les autres: mauvaise connexion aux connexions de tension de l'éolienne, ou bobinage du stator défectif.

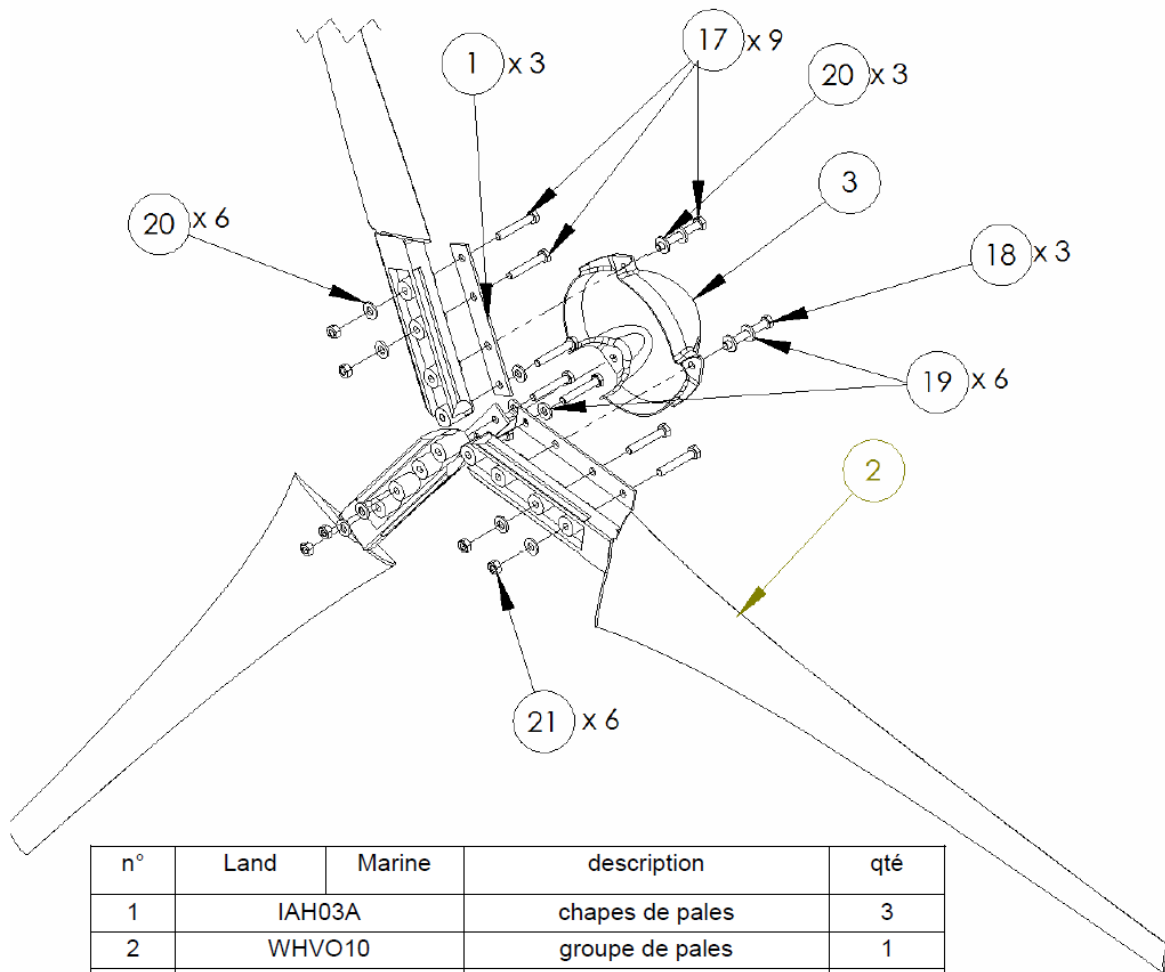
e). Si ces résultats ne mènent pas à une conclusion quand au problème, rendez-vous directement au tableau: Symptômes des problèmes électriques ou tableau: Symptômes des problèmes du contrôleur Whisper.

Vue éclatée de la Whisper 100 :









n°	Land	Marine	description	qté
1	IAH03A		chapes de pales	3
2	WHVO10		groupe de pales	1
3	IAH08A		capuchon	1
17	IAR11		boulon M8 x 50	9
18	IRA12		boulon M8 x 55	3
19	IAR14		rondelle de blocage inox M8	6
20	IAR15		rondelle inox M8 x 24	6
21	IAR17		écrou inox à insert Nylon M8	6

n°	LAND	MARINE	DESCRIPTION	qté
4	3-CMBP-1128-01		groupe cylindre rotor	1
5	3-CMBP-1139		arbre	1
6	3-CMBP-1139		anneau rapide	1
7	3-CABR-1003		roulement extérieur	2
8	3-CABR-1007		roulement intérieur	2
9	3-CAOT-1065		anneau rapide	1
10	3-CMBP-1225-01	3-CMBP-1225-03	corps supérieur	1
11	3-CAOT-1051		roulement en bronze	1
12	3-CMBP-1081		capot des fils	1
13	3-HDBT-2000—02		vis du capot des fils	2
14	3-HDWA-102-10		rondelle	2
15	3-CMBP-1233		rondelle nylon	1
16	3-HDNT-201-03		écrou à insert nylon M10	2
23	HDWA-200-07		rondelle de blocage M6	3
24	3-CMBP-1226-01	3-CMBP-1226-03	corps inférieur	1
25	3-CMBP-1228		groupe balais et soudure ultrasonique	1
26	3-CMBP-1055		capot du groupe balais	1
27	3-CMBP-1109		joint du groupe balais	2
28	HDBT-2001-027		vis M5 x 60	4
29	3-CAOT-1156		anneau de coutchouc	1
30	3-CAOT-1177		tube convoluté	1
31	3-CAOT-1160		serre-câble	1
32	3-CMBP-1177		coussin néoprène 6,35 mm	2
33	3-HDWA-904		rondelle de bronze	2
34	3-ELOT-1012		terminal fourché	1
35	3-CMBP-1194		groupe pivot	1
36	3-CAOT-1067		anneau rapide	1
42	3-CMBP-1122		arbre pivot	1
43	3-CMLB-1016		autocollant pour câblage	1
44	3-CMBP-1198-01	3-CMBP-1198-02	stator	1
45		3-CAOT-1068	joint de l'arbre pivot	1
46		3-HDBT-2003-031	vis de fermeture	3
47		3-CAOT-1076	joint de l'arbre	1
48		3-CAOT-1077	bouchon du stator	1
49	3-CAOT-1168		connecteurs des fils	5
50	3-CMBP-1054-01		balai avec joint	1
51	3-CAOT-1050		ressort de balai	1

n°	Land	Marine	description	qté
18	3-HDBT-2006-074		boulon M8 x 55	2
20	3-HDWA-201-09		rondelle inox M8 x 24	2
21	3-HDNT-201-02		écrou inox à insert Nylon M8	4
22	3-HDBT-2006-033		boulon M8 x 20	3
37	3-CMBP-1142		aileron caudal	1
38	3-CMBP-1180		tige caudale	1
39	3-HDWA-905		rondelle Nylon M8 x 31	2
40	3-HDBT-2004-069		boulon M8 x 25	1



MODULE

CS100-VP

These new current sensors are based on principle of hall effect and null balance method with galvanic isolation between input and output. The output voltage from the current sensor is the perfect image of the primary (input) current. The sensors provide wide application capability for electronic measurement of DC, AC, pulsed currents or their combinations and can also be used as a feedback element to control or regulate the electric devices



Features

- Noncontact measure the high current
- Measures DC, AC and impulse currents
- Current sensing up to 200A peak
- Very fast response and high accuracy
- High overload capacity
- Temperature range -25°C to +85°C

Electrical Data

- Nominal current (IN) $\pm 100A$ rms
 - Current range $0 \sim \pm 200A$ peak*
 - Nominal output voltage 4 V
 - Overall accuracy at 25°C 0.5%
 - Supply voltage $\pm 12V \sim \pm 18V$
 - Current consumption 125 mA (at 100A input)
- * at $\pm 18V$ power supply , 25°C

Dynamic Performance

- Null offset voltage: Max.8mV (25°C)
- Thermal drift of offset current: Max. 10mV (0°C to 70°C)
- Linearity: better than 0.1%
- Response time: better than 1 μ S
- di / dt : better than 50A/ μ S
- Frequency range: DC to 100KHz

General Data

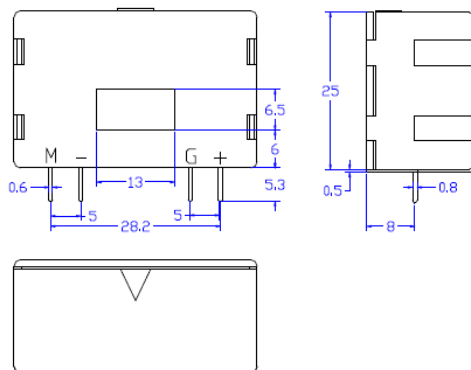
- Sensor housing: insulated plastic case
- Fire-retardant feature: UL94 V-0
- Isolation voltage: 5kV/50Hz/1min.
- Operating temperature -25°C to +85°C
- Storage temperature: -40°C to +100°C

Attention

- Busbar's temperature don't over 100°C
- The dynamic performance is the best when the busbar is fill the hole full
- A positive output voltage is obtained on terminal M when the input current flows in the direction of the arrow
- It is recommended that the input resistance at the user's connection circuit exceed 10k Ω since the output resistance of the current sensor is 40 Ω

Typical Applications

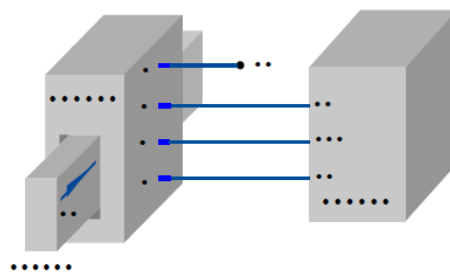
- Variable speed drives for motor
- Welding Equipment
- Power supplies Equipment
- Measure and control system
- Over current protection
- Protection of power semiconductors



Mounting Dimensions (in mm)

Electrical Connection

I_p is primary current(input)
 I_m is secondary current(output)



LEM

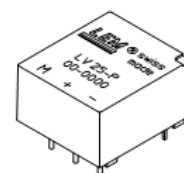
Capteur de tension LV 25-P

Pour la mesure électronique des tensions : DC, AC, Impulsionnelles..., avec une isolation galvanique entre le circuit primaire (haute tension) et le circuit secondaire (circuit électronique).



$$I_{PN} = 10 \text{ mA}$$

$$V_{PN} = 10 \dots 500 \text{ V}$$



Caractéristiques électriques principales

I_{PN}	Courant primaire efficace nominal	10	mA
I_P	Courant primaire, plage de mesure	0 .. ± 14	mA
R_M	Résistance de mesure	$R_{M \min}$	$R_{M \max}$
	avec ± 12 V	@ ± 10 mA _{max}	30 190 Ω
		@ ± 14 mA _{max}	30 100 Ω
	avec ± 15 V	@ ± 10 mA _{max}	100 350 Ω
		@ ± 14 mA _{max}	100 190 Ω
I_{SN}	Courant secondaire efficace nominal	25	mA
K_N	Rapport de transformation	2500 : 1000	
V_C	Tension d'alimentation (± 5 %)	± 12 .. 15	V
I_C	Courant de consommation	10 (@ ± 15 V) + I_S	mA
V_d	Tension efficace d'essai diélectrique ¹⁾ , 50 Hz, 1 mn	2.5	kV

Précision - Performances dynamiques

X_G	Précision globale @ I_{PN} , $T_A = 25^\circ\text{C}$	@ ± 12 .. 15 V	± 0.9	%
		@ ± 15 V (± 5 %)	± 0.8	%
ϵ_L	Linéarité		< 0.2	%
I_O	Courant de décalage @ $I_P = 0$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	Typ	Max	mA
I_{OT}	Dérive en température de I_O	0°C .. + 25°C	± 0.06	± 0.25
		+ 25°C .. + 70°C	± 0.10	± 0.35
t_r	Temps de retard ²⁾ @ 90 % de $V_{P \max}$	40		µs

Caractéristiques générales

T_A	Température ambiante de service	0 .. + 70	°C
T_S	Température ambiante de stockage	- 25 .. + 85	°C
R_P	Résistance bobine primaire @ $T_A = 70^\circ\text{C}$	250	Ω
R_S	Résistance bobine secondaire @ $T_A = 70^\circ\text{C}$	110	Ω
m	Masse	22	g
	Normes ³⁾	EN 50178	

Notes : ¹⁾ Entre primaire et secondaire

²⁾ $R_1 = 25 \text{ k}\Omega$ (Constante de temps L/R, engendrée par la résistance et l'inductance du circuit primaire)

³⁾ Une liste des essais correspondants est disponible sur demande

Généralités

- Capteur de tension de type boucle fermée (à compensation) utilisant l'effet Hall
- Boîtier injecté en matière isolante auto-extinguible de classe UL 94-V0.

Principes d'utilisation

- Pour mesurer une tension, il faut prélever un courant proportionnel à la tension à mesurer
- Le primaire du capteur est à raccorder directement aux bornes de la tension à mesurer avec une résistance R_1 en série.

Avantages

- Excellente précision
- Très bonne linéarité
- Faible dérive en température
- Faible temps de retard
- Grande bande passante
- Grande immunité aux perturbations extérieures
- Faible perturbation en mode commun.

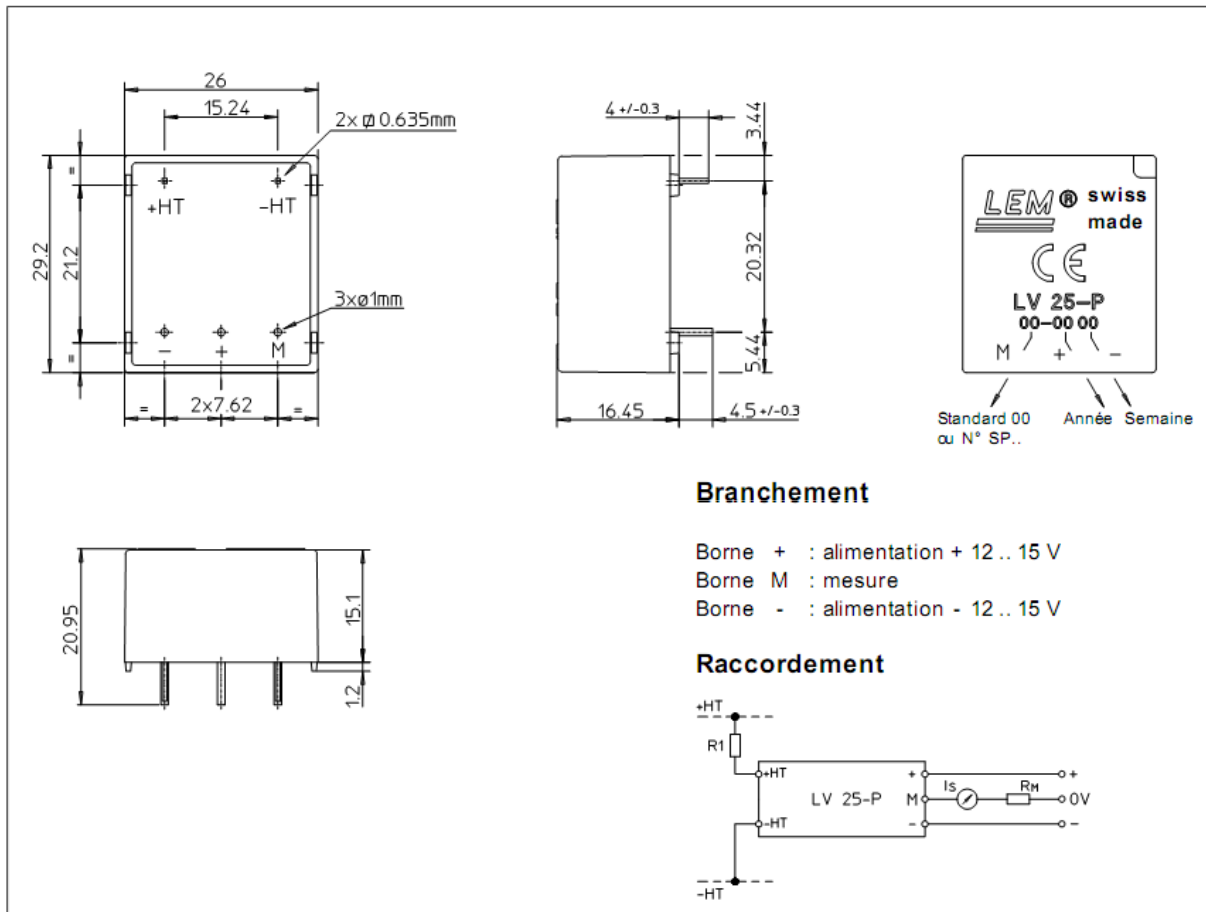
Applications

- Variateurs de vitesse et entraînements à servomoteur AC
- Convertisseurs statiques pour entraînements à moteur DC
- Applications alimentées par batteries
- Alimentations Sans Interruption (ASI)
- Alimentations pour applications de soudage.

981125/14



Dimensions LV 25-P (en mm)



Caractéristiques mécaniques

- Tolérance générale ± 0.2 mm
- Fixation et connexion primaire 2 picots
0.635 x 0.635 mm
- Fixation et connexion secondaire 3 picots $\varnothing 1$ mm
- \varnothing de perçage recommandé 1.2 mm

Remarques générales

- I_s est positif lorsqu'une tension positive V_p est appliquée à la borne +HT.
- Ce modèle est un type standard. Pour des caractéristiques ou exécutions différentes (tensions d'alimentation, rapports de transformation, mesure unidirectionnelle...), veuillez nous consulter.

Indications pour l'utilisation du capteur de tension type LV 25-P

Résistance primaire R_1 : la précision optimale du capteur est obtenue avec le courant primaire nominal. Dans la mesure du possible, R_1 sera dimensionnée pour que la tension nominale à mesurer corresponde à un courant primaire de 10 mA.

Exemple : soit une tension à mesurer $V_{PN} = 250$ V

a) $R_1 = 25$ k Ω / 2.5 W, $I_p = 10$ mA	Précision = ± 0.8 % de V_{PN} (@ $T_A = +25^\circ\text{C}$)
b) $R_1 = 50$ k Ω / 1.25 W, $I_p = 5$ mA	Précision = ± 1.6 % de V_{PN} (@ $T_A = +25^\circ\text{C}$)

Plage d'utilisation : compte tenu d'une part de la résistance du bobinage primaire (qui doit être faible par rapport à R_1 , pour que sa variation en température soit négligeable) et d'autre part de l'isolation, ce capteur convient pour la mesure de tension nominale de 10 V à 500 V.

LEM se réserve le droit d'apporter certaines modifications sur ses capteurs, dans le sens d'une amélioration, ceci sans avis spécial.



AY-5-1013A AY-3-1014A
AY-6-1013 AY-3-1015

GENERAL INFORMATION

UAR/T Universal Asynchronous Receiver/Transmitter

FEATURES

- DTL and TLL compatible—no interfacing circuits required—drives one TTL load.
- Fully Double Buffered—eliminates need for system synchronization, facilitates high-speed operation.
- Full Duplex Operation—can handle multiple bauds. (receiving-transmitting) simultaneously.
- Start Bit Verification—decreases error rate with center sampling.
- Receiver center sampling of serial input; 46% distortion immunity.
- High Speed Operation.
- Three-State Outputs—bus structure capability.
- Low Power—minimum power requirements.
- Input Protected—eliminates handling problems.

AY-5-1013A

- GIANT P-channel nitride process.
- 0 to 30kbaud/0 to 40kbaud.
- Pull up resistors to V_{CC} on all inputs.

AY-6-1013

- GIANT P-channel nitride process.
- 0 to 20kbaud.
- Extended Operating Temperature Range:
-40°C to +85°C (plastic package)
-55°C to +125°C (ceramic package)
- Pull-up resistors to V_{CC} on all inputs.

AY-3-1014A/1015

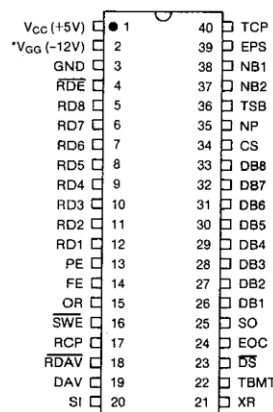
- Single Supply Operation:
+4.75V to +14V (AY-3-1014A)
+4.75V to +5.25V (AY-3-1015)
- CMOS compatible (AY-3-1014A).
- 1½ stop bit mode.
- External reset of all registers.
- GIANT II N-channel Ion Implant Process.
- 0 to 30k baud.
- Pull-up resistors to V_{CC} on all inputs (AY-3-1015).

DESCRIPTION

The Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UAR/T) is an LSI subsystem which accepts binary characters from either a terminal device or a computer and receives/transmits this character with appended control and error detecting bits. All characters contain a start bit, 5 to 8 data bits, one or two stop bits (1½ stop bit capability with the AY-3-1014A/1015), and either odd/even parity or no parity. In order to make the UAR/T universal, the baud, bits per word, parity mode, and the number of stop bits are externally selectable. The device is constructed on a single monolithic chip. All inputs and outputs are directly compatible with MTOS/MTNS logic, and also with TTL/DTL/CMOS logic without the need for interfacing components. All strobed outputs are three-state logic.

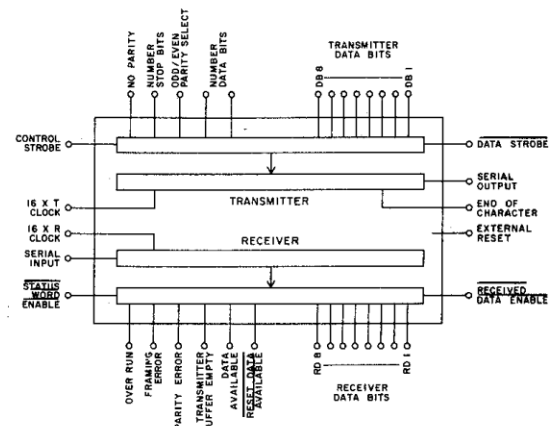
PIN CONFIGURATION 40 LEAD DUAL IN LINE

Top View



*Pin 2: AY-3-1014A/1015 — No Connection.

BLOCK DIAGRAM



UAR/T GENERAL INFORMATION



PIN FUNCTIONS

Pin No.	Name (Symbol)	Function															
1	V _{CC} Power Supply (V _{CC})	+5V Supply															
2	V _{GG} Power Supply (V _{GG})	-12V Supply (Not connected for AY-3- 1014A/1015)															
3	Ground (V _{GI})	Ground															
4	Received Data Enable ($\overline{\text{RDE}}$)	A logic "0" on the receiver enable line places the received data onto the output lines.															
5-12	Received Data Bits (RD8-RD1)	These are the 8 data output lines. Received characters are right justified: the LSB always appears on RD1. These lines have tri-state outputs; i.e., they have the normal TTL output characteristics when RDE is "0" and a high impedance state when RDE is "1". Thus, the data output lines can be bus structure oriented.															
13	Parity Error (PE)	This line goes to a logic "1" if the received character parity does not agree with the selected parity. Tri-state.															
14	Framing Error (FE)	This line goes to a logic "1" if the received character has no valid stop bit. Tri-state.															
15	Over-Run (OR)	This line goes to a logic "1" if the previously received character is not read (DAV line not reset) before the present character is transferred to the receiver holding register. Tri-state.															
16	Status Word Enable ($\overline{\text{SWE}}$)	A logic "0" on this line places the status word bits (PE, FE, OR, DAV, TBMT) onto the output lines. Tri-state.															
17	Receiver Clock (RCP)	This line will contain a clock whose frequency is 16 times (16X) the desired receiver baud.															
18	Reset Data Available ($\overline{\text{RDV}}$)	A logic "0" will reset the DAV line. The DAV F/F is only thing that is reset.															
19	Data Available (DAV)	This line goes to a logic "1" when an entire character has been received and transferred to the receiver holding register. Tri-state. Fig.12,34.															
20	Serial Input (SI)	This line accepts the serial bit input stream. A Marking (logic "1") to spacing (logic "0") transition is required for initiation of data reception. Fig.11,12,33,34.															
21	External Reset (XR)	Resets all registers (except that the received data register is not reset in the AY-5-1013/1013A and AY-6-1013). Sets SO, EOC, and TBMT to a logic "1". Resets DAV, and error flags to "0". Clears input data buffer. Must be tied to logic "0" when not in use.															
22	Transmitter Buffer Empty (TBMT)	The transmitter buffer empty flag goes to a logic "1" when the data bits holding register may be loaded with another character. Tri-state. See Fig.18,20,40,42.															
23	Data Strobe ($\overline{\text{DS}}$)	A strobe on this line will enter the data bits into the data bits holding register. Initial data transmission is initiated by the rising edge of $\overline{\text{DS}}$. Data must be stable during entire strobe.															
24	End of Character (EOC)	This line goes to a logic "1" each time a full character is transmitted. It remains at this level until the start of transmission of the next character. See Fig.17,19,39,41.															
25	Serial Output (SO)	This line will serially, by bit, provide the entire transmitted character. It will remain at a logic "1" when no data is being transmitted. See Fig.16.															
26-33	Data Bit Inputs (DB1-DB8)	There are up to 8 data bit input lines available.															
34	Control Strobe (CS)	A logic "1" on this lead will enter the control bits (EPS, NB1, NB2, TSB, NP) into the control bits holding register. This line can be strobed or hard wired to a logic "1" level.															
35	No Parity (NP)	A logic "1" on this lead will eliminate the parity bit from the transmitted and received character (no PE indication). The stop bit(s) will immediately follow the last data bit. If not used, this lead must be tied to a logic "0".															
36	Number of Stop Bits (TSB)	This lead will select the number of stop bits, 1 or 2, to be appended immediately after the parity bit. A logic "0" will insert 1 stop bit and a logic "1" will insert 2 stop bits. For the AY-3-1014A/1015, the combined selection of 2 stop bits and 5 bits/character will produce 1½ stop bits.															
37-38	Number of Bits/Character (NB2, NB1)	These two leads will be internally decoded to select either 5, 6, 7 or 8 data bits/character.															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>NB2</th> <th>NB1</th> <th>Bits/Character</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table>	NB2	NB1	Bits/Character	0	0	5	0	1	6	1	0	7	1	1	8
NB2	NB1	Bits/Character															
0	0	5															
0	1	6															
1	0	7															
1	1	8															
39	Odd/Even Parity Select (EPS)	The logic level on this pin selects the type of parity which will be appended immediately after the data bits. It also determines the parity that will be checked by the receiver. A logic "0" will insert odd parity and a logic "1" will insert even parity.															
40	Transmitter Clock (TCP)	This line will contain a clock whose frequency is 16 times (16X) the desired transmitter baud.															



UAR/T GENERAL INFORMATION

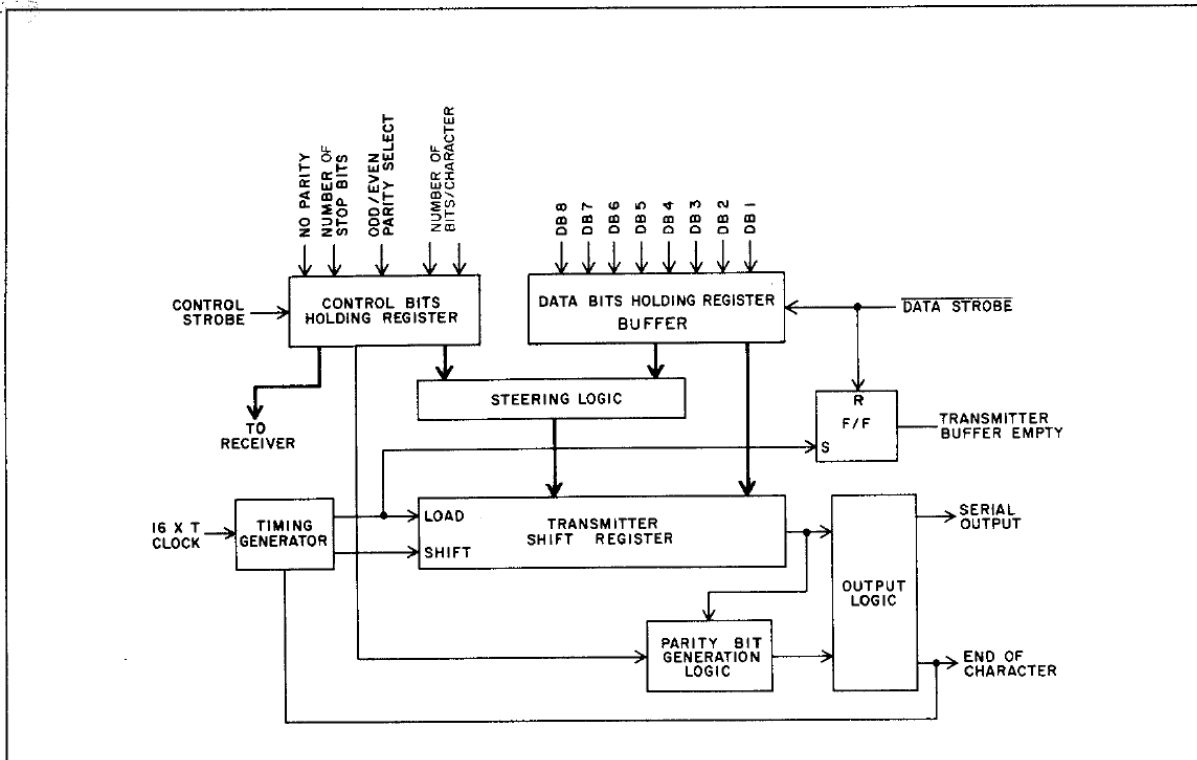


Fig.3 TRANSMITTER BLOCK DIAGRAM

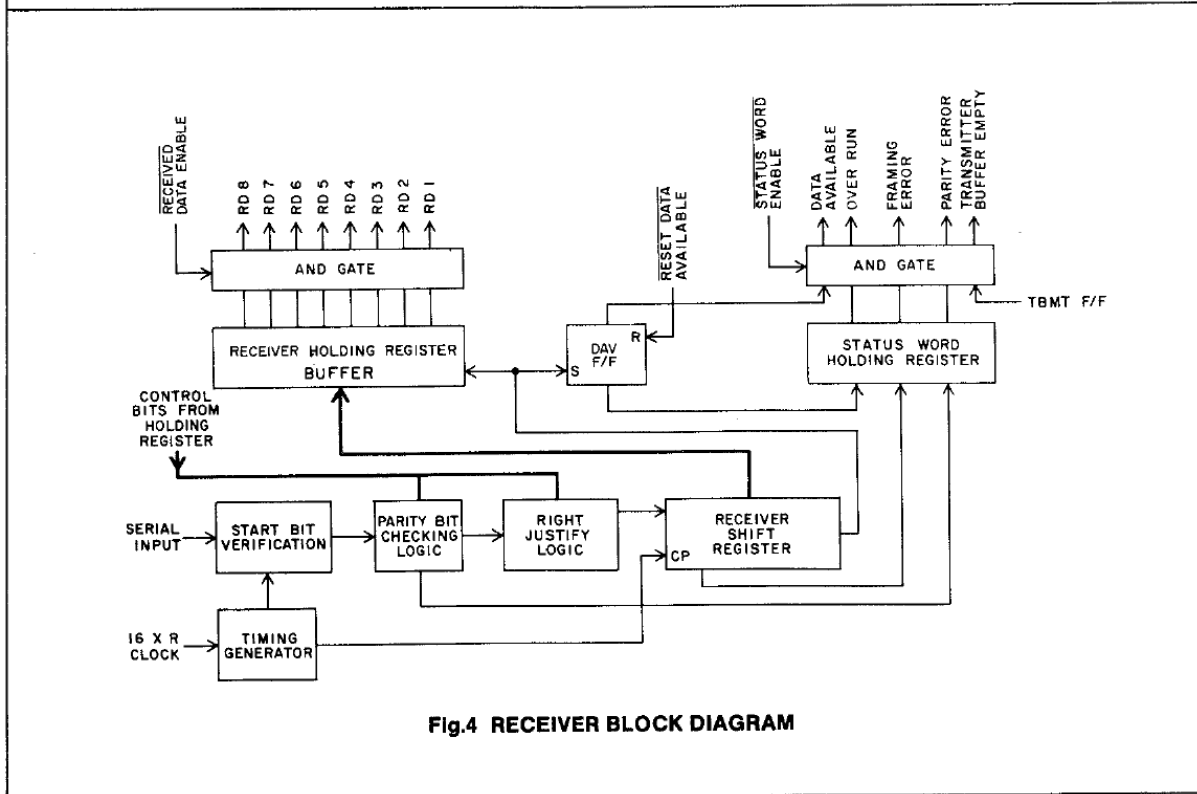
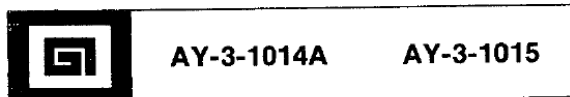


Fig.4 RECEIVER BLOCK DIAGRAM



SPECIFICATIONS

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Maximum Ratings*

V_{CC} (with respect to V_{GI}) -0.3 to +16V
 Storage Temperature -65°C to +150°C
 Operating Temperature 0°C to +70°C
 Lead Temperature (Soldering, 10 sec) +330°C

*Exceeding these ratings could cause permanent damage. Functional operation of these devices at these conditions is not implied —operating ranges are specified below.

Standard Conditions (unless otherwise noted)

V_{CC} = +4.75 to +14V (AY-3-1014A)
 V_{CC} = +4.75V to +5.25V (AY-3-1015)
 Operating Temperature (T_A) = 0°C to +70°C

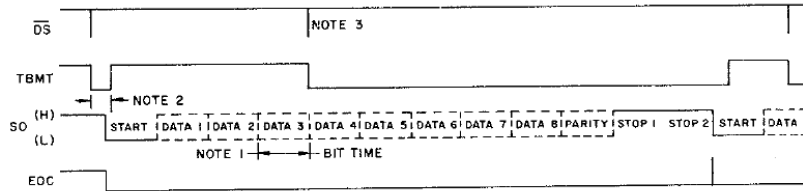
Characteristic	Min	Typ**	Max	Units	Conditions
DC CHARACTERISTICS					
Input Logic Levels (AY-3-1014A)					
Logic 0	0	—	0.8	Volts	
Logic 1: at V_{CC} = +4.75V	2.0	—	$V_{CC} + 0.3$	Volts	
at V_{CC} = +14V	3.0	—	$V_{CC} + 0.3$	Volts	
Input Logic Levels (AY-3-1015)					
Logic 0	0	—	0.8	Volts	
Logic 1	2.0	—	$V_{CC} + 0.3$	Volts	AY-3-1015 has internal pull-up resistors to V_{CC} . 0 volts bias, $f = 1$ MHz
Input Capacitance					
All inputs	—	—	20	pF	
Output Impedance					
Tri-State Outputs	1.0	—	—	M Ω	
Data Output Levels					
Logic 0	—	—	+0.4	Volts	$I_{OL} = 1.6$ mA (sink)
Logic 1: AY-3-1014A/1015	2.4	—	—	Volts	$I_{OH} = -40$ μ A (source) - at $V_{CC} = +5$ V
AY-3-1014A only	3.5	—	—	Volts	$I_{OH} = -50$ μ A (source) - at $V_{CC} = +14$ V
Output Capacitance					
Short Ckt. Current	—	—	—	—	See Fig.45.
Power Supply Current					
I_{CC} at $V_{CC} = +5$ V (AY-3-1014A)	—	10	15	mA	See Fig.47.
I_{CC} at $V_{CC} = +14$ V (AY-3-1014A)	—	14	20	mA	See Fig.48.
I_{CC} at $V_{CC} = +5$ V (AY-3-1015)	—	10	15	mA	
A.C. CHARACTERISTICS					
$T_A = 25^\circ\text{C}$, Output load capacitance 50 pF max.					
Clock Frequency	DC	—	480/400	KHz	at $V_{CC} = +4.75$ V/+14V
Baud	0	—	30/25	Kbaud	at $V_{CC} = +4.75$ V/+14V
Pulse Width					
Clock Pulse	3.0	—	—	μ s	See Fig.31
Control Strobe	200	—	—	ns	See Fig.37
Data Strobe	200	—	—	ns	See Fig.36
External Reset	500	—	—	ns	See Fig.35
Status Word Enable	500	—	—	ns	See Fig.43
Reset Data Available	200	—	—	ns	See Fig.44
Received Data Enable	500	—	—	ns	See Fig.43
Set Up & Hold Time					
Input Data Bits	20	—	—	ns	See Fig.36
Input Control Bits	20	—	—	ns	See Fig.37
Output Propagation Delay					
TPD0	—	—	500	ns	See Fig.43 & 46
TPD1	—	—	500	ns	See Fig.43 & 46

**Typical values are at +25°C and nominal voltages.



AY-3-1014A ■ AY-3-1015

TIMING DIAGRAMS



NOTE: SEE FIGURES 28, 29, 30 FOR DETAILS.
 TRANSMITTER INITIALLY ASSUMED INACTIVE AT START OF DIAGRAM, SHOWN FOR 8 LEVEL CODE AND PARITY AND TWO STOPS.
 1: BIT TIME = 16 CLOCK CYCLES.
 2: IF TRANSMITTER IS INACTIVE THE START PULSE WILL APPEAR ON LINE 1 TO 2 CLOCK CYCLES AFTER THE DATA STROBE OCCURS. SEE DETAIL.
 3: SINCE TRANSMITTER IS DOUBLE BUFFERED ANOTHER DATA STROBE CAN OCCUR ANYWHERE DURING TRANSMISSION OF CHARACTER 1 AFTER TBMT GOES HIGH.

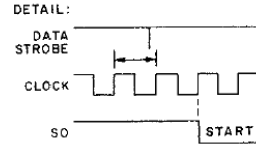


Fig.27 UAR/T-TRANSMITTER TIMING

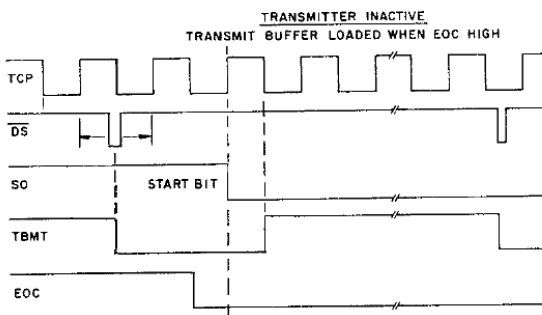


Fig.28 TRANSMITTER AT START BIT

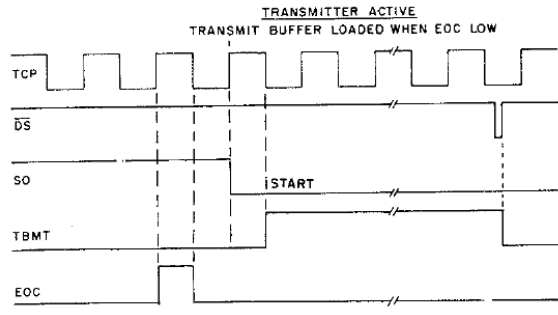


Fig.29 TRANSMITTER AT START BIT

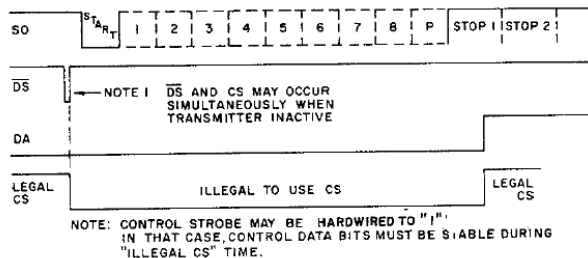


Fig.30 ALLOWABLE POINTS TO USE CONTROL STROBE

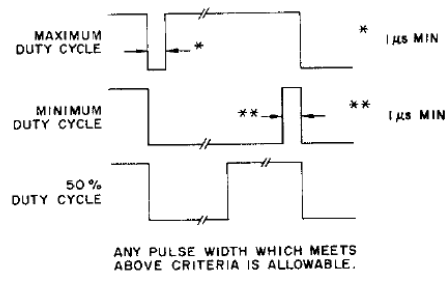


Fig.31 ALLOWABLE TCP, RCP



TIMING DIAGRAMS

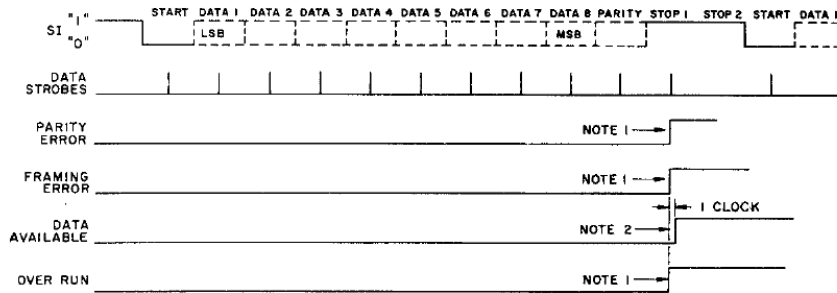


Fig.32 UART RECEIVER TIMING

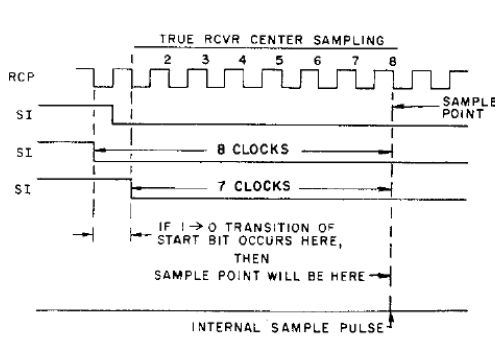


Fig.33

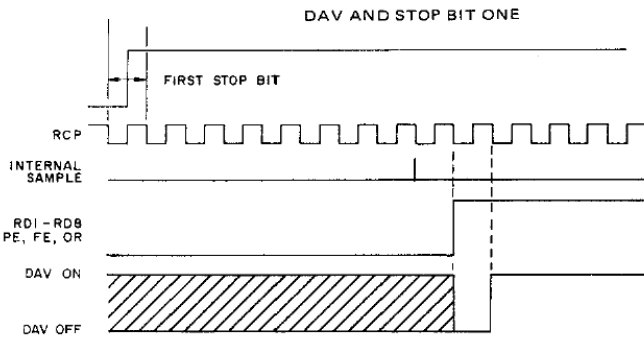
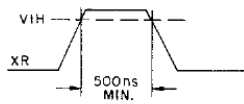


Fig.34 RECEIVER DURING 1ST STOP BIT



WHEN NOT IN USE, XR MUST BE HELD AT GND.
 XR RESETS EVERY REGISTER, SO, TBMT, EOC ARE RESET TO 5V ALL OTHER OUTPUTS RESET TO OV.

Fig.35 XR PULSE

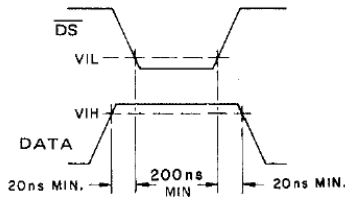
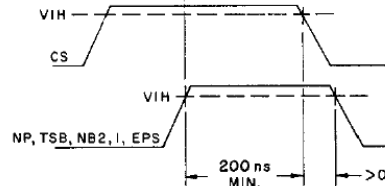
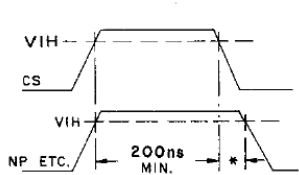


Fig.36 DS



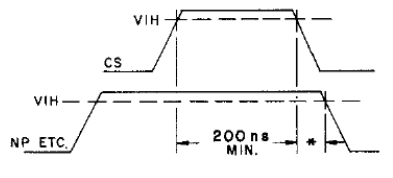
CONTROL BITS MUST BE STABLE FOR LAST 200ns OF CS.

Fig.37a CS



CONTROL STROBE AND CONTROL BITS MUST BE $\le 200\text{ns}$ MINIMUM.

Fig.37b



LEADING EDGE OF CONTROL DATA IS NOT CRITICAL AS LONG AS TRAILING EDGE AND PULSE WIDTH SPECS ARE OBSERVED.

* 20ns MIN.

Fig.37c

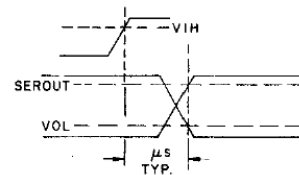
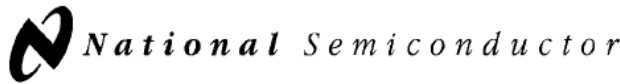


Fig.38 SEROUT



December 1994

ADC0801/ADC0802/ADC0803/ADC0804/ADC0805 8-Bit μ P Compatible A/D Converters

General Description

The ADC0801, ADC0802, ADC0803, ADC0804 and ADC0805 are CMOS 8-bit successive approximation A/D converters that use a differential potentiometric ladder—similar to the 256R products. These converters are designed to allow operation with the NSC800 and INS8080A derivative control bus with TRI-STATE® output latches directly driving the data bus. These A/Ds appear like memory locations or I/O ports to the microprocessor and no interfacing logic is needed.

Differential analog voltage inputs allow increasing the common-mode rejection and offsetting the analog zero input voltage value. In addition, the voltage reference input can be adjusted to allow encoding any smaller analog voltage span to the full 8 bits of resolution.

Features

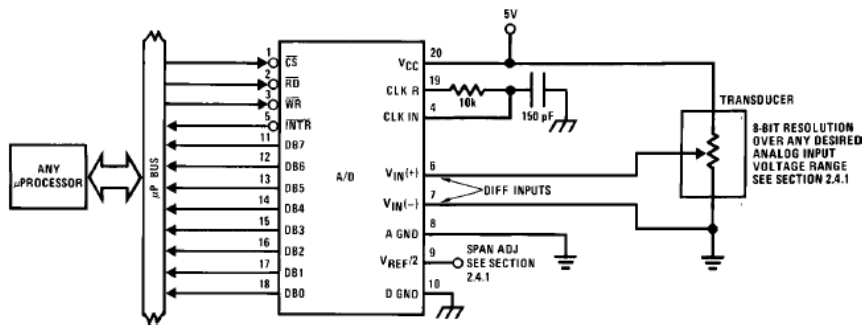
- Compatible with 8080 μ P derivatives—no interfacing logic needed - access time - 135 ns
- Easy interface to all microprocessors, or operates "stand alone"

- Differential analog voltage inputs
- Logic inputs and outputs meet both MOS and TTL voltage level specifications
- Works with 2.5V (LM336) voltage reference
- On-chip clock generator
- 0V to 5V analog input voltage range with single 5V supply
- No zero adjust required
- 0.3" standard width 20-pin DIP package
- 20-pin molded chip carrier or small outline package
- Operates ratiometrically or with 5 V_{DC}, 2.5 V_{DC}, or analog span adjusted voltage reference

Key Specifications

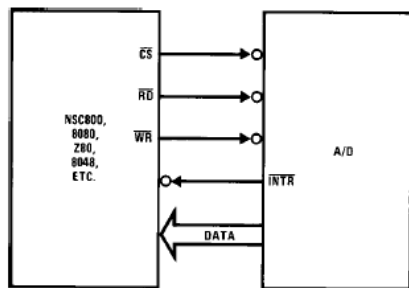
- Resolution 8 bits
- Total error $\pm 1/4$ LSB, $\pm 1/2$ LSB and ± 1 LSB
- Conversion time 100 μ s

Typical Applications



TL/H/5671-1

8080 Interface



TL/H/5671-31

Error Specification (Includes Full-Scale, Zero Error, and Non-Linearity)

Part Number	Full-Scale Adjusted	V _{REF/2} = 2.500 V _{DC} (No Adjustments)	V _{REF/2} = No Connection (No Adjustments)
ADC0801	$\pm 1/4$ LSB		
ADC0802		$\pm 1/2$ LSB	
ADC0803	$\pm 1/2$ LSB		
ADC0804		± 1 LSB	
ADC0805			± 1 LSB

TRI-STATE® is a registered trademark of National Semiconductor Corp.
Z-80® is a registered trademark of Zilog Corp.

ADC0801/ADC0802/ADC0803/ADC0804/ADC0805
8-Bit μ P Compatible A/D Converters

Absolute Maximum Ratings (Notes 1 & 2)

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

Supply Voltage (V_{CC}) (Note 3)	6.5V
Voltage	
Logic Control Inputs	-0.3V to +18V
At Other Input and Outputs	-0.3V to ($V_{CC} + 0.3V$)
Lead Temp. (Soldering, 10 seconds)	
Dual-In-Line Package (plastic)	260°C
Dual-In-Line Package (ceramic)	300°C
Surface Mount Package	
Vapor Phase (60 seconds)	215°C
Infrared (15 seconds)	220°C

Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Package Dissipation at $T_A = 25^\circ\text{C}$	875 mW
ESD Susceptibility (Note 10)	800V

Operating Ratings (Notes 1 & 2)

Temperature Range	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$
ADC0801/02LJ, ADC0802LJ/883	$-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$
ADC0801/02/03/04LCJ	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$
ADC0801/02/03/05LCN	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$
ADC0804LCN	$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$
ADC0802/03/04LCV	$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$
ADC0802/03/04LCWM	$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$
Range of V_{CC}	$4.5 V_{DC}$ to $6.3 V_{DC}$

Electrical Characteristics

The following specifications apply for $V_{CC} = 5 V_{DC}$, $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$ and $f_{CLK} = 640$ kHz unless otherwise specified.

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
ADC0801: Total Adjusted Error (Note 8)	With Full-Scale Adj. (See Section 2.5.2)			$\pm 1/4$	LSB
ADC0802: Total Unadjusted Error (Note 8)	$V_{REF}/2 = 2.500 V_{DC}$			$\pm 1/2$	LSB
ADC0803: Total Adjusted Error (Note 8)	With Full-Scale Adj. (See Section 2.5.2)			$\pm 1/2$	LSB
ADC0804: Total Unadjusted Error (Note 8)	$V_{REF}/2 = 2.500 V_{DC}$			± 1	LSB
ADC0805: Total Unadjusted Error (Note 8)	$V_{REF}/2$ -No Connection			± 1	LSB
$V_{REF}/2$ Input Resistance (Pin 9)	ADC0801/02/03/05 ADC0804 (Note 9)	2.5 0.75	8.0 1.1		k Ω k Ω
Analog Input Voltage Range	(Note 4) $V(+)$ or $V(-)$	Gnd-0.05		$V_{CC} + 0.05$	V_{DC}
DC Common-Mode Error	Over Analog Input Voltage Range		$\pm 1/16$	$\pm 1/8$	LSB
Power Supply Sensitivity	$V_{CC} = 5 V_{DC} \pm 10\%$ Over Allowed $V_{IN}(+)$ and $V_{IN}(-)$ Voltage Range (Note 4)		$\pm 1/16$	$\pm 1/8$	LSB

AC Electrical Characteristics

The following specifications apply for $V_{CC} = 5 V_{DC}$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
T_C	Conversion Time	$f_{CLK} = 640$ kHz (Note 6)	103		114	μs
T_C	Conversion Time	(Note 5, 6)	66		73	$1/f_{CLK}$
f_{CLK}	Clock Frequency Clock Duty Cycle	$V_{CC} = 5V$, (Note 5) (Note 5)	100 40	640	1460 60	kHz %
CR	Conversion Rate in Free-Running Mode	\overline{INTR} tied to \overline{WR} with $\overline{CS} = 0 V_{DC}$, $f_{CLK} = 640$ kHz	8770		9708	conv/s
$t_{W(\overline{WR})L}$	Width of \overline{WR} Input (Start Pulse Width)	$\overline{CS} = 0 V_{DC}$ (Note 7)	100			ns
t_{ACC}	Access Time (Delay from Falling Edge of \overline{RD} to Output Data Valid)	$C_L = 100$ pF		135	200	ns
t_{1H}, t_{0H}	TRI-STATE Control (Delay from Rising Edge of \overline{RD} to Hi-Z State)	$C_L = 10$ pF, $R_L = 10k$ (See TRI-STATE Test Circuits)		125	200	ns
t_{W1}, t_{R1}	Delay from Falling Edge of \overline{WR} or \overline{RD} to Reset of \overline{INTR}			300	450	ns
C_{IN}	Input Capacitance of Logic Control Inputs			5	7.5	pF
C_{OUT}	TRI-STATE Output Capacitance (Data Buffers)			5	7.5	pF

CONTROL INPUTS [Note: CLK IN (Pin 4) is the input of a Schmitt trigger circuit and is therefore specified separately]

$V_{IN}(1)$	Logical "1" Input Voltage (Except Pin 4 CLK IN)	$V_{CC} = 5.25 V_{DC}$	2.0		15	V_{DC}
-------------	---	------------------------	-----	--	----	----------

AC Electrical Characteristics (Continued)						
The following specifications apply for $V_{CC} = 5V_{DC}$ and $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$, unless otherwise specified.						
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
CONTROL INPUTS [Note: CLK IN (Pin 4) is the input of a Schmitt trigger circuit and is therefore specified separately]						
$V_{IN(0)}$	Logical "0" Input Voltage (Except Pin 4 CLK IN)	$V_{CC} = 4.75 V_{DC}$			0.8	V_{DC}
$I_{IN(1)}$	Logical "1" Input Current (All Inputs)	$V_{IN} = 5 V_{DC}$		0.005	1	μA_{DC}
$I_{IN(0)}$	Logical "0" Input Current (All Inputs)	$V_{IN} = 0 V_{DC}$	-1	-0.005		μA_{DC}
CLOCK IN AND CLOCK R						
V_{T+}	CLK IN (Pin 4) Positive Going Threshold Voltage		2.7	3.1	3.5	V_{DC}
V_{T-}	CLK IN (Pin 4) Negative Going Threshold Voltage		1.5	1.8	2.1	V_{DC}
V_H	CLK IN (Pin 4) Hysteresis ($V_{T+} - V_{T-}$)		0.6	1.3	2.0	V_{DC}
$V_{OUT(0)}$	Logical "0" CLK R Output Voltage	$I_O = 360 \mu A$ $V_{CC} = 4.75 V_{DC}$			0.4	V_{DC}
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" CLK R Output Voltage	$I_O = -360 \mu A$ $V_{CC} = 4.75 V_{DC}$	2.4			V_{DC}
DATA OUTPUTS AND INTR						
$V_{OUT(0)}$	Logical "0" Output Voltage Data Outputs INTR Output	$I_{OUT} = 1.6 mA, V_{CC} = 4.75 V_{DC}$ $I_{OUT} = 1.0 mA, V_{CC} = 4.75 V_{DC}$			0.4 0.4	V_{DC} V_{DC}
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" Output Voltage	$I_O = -360 \mu A, V_{CC} = 4.75 V_{DC}$	2.4			V_{DC}
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" Output Voltage	$I_O = -10 \mu A, V_{CC} = 4.75 V_{DC}$	4.5			V_{DC}
I_{OUT}	TRI-STATE Disabled Output Leakage (All Data Buffers)	$V_{OUT} = 0 V_{DC}$ $V_{OUT} = 5 V_{DC}$	-3		3	μA_{DC} μA_{DC}
I_{SOURCE}		V_{OUT} Short to Gnd, $T_A = 25^\circ C$	4.5	6		mA_{DC}
I_{SINK}		V_{OUT} Short to V_{CC} , $T_A = 25^\circ C$	9.0	16		mA_{DC}
POWER SUPPLY						
I_{CC}	Supply Current (Includes Ladder Current) ADC0801/02/03/04LCJ/05 ADC0804LCN/LCV/LCWM	$f_{CLK} = 640 kHz$, $V_{REF}/2 = NC, T_A = 25^\circ C$ and $\overline{CS} = 5V$		1.1 1.9	1.8 2.5	mA mA
<p>Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its specified operating conditions.</p> <p>Note 2: All voltages are measured with respect to Gnd, unless otherwise specified. The separate A Gnd point should always be wired to the D Gnd.</p> <p>Note 3: A zener diode exists, internally, from V_{CC} to Gnd and has a typical breakdown voltage of $7 V_{DC}$.</p> <p>Note 4: For $V_{IN(-)} \geq V_{IN(+)}$ the digital output code will be 0000 0000. Two on-chip diodes are tied to each analog input (see block diagram) which will forward conduct for analog input voltages one diode drop below ground or one diode drop greater than the V_{CC} supply. Be careful, during testing at low V_{CC} levels (4.5V), as high level analog inputs (5V) can cause this input diode to conduct—especially at elevated temperatures, and cause errors for analog inputs near full-scale. The spec allows 50 mV forward bias of either diode. This means that as long as the analog V_{IN} does not exceed the supply voltage by more than 50 mV, the output code will be correct. To achieve an absolute 0 V_{DC} to 5 V_{DC} input voltage range will therefore require a minimum supply voltage of $4.950 V_{DC}$ over temperature variations, initial tolerance and loading.</p> <p>Note 5: Accuracy is guaranteed at $f_{CLK} = 640 kHz$. At higher clock frequencies accuracy can degrade. For lower clock frequencies, the duty cycle limits can be extended so long as the minimum clock high time interval or minimum clock low time interval is no less than 275 ns.</p> <p>Note 6: With an asynchronous start pulse, up to 8 clock periods may be required before the internal clock phases are proper to start the conversion process. The start request is internally latched, see Figure 2 and section 2.0.</p> <p>Note 7: The \overline{CS} input is assumed to bracket the \overline{WR} strobe input and therefore timing is dependent on the \overline{WR} pulse width. An arbitrarily wide pulse width will hold the converter in a reset mode and the start of conversion is initiated by the low to high transition of the \overline{WR} pulse (see timing diagrams).</p> <p>Note 8: None of these A/Ds requires a zero adjust (see section 2.5.1). To obtain zero code at other analog input voltages see section 2.5 and Figure 5.</p> <p>Note 9: The $V_{REF}/2$ pin is the center point of a two-resistor divider connected from V_{CC} to ground. In all versions of the ADC0801, ADC0802, ADC0803, and ADC0805, and in the ADC0804LCJ, each resistor is typically 16 kΩ. In all versions of the ADC0804 except the ADC0804LCJ, each resistor is typically 2.2 kΩ.</p> <p>Note 10: Human body model, 100 pF discharged through a 1.5 kΩ resistor.</p>						

Functional Description

1.0 UNDERSTANDING A/D ERROR SPECS

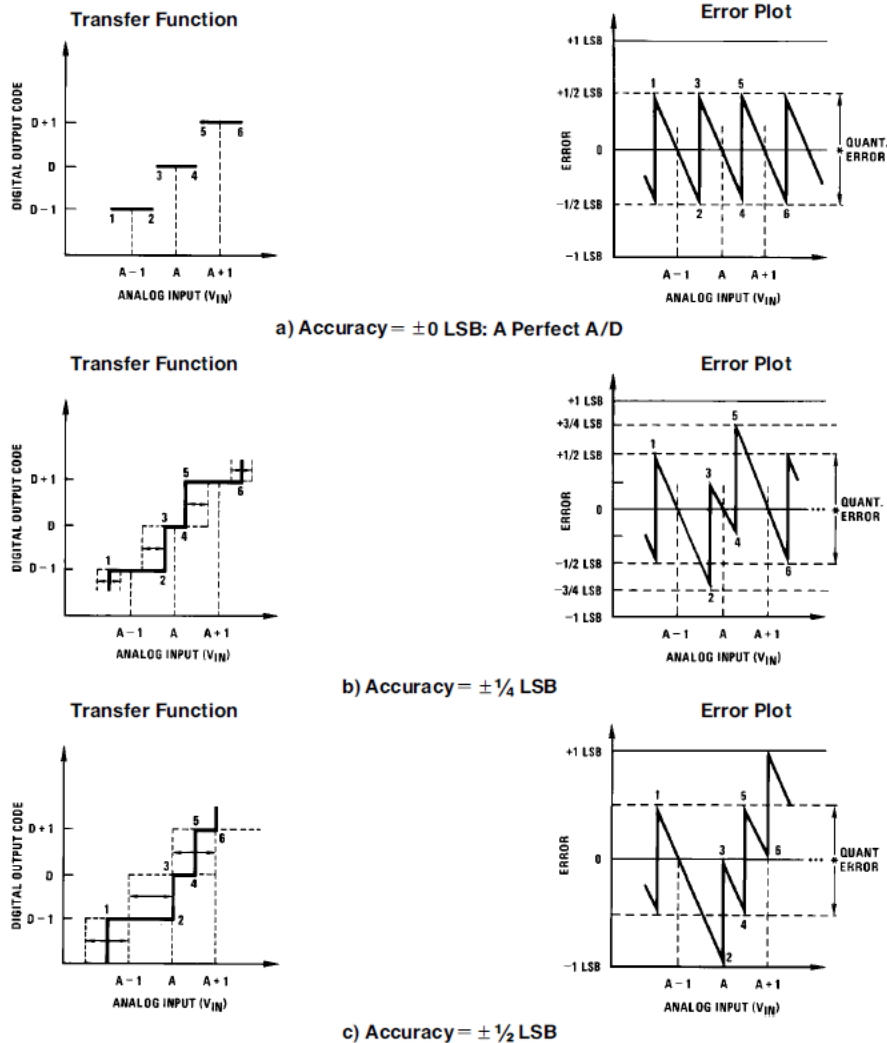
A perfect A/D transfer characteristic (staircase waveform) is shown in *Figure 1a*. The horizontal scale is analog input voltage and the particular points labeled are in steps of 1 LSB (19.53 mV with 2.5V tied to the $V_{REF}/2$ pin). The digital output codes that correspond to these inputs are shown as $D-1$, D , and $D+1$. For the perfect A/D, not only will center-value ($A-1$, A , $A+1$,) analog inputs produce the correct output digital codes, but also each riser (the transitions between adjacent output codes) will be located $\pm 1/2$ LSB away from each center-value. As shown, the risers are ideal and have no width. Correct digital output codes will be provided for a range of analog input voltages that extend $\pm 1/2$ LSB from the ideal center-values. Each tread (the range of analog input voltage that provides the same digital output code) is therefore 1 LSB wide.

Figure 1b shows a worst case error plot for the ADC0801. All center-valued inputs are guaranteed to produce the correct output codes and the adjacent risers are guaranteed to be no closer to the center-value points than $\pm 1/4$ LSB. In

other words, if we apply an analog input equal to the center-value $\pm 1/4$ LSB, we guarantee that the A/D will produce the correct digital code. The maximum range of the position of the code transition is indicated by the horizontal arrow and it is guaranteed to be no more than $1/2$ LSB.

The error curve of *Figure 1c* shows a worst case error plot for the ADC0802. Here we guarantee that if we apply an analog input equal to the LSB analog voltage center-value the A/D will produce the correct digital code.

Next to each transfer function is shown the corresponding error plot. Many people may be more familiar with error plots than transfer functions. The analog input voltage to the A/D is provided by either a linear ramp or by the discrete output steps of a high resolution DAC. Notice that the error is continuously displayed and includes the quantization uncertainty of the A/D. For example the error at point 1 of *Figure 1a* is $+1/2$ LSB because the digital code appeared $1/2$ LSB in advance of the center-value of the tread. The error plots always have a constant negative slope and the abrupt up-side steps are always 1 LSB in magnitude.



TL/H/5671-12

FIGURE 1. Clarifying the Error Specs of an A/D Converter

Functional Description (Continued)

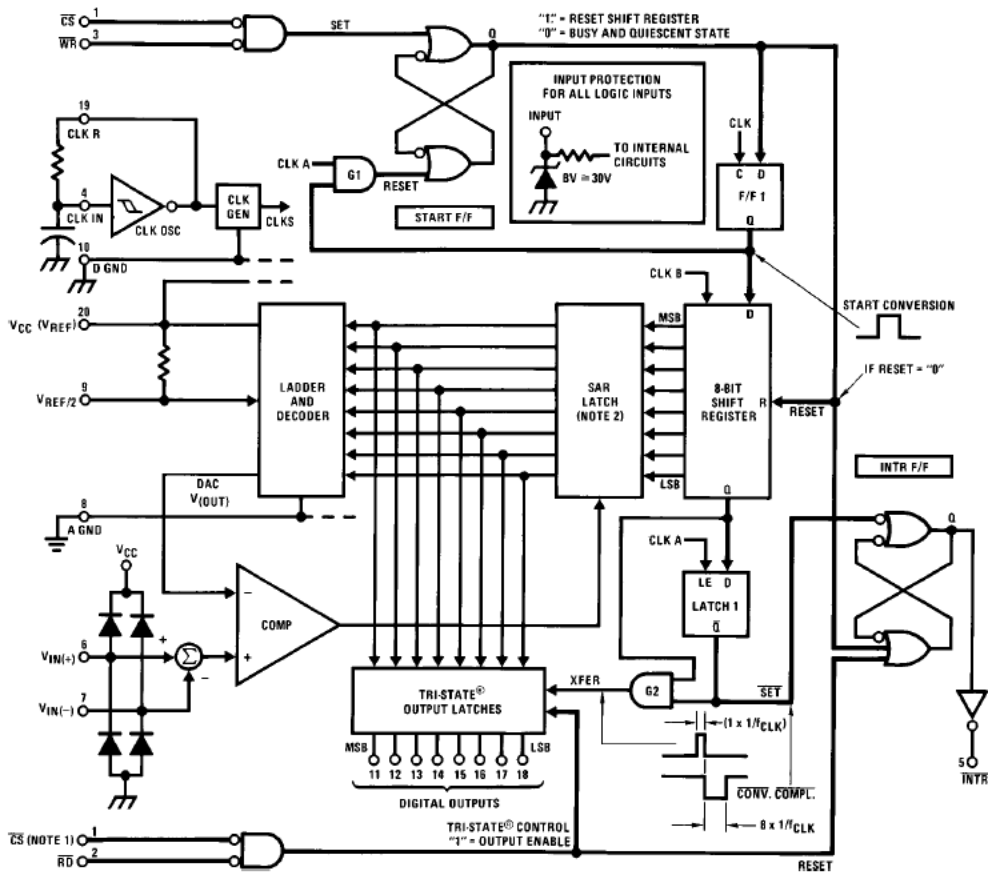
2.0 FUNCTIONAL DESCRIPTION

The ADC0801 series contains a circuit equivalent of the 256R network. Analog switches are sequenced by successive approximation logic to match the analog difference input voltage $[V_{IN(+)} - V_{IN(-)}]$ to a corresponding tap on the R network. The most significant bit is tested first and after 8 comparisons (64 clock cycles) a digital 8-bit binary code (1111 1111 = full-scale) is transferred to an output latch and then an interrupt is asserted (\overline{INTR} makes a high-to-low transition). A conversion in process can be interrupted by issuing a second start command. The device may be operated in the free-running mode by connecting \overline{INTR} to the \overline{WR} input with $\overline{CS} = 0$. To ensure start-up under all possible conditions, an external \overline{WR} pulse is required during the first power-up cycle.

On the high-to-low transition of the \overline{WR} input the internal SAR latches and the shift register stages are reset. As long as the \overline{CS} input and \overline{WR} input remain low, the A/D will remain in a reset state. Conversion will start from 1 to 8 clock periods after at least one of these inputs makes a low-to-high transition.

A functional diagram of the A/D converter is shown in *Figure 2*. All of the package pinouts are shown and the major logic control paths are drawn in heavier weight lines.

The converter is started by having \overline{CS} and \overline{WR} simultaneously low. This sets the start flip-flop (F/F) and the resulting "1" level resets the 8-bit shift register, resets the Interrupt (\overline{INTR}) F/F and inputs a "1" to the D flop, F/F1, which is at the input end of the 8-bit shift register. Internal clock signals then transfer this "1" to the Q output of F/F1. The AND gate, G1, combines this "1" output with a clock signal to provide a reset signal to the start F/F. If the set signal is no longer present (either \overline{WR} or \overline{CS} is a "1") the start F/F is reset and the 8-bit shift register then can have the "1" clocked in, which starts the conversion process. If the set signal were to still be present, this reset pulse would have no effect (both outputs of the start F/F would momentarily be at a "1" level) and the 8-bit shift register would continue to be held in the reset mode. This logic therefore allows for wide \overline{CS} and \overline{WR} signals and the converter will start after at least one of these signals returns high and the internal clocks again provide a reset signal for the start F/F.



Note 1: \overline{CS} shown twice for clarity.
 Note 2: SAR = Successive Approximation Register.

FIGURE 2. Block Diagram

TL/H/5671-13

Functional Description (Continued)

After the "1" is clocked through the 8-bit shift register (which completes the SAR search) it appears as the input to the D-type latch, LATCH 1. As soon as this "1" is output from the shift register, the AND gate, G2, causes the new digital word to transfer to the TRI-STATE output latches. When LATCH 1 is subsequently enabled, the Q output makes a high-to-low transition which causes the INTR F/F to set. An inverting buffer then supplies the $\overline{\text{INTR}}$ input signal.

Note that this $\overline{\text{SET}}$ control of the INTR F/F remains low for 8 of the external clock periods (as the internal clocks run at $\frac{1}{8}$ of the frequency of the external clock). If the data output is continuously enabled ($\overline{\text{CS}}$ and $\overline{\text{RD}}$ both held low), the $\overline{\text{INTR}}$ output will still signal the end of conversion (by a high-to-low transition), because the $\overline{\text{SET}}$ input can control the Q output of the INTR F/F even though the RESET input is constantly at a "1" level in this operating mode. This INTR output will therefore stay low for the duration of the $\overline{\text{SET}}$ signal, which is 8 periods of the external clock frequency (assuming the A/D is not started during this interval).

When operating in the free-running or continuous conversion mode (INTR pin tied to $\overline{\text{WR}}$ and $\overline{\text{CS}}$ wired low—see also section 2.8), the START F/F is SET by the high-to-low transition of the INTR signal. This resets the SHIFT REGISTER which causes the input to the D-type latch, LATCH 1, to go low. As the latch enable input is still present, the Q output will go high, which then allows the INTR F/F to be RESET. This reduces the width of the resulting INTR output pulse to only a few propagation delays (approximately 300 ns).

When data is to be read, the combination of both $\overline{\text{CS}}$ and $\overline{\text{RD}}$ being low will cause the INTR F/F to be reset and the TRI-STATE output latches will be enabled to provide the 8-bit digital outputs.

2.1 Digital Control Inputs

The digital control inputs ($\overline{\text{CS}}$, $\overline{\text{RD}}$, and $\overline{\text{WR}}$) meet standard T2L logic voltage levels. These signals have been renamed when compared to the standard A/D Start and Output Enable labels. In addition, these inputs are active low to allow an easy interface to microprocessor control busses. For non-microprocessor based applications, the $\overline{\text{CS}}$ input (pin 1) can be grounded and the standard A/D Start function is obtained by an active low pulse applied at the $\overline{\text{WR}}$ input (pin 3) and the Output Enable function is caused by an active low pulse at the $\overline{\text{RD}}$ input (pin 2).

2.2 Analog Differential Voltage Inputs and Common-Mode Rejection

This A/D has additional applications flexibility due to the analog differential voltage input. The $V_{\text{IN}}(-)$ input (pin 7) can be used to automatically subtract a fixed voltage value from the input reading (tare correction). This is also useful in 4 mA–20 mA current loop conversion. In addition, common-mode noise can be reduced by use of the differential input. The time interval between sampling $V_{\text{IN}}(+)$ and $V_{\text{IN}}(-)$ is $4\frac{1}{2}$ clock periods. The maximum error voltage due to this

slight time difference between the input voltage samples is given by:

$$\Delta V_e(\text{MAX}) = (V_P) (2\pi f_{\text{cm}}) \left(\frac{4.5}{f_{\text{CLK}}} \right),$$

where:

ΔV_e is the error voltage due to sampling delay
 V_P is the peak value of the common-mode voltage
 f_{cm} is the common-mode frequency

As an example, to keep this error to $\frac{1}{4}$ LSB (~ 5 mV) when operating with a 60 Hz common-mode frequency, f_{cm} , and using a 640 kHz A/D clock, f_{CLK} , would allow a peak value of the common-mode voltage, V_P , which is given by:

$$V_P = \frac{[\Delta V_e(\text{MAX}) (f_{\text{CLK}})]}{(2\pi f_{\text{cm}}) (4.5)}$$

or

$$V_P = \frac{(5 \times 10^{-3}) (640 \times 10^3)}{(6.28) (60) (4.5)}$$

which gives

$$V_P \approx 1.9\text{V}.$$

The allowed range of analog input voltages usually places more severe restrictions on input common-mode noise levels.

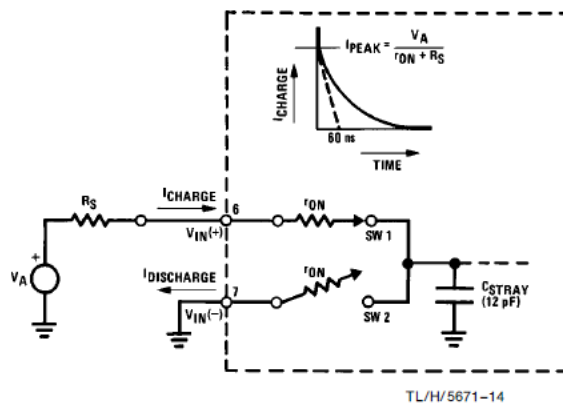
An analog input voltage with a reduced span and a relatively large zero offset can be handled easily by making use of the differential input (see section 2.4 Reference Voltage).

2.3 Analog Inputs

2.3.1 Input Current

Normal Mode

Due to the internal switching action, displacement currents will flow at the analog inputs. This is due to on-chip stray capacitance to ground as shown in Figure 3.



TL/H/5671-14

r_{ON} of SW 1 and SW 2 ≈ 5 k Ω

$\tau = r_{\text{ON}} C_{\text{STRAY}} \approx 5$ k $\Omega \times 12$ pF = 60 ns

FIGURE 3. Analog Input Impedance

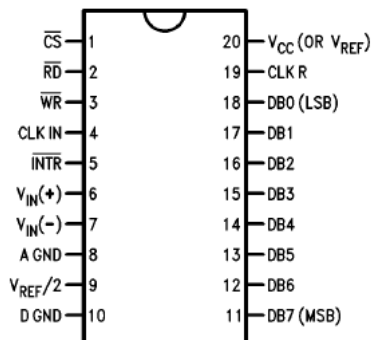
Ordering Information

TEMP RANGE		0°C TO 70°C	0°C TO 70°C	0°C TO 70°C	-40°C TO +85°C
ERROR	± ¼ Bit Adjusted	ADC0802LCWM	ADC0802LCV	ADC0804LCN	ADC0801LCN
	± ½ Bit Unadjusted				ADC0802LCN
	± ½ Bit Adjusted	ADC0803LCN			
	± 1Bit Unadjusted	ADC0805LCN			
PACKAGE OUTLINE		M20B—Small Outline	V20A—Chip Carrier	N20A—Molded DIP	

TEMP RANGE		-40°C TO +85°C	-55°C TO +125°C
ERROR	± ¼ Bit Adjusted	ADC0801LCJ	ADC0801LJ
	± ½ Bit Unadjusted	ADC0802LCJ	ADC0802LJ,
	± ½ Bit Adjusted	ADC0803LCJ	ADC0802LJ/883
	± 1Bit Unadjusted	ADC0804LCJ	
PACKAGE OUTLINE		J20A—Cavity DIP	J20A—Cavity DIP

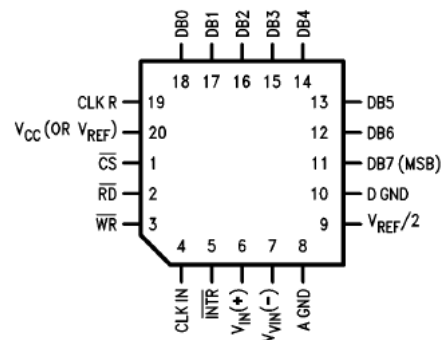
Connection Diagrams

ADC080X
Dual-In-Line and Small Outline (SO) Packages



TL/H/5671-30

ADC080X
Molded Chip Carrier (PCC) Package



TL/H/5671-32

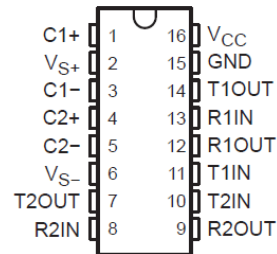
See Ordering Information

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS047L – FEBRUARY 1989 – REVISED MARCH 2004

- Meets or Exceeds TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Operates From a Single 5-V Power Supply With 1.0- μ F Charge-Pump Capacitors
- Operates Up To 120 kbit/s
- Two Drivers and Two Receivers
- \pm 30-V Input Levels
- Low Supply Current . . . 8 mA Typical
- ESD Protection Exceeds JESD 22
 - 2000-V Human-Body Model (A114-A)
- Upgrade With Improved ESD (15-kV HBM) and 0.1- μ F Charge-Pump Capacitors is Available With the MAX202
- Applications
 - TIA/EIA-232-F, Battery-Powered Systems, Terminals, Modems, and Computers

MAX232 . . . D, DW, N, OR NS PACKAGE
MAX232I . . . D, DW, OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



description/ordering information

The MAX232 is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply TIA/EIA-232-F voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts TIA/EIA-232-F inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V, a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept \pm 30-V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into TIA/EIA-232-F levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC™ library.

ORDERING INFORMATION

T _A	PACKAGE†		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
0°C to 70°C	PDIP (N)	Tube of 25	MAX232N	MAX232N
	SOIC (D)	Tube of 40	MAX232D	MAX232
		Reel of 2500	MAX232DR	
	SOIC (DW)	Tube of 40	MAX232DW	MAX232
		Reel of 2000	MAX232DWR	
SOP (NS)	Reel of 2000	MAX232NSR	MAX232	
-40°C to 85°C	PDIP (N)	Tube of 25	MAX232IN	MAX232IN
	SOIC (D)	Tube of 40	MAX232ID	MAX232I
		Reel of 2500	MAX232IDR	
	SOIC (DW)	Tube of 40	MAX232IDW	MAX232I
		Reel of 2000	MAX232IDWR	

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/sc/package.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

LinASIC is a trademark of Texas Instruments.

PRODUCTION DATA Information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

 **TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2004, Texas Instruments Incorporated

1

MAX232, MAX2321 DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS047L – FEBRUARY 1989 – REVISED MARCH 2004

Function Tables

EACH DRIVER

INPUT TIN	OUTPUT TOUT
L	H
H	L

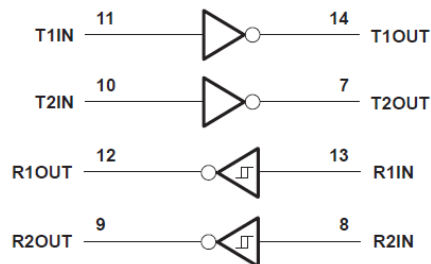
H = high level, L = low level

EACH RECEIVER

INPUT RIN	OUTPUT ROUT
L	H
H	L

H = high level, L = low level

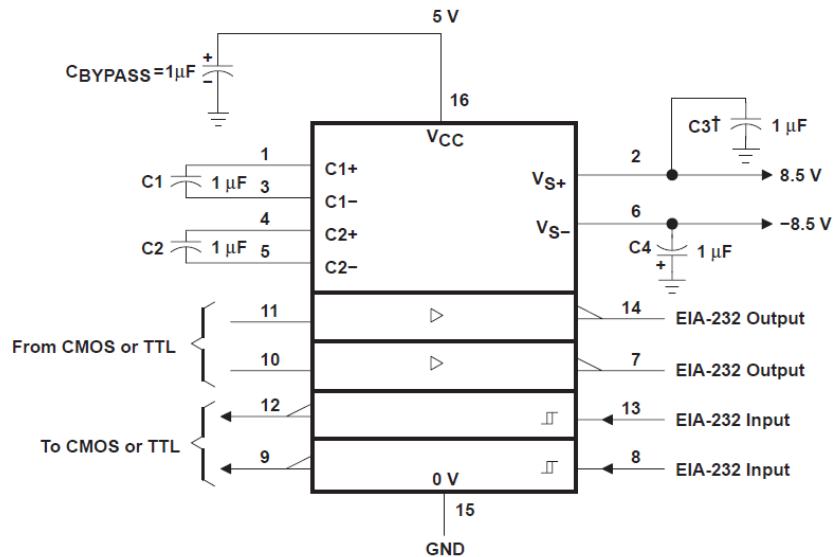
logic diagram (positive logic)



MAX232, MAX2321 DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS047L – FEBRUARY 1989 – REVISED MARCH 2004

APPLICATION INFORMATION



† C3 can be connected to V_{CC} or GND.

NOTES: A. Resistor values shown are nominal.

B. Nonpolarized ceramic capacitors are acceptable. If polarized tantalum or electrolytic capacitors are used, they should be connected as shown. In addition to the 1- μ F capacitors shown, the MAX202 can operate with 0.1- μ F capacitors.

Figure 4. Typical Operating Circuit



Data sheet acquired from Harris Semiconductor
SCHS122A

November 1997 - Revised April 1999

CD54HC4051, CD74HC4051, CD74HCT4051, CD74HC4052, CD74HCT4052, CD74HC4053, CD74HCT4053

High Speed CMOS Logic Analog Multiplexers/Demultiplexers

Features

- Wide Analog Input Voltage Range $\pm 5V$ Max
- Low "On" Resistance
 - 70 Ω Typical ($V_{CC} - V_{EE} = 4.5V$)
 - 40 Ω Typical ($V_{CC} - V_{EE} = 9V$)
- Low Crosstalk between Switches
- Fast Switching and Propagation Speeds
- "Break-Before-Make" Switching
- Wide Operating Temperature Range . . -55 $^{\circ}C$ to 125 $^{\circ}C$
- CD54HC/CD74HC Types
 - Operation Control Voltage 2V to 6V
 - Switch Voltage 0V to 10V
 - High Noise Immunity . . . $N_{IL} = 30\%$, $N_{IH} = 30\%$ of V_{CC} ,
 $V_{CC} = 5V$
- CD54HCT/CD74HCT Types
 - Operation Control Voltage 4.5V to 5.5V
 - Switch Voltage 0V to 10V
 - Direct LSTTL Input
Logic Compatibility . . . $V_{IL} = 0.8V$ Max, $V_{IH} = 2V$ Min
 - CMOS Input Compatibility $I_I \leq 1\mu A$ at V_{OL} , V_{OH}

Description

These devices are digitally controlled analog switches which utilize silicon gate CMOS technology to achieve operating speeds similar to LSTTL with the low power consumption of standard CMOS integrated circuits.

These analog multiplexers/demultiplexers control analog voltages that may vary across the voltage supply range (i.e. V_{CC} to V_{EE}). They are bidirectional switches thus allowing any analog input to be used as an output and visa-versa. The switches have low "on" resistance and low "off" leakages. In addition, all three devices have an enable control which, when high, disables all switches to their "off" state.

Ordering Information

PART NUMBER	TEMP. RANGE ($^{\circ}C$)	PACKAGE	PKG. NO.
CD54HC4051F	-55 to 125	16 Ld CERDIP	F16.3
CD74HC4051E	-55 to 125	16 Ld PDIP	E16.3
CD74HC4052E	-55 to 125	16 Ld PDIP	E16.3
CD74HC4053E	-55 to 125	16 Ld PDIP	E16.3
CD74HCT4051E	-55 to 125	16 Ld PDIP	E16.3
CD74HCT4052E	-55 to 125	16 Ld PDIP	E16.3
CD74HCT4053E	-55 to 125	16 Ld PDIP	E16.3
CD74HC4051M	-55 to 125	16 Ld SOIC	M16.15
CD74HC4052M	-55 to 125	16 Ld SOIC	M16.15
CD74HC4053M	-55 to 125	16 Ld SOIC	M16.15
CD74HCT4051M	-55 to 125	16 Ld SOIC	M16.15
CD74HCT4052M	-55 to 125	16 Ld SOIC	M16.15
CD74HCT4053M	-55 to 125	16 Ld SOIC	M16.15
CD74HCT4053PW	-55 to 125	16 Ld TSSOP	
CD74HCT4052SM	-55 to 125	16 Ld SSOP	M16.15A

NOTES:

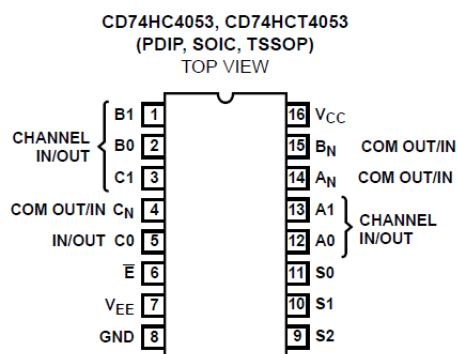
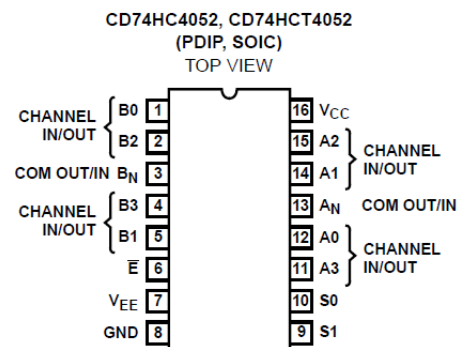
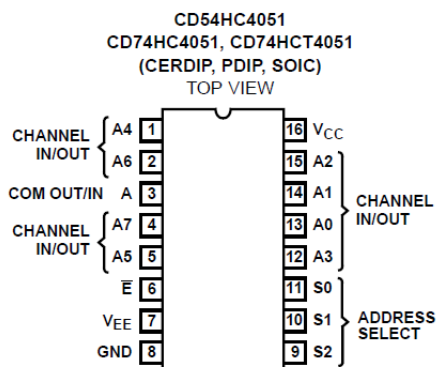
1. When ordering, use the entire part number. Add the suffix 96 to obtain the variant in the tape and reel. For the TSSOP package only, add the suffix R to obtain the variant in the tape and reel.
2. Wafer or die is available which meets all electrical specifications. Please contact your local sales office or Harris customer service for ordering information.

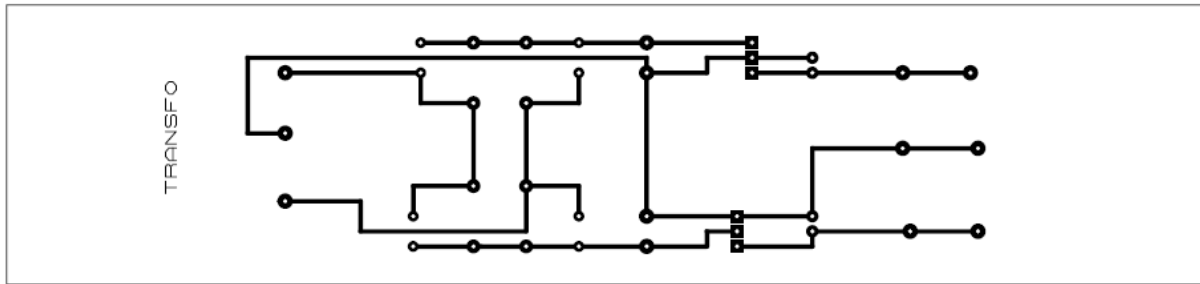
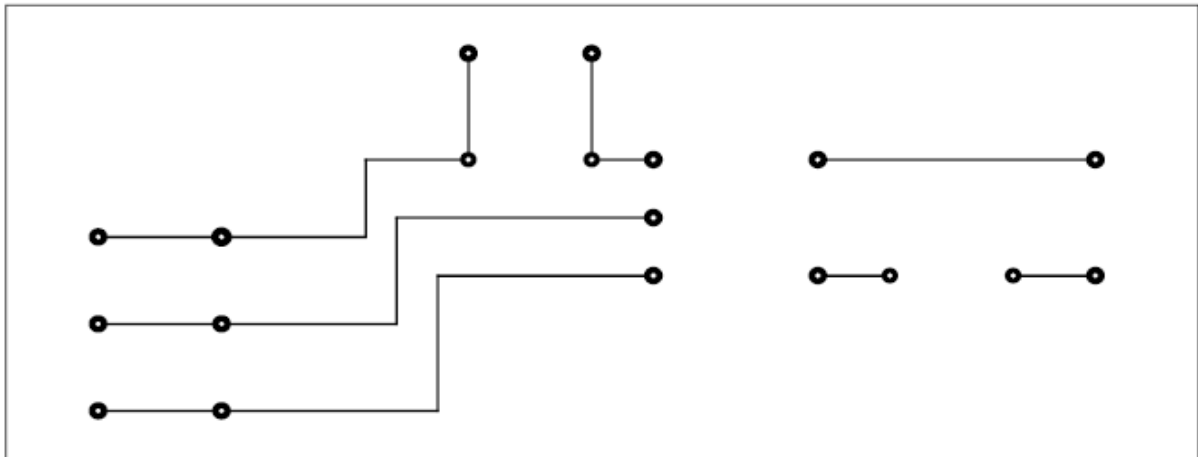
CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge. Users should follow proper IC Handling Procedures.
Copyright © Harris Corporation 1997

File Number **1676.1**

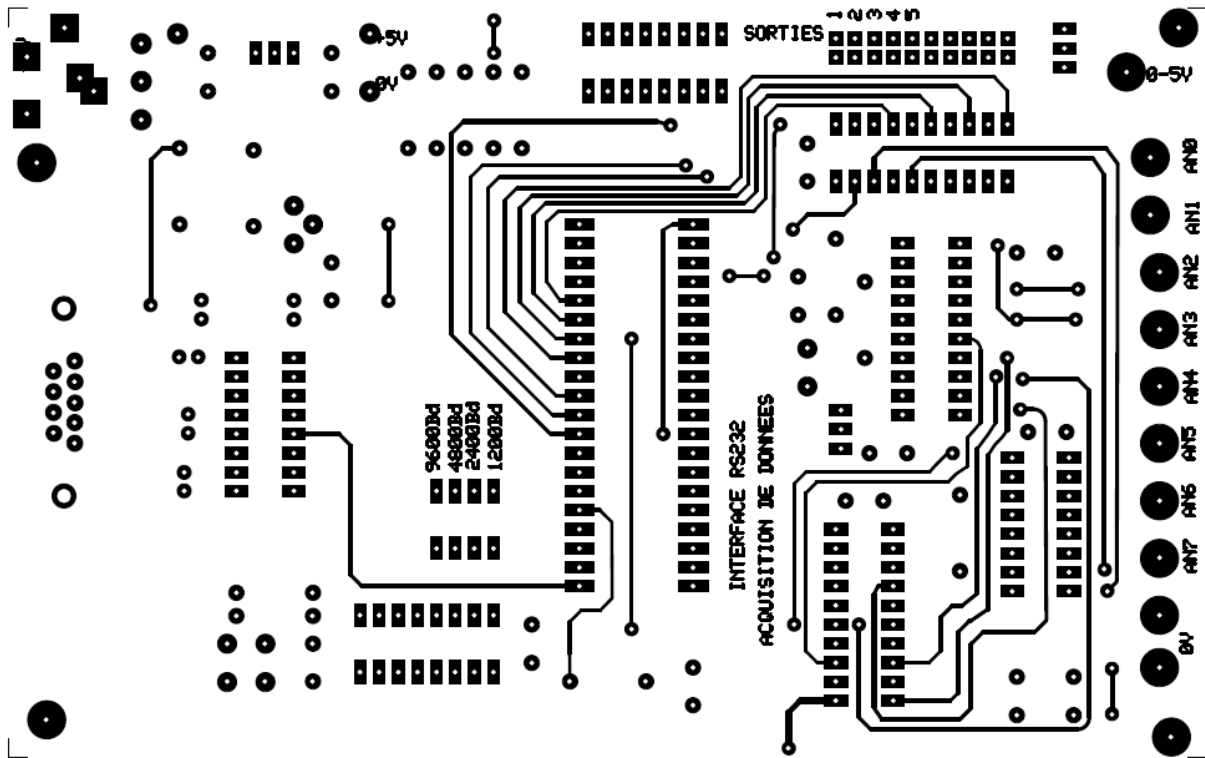
CD54HC4051, CD74HC4051, 52, 53; CD74HCT4051, 52, 53

Pinouts

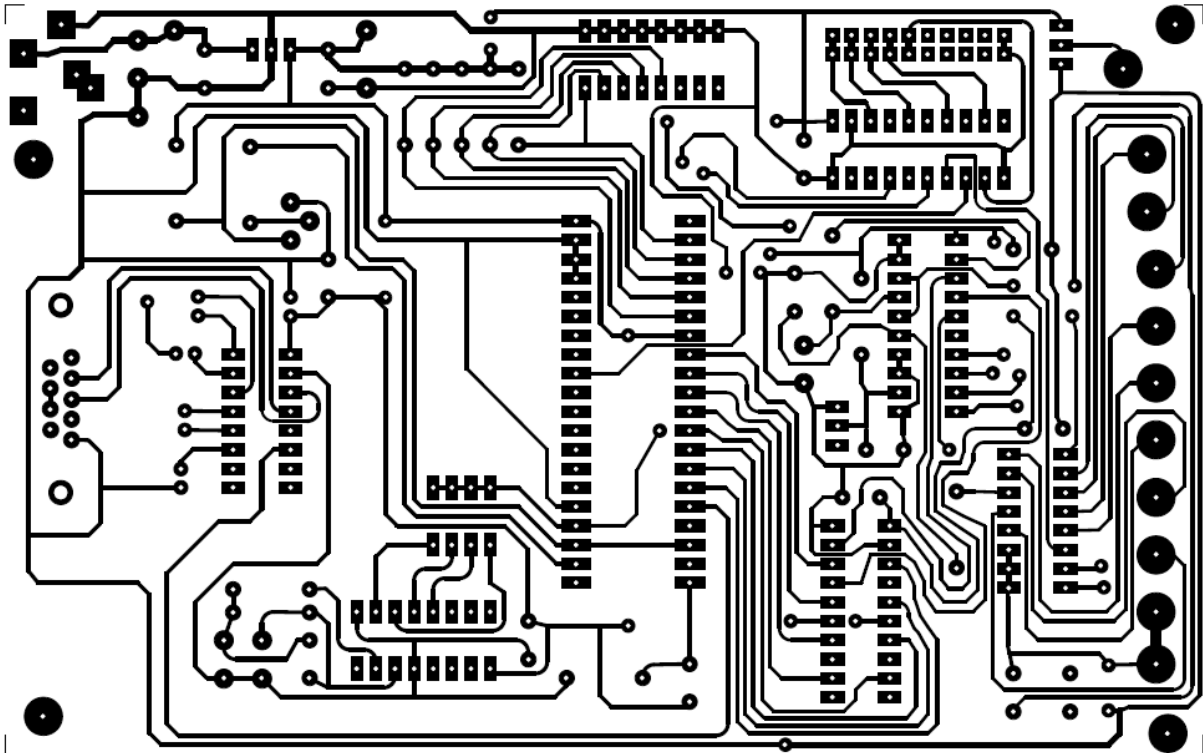


Circuit imprimé de la carte d'alimentation:**Circuit imprimé de la carte des capteurs:**

Circuit imprimé de la carte d'acquisition (Coté composants):



Circuit imprimé de la carte d'acquisition (Face cuivre):



Circuit implantation de la carte d'acquisition:

