Résumé

La production décentralisée d'énergie électrique, bénéficie actuellement d'un essor très important. Plusieurs sources d'énergie renouvelables et gratuites, telles que le vent (éoliennes), le soleil (thermiques ou photovoltaïques), sont de plus en plus utilisées pour produire l'énergie électrique localement sur des sites isolés et peuvent être stockée dans des batteries. Ces sources d'énergie renouvelables sont aléatoires dans le temps. Pour atténuer ce caractère aléatoire il est intéressant de combiner deux ou plusieurs sources d'énergies différentes, on obtient un système hybride. Nous présentons dans ce rapport, la conception et la réalisation d'un module électronique de commande et de gestion optimale de la production pour systèmes énergétiques hybrides tout en assurant la gestion efficace et intelligente de l'énergie électrique dans les systèmes énergétiques hybrides éolien- photovoltaïque-groupe électrogène et batterie.

Abstract

Distributed generation of electricity, currently has a very important development. Several renewable and free energy sources like the wind (windmills), solar (photovoltaic or thermal) are increasingly used to produce electricity locally on remote sites, and in remote locations can be stored in batteries. These renewable energy sources are random in time. To mitigate this randomness it is interesting to combine two or more different sources of energy, we obtain a hybrid system. We present in this report, the design and implementation of an electronic control module and optimal production management for hybrid energy systems while ensuring the efficient and intelligent management of electrical energy in hybrid photovoltaic energy systems éolien- group generator and battery.

Table des matières

Introduction générale 1

Chapitre1 : Généralité sur les systèmes hybrides 3

1.1 Introduction 4

1.2 Contexte énergétique au Maroc 4

1.3 Energies renouvelables pour les sites isolés 6

1.3.1 Les micro-réseau 6

1.3.2 Le site isolé 7

1.4 Généralités sur les systèmes hybrides 9

1.4.1 Système de production de petite puissance 9

1.4.2 Les éoliennes 9

a) Les éoliennes à axe horizontal 10

b) Les éoliennes à axe vertical 11

1.4.3 Les panneaux photovoltaïques 11

1.4.4 Les générateurs Diesel 12

1.4.5 Les batteries 13

1.4.6 Etat de charge de la batterie 14

1.5 Gestion de l'énergie pour les systèmes hybrides 15

1.6 Conclusion 16

Chapitre 2 : Aperçu sur la plateforme Arduino 17

2.1 Introduction 18

2.2 Présentation d'Arduino 18

2.3 Histoire d'Arduino 20

2.4 Description de la carte Arduino UNO 20

2.4.1 Le microcontrôleur AVR 21

2.4.2 Les entrées/sorties 22

2.5 Les cartes d'interfaces ou shield 22

2.6 Afficheur LCD 23

2.7 Développement d'un projet 24

2.7.1 IDE Arduino 25

2.7.2 Langage Arduino 26

2.8 Conclusion 26

Chapitre 3 : Conception du module électronique de gestion d'énergie pour les systèmes énergétiques hybrides 27
3.1 Introduction 28
3.2 Stratégies de contrôle pour un système multi-sources 28
3.3 Gestion efficace de l'énergie 29
3.4 Schéma de synthèse et simulation dans ISIS 33
3.5 Simulation avec afficheur LCD 33
3.6 Carte de puissance à base de RELAIS: 34
3.7 Réalisation de l'unité de commande et de gestion 36
3.8 Conclusion 37
Conclusion générale 38
ANNEXE I 39
Optocoupleur 39
Bibliographie 40

Table des figures

Figure des 1: Les énergies renouvelables au Maroc 5
Figure 2 L'évolution énergies renouvelable au Maroc 5
Figure 3:Micro-réseau 7
Figure 4: Les types des générations possibles 8
Figure 5: Conversion de l'énergie cinétique du vent 11
Figure 6: Eoliennes à axe horizontal : (a) Eoliennes à axe vertical :(b).....11
Figure 7: Exemple d'installation domestique de panneaux photovoltaïques 12
Figure 8: Schéma de principe de la pile, dont la batterie reprend le fonctionnement.....14
Figure 9: Schéma synoptique d'un système hybride 16
Figure 10: Cartes Arduino : (a) –Arduino mini, (b)-Arduino Leonardo 18
Figure 12: Carte électronique connectée sur Arduino pour contrôler des moteurs.....19
Figure 11: Une carte Arduino gère essentiellement le traitement de l'information.....19
Figure 13: Carte connectée sur une carte Arduino pour lire des fichiers de musique.....20
Figure 14: Description de la carte Arduino UNO 21
Figure 15: Schéma bloc de description du microcontrôleur AVR.....22
Figure 16: Afficheur LCD 16*2.....23
Figure 17: Schéma fonctionnel d'un LCD.....23
Figure 18: Arduino IDE.....25
Figure 19:Système d'énergie hybride 28
Figure 20: Simulation du système de gestion d'énergie hybride.....33
Figure 21: Simulation du système de gestion d'énergie avec un afficheur lcd 34
Figure 22:Carte de puissance de à base de relais. 34
Figure 23: Montage délivrant la puissance à base de relais.....35
Figure 24:Photo d'un relais avec ses éléments. 35
Figure 25: Listes des matériels.....36
Figure 26: Afficheur lcd 37
Figure 27: Réalisation du module électronique de gestion d'énergie 37

Introduction générale

La demande mondiale en énergie évolue rapidement et les ressources naturelles de l'énergie telles que l'uranium, le gaz et le pétrole diminuent en raison d'une grande diffusion et développement de l'industrie ces dernières années. L'augmentation des couts énergétiques et les contraintes environnementales poussent vers la mise au point de solutions technologiques permettant une meilleure maitrise des ressources et une meilleure exploitation des énergies renouvelables.

Cependant, les énergies renouvelables ont pour défaut de dépendre des conditions météorologiques, souvent très variables et difficiles à prévoir avec précision. Pour obtenir une production la plus régulière possible, une solution consiste à hybrider différents types de sources en exploitant plusieurs sources renouvelables d'une manière bien gérée, bien coordonnée, optimisée et efficace.

Les réseaux de distribution ne peuvent suffire à fournir de l'électricité à toute la population mondiale : qu'ils soient en pleine montagne ou sur une île, dans les régions les moins habitées ou au milieu du désert, les sites difficiles d'accès ou très isolés ne peuvent pas toujours être raccordés au réseau, faute de solutions techniques ou de viabilité économique. Or, pouvant être dimensionnées pour un usage domestique, les sources d'énergie renouvelables se prêtent particulièrement bien à la production d'électricité dite en site isolé, ou en micro réseau. Elles sont alors souvent associées à des batteries, qui permettent d'assurer le stockage de l'énergie en cas de production excédentaire, ou de compenser le manque momentané de puissance lors des pics de consommation.

C'est dans ce cadre que se situe notre travail réalisé au laboratoire des énergies renouvelables et systèmes intelligents (LERSI), qui consiste à concevoir et réaliser un module électronique de contrôle et de gestion optimale et efficace de l'énergie pour systèmes énergétiques hybrides. L'objectif d'un tel système est d'assurer l'autonomie énergétique complète d'un site isolé, tout en restant économiquement et écologiquement viable.

Dans cette optique, ce rapport est organisé en trois chapitres :

Le premier chapitre présente dans un premier lieu le potentiel en énergies renouvelables du Maroc, suivi des différents architectures existantes pour les systèmes de production d'électricité basés sur les énergies renouvelables. Finalement, les principaux composants d'un système hybride, notamment les systèmes photovoltaïques, l'éolienne et les batteries seront étalés.

Le second chapitre, introduit la carte choisit pour la conception de système de gestion d'énergie ainsi que le logiciel utilisé.

Le troisième chapitre sera dédié à la conception de système de gestion efficace d'énergie. Les méthodes de contrôle que nous allons utiliser pour commander les systèmes hybrides seront d'abord présenté, suivi des résultats de simulation via ISIS et enfin le module électronique développé pour une gestion optimale de la production de systèmes d'énergie hybride sera exposé.

Finalement une conclusion générale achèvera notre rapport.

Chapitre1 : Généralité sur les systèmes hybrides

1.1 Introduction

Les énergies renouvelables sont une alternative intéressante pour l'électrification des sites isolés ou difficiles d'accès ne permettant pas le raccordement à un réseau électrique ou les micro-réseaux. Néanmoins, le principal défaut des énergies renouvelables est qu'elles dépendent entièrement des conditions climatiques, qui sont souvent irrégulières, et très peu prévisibles. Une solution à ce problème est l'hybridation des types de sources, car les unes peuvent alors à certains moments fournir de l'énergie quand les autres sont à l'arrêt.

Ce chapitre présente le contexte énergétique au Maroc, suivi des différents architectures pour les systèmes de production d'électricité basés sur les énergies renouvelables. Finalement, les principaux composants d'un système hybride, notamment les systèmes photovoltaïques, l'éolienne et les batteries seront abordés.

1.2 Contexte énergétique au Maroc

Le Maroc dispose d'un important potentiel en énergies renouvelables. L'exploitation de ces ressources (hors énergie hydraulique) était inférieure de 1%. Les énergies renouvelables couvraient 0,25% de la consommation énergétique nationale. Le Maroc a donc orienté sa politique énergétique vers la diversification des sources d'approvisionnement et la valorisation des ressources d'énergies renouvelables: hydraulique, éolienne et solaire. Par l'installation de kits individuels ou par la mise en place d'unités de quelques dizaines de kW. Les énergies renouvelables apportent des solutions à l'électrification décentralisée des zones isolées dans le pays où la généralisation de l'électrification rurale dans le cadre du PERG (Programme d'Électrification Rural Global) et où le coût du raccordement au réseau normal est énorme. Les sources d'énergies renouvelables, sous leurs multiples formes : hydroélectrique, solaire photovoltaïque, biomasse, géothermie, permettent de produire de l'énergie électrique sans dégrader l'environnement et constituent des ressources pratiquement inépuisables.

L'énergie photovoltaïque se distingue des autres énergies renouvelables par son important potentiel énergétique. En effet, la quantité totale d'énergie reçue par le rayonnement solaire au niveau du sol pendant une semaine dépasse l'énergie productible par l'ensemble des réserves mondiales de pétrole, de charbon, de gaz et d'uranium, qui varient de 4.7 à 5.6 KWh /jour/m2. Ceci représente un ensoleillement compris entre 2800 heures/an pour les régions les moins favorisées et plus de 3400 heures/an pour celle qui sont les mieux exposées.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Le vent peut également être utilisé pour l'électrification rurale décentralisé et avec plus de 3500 km de côtes. Le Maroc possède un gisement éolien important. Il a permis d'engager un vaste programme pour accompagner le développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique dans le pays [2].

Figure 1: Les énergies renouvelables au Maroc .

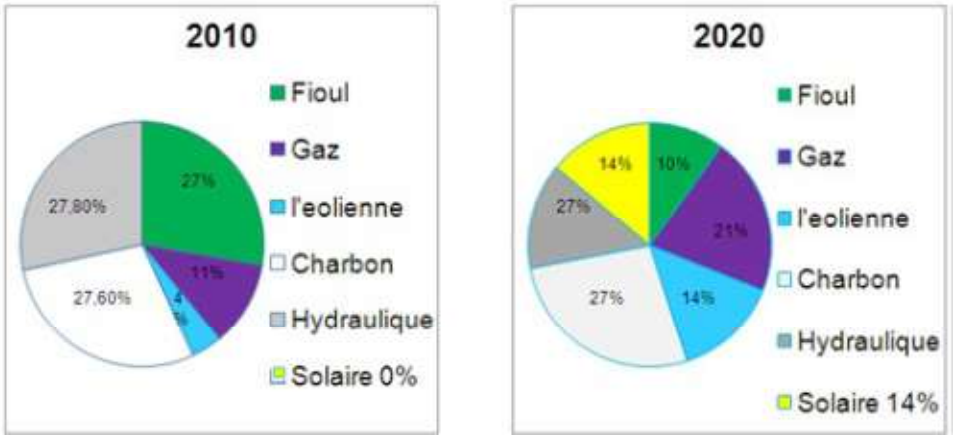


Figure 2 L'évolution des énergies renouvelable au Maroc .

1.3 Energies renouvelables pour les sites isolés

Si les projections prévoient une hausse de la demande en électricité d'environ 30% pour les pays industrialisés entre 2007 et 2050, celle-ci devrait être d'entre 100% à 500% dans les pays émergents et en voie de développement. Ces derniers sont en effet pour certains peu électrifiés: encore aujourd'hui, 1,4 milliards de personnes n'ont pas accès à l'électricité, et un milliard n'ont qu'un accès intermittent. Or, l'électrification est un enjeu considérable dans leur développement, car elle augmente la qualité de la vie et le niveau de scolarisation de la population. De plus, en utilisant des énergies propres, l'électrification de la population mondiale pourrait être assurée pour une augmentation des rejets de CO2 estimés à seulement 0,9%. Deux solutions alternatives s'offrent alors : la génération électrique en micro-réseau et la génération en site isolé.

La génération en site isolé consiste, quant à elle, à assurer l'autonomie énergétique complète d'une seule structure, par exemple d'une ferme isolée.

Ces configurations nécessitent d'avoir une source d'énergie électrique à disposition. Les énergies renouvelables sont alors une solution de choix, car elles peuvent être dimensionnées en conséquence : un banc de panneaux photovoltaïques sur un toit, une éolienne de petite ou moyenne puissance pour alimenter une maison ou un village, ou encore des groupes électrogènes à biocarburants. Les différents types de génération doivent être définis plus précisément pour pouvoir préciser les architectures envisageables [1].

1.3.1 Les micro-réseaux

Le micro-réseau permet d'alimenter une région peu peuplée ou un village, en connectant les habitations ou bâtiments à alimenter entre eux, mais sans chercher à les relier au réseau principal. Devant les difficultés de raccordement au réseau principal, cette solution devient alors économiquement viable. Les sources de production doivent alors être de petites tailles, ce qui rend les sources d'énergies renouvelables très intéressantes. Elles doivent être choisies et placées selon la disponibilité de la source motrice : le vent, l'ensoleillement, un cours d'eau... Elles peuvent être centralisées là où l'énergie est disponible, ou placées à côté des bâtiments à alimenter, dans tous les cas cette distance doit rester limitée pour minimiser

les pertes en ligne. L'efficacité énergétique est en effet cruciale dans ce type de système pour en assurer la rentabilité économique.

Pour une électrification indépendante du réseau principal, ce type de génération doit être privilégié dans les cas suivants. Tout d'abord, si les personnes cherchant à avoir accès à l'électricité sont suffisamment nombreux et géographiquement proches pour se regrouper en une communauté de consommateurs, d'une demi-douzaine à une centaine d'habitations, représentant une demande de l'ordre de quelques kilowatts à quelques centaines de kilowatts. Au-delà de cette gamme de puissance, la zone est assez grande pour avoir son propre réseau à grande échelle, comme par exemple dans le cas d'une grande île. [1]

Figure 3:Micro-réseau

1.3.2 Le site isolé

Lorsque la région à électrifier est vraiment trop faiblement peuplée. La génération en site isolé permet d'électrifier une structure de petite envergure - un phare, une station météorologique, etc. ... -, une habitation, ou une communauté de quelques habitations, très isolée - une ferme, un hameau, un refuge de montagne... - sans dépendre d'un réseau ou d'un ravitaillement extérieur.

La problématique première dans ce type de système est de pouvoir assurer la parfaite autonomie des consommateurs, malgré les imprévisibilités des générateurs d'énergie. Ceux-ci doivent être dimensionnés pour parer à la demande, tout en étant de suffisamment petite envergeure pour être installable et entre tenable par un particulier : les panneaux photovoltaïques et les petites éoliennes, ainsi que les petits formats d'hydroliennes sont alors les types de sources les plus adaptées. En outre, l'énergie primaire choisie doit être en quantité suffisante

pour couvrir les besoins, à proximité des bâtiments pour limiter les pertes en ligne. Les sources ayant une production irrégulière et stochastique, et d'autre part le système n'ayant dans ce cas pas de multiples charges pour lisser la demande ou la coupler avec celle-ci, les unités de stockage sont ici obligatoires pour servir de réserve entre les puissances produites et demandées. Elles sont à dimensionner en fonction de la durée d'autonomie qu'elles sont censées pouvoir couvrir seule face à la consommation de l'habitation, et des ressources financières.

En site isolé aussi, des générateurs Diesel ou des piles à combustibles peuvent être utilisés pour aider au lissage de la production. Cependant le consommateur devient alors dépendant de sa capacité à se fournir en combustible. Les problèmes de qualité de la puissance peuvent également se poser, mais l'électricité n'étant consommable qu'en local, il est alors possible de s'affranchir des standards habituels, et de considérer des architectures fonctionnant à tension continue de très basse tension, faisant ainsi disparaître une partie des problématiques rencontrées dans les réseaux. [1]

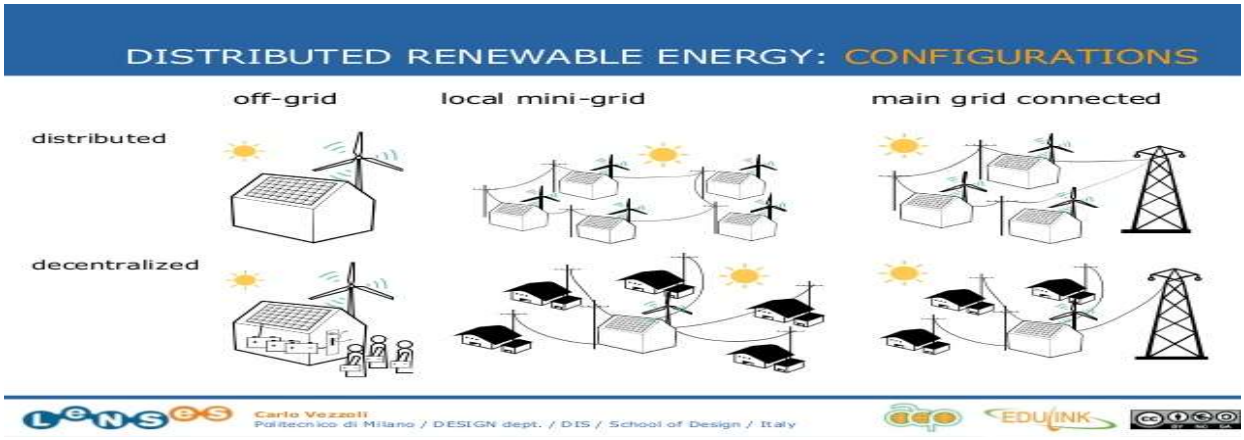


Figure 4: Les types des générations possibles

Face aux besoins concrets qui existent pour ce type de génération, et le manque d'études sur ce sujet, nous choisissons d'axer notre travail sur les systèmes de production en site isolé. Il nous faut donc préciser les sources d'énergie et les unités de stockage utilisables pour leur architecture, et cibler celles qui nous semblent le plus adaptées.

1.4 Généralités sur les systèmes hybrides

Un Système d'Énergies Renouvelables Hybride, regroupe plusieurs sources. L'objectif de ce système est de regrouper les avantages et les meilleures caractéristiques opérationnelles de chaque source d'énergie.

1.4.1 Système de production de petite puissance

Nous cherchons à définir les structures possibles pour un système de puissance en site isolé, donc générant peu mais devant assurer la gestion de son énergie produite en autonomie totale. Deux composants sont alors indispensables à son architecture : une source d'énergie, si possible renouvelable, disponible près de la structure à alimenter, et une unité de stockage capable tantôt d'emmagasiner les excédents de production, tantôt de les restituer pour compléter celle-ci. Typiquement, un tel système doit posséder un générateur capable de fournir une puissance crête inférieure à 5 kW, pour un dimensionnement adapté au niveau de la maintenance et du coût à l'usage d'un particulier, ce qui limite les types de sources exploitables, et d'un module de stockage capable d'emmagasiner une semaine de réserve, avec une durée de vie suffisamment longue pour que l'investissement reste viable pour le consommateur et sur le plan écologique. Nous allons donc étudier les différents composants utilisables dans l'architecture du système.

Différentes sources d'énergies sont exploitables dans un système autonome. Les deux conditions pour qu'elles représentent une solution viable sont la possibilité d'en absorber de la puissance à l'aide d'un générateur suffisamment compact et facile à entretenir pour un utilisateur isolé, et la viabilité économique comparée aux solutions de raccordement au réseau ou à l'utilisation d'énergies fossiles. [1]

1.4.2 Les éoliennes

La première source possible est l'énergie du vent. Propre et renouvelable, elle est disponible en quantité abondante sur toute la surface de la planète. Son exploitation est devenue au cours des dernières années la principale source d'électricité d'origine renouvelable. La transformation de cette énergie en électricité se fait grâce aux éoliennes, qui peuvent couvrir une large gamme de puissance selon les besoins et le type de génération choisi. Plusieurs structures d'éoliennes existent, qui sont à choisir selon la puissance à

générer, la gamme de vitesses de vent considérée, et les dimensions désirées. Deux types d'architecture sont à distinguer :

a) Les éoliennes à axe horizontal

Elles sont les plus connues et communes. Elles sont composées d'un mât portant à son sommet une nacelle. Celle-ci comporte une turbine tournant sous l'effet du vent, reliée par un arbre à une machine tournante fonctionnant en génératrice, avec au besoin entre les deux un multiplicateur de vitesse pour adapter la vitesse de rotation de la turbine à la gamme permise par la génératrice. Cette dernière est connectée au réseau électrique ou au circuit isolé de tension imposée, sous l'effet de cette tension et de la rotation de son rotor, elle produit un courant dans ses bobinages, transformant ainsi la puissance mécanique absorbée par la turbine en puissance électrique, La turbine est caractérisée entre autre par son nombre de pales. Moins il y en a, plus la nacelle sera légère, ce qui est un paramètre critique pour les éoliennes de grandes dimensions. Mais moins elle en a, moins elle sera équilibrée et donc sa rotation fluide ; cela devient critique pour les bipales. C'est ainsi qu'en général, les éoliennes de fortes puissances sont des tripales, bien qu'ils existent également des bipales et multipales.

Cependant, ces éoliennes ont pour défaut de n'absorber les flux d'air que dans une direction, ce qui réduit la production. Des systèmes mécaniques existent pour faire tourner la nacelle dans la direction du vent, mais ils se heurtent à des contraintes de robustesse et de mise en œuvre qui les rendent peu courants. Elles sont plus adaptées aux applications de grosses puissances, car leurs turbines sont alors suffisamment en hauteur pour que la direction des flux d'air ne soit pas perturbée par l'environnement [2].

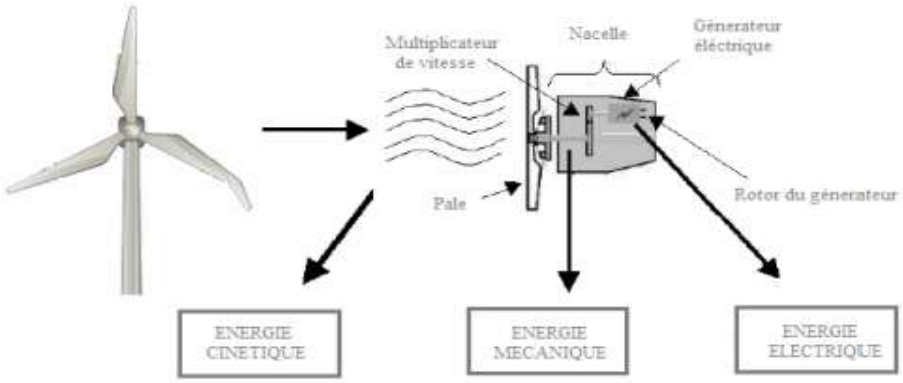


Figure 5: Conversion de l'énergie cinétique du vent

b) Les éoliennes à axe vertical

Cette fois, la turbine est à axe vertical, organisée autour d'un mât qui fait tourner une génératrice. Les différentes formes de turbines, présentées dans la figure 6, Ces solutions ont une structure beaucoup plus fragile que les précédentes, ce qui les rend moins courantes pour générer de grandes puissances à haute altitude. Cependant, elles ont pour avantage principal de pouvoir absorber les flux d'air dans n'importe quelle direction horizontale. Elles sont également réalisables à très petites dimensions, plus esthétiques et moins bruyantes, ce qui les rendent beaucoup plus adaptées que les tripales pour un usage domestique [2] .

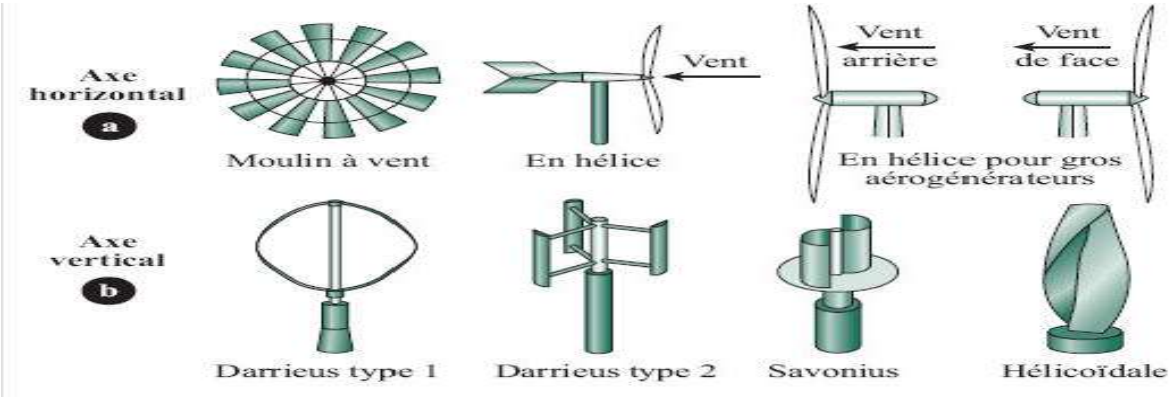


Figure 6: Eoliennes à axe horizontal : (a) Eoliennes à axe vertical :(b)

1.4.3 Les panneaux photovoltaïques

La seconde énergie disponible en grande quantité sur la surface terrestre est l'énergie solaire. Les panneaux photovoltaïques sont des composants semi-conducteurs utilisant leur propriété de photo-électricité pour générer de la puissance électrique. Chaque panneau est

constitué de cellules photovoltaïques conçues à partir de jonctions PN, connectées entre elles en série. Lorsqu'une tension leur est appliquée, le rayonnement solaire qui les atteint apportent de l'énergie aux électrons qu'elles contiennent, leur permettant de s'exciter au-delà du gap de la jonction, générant ainsi un effet tunnel, et un courant. Bien que leurs composants semi-conducteurs soient polluants à fabriquer, les panneaux photovoltaïques ont une durée de vie suffisamment longue autour de 25 ans pour descendre à 80% de leur rendement. Pouvant aisément être installés sur un toit ou dans un champ, ils sont adaptés à la génération distribuée ou en site isolé. Les modules photovoltaïques sont des convertisseurs d'énergie lumineuse en électricité, et non pas de la chaleur à partir des rayons solaires comme le cas des capteurs solaires thermiques. Un module photovoltaïque seul ne suffit généralement pas pour alimenter régulièrement une application. Toute comme l'éclairage, l'énergie qu'il fournit est très variable et toujours en courant continu : il faut souvent la stocker et parfois le convertir en alternatif [LU3] .

Figure 7: Exemple d'installation domestique de panneaux photovoltaïques

1.4.4 Les générateurs Diesel

Enfin, nous retiendrons pour dernière source énergétique les groupes électrogènes ou générateurs Diesel, utilisant des énergies fossiles, mais couramment utilisés dans les systèmes autonomes. Ils sont composés d'un moteur thermique Diesel, faisant tourner un alternateur. Ils ont donc un rendement limité par le cycle de Carnot, en plus des pertes mécaniques et électriques ; celui-ci peut ainsi tomber sous les 20%.

De tailles et puissances très diverses, les générateurs Diesel sont des sources d'électricité couramment utilisées dans les systèmes coupés du réseau, ou comme sources de secours dans les zones connectées ne supportant pas les coupures, comme les hôpitaux. Dans les micro-réseaux ou en site isolé, ils sont utilisés comme source secondaire : lorsque la

source principale, souvent propre et renouvelable mais intermittente, ne suffit plus à couvrir les besoins de consommation, et que les unités de stockage sont en passe d'être vidées, le générateur Diesel peut être lancé pour combler le manque. L'inconvénient est qu'ils utilisent des énergies fossiles, qui de plus nécessitent un ravitaillement régulier ; mais ils représentent une solution de dernier recours flexible, bon marché et fiable[1] .

1.4.5 Les batteries

Les unités de stockage sont des éléments indispensables dans les systèmes en site isolé. Correctement dimensionnées, elles participent en effet à garantir l'autonomie du site, en constituant une réserve d'énergie lorsque les sources produisent en excédent, et en la restituant lorsqu'elles ne produisent momentanément plus assez. Mais au-delà de cette gestion à moyen terme, elles sont obligatoires dans un système coupé du réseau pour assurer à chaque instant l'équilibre énergétique dans le circuit électrique.

Les batteries d'accumulateurs sont la solution la plus utilisée pour un stockage électrochimique de faibles dimensions. Proposant des technologies matures et à des prix raisonnables, elles réalisent une réaction d'oxydoréduction selon le principe de la pile pour emmagasiner à la charge de l'énergie électrique, qui peut être restituée à la décharge avec un bon rendement, autour de 85 % selon les types d'accumulateurs. Elles consistent en deux électrodes, l'anode et la cathode, plongées chacune dans une solution ionique, comme représentées figure 8. Sous l'effet d'un courant de charge, une oxydation se produit au niveau des molécules de la cathode, qui perdent alors des électrons. Ceux-ci sont envoyés dans le circuit électrique, créant ainsi le courant en question. À l'anode, les électrons arrivent ensuite pour générer une réduction sur les molécules qui la composent. Les ions qui résultent de ces deux demi-équations se retrouvent ainsi dans les solutions ioniques respectives des électrodes. Celles-ci sont séparées par un électrolyte, une solution ionique non réactive. Selon les besoins, ses ions positifs et négatifs migrent respectivement vers la solution de l'anode et de la cathode, permettant de rendre les deux solutions électroniquement neutres. À la décharge, les réactions d'oxydation et de réduction inverses se produisent sous l'effet du courant inverse qui fait cette fois migrer les électrons de l'anode à la cathode. Les concentrations d'ions diminuent dans les solutions au fur et à mesure que les électrodes se reconstruisent, et l'électrolyte se reconstitue en conséquence. Plusieurs technologies ont au cours du dernier siècle été développées selon ce principe[1] .

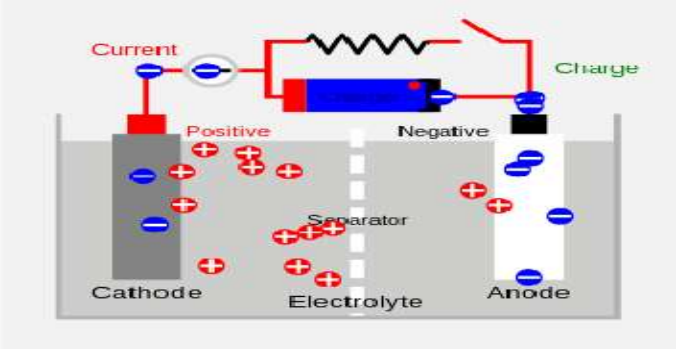


Figure 8: Schéma de principe de la pile, dont la batterie reprend le fonctionnement

Les batteries utilisées dans les systèmes hybrides sont en général de type plomb-acide, les batteries nickel-métal-hydrure.

1.4.6 Etat de charge de la batterie

La batterie est le principal élément dans un système hybride autonome, par où transite l'énergie électrique fournie par le générateur. Toutefois, la batterie d'accumulateurs reste l'élément le plus fragile. Sa durée de vie est étroitement liée de la manière dont elle est chargée et déchargée. Une longévité raisonnable n'est atteinte que par une régulation et un contrôle rigoureux de l'état de charge et par une protection soignée contre les surcharges et les décharges profondes [2].

L'état de charge de la batterie SOC (State Of Charge) est l'un des paramètres les plus importants pour les batteries. Il est défini comme le rapport de la capacité de courant à la capacité nominale il est normalement entre 0 et 1 (0<SOC<1). Si SOC=1, la batterie est totalement chargée, et si SOC=0, la batterie est totalement déchargée. La capacité nominale est donnée par le fabricant et représente le montant maximum de la charge qui peut être stockée dans la batterie. Le SOC peut être défini comme suit:

$$\mathrm{SOC}(t) = \frac{Q(t)}{Q_n}.$$

1.5 Gestion de l'énergie pour les systèmes hybrides

Les systèmes hybrides, plus ou moins complexes, nécessitent une stratégie de contrôle adaptée afin d'exploiter dans les meilleurs conditions les différentes sources et d'utiliser efficacement l'énergie. Une telle gestion a pour but, d'une part de limiter les dépenses en carburant et d'autre part de protéger les batteries contre les surcharges et les décharges profondes. Car, pour les systèmes d'énergie autonomes, le coût du stockage représente la plus grande contrainte dans le coût global du système pour les installations de moyennes et de grandes puissances. Minimiser le coût du stockage et optimiser sa capacité de production sont la raison essentielle de la combinaison des différents systèmes de production d'énergie électrique.

Un système énergétique hybride de production électrique, dans sa vue la plus vaste, est celui qui combine et exploite plusieurs sources d'énergie disponibles et facilement accessible. Dans notre cas, on s'intéresse aux systèmes de petite puissance produisant du courant continu, Figure 9.

La gestion de l'énergie dans les systèmes hybrides reste relativement complexe. Dans la majorité des cas, le contrôleur de charge est une pièce indispensable. En cas de recours au groupe électrogène, on observe une perte considérable d'énergie pendant les périodes de faible consommation. Ceci est du fait de la non utilisation par l'installation de la totalité de l'énergie produite par ce dernier. La gestion de la production et du stockage de l'énergie reste assurée par l'homme, ce qui ne permet pas de garantir une efficacité énergétique optimale. Il est très important dans de tels systèmes de protéger les batteries, car elles constituent l'un des éléments les plus coûteux du système énergétique. Dans le but de remédier à ces problèmes, nous nous proposons de concevoir et de réaliser un dispositif électronique de commande et de gestion optimale à base d'une carte Arduino. Celle-ci devra de part son architecture, intégrer à la fois les fonctionnalités de contrôle de charge des batteries, l'automatisation de la gestion de l'énergie dans ce système, mais également de charger les batteries par le groupe électrogène afin d'éviter les pertes inutiles d'énergie [3] .

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

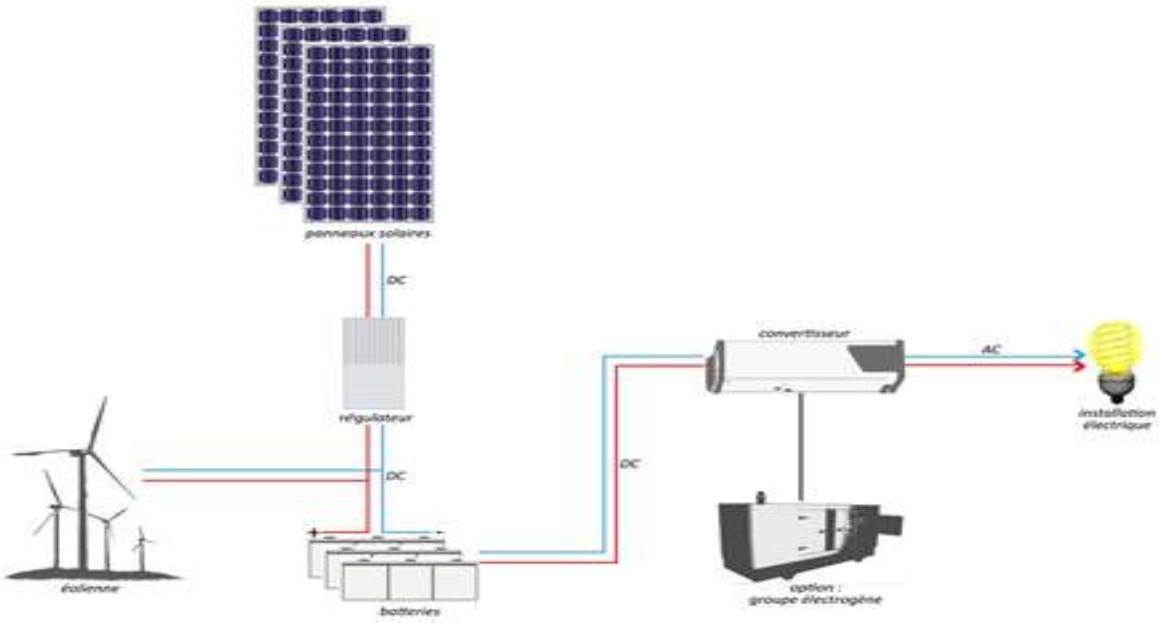


Figure 9: Schéma synoptique d'un système hybride .

1.6 Conclusion

Ce chapitre a permis d'introduire les systèmes d'énergie hybride (SEH), de les définir et de montrer leur intérêt, par le rappel du contexte énergétique dans le Maroc et des besoins en énergie du logement en site isolé. La spécificité des besoins en énergie du logement et la nécessité de réduire les coûts, en augmentant l'utilisation des énergies renouvelables, font que le développement des SEH devient une nécessité. Ainsi les systèmes hybrides et la gestion des énergies renouvelables sont une thématique de recherche jeune et en plein essor. Dans ce cadre, notre travail de recherche vise à proposer des solutions automatiques et intelligentes pour la gestion d'énergie.

Chapitre 2 : Aperçu sur la plateforme Arduino

2.1 Introduction

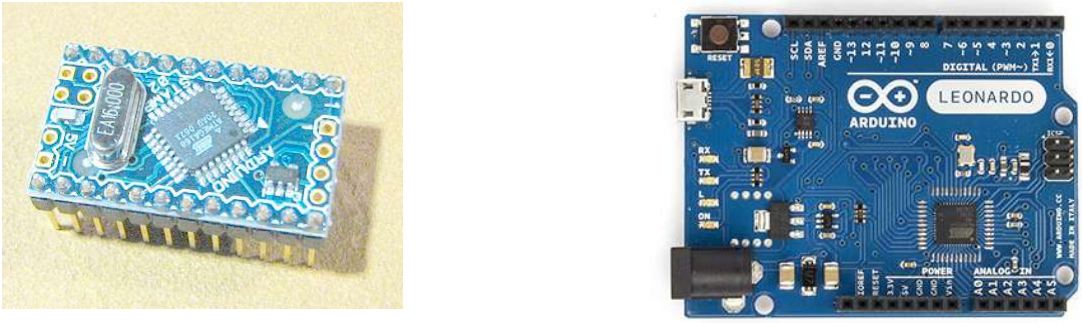
Le système de gestion d'énergie pour un système hybride de production multi-énergies que nous proposons dans ce travail est basé sur une carte Arduino. Ce chapitre vise donc à présenter et à initier à l'utilisation d'Arduino.

Les cartes Arduino sont conçues pour réaliser des prototypes et des maquettes des cartes électroniques pour l'informatique embarquée. Ces cartes permettent un accès simple et peu couteux à l'informatique embarquée. De plus, elles sont entièrement libres de droit, autant sur l'aspect du code source (Open Source) que sur l'aspect matériel (Open Hardware). Ainsi, il est possible de refaire sa propre carte Arduino dans le but de l'améliorer ou d'enlever des fonctionnalités inutiles au projet. Le langage Arduino se distingue des langages utilisés dans l'industrie de l'informatique embarquée par sa simplicité. En effet, beaucoup de librairies et de fonctionnalités de base occulte certains aspects de la programmation de logiciel embarquée afin de gagner en simplicité.

2.2 Présentation d'Arduino

L'Arduino est une carte électronique en matériel libre pour la création artistique interactive, elle peut servir:

- pour des dispositifs interactifs autonomes simples
- comme interface entre capteurs/actionneurs et ordinateur
- comme programmateur de certains microcontrôleurs.



(a): Arduino mini **(b): Arduino LEONARDO**

Figure 10: Cartes Arduino : (a) –Arduino mini, (b)-Arduino Leonardo

Une carte Arduino, comme toutes les cartes à microcontrôleur, permet de piloter un système de manière interactive à partir du programme que l'on aura défini et mis dans sa mémoire. Par exemple gérer automatiquement l'ouverture d'une porte de garage, envoyer un SMS quand le jardin est trop sec et gérer le système d'arrosage à distance, piloter un nouveau robot, … Il faut pour cela associer à la carte Arduino des capteurs (de lumière, de température, de position, …), des actionneurs (moteurs, pompe, …), des organes de sortie (lampe, chauffage,..), des circuits de puissance, une alimentation (piles, panneaux solaires,..), des interfaces de dialogue (boutons, leds, écran, …), des interfaces de communication (réseau filaire, réseau sans fil, …), …

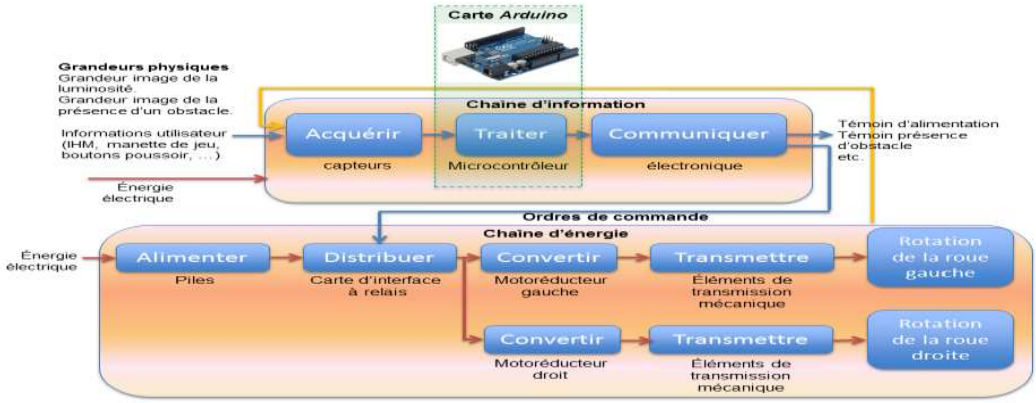


Figure 11: Une carte Arduino gère essentiellement le traitement de l'information

Deux raisons principalement au succès du système Arduino : Le logiciel Arduino est gratuit et il existe des nombreuses autres cartes électroniques compatibles pour faire simplement des maquettes.

Figure 12: Carte électronique connectée sur Arduino pour contrôler des moteurs

Figure 13: Carte connectée sur une carte Arduino pour lire des fichiers de musique

2.3 Histoire d'Arduino

Monsieur Massimo Banzi enseignait la conception interactive en Italie. En 2005, il a conçu une carte électronique minimaliste et à bas prix pour permettre à ses étudiants de bricoler dans des activités de projets. Il appellera cette carte Arduino comme le bar où il avait l'habitude d'aller. Ce nom correspond à celui du roi Arduino (en 1002 en Italie). Avec l'aide d'une équipe de développeurs, ils conçoivent un logiciel spécifique. Le succès grandissant rapidement au fil des années, différentes versions matérielles et logicielles seront développées avec aujourd'hui l'Arduino Leonardo.

2.4 Description de la carte Arduino UNO

Un des modèles les plus répandu de carte Arduino est l'Arduino UNO (Figure16). C'est la première version stable de carte Arduino. Elle possède toutes les fonctionnalités d'un microcontrôleur classique en plus de sa simplicité d'utilisation. Elle utilise une puce ATmega328P cadencée à 16Mhz. Elle possède 32ko de mémoire flash destinée à recevoir le programme, 2ko de SRAM (mémoire vive) et 1 ko d'EEPROM (mémoire morte destinée aux données). Elle offre 14 pins (broches) d'entrée/sortie numérique (données acceptée 0 ou 1) dont 6 pouvant générer des PWM (Pulse Width Modulation, détaillé plus tard). Elle permet aussi de mesurer des grandeurs analogiques grâce à ces 6 entrées analogiques. Chaque broche est capable de délivré un courant de 40mA pour une tension de 5V. Cette carte Arduino peut aussi s'alimenter et communiquer avec un ordinateur grâce à son port USB. On peut aussi l'alimenter avec unes alimentions comprise en 7V et 12V grâce à sa connecteur Power Jack.

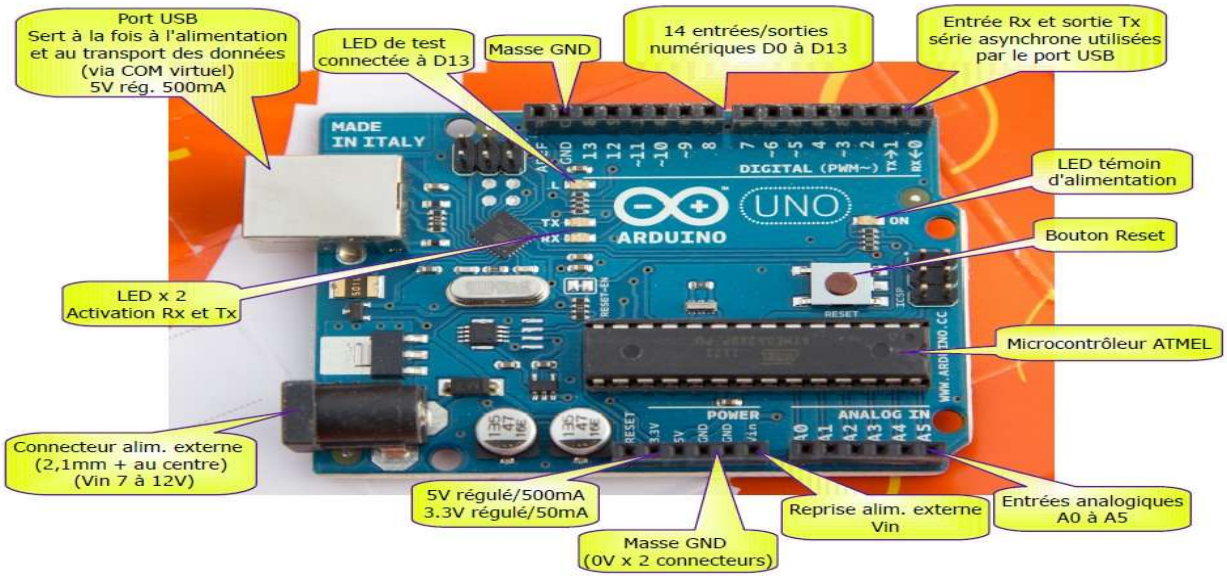


Figure 14: Description de la carte Arduino UNO

2.4.1 Le microcontrôleur AVR

Le cœur de la carte Arduino Uno est un microcontrôleur de la famille AVR, un Atmel Atmega 328P. Ce microcontrôleur renferme dans un seul composant :

- Un processeur 8 bits à architecture RISC ;
- De la mémoire avec des espaces physiques séparés :
    - Mémoire Flash (32 Ko) pour les programmes
    - Mémoire vive SRAM (2 Ko) pour les données
    - Mémoire EEPROM (2 Ko) pour les données de sauvegarde
- Toute la logique d'horloge (16 MHz)
- Des circuits d'interface et des périphériques d'entrée-sortie permettant au processeur d'accéder au monde extérieur :
    - Des Timers/Counters (T/C) 8 et 16 bits
    - Génération des signaux PWM
    - Des interfaces de communication série (UART, SPI, TWI compatible I2C…)
    - Un convertisseur Analogique-Numérique (A/D Conv)

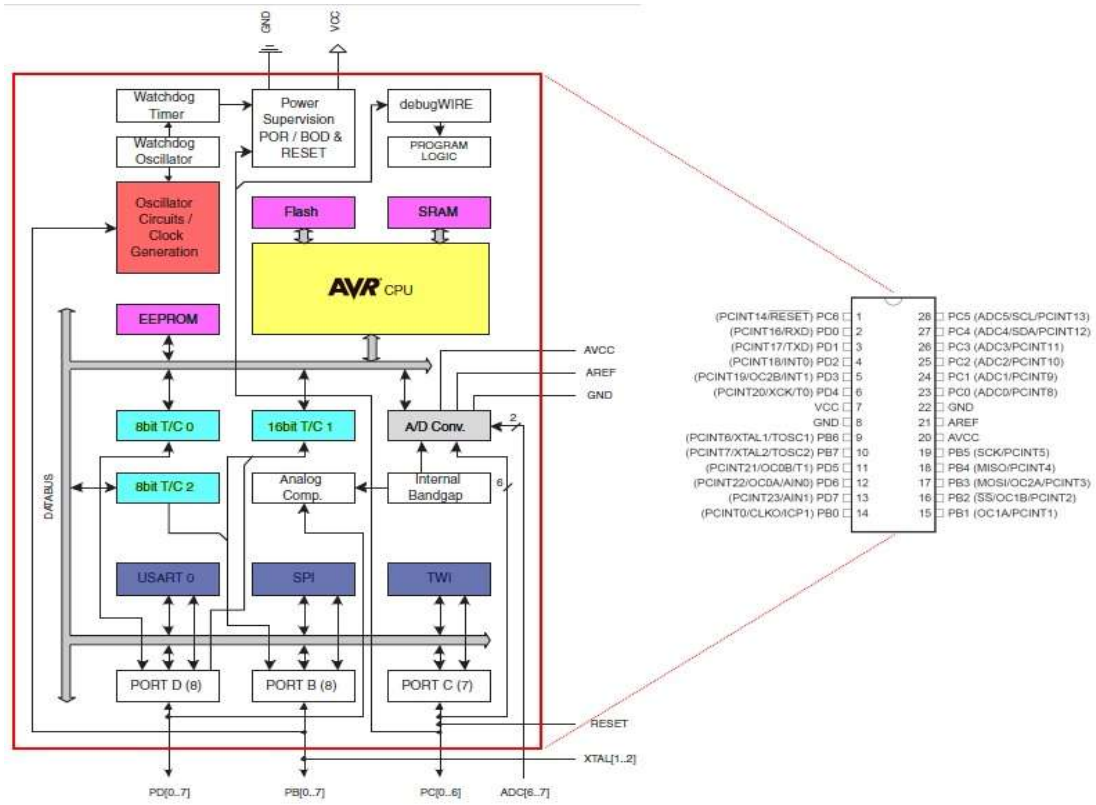


Figure 15: Schéma bloc de description du microcontrôleur AVR

2.4.2 Les entrées/sorties

Ce sont les deux rangées de connecteurs de part et d'autre de la carte qui permettent sa connexion au monde extérieur. On y trouve Les entrées/sorties numériques et Les entrées analogiques pour pouvoir être traitées par le microcontrôleur, ces entrées analogiques sont prises en charge par un CAN (Convertisseur Analogique Numérique ou ADC pour Analog Digital Converter) dont le rôle est de convertir l'échantillon de tension en une grandeur numérique binaire sur n bits.

2.5 Les cartes d'interfaces ou shield

Pour la plupart des projets, il est souvent nécessaire d'ajouter des fonctionnalités aux cartes Arduino. Plutôt que d'ajouter soit même des composants extérieurs (sur une platine d'essai, circuit imprimé, etc.), il est possible d'ajouter des shields.

Un shield est une carte que l'on connecte directement sur la carte Arduino qui a pour but d'ajouter des composants sur la carte. Ces shields viennent généralement avec une librairie permettant de les contrôler. On retrouve par exemple, des shields Ethernet, de

contrôle de moteur, lecteur de carte SD, etc. Le principal avantage de ces shields est leurs simplicités d'utilisation. Il suffit de les emboiter sur la carte Arduino pour les connecter, les circuits électroniques et les logiciels sont déjà faits et on peut en empiler plusieurs. C'est un atout majeur pour ces cartes pour pouvoir tester facilement de nouvelles fonctionnalités.

Parmi ces shields nous trouvons l'afficheur LCD

2.6 Afficheur LCD

Les afficheurs à cristaux liquides, autrement appelés afficheurs LCD (Liquid Crystal Display), sont des modules compacts intelligents et nécessitent peu de composants externes pour un bon fonctionnement. Ils consomment relativement peu (de 1 à 5 mA), sont relativement bons marchés et s'utilisent avec beaucoup de facilité. Plusieurs afficheurs sont disponibles sur le marché et diffèrent les uns des autres, non seulement par leurs dimensions, (de 1 à 4 lignes de 6 à 80 caractères), mais aussi par leurs caractéristiques techniques et leur tension de service.

Figure 16: Afficheur LCD 16*2

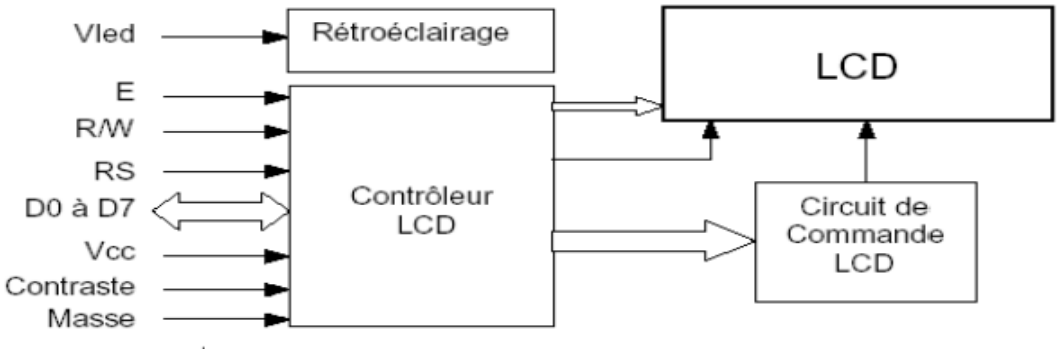


Figure 17: Schéma fonctionnel d'un LCD

-VCC, Masse : alimentation de l'afficheur LCD. Un afficheur LCD s'alimente en 0V- 5V.

-Contraste : entrée permettant de régler le contraste de l'afficheur LCD. Il faut appliquer une tension continue réglable (entre 0V et 5V) à l'aide d'un potentiomètre.

-Vled : différence de potentiel permettant de commander le rétro éclairage.

-E : entrée de validation (ENABLE), elle permet de valider les données sur un front descendant. Lorsque E=0 alors le bus de données est à l'état haute impédance.

-RS : Register Select cette entrée permet d'indiquer à l'afficheur si l'on souhaite réaliser une commande (RS=0) par des instructions spécifiques ou écrire une donnée (envoie du code du caractère à afficher) sur le bus (RS=1).

-R/W : entrée de lecture (R/W=1) et d'écriture (R/W=0). Lorsqu'on commande l'afficheur LCD il faut se placer en écriture.

- D7…D0 : bus de données bidirectionnel, il permet de transférer les instructions ou les données à l'afficheur LCD.

Un afficheur LCD sera commandé par un microcontrôleur. Il faut donc penser aux mises en œuvre:

- Matérielle : connexion des broches du microcontrôleur à l'afficheur LCD,

- Logicielle : utilisation de sous programmes permettant de commander l'afficheur LCD (initialisation, effacement de l'afficheur, affichage d'un caractère, affichage d'une variable,…).

2.7 Développement d'un projet

Le développement sur Arduino est très simple :

- on code l'application : Le langage Arduino est basé sur les langages C/C++ , avec des fonctions et des librairies spécifiques à Arduino (gestions des e/s).
- on relie la carte Arduino au PC et on transfert le programme sur la carte,
- on peut utiliser le circuit.

2.7.1 IDE Arduino

Un IDE (environnement de développement) libre et gratuit est distribué sur le site d'Arduino (compatible Windows, Linux et Mac). D'autres alternatives existent pour développer pour Arduino (extensions pour Code Blocks, Visual Studio, Eclipse, XCode, etc.) L'interface de l'IDE Arduino est simple (voir Figure 18), il offre une interface minimale et épurée pour développer un programme sur les cartes Arduino. Il est doté d'un éditeur de code avec coloration syntaxique [1] et d'une barre d'outils rapide [2]. Ce sont les deux éléments les plus importants de l'interface, c'est ceux que l'on utilise le plus souvent. On retrouve aussi une barre de menus [3] plus classique qui est utilisé pour accéder aux fonctions avancées de l'IDE. Enfin, une console [4] affichant les résultats de la compilation du code source, des opérations sur la carte, etc.

Figure 18: Arduino IDE

2.7.2 Langage Arduino

Le langage Arduino est inspiré de plusieurs langages. On retrouve notamment des similarités avec le C, le C++, le Java et le Processing. Le langage impose une structure particulière typique de l'informatique embarquée. La fonction setup contiendra toutes les opérations nécessaires à la configuration de la carte (directions des entrées sorties, débits de communications série, etc.). La fonction loop elle, est exécutée en boucle après l'exécution de la fonction setup. Elle continuera de boucler tant que la carte n'est pas mise hors tension, redémarrée (par le bouton reset). Cette boucle est absolument nécessaire sur les microcontrôleurs étant donné qu'ils n'ont pas de système d'exploitation. En effet, si l'on omettait cette boucle, à la fin du code produit, il sera impossible de reprendre la main sur la carte Arduino qui exécuterait alors du code aléatoire.

2.8 Conclusion

L'atout majeur d'une carte Arduino, c'est son prix et sa simplicité qui permet de mettre en œuvre de nombreux objets numériques à moindre coût sans être un spécialiste ou de la programmation des microcontrôleurs. C'est cette qualité qui donne à Arduino le succès planétaire qu'on lui connaît. On peut conclure que les cartes Arduino sont un puissant outil de prototypage pour les cartes électroniques. Mais aussi, elles permettent un accès facile et intuitif à l'informatique embarqué. Nous avons traité la carte Arduino UNO car c'est l'une des cartes les plus répandus. Il existe cependant d'autres versions des cartes Arduino plus adaptées pour certains projets. Par exemple, pour des projets ou nous avons besoin de plus d'entrées/sorties, on pourra alors considérer l'Arduino Méga.

Chapitre 3 : Conception du module électronique de gestion d'énergie pour les systèmes énergétiques hybrides

3.1 Introduction

L'objectif de la gestion d'énergie est de mettre en place une stratégie de contrôle et commande de l'énergie fournie par le système hybride. Elle doit satisfaire les contraintes de la demande ainsi que les contraintes de production et de stockage. Ce chapitre est consacré à la conception d'un système de gestion efficace d'énergie. Les méthodes de contrôle que nous allons utiliser pour commander les systèmes hybrides seront d'abord présenté, suivi des résultats de simulation via ISIS et enfin le module électronique développé pour une gestion optimale de la production de systèmes d'énergie hybride sera exposé.

3.2 Stratégies de contrôle pour un système multi-sources

Nous avons considéré un système hybride qui comporte: l'éolien, le photovoltaïque, la batterie et le groupe électrogène comme source de secours.

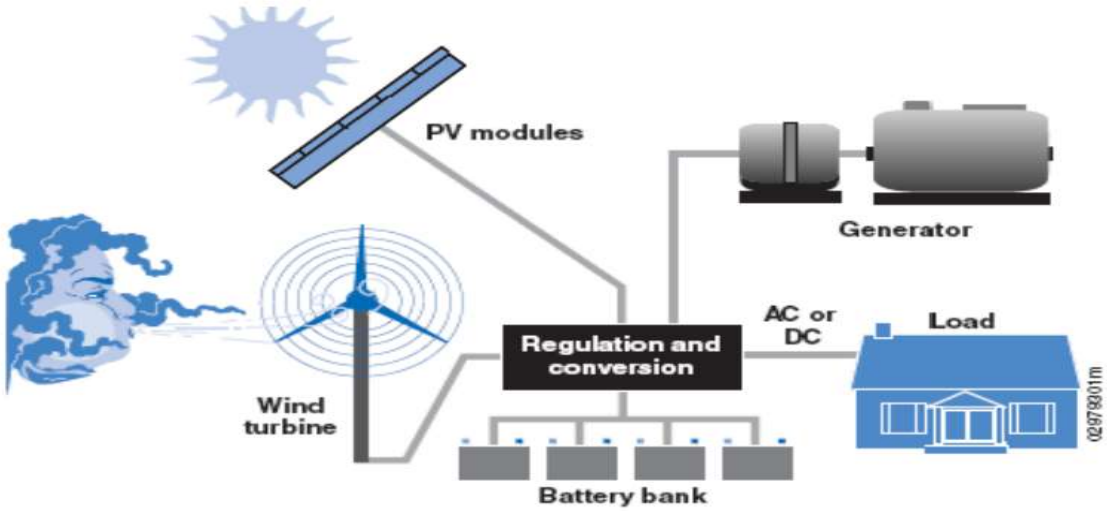


Figure 19:Système d'énergie hybride

Nous pouvons distinguer deux parties distinctes dans la stratégie de contrôle de systèmes de puissance coupés du réseau : le contrôle des sources et la gestion du stockage.
Le problème que posent les sources d'énergie renouvelables est leur aspect aléatoire qui fait qu'elles ne fournissent pas de manière continue une puissance égale à la demande. La production pouvant fluctuer selon les aléas des conditions météo (éclairement fort/faible, vent fort/faible). D'où l'intérêt de rajouter une unité de stockage pouvant pallier l'absence de production d'une des sources ou des deux. Ainsi il va falloir développer une structure

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

permettant de gérer l'énergie produite en fonction des différents états des sources et de la charge et de la demande des utilisateurs. Une telle gestion a pour but aussi de protéger les batteries contre les surcharges et les décharges profondes. En effet, pour les systèmes d'énergie autonomes, le coût du stockage représente la plus grande contrainte dans le coût global du système pour les installations de moyennes et de grandes puissances**.**

Nous nous proposons de concevoir et de réaliser un dispositif électronique de commande et de gestion optimale à base d'une carte Arduino. Celle-ci devra de part son architecture, intégrer à la fois les fonctionnalités de contrôle de charge des batteries, l'automatisation de la gestion de l'énergie dans ce système, mais également de charger les batteries par le groupe électrogène afin d'éviter les pertes inutiles d'énergie.

3.3 Gestion efficace de l'énergie

Le module électronique est au cœur de notre système énergétique. Son fonctionnement est régi par un cahier de charge qui est le suivant:

- Protéger les batteries contre les surcharges.
- Protéger les batteries contre les décharges profondes.
- Démarrer et arrêter automatiquement le générateur de secours au besoin.
- Brancher et débrancher automatiquement les charges au besoin.
- Informer l'utilisateur sur l'état du système par afficheur graphique.

La plateforme Arduino est chargée de traiter les différentes informations à lui transmises par les autres blocs. A l'issue du traitement de ces informations, des décisions sont prises dans le sens d'une gestion efficace de l'énergie produite, ces informations sont ensuite transmises au bloc d'interfaçage. Les informations reçues par l'Arduino sont traitées suivant un programme de gestion efficace, dont l'organigramme est donné par la figure 20, avec:

Les entrées du système sont:

Pc : Puissance de la charge demandée

$\mathbf{P_{PV}}$: Puissance fourni par les panneaux solaire

$\mathbf{P_{AE}}$: Puissance fourni par les aérogénérateurs (les éoliennes)

Les sorties du système sont :

PV : Relais On/Off du Panneau photovoltaïque

AE : Relais On/Off du Aérogénérateur (éolienne)

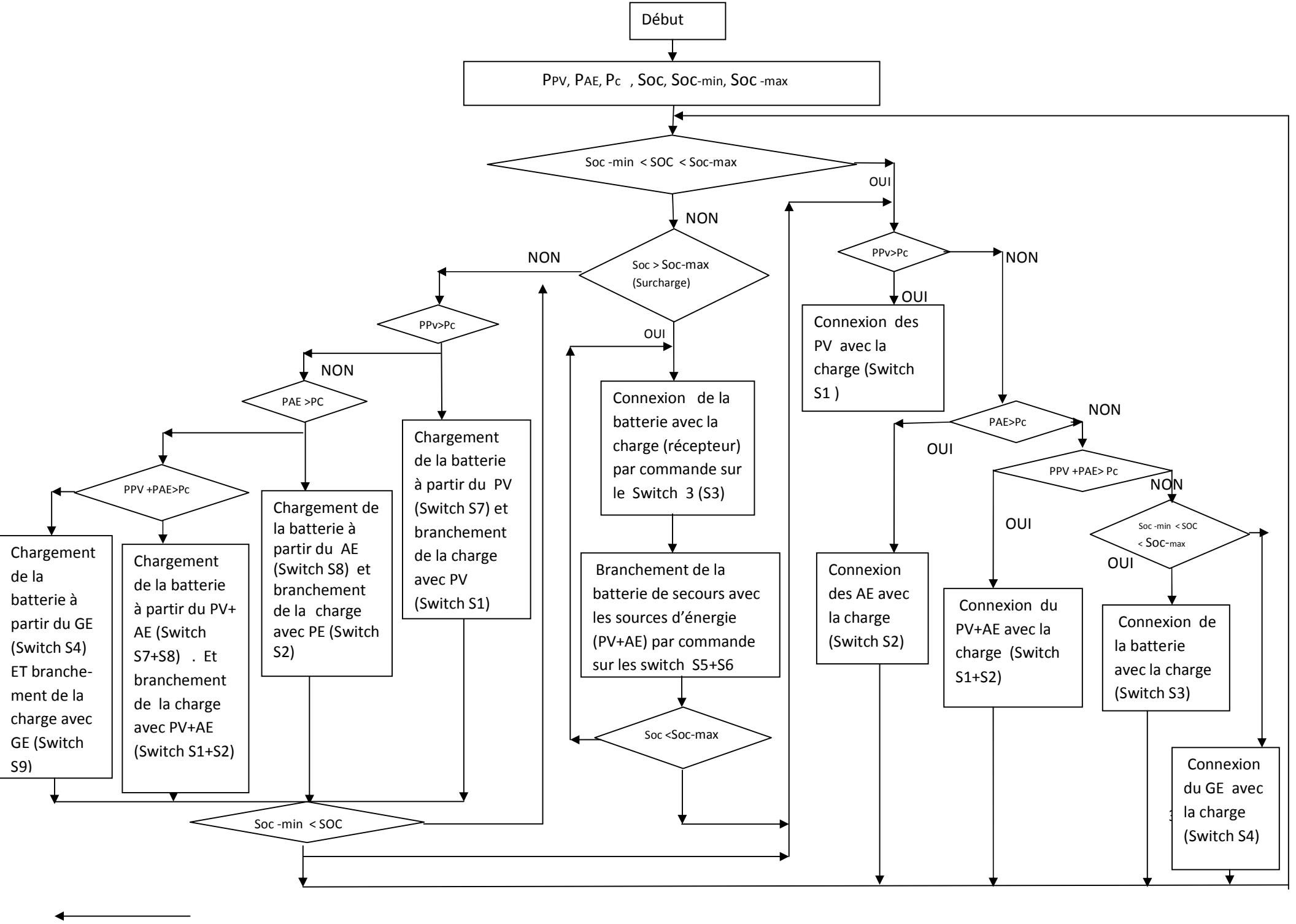
GE : Relais On/Off du Groupe électrogène

Soc : Le niveau de charge nominale de la batterie (entre 15% et 80%)

Soc -min : Le niveau de charge minimum de la batterie (Soc <15%)

SOC –max : Le niveau de charge maximum de la batterie (Soc>80%)

S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9: Interrupteurs de puissance (permet de commander Les interconnexions entre les sources d'énergies et les autres blocs : batterie, charge).


Début
PPV, PAE, Pc , Soc, Soc-min, Soc -max
Soc -min < SOC < Soc-max
OUI
NON
Soc > Soc-max (Surcharge)
NON
OUI
PPv>Pc
NON
OUI
Connexion des PV avec la charge (Switch S1)
PPv>Pc
NON
OUI
Connexion de la batterie avec la charge (récepteur) par commande sur le Switch 3 (S3)
PAE >PC
NON
Chargement de la batterie à partir du PV (Switch S7) et branchement de la charge avec PV (Switch S1)
PAE>Pc
NON
OUI
PPV +PAE>Pc
NON
OUI
Chargement de la batterie à partir du GE (Switch S4) ET branche-ment de la charge avec GE (Switch S9)
PPV +PAE>Pc
NON
OUI
Chargement de la batterie à partir du PV+ AE (Switch S7+S8) . Et branchement de la charge avec PV+AE (Switch S1+S2)
Chargement de la batterie à partir du AE (Switch S8) et branchement de la charge avec PE (Switch S2)
Branchement de la batterie de secours avec les sources d'énergie (PV+AE) par commande sur les switch S5+S6
Soc <Soc-max
Connexion des AE avec la charge (Switch S2)
Connexion du PV+AE avec la charge (Switch S1+S2)
Soc -min < SOC < Soc-max
OUI
Connexion de la batterie avec la charge (Switch S3)
Connexion du GE avec la charge (Switch S4)
Soc -min < SOC

Différents relais ou interrupteurs sont utilisés pour activer ou désactiver une connexion selon le besoin de l'utilisateur tout en cherchant à maximiser le confort.

La gestion du système suit les règles suivantes :

a) Batterie chargé (15%<= Soc <=80%) :

- Si $\mathbf{P_{PV} > Pc}$ alors la charge sera connectée avec le panneau photovoltaïque.
- Si $\mathbf{P_{PV} < Pc}$ et $\mathbf{P_{AE} > Pc}$ alors la charge sera connectée avec les éoliennes.
- Si $\mathbf{P_{PV} < Pc}$ et $\mathbf{P_{AE} < Pc}$ et $\mathbf{P_{PV} + P_{AE} > Pc}$ nous avons proposé de combiner la production des deux sources pour alimenter la charge, dans ce cas la charge sera connectée avec le panneau photovoltaïque et l'éolienne.
- Si $\mathbf{P_{PV} < Pc}$ et $\mathbf{P_{AE} < Pc}$ et $\mathbf{P_{PV} + P_{AE} < Pc}$, nous connectons la charge à la batterie.
- Si **Soc < 15%** nous connectons donc la charge avec le groupe électrogène.

b) Batterie surchargé (Soc >80%) :

Afin d'éviter d'endommager la batterie, il faut la décharger dès que SOC atteint 81% en le connectant à la charge, dans ce cas les sources d'énergie ne seront pas reliés a aucune charge, cela veut dire que nous aurons une perte d'énergie, pour l'éviter nous ajoutons une batterie secours qui sera relié à ces sources d'énergie. Ce qui constitue la stratégie de supervision permettant d'adapter le système de puissance quand les unités de stockage sont pleines.

c) Batterie déchargé (Soc < 15%) :

Dans ce cas il faut une la stratégie de supervision permettant d'adapter le système de puissance quand les unités de stockage sont vides.

- Si $\mathbf{P_{PV} > Pc}$ alors le panneau photovoltaïque sera connectée avec la charge et la batterie pour se charger.
- Si $\mathbf{P_{PV} < Pc}$ et $\mathbf{P_{AE} > Pc}$ alors l'éolienne sera connectée avec la charge et la batterie pour se charger.
- Si $\mathbf{P_{PV} < Pc}$ et $\mathbf{P_{AE} < Pc}$ et $\mathbf{P_{PV} + P_{AE} > Pc}$, le panneau photovoltaïque et l'éolienne seront connectés avec la charge et la batterie.
- Si $\mathbf{P_{PV} < Pc}$ et $\mathbf{P_{AE} < Pc}$ et $\mathbf{P_{PV} + P_{AE} < Pc}$, dans ce cas c'est le groupe électrogène qui alimente de la charge et charge la batterie..

3.4 Schéma de synthèse et simulation dans ISIS

Pour la mise en œuvre de notre stratégie de gestion d'énergie, nous avons opté pour une carte Arduino de type Mega 2560. Nous avons aussi utilisé une carte relais de 5V qui permet de piloter quatre relais individuellement de 12V, chaque relais peut commuter jusqu'à 220V-10A.

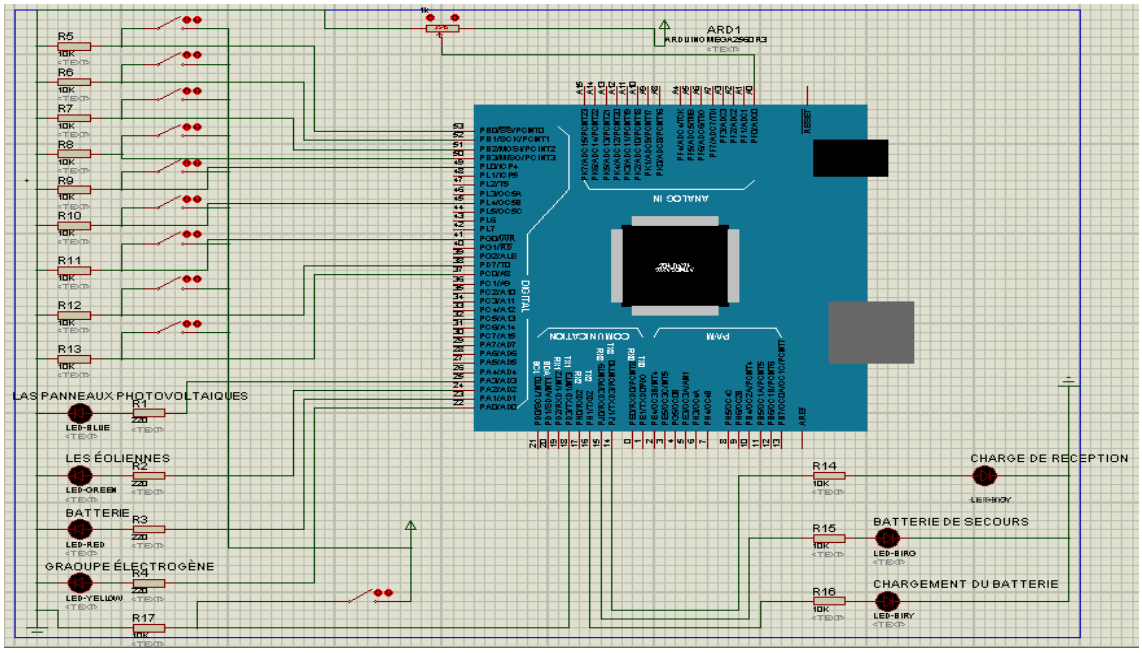


Figure 20: Simulation du système de gestion d'énergie hybride

3.5 Simulation avec afficheur LCD

Plusieurs données sont essentielles dans notre système, comme l'état de charge de la batterie et la puissance de différentes sources d'énergies. Il est donc très primordial d'insérer un outil qui permet d'afficher ces informations afin de communiquer avec l'utilisateur. En effet, grâce aux afficheurs LCD nous pouvons rendre beaucoup plus interactif notre montage puisque cet afficheur nous offre la possibilité de connaitre l'état du système à chaque instant

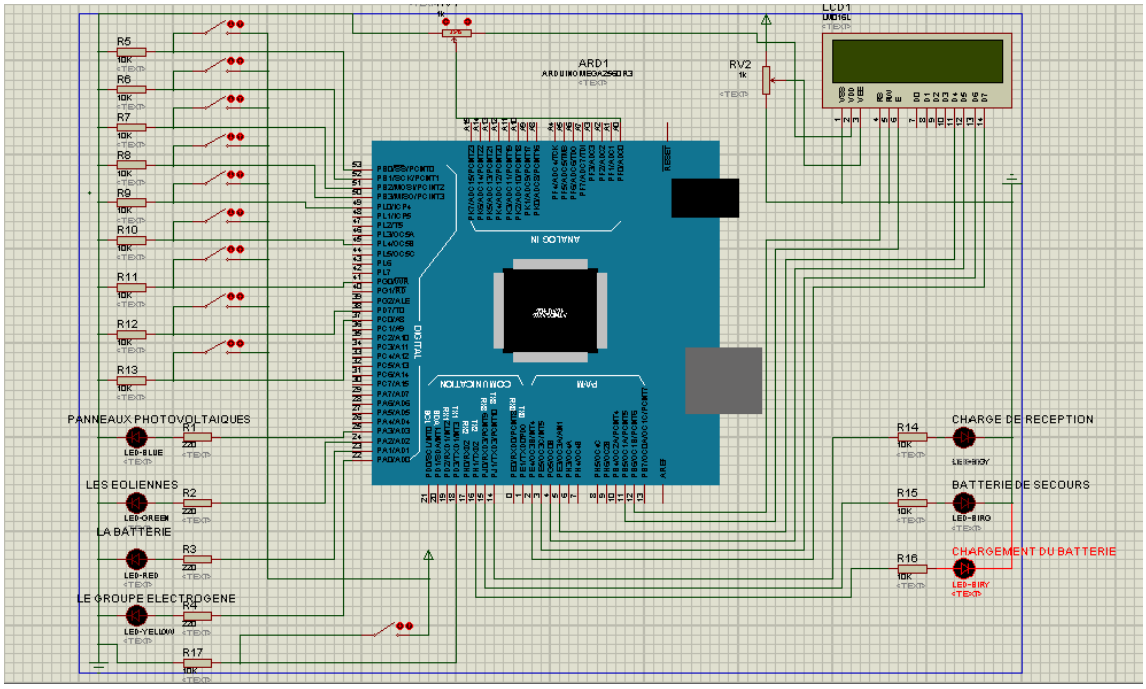


Figure 21: Simulation du système de gestion d'énergie avec un afficheur lcd

3.6 Carte de puissance à base de RELAIS:

Cette carte est basée sur l'utilisation un schéma de base constitué de relais et d'optocoupleur pour la production d'une tension continue afin d'alimenter des lampes ou bien d'autres types de composants qui doivent être alimenter en continue, comme la figure ci dessous le montre:

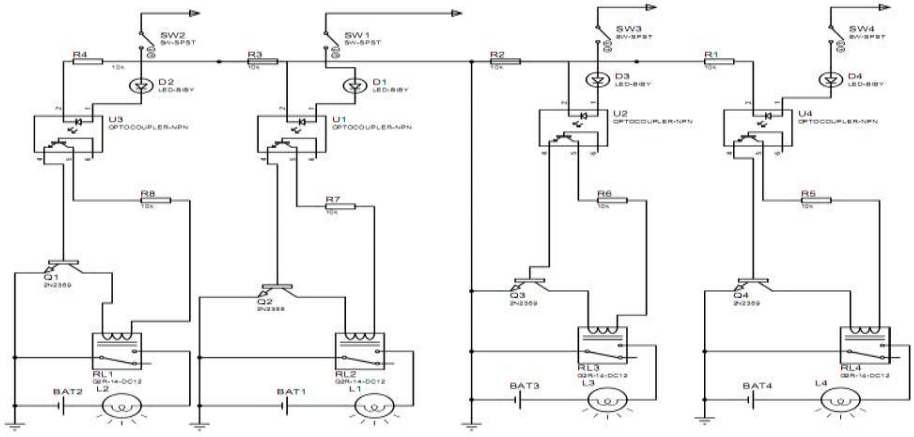


Figure 22:Carte de puissance de à base de relais.

3.1.1 Schéma Isis de base pour l'utilisation des relais

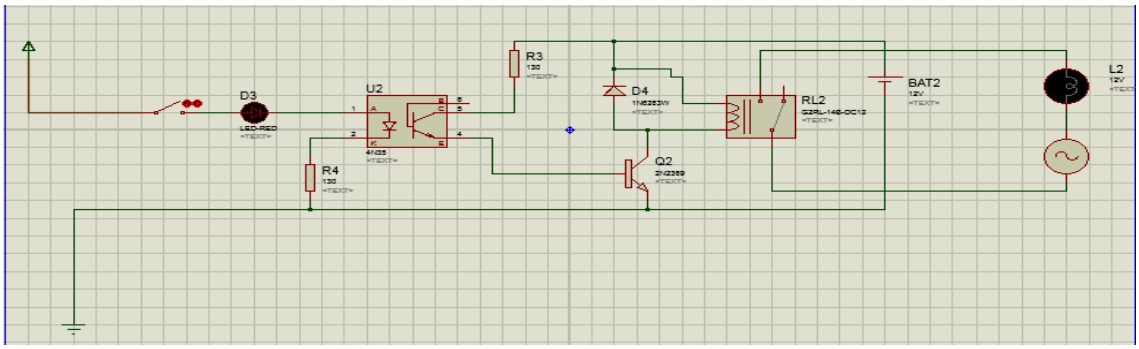


Figure 23: Montage délivrant la puissance à base de relais

Dans cette section, nous avons utilisé un optocoupleur 4N32, précédé par une simple LED, dont la chute de tension est de l'ordre de 2.2V et le courant de fonctionnement nominal de 10 mA. Si nous appliquons une tension compatible TTL de +5V, directement sur cette led, l'optotransistor aura une durée de vie limitée.

Il est commode donc, d'ajouter une résistance en série pour limiter le courant qui la parcourt. La valeur de la résistance doit être calculée comme indiquée si après:

$$Vcc = Vd1+Vd2 + R1.I1$$

$$R1 = [Vcc – (Vd1 + Vd2)/I1]$$

$$A.N : \quad R1 = [5v -(2.2+1.5)/10.10^{-3}]=130\ \Omega.$$

Si nous voulons piloter des charges de puissances universelles cela veut dire en tension alternatif ou en tension continu nous avons choisi de travailler avec des relais qui apportent un gain en puissance important. Une bobine alimentée sous quelques volts à quelques dizaines de volts et quelques dizaines de mA peut commuter quelques centaines de watts à quelques kW.

Figure 24:Photo d'un relais avec ses éléments.

.

3.7 Réalisation de l'unité de commande et de gestion

L'objectif de la mise en œuvre expérimentale est de développer le système de puissance hybride proposé, en respectant le dimensionnement d'un système de production domestique réel. Le matériel nécessaire à la réalisation est :

Matriels	Caractéristiques
Optocoupleur	4N32
Résistance	130 Ω
Diode	
Bread board	mini
Relais	12V
Lampe	12V
LCD	16X2
Led	
Résistance	220 Ω
Résistance	10 K Ω
Potentiomètre	1 k Ω
Arduino mega 2560	___
Afficheur LCD	16*2

Figure 25: Listes des matériels

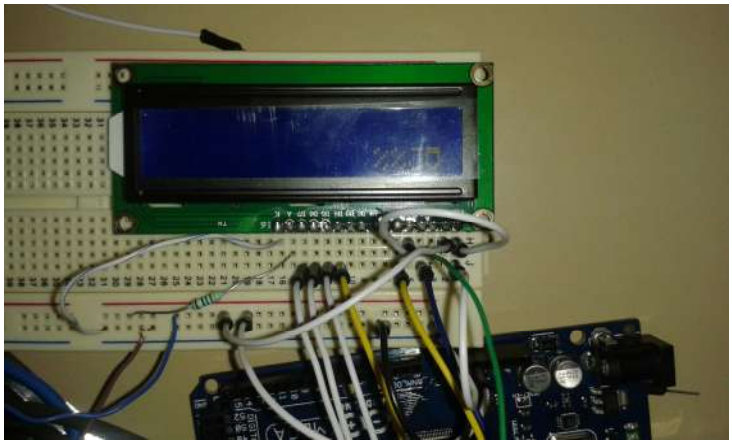


Figure 26: Afficheur lcd

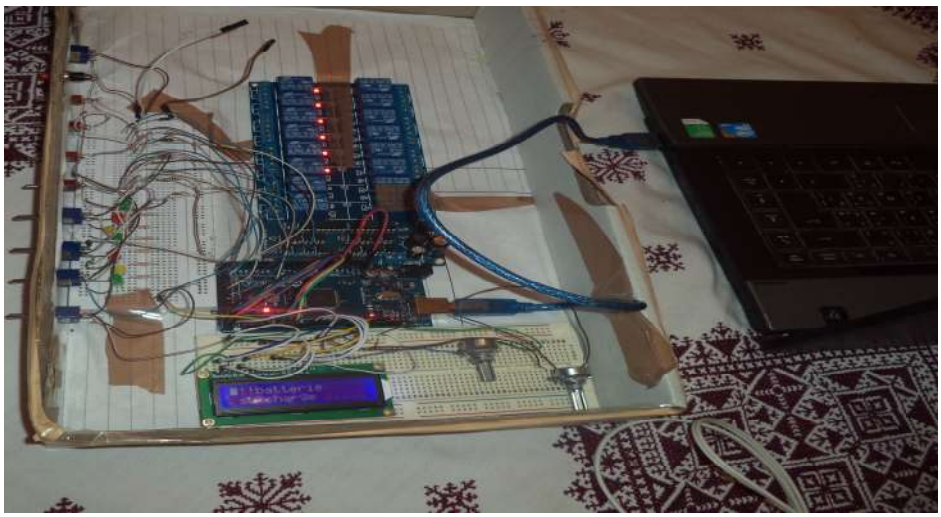


Figure 27: Réalisation du module électronique de gestion d'énergie

3.8 Conclusion

Compte tenu des défis énergétiques actuels, les systèmes électriques hybrides présentent un atout intéressant en vue d'une meilleure maîtrise de l'énergie, en particulier lors de l'usage des sources d'énergies renouvelables. Ces systèmes permettent de diversifier les sources afin de bénéficier de chacune d'entre elles en respectant leurs propres caractéristiques. Bien entendu, une stratégie de contrôle appropriée doit être mise en œuvre afin de gérer efficacement l'énergie tout en respectant les caractéristiques et contraintes de chacun des composants (sources, charges) du système. Ce chapitre a permis de concevoir et de réaliser un module électronique pour systèmes énergétique hybrides éolien-photovoltaïque-diesel capable d'intervenir dans la production et la gestion de l'énergie.

Conclusion générale

L'objectif de ce travail est la conception d'un module électronique de gestion d'énergie pour les système de production d'énergies renouvelables multi-sources, composé d'un générateur photovoltaïque, d'un générateur éolien, d'une batteries afin d'assuré leur autonomie énergétique en site isolé.

Après une étude générale qui introduit les différents aspects des systèmes multi-sources, nous avons présenté notre carte d'acquisition et de commande Arduino, cette carte d'interface programmable capable de piloter des capteurs et des actionneurs afin de simuler ou créer des systèmes automatisés. Il possède un logiciel de programmation qui permet de programmer la carte en fonction du comportement désiré. Le tout, logiciel comme matériel, est sous licence libre.

Ensuite, nous avons proposé un système de gestion d'énergie. Les sources ont été modélisées par des interrupteurs de puissance et chaque composant du processus a été simulé, sous l'environnement ISIS. Notre programme présente un module de commande et de supervision qui permet de contrôler les échanges d'énergie entre les différents composants du système d'une part mais aussi de réguler le processus de charge et de décharge du stockage d'autre part, ses dernier permet d'assurer l'efficacité de la gestion d'énergie et l'autonomie de système hybride tous en restant économiquement et écologiquement fiable. Notre programme peut se généraliser pour piloter des charges de puissances universelles (bâtiments……) cela veut dire en tension alternatif ou en tension continu, pour cela nous avons ajouté à notre carte Arduino une carte de puissance a base des relais qui apportent un gain en puissance important. Une bobine alimentée sous quelques volts à quelques dizaines de volts et quelques dizaines de mA peut commuter quelques centaines de watts à quelques kW.

ANNEXE I

Optocoupleur

L'optocoupleur rassemble deux composants, un émetteur (DEL) et l'autre récepteur (photo transistor, photo triac...) dans un boitier complètement opaque, de sorte que la lumière n'influence pas le phototransistor

Le phototransistor est une variante du transistor NPN : le courant passe du collecteur vers l'émetteur donc il se comporte comme un interrupteur fermé, mais à une condition que la base reçoive, non plus du courant, mais de la lumière infrarouge.

Si un court circuit se produit sur la plaque à faire fonctionner, cela détruit, pire le phototransistor de l'optocoupleur ; mais en aucun cas l'ordinateur ou le microcontrôleur; puisque la liaison existante est de type lumineux et non électrique

C'est ce qu'on l'appelle l'isolation galvanique : aucun contact électrique entre les deux parties de montage (la partie branchée aux borne de la DEL et celle branchée au transistor).Une isolation galvanique peut aussi se faire avec un transformateur ,puisqu'il n'y a aucun contact électrique entre la bobine du primaire et celle de secondaire ; sauf que dans ce cas , un courant assez fort est nécessaire ,alors qu'un courant relativement faible et une petite tension suffisent pour la DEL.

De plus, le transformateur demande un courant alternatif. La DEL lui préfère du continu.

Une autre utilisation de l'optocoupleur pourrait consister à faire passer un courant assez important avec un autre courant relativement faible … mais bon ;la encore , le transistor seul peut suffire ,sauf que l'on a pas l'isolation galvanique .

Bibliographie

[1] : Lila CROCI, soutenu le 7 Février 2014« Gestion de l'énergie dans un système multi-sources photovoltaïque et éolien avec stockage hybride batterie /super condensateurs ». Thèse de Doctorat, Université de POITIERS .

[2] : Mouna Aberkan ,soutenu le 19 Décembre 2014 « Modélisation et Analyse du comportement d'un Bâtiment équipé d'un Système Multi Sourcesd'énergie »
Thèse de Doctorat, Aix Marseille Université et Faculté des sciences et technique.

[3] : Robert J. Howlett, Nacer Kouider M'Sirdi, Aziz, Naamane and Ali Sayig « Adaptative sliding mode observer for estimation of state of charge ». Energy Procedia, Volume 42, 2013, Pages 377_386.

[4]: M. Drif, A.Malek, F.Krim, soutenu le 16 novembre 2007 « Expérimentation d'un Contrôleur de l'état de charge de la batterie dans un Système Photovoltaïque Autonome ». Pages 147-152. Thèse de Doctorat, Université de Franche Comte, 2007.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES