



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE «Abbés LAGHROUR» DE KHENCHELA
FACULTE DES SCIENCES ET DE TECHNOLOGIE



Département de Science & technique

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de master

Spécialité: COMMANDE ELECTRIQUE

*Réalisation d'un circuit de maximisation de puissance à
base d'un hacheur contrôlé par la carte programmable
Arduino*

Réalisé par :

- LAOUAR MUSTAPHA
- LAOUAR ABDELJALIL

Dirigé par : Mr. BOUTABBA TAREK

Membres de jury :

- Mr. KHAMIS ABDERRAHMANE (Président)
- Mr. SAIDI ABDEL KADER (examinateur)

Présenté le 20/06/2018

Promotion 2017/2018

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à ceux qui sont la source de mon inspiration et mon courage.

A ma très cher mère, qui ma donne toujours l'espoir de vivre et qui n'a jamais cessé de prier pour moi.

A mon très cher père, pour ses encouragements et son soutien,

*Et surtout pour son sacrifice afin que rien n'entrave
Le déroulement de mes études.*

A mes chers frères

A mes sœurs

A tous mes amis

Remercîment

Nous tenons à remercier en premier lieu ALLAH, le tout puissant, qui nous a donné le courage et la volonté pour bien mener ce modeste travail.

Ainsi, nous remercions notre encadreur monsieur Boutabba Tarek pour leur soin exceptionnel et conseils judicieux.

Nous remercions Tous les enseignants du département ST, qui ont assurés notre formation durant tout cycle d'étude.

Enfin, nous remercions tous ceux qui nous ont aidé à accomplir notre travail, de près comme de loin.

Sommaire

<i>Titre</i>	<i>Page</i>
<i>Introduction générale</i>	<i>1</i>
<i>Chapitre I : Rayonnement solaire et énergie photovoltaïques</i>	
<i>I.1.Introduction</i>	<i>3</i>
<i>I.2.Mouvement du Globe terrestre</i>	<i>3</i>
<i>I.3.La sphère céleste</i>	<i>4</i>
<i>I.4.Les coordonnées célestes</i>	<i>4</i>
<i>I.4.1.Les coordonnées géographiques</i>	<i>4</i>
<i>I.4.1.1.Longitude</i>	<i>4</i>
<i>I.4.1.2.Latitude</i>	<i>4</i>
<i>I.4.2.Les coordonnées horaires</i>	<i>5</i>
<i>I.4.2.1.La déclinaison solaire</i>	<i>5</i>
<i>I.4.2.2.Angle horaire</i>	<i>6</i>
<i>I.4.3.Les coordonnées horizontales</i>	<i>6</i>
<i>I.4.3.1.Hauteur angulaire du soleil</i>	<i>6</i>
<i>I.4.3.2.Azimut</i>	<i>6</i>
<i>I.4.4.Temps solaires</i>	<i>7</i>
<i>I.4.4.1.Temps solaire vrai</i>	<i>7</i>
<i>I.4.4.2.Temps solaire moyen</i>	<i>7</i>
<i>I.4.5.Angle horaire de coucher du soleil</i>	<i>7</i>
<i>I.5.Le rayonnement solaire</i>	<i>8</i>
<i>I.5.1.Types de rayonnements</i>	<i>8</i>
<i>I.5.1.1.Rayonnement direct</i>	<i>8</i>
<i>I.5.1.2.Rayonnement diffus</i>	<i>8</i>
<i>I.5.1.3.Rayonnement global</i>	<i>8</i>
<i>I.6.Rayonnement en Algérie</i>	<i>8</i>
<i>I.6.1.Cellule solaire</i>	<i>9</i>
<i>I.6.1.1.Structure et principe de fonctionnement</i>	<i>9</i>
<i>I.6.2 .Influence de la température et du rayonnement</i>	<i>11</i>

<i>I.6.2.1.Influence de la température</i>	<i>11</i>
<i>I.6.2.2.Influence du rayonnement</i>	<i>12</i>
<i>I.7.Le panneau solaire</i>	<i>13</i>
<i>I.7.1.Cellules en série</i>	<i>13</i>
<i>I.7.2.Cellules en parallèles</i>	<i>14</i>
<i>I.8.Le générateur photovoltaïque</i>	<i>14</i>
<i>I.9.Modèle électrique du générateur photovoltaïque</i>	<i>15</i>
<i>I.9.1.Schéma électrique équivalent</i>	<i>15</i>
<i>I.9.2.Caractéristiques courant – tension</i>	<i>15</i>
<i>I.9.3.Caractéristiques puissance – tension</i>	<i>16</i>
<i>I.10.Ensemble panneau – batterie</i>	<i>17</i>
<i>I.10.1.Caractéristiques électriques (I(V) et P(V))</i>	<i>17</i>
<i>I.10.2.Liaison directe</i>	<i>18</i>
<i>I.10.3.Liaison à travers un étage d'adaptation Générateur PV-Charge</i>	<i>18</i>
<i>I.10.4.Liaison à travers un convertisseur statique contrôlé par une MPPT</i>	<i>19</i>
<i>I.11 .Conclusion</i>	<i>19</i>
<i>Chapitre II :Poursuite du point de puissance maximale</i>	
<i>II.1.Introduction</i>	<i>20</i>
<i>II.2.Connexion source-charge</i>	<i>20</i>
<i>II.3.Convertisseur survolteur (Boost)</i>	<i>22</i>
<i>II.3.1.Modèle math émétique équivalent</i>	<i>22</i>
<i>II.3.2.Modèle approximé du convertisseur survolteur</i>	<i>23</i>
<i>II.3.3.Etude en régime continu</i>	<i>24</i>
<i>II.4.Principe de la recherche du point de puissance maximale</i>	<i>24</i>
<i>II.5.Critères d'évaluation des commandes MPPT</i>	<i>26</i>
<i>II.6.Méthodes MPPT</i>	<i>27</i>
<i>II.6.1.Méthode d'incrémentatation de l'inductance</i>	<i>27</i>
<i>II.6.2.Méthode de perturbation et observation</i>	<i>28</i>
<i>II.6.3.Méthode de perturbation et observation améliorée</i>	<i>30</i>
<i>II.7.Conclusion</i>	<i>31</i>

Chapitre III : Réalisation du système de poursuite de soleil à deux axes par microcontrôleur Arduino UNO

<i>III.1.Introduction</i>	<i>32</i>
<i>III.2.Description des composants électriques</i>	<i>32</i>
<i>III.2.1.moteur DC et de moteur théorie</i>	<i>32</i>
<i>III.2.2.Photo résistance</i>	<i>34</i>
<i>III.2.2.1.Fonctionnement des capteurs embarqués</i>	<i>34</i>
<i>III.2.3.Carte Arduino uno</i>	<i>35</i>
<i>III.2.3.1.Microcontrôleur ATMEL ATMega328p</i>	<i>36</i>
<i>III.3.Conception de système de poursuit</i>	<i>37</i>
<i>III.3.1. logiciel Fritzing</i>	<i>37</i>
<i>III.3.2.Schéma électrique</i>	<i>38</i>
<i>III.3.3.Schéma de platine d'essai</i>	<i>38</i>
<i>III.4 .Simulation</i>	<i>39</i>
<i>III.4.1.Montages</i>	<i>40</i>
<i>III.4.2.Montage des servomoteurs</i>	<i>40</i>
<i>IV.4.3.Circuit électrique</i>	<i>40</i>
<i>III.4.3.1.Le bloc d'alimentation</i>	<i>40</i>
<i>III.4.3.2.Support</i>	<i>41</i>
<i>III .5.Système photovoltaïque à réalisé</i>	<i>41</i>
<i>III .5.1.Convertisseur survolteur et choix de ses composants</i>	<i>42</i>
<i>III .5.1.2.Simulation du convertisseur survolteur sous Proteus</i>	<i>44</i>
<i>III.5.1.3.Réalisation du convertisseur survolteur</i>	<i>46</i>
<i>III .5.2.Capteur de courant ACS712</i>	<i>46</i>
<i>III.6.Simulation du système PV sous Proteus</i>	<i>47</i>
<i>III.6.1.Résultat de simulation</i>	<i>48</i>
<i>III.6.1.1.PV Panel model</i>	<i>49</i>
<i>III.6.1.2 Tests pratiques du système PV réalisé</i>	<i>52</i>
<i>III.7.Conclusion</i>	<i>53</i>

Listes des figures

Chapitre I : Rayonnement solaire et énergie photovoltaïques

<i>figure</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
<i>I.1</i>	<i>Variation saisonnière du rayonnement solaire</i>	<i>3</i>
<i>I.2</i>	<i>La sphère céleste</i>	<i>4</i>
<i>I.3</i>	<i>Les coordonnées géographiques</i>	<i>5</i>
<i>I.4</i>	<i>La déclinaison du soleil en fonction des jours</i>	<i>5</i>
<i>I.5</i>	<i>Les coordonnées horaires</i>	<i>6</i>
<i>I.6</i>	<i>Les coordonnées horizontales</i>	<i>7</i>
<i>I.7</i>	<i>Composantes du rayonnement global sur une surface inclinée</i>	<i>8</i>
<i>I.8</i>	<i>Les différentes zones énergétiques dans l'Algérie</i>	<i>9</i>
<i>I.9</i>	<i>Structure d'une cellule photovoltaïque</i>	<i>10</i>
<i>I.10</i>	<i>Caractéristique I(V) sous obscurité et sous éclairement d'une cellule photovoltaïque</i>	<i>11</i>
<i>I.11</i>	<i>Effet de la température sur la caractéristique I-V</i>	<i>11</i>
<i>I.12</i>	<i>Evolution du courant de court-circuit et de la tension du circuit ouvert avec la température</i>	<i>12</i>
<i>I.13</i>	<i>Evolutions de la caractéristique courant- tension avec l'énergie reçue</i>	<i>12</i>
<i>I.14</i>	<i>Cellules placées en série</i>	<i>13</i>
<i>I.15</i>	<i>Evaluation de la caractéristique courant- tension avec le nombre de cellules en série</i>	<i>13</i>
<i>I.16</i>	<i>Cellules placés en parallèle</i>	<i>14</i>
<i>I.17</i>	<i>Evaluation de la caractéristique I(V) avec le nombre de cellules en parallèle</i>	<i>14</i>
<i>I.18</i>	<i>Notion de cellule, panneau et générateur photovoltaïque</i>	<i>15</i>
<i>I.19</i>	<i>Schéma électrique équivalent d'un générateur photovoltaïque</i>	<i>15</i>
<i>I.20</i>	<i>Caractéristiques I(V) d'une cellule et d'une association de 3 branches en parallèle ayant chacune 2 cellules en série</i>	<i>16</i>
<i>I.21</i>	<i>Caractéristique courant- tension et puissance-tension du générateur photovoltaïque</i>	<i>16</i>

I.22	<i>Caractéristique I(V) et P(V) établissant le principe du point de puissance maximale (MPP)</i>	<i>17</i>
I.23	<i>Schéma électrique d'une liaison directe générateur PV –charge</i>	<i>18</i>
I.24	<i>Etage d'adaptation d'un générateur PV- charge</i>	<i>18</i>
I.25	<i>Incorporation d'un convertisseur statique commandé par un contrôleur MPPT</i>	<i>19</i>
<i>Chapitre II :Poursuite du point de puissance maximale</i>		
II.1	<i>Principe d'une connexion directe entre un GPV et une charge</i>	<i>20</i>
II.2	<i>Points de fonctionnement d'un GPV en connexion directe</i>	<i>21</i>
II.3	<i>Schéma de principe d'un convertisseur survolteur</i>	<i>22</i>
II.4	<i>Schéma équivalent du hacheur survolteur quand K fermé</i>	<i>23</i>
II.5	<i>Circuit équivalent d'un hacheur survolteur lorsque K ouvert</i>	<i>23</i>
II.6	<i>Chaîne élémentaire de conversion PV</i>	<i>25</i>
II.7	<i>Recherche et recouvrement du Point de Puissance Maximal</i> <i>a) suite à une variation d'ensoleillement.</i> <i>b) suite à une variation de charge.</i> <i>c) suite à une variation de température.</i>	<i>25</i>
II.8	<i>Organigramme de l'algorithme d'incrémentant n de l'inductance</i>	<i>28</i>
II.9	<i>Le point maximal d'énergie</i>	<i>29</i>
II.10	<i>Organigramme de l'algorithme de perturbation on et observation</i>	<i>29</i>
II.11	<i>Organigramme de l'algorithme de perturbation et observation amélioré</i>	<i>30</i>
<i>Chapitre III : Réalisation du système de poursuit de soleil à deux axes par microcontrôleur Arduino UNO</i>		
III.1	<i>Mise en place d'un panneau solaire carré</i>	<i>32</i>
III.2	<i>Fonctionnement interne d'un moteur à courant continu (DC moteur)</i>	<i>33</i>
III.3	<i>Servo moteur</i>	<i>34</i>
III.4	<i>Méthode des positions capteur</i>	<i>34</i>
III.5	<i>Fonctionnement des capteurs</i>	<i>35</i>
III.6	<i>Fonction de chaque capteur</i>	<i>35</i>
III.7	<i>Carte arduino</i>	<i>36</i>
III.8	<i>Microcontrôleur ATMEL ATmega328p</i>	<i>36</i>

III.9	<i>Logiciel Fritzing</i>	37
III.10	<i>Schéma électrique de logiciel Fritzing</i>	38
III.11	<i>Schéma de platine d'essai de logiciel Fritzing</i>	38
III.12	<i>Servomoteur dans l'état de début</i>	39
III.13	<i>Servomoteur dans l'état de mouvement</i>	39
III.14	<i>Montage électronique pour le test des composants</i>	40
III.15	<i>Montage des servomoteurs et capteurs de lumières</i>	41
III.16	<i>Schéma synoptique du système photovoltaïque</i>	42
III.17	<i>Schéma de principe d'un convertisseur survolteur</i>	42
III.18	<i>Formes d'ondes courant/tension dans un convertisseur survolteur</i>	43
III.19	<i>Convertisseur dans l'état de début</i>	44
III.20	<i>Programme survolteur sous l'interface Arduino</i>	45
III.21	<i>Convertisseur dans l'état de mouvement</i>	45
III.22	<i>Schéma du convertisseur survolteur réalisé</i>	46
III.23	<i>Capteur de courant ACS712</i>	46
III.24	<i>Schéma global du système photovoltaïque sous Proteus</i>	47
III.25	<i>Programme de la commande P&O sous l'interface Arduino</i>	48
III.26	<i>La tension d'entrée</i>	48
III.27	<i>La tension de sortie</i>	49
III.28	<i>Le courant d'entrée</i>	49
III.29	<i>PV circuit équivalent de cellule</i>	49
III.30	<i>Le modèle de panneau photovoltaïque sous Proteus</i>	50
III.31	<i>Caractéristiques I-V et P-V pour panneau PV en utilisant Proteus</i>	51
III.32	<i>Le sous-circuit du modèle de panneau PV sous Proteus</i>	51
III.33	<i>Interface Arduino pour la simulation sous Proteus et les tests pratiques du système Photovoltaïque</i>	52

Listes des Abréviations et Symboles

PV : Photovoltaïque

GPV : Générateur photovoltaïque

MPPT: Maximum Power Point Tracking

P&O : Perturbation et Observation

DC : Courant Continu

AC : Courant Alternatif

MPP : point de puissance maximale

PPM : point de puissance maximal

LDR : Light Dépendant Résistor

MOSFET: Metal-Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor

P : Puissance.

V : Tension.

I : Courant.

G : L'incrémentale conductance

q : charge élémentaire

K : constante de Boltzmann

T : la température

H : hauteur durant le jour peut varier de 0

n : numéro du jour dans l'année

ω : en degrés

δ : Déclinaison solaire

Φ : Latitude

I_{ph} : Courant photogénèse

I_{obs} : Courant d'obscurité

I_s : Courant de saturation de la diode

I_s : le courant de saturation inverse de la diode

$I_{sc} = I_{ph}$: Courant de court-circuit (obtenu pour $V=0$)

V_{oc} : Tension en circuit ouvert (obtenue pour $I=0$)

I_m : Courant à la puissance max de fonctionnement de la cellule solaire

V_m : Tension à la puissance maximale de fonctionnement de la cellule

Introduction générale

L'industrie moderne a des besoins de plus en plus importants en énergie. Les sources classiques d'énergie, qui sont les sources fossiles telles que le charbon et les hydrocarbures, laissent progressivement la place aux énergies renouvelables. L'augmentation fulgurante du prix du pétrole ces dernières années a en effet contraint les pays développés à investir dans ce type d'énergies telles que l'énergie solaire, éolienne, marémotrice ou géothermique. Ces énergies, en plus d'être inépuisables, représentent un secteur porteur permettant un développement durable tout en préservant l'environnement [1].

L'énergie solaire représente certainement la source d'énergie renouvelable la plus élégante. En plus d'être silencieuse, elle s'intègre parfaitement aux constructions (façades, toiture...), et du fait qu'elle n'intègre pas de pièces mécaniques mobiles, elle ne nécessite pas un entretien particulier reste fiable longtemps, c'est la raison pour laquelle elle est devenue une référence dans les applications spatiales et dans les sites isolés. Elle est en train de s'imposer comme une valeur sûre dans les applications à petite et moyenne consommation d'énergie, surtout depuis que les panneaux solaires sont devenus moins chers pour des rendements meilleurs [1].

Les panneaux solaires, bien qu'ils soient de plus en plus performants, ont des rendements qui restent assez faibles (autour de 20%), c'est pourquoi il faut exploiter le maximum de puissance qu'ils peuvent générer en réduisant au maximum les pertes d'énergie. Une caractéristique importante de ces panneaux est la puissance maximale disponible est fournie seulement en un seul point de fonctionnement appelé «Maximum Power Point » (MPP), défini par une tension et courant donnés, et ce point se déplace en fonction des conditions météorologiques (ensoleillement, température, etc.) ainsi que des variations de la charge. Extraire le maximum de puissance nécessite donc un mécanisme de poursuite de ce point qu'on appelle «Maximum Power Point tracking » MPPT [1].

L'objectif de ce travail est la conception et la réalisation d'un système PV à base d'une carte Arduino UNO . Ce système PV commandé par une commande MPPT « perturbation et observation » assurant la poursuite de la puissance maximale fournie par le module PV.

Ce mémoire est divisé en trois chapitres suivant :

- Dans le premier chapitre, nous étudions L'état de l'art du rayonnement solaire.
- Dans le deuxième chapitre, nous présentons Généralités sur les systèmes photovoltaïques.

- Dans Le troisième chapitre , nous présentons Poursuite du point de puissance maximale Dans Le quatrième chapitre présente le travail de la , Réalisation d'un Hacheur Boost MPPT à Base d'une Carte ARDUINO Application PV

A la fin, on termine ce mémoire par une conclusion générale.

Chapitre II

*Poursuite du point de puissance
maximale*

II.1.Introduction

La puissance électrique produite par un panneau PV dépend fortement de l'ensoleillement et à un degré moins important de la température des cellules. Ces deux variables influençant sur le comportement du système et présentent des fluctuations quotidiennes et saisonnières. Pour ces raisons, le panneau PV peut fournir une puissance maximale que pour une tension particulière et un courant bien déterminé ; ce fonctionnement à puissance maximale dépend de la charge à ses bornes. A cet effet et en fonction du type de cette charge, un dispositif de contrôle devra être intégré dans le circuit de commande du convertisseur. Ce dernier doit être capable de faire fonctionner le panneau PV à sa puissance maximale. La méthode de suivi ou "Tracking" connue sous le nom MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) est basée sur l'utilisation d'un algorithme de recherche du maximum de la courbe de puissance du panneau PV. Contrairement au contrôle à tension fixe, le suiveur n'est pas basé sur une valeur de référence prédéterminée mais il s'agit d'une recherche de la valeur de référence pour atteindre le maximum de la puissance sur la caractéristique Courant–Tension. A noter que le suiveur joue un rôle très important parce qu'il maximise le rendement et réduit au maximum le coût.

Dans ce chapitre, nous présentons le convertisseur survolteur utilisé dans ce travail. Ensuite, nous présentons quelques méthodes MPPT, comme l'algorithme d'incrément de l'inductance, la méthode de perturbation et observation et la méthode de perturbation et observation améliorée.

II.2.Connexion source-charge

Dans le cas d'une connexion directe qui est finalement aujourd'hui l'utilisation terrestre la plus répandue de l'énergie solaire, le point de fonctionnement du GPV dépend de l'impédance de la charge à laquelle il est connecté.

Actuellement, ce type d'application peut se résumer à un champ PV ayant une tension V_{OPT} Fixée par la tension nominale de l'application. Ce choix est principalement lié simplicité, la fiabilité et le faible coût de l'opération figure II.1. La présence de la diode anti-retour est indispensable pour empêcher la circulation d'un courant négatif vers le module PV.

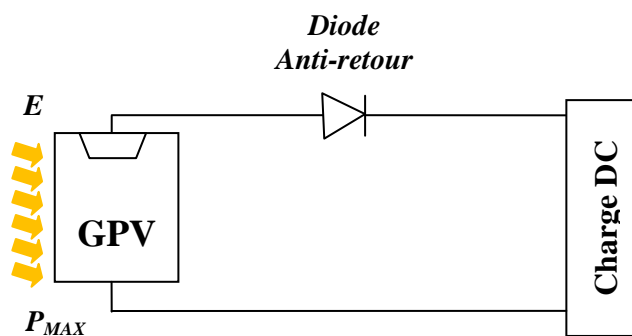


Figure II.1.Principe d'une connexion directe entre un GPV et une charge

Cependant, cette configuration n'offre aucun type de limitation et/ou de réglage de la tension de la charge. Ce qui la restreint à des applications nécessitant une tension fixe ou faiblement variable. Par exemple, le cas de batteries de stockage dans les systèmes isolés.

Cependant, un examen plus approfondi de ces applications montre que même dans ce cas, le transfert d'énergie électrique disponible aux bornes du GPV vers la charge dépend fortement de l'état de la batterie ayant une tension à ses bornes variant d'un pourcentage non négligeable. Plus généralement, la puissance extraite d'un GPV connectée directement à une application est souvent très éloignée du maximum de puissance que peut délivrer le GPV, comme l'illustre la figure II.2.

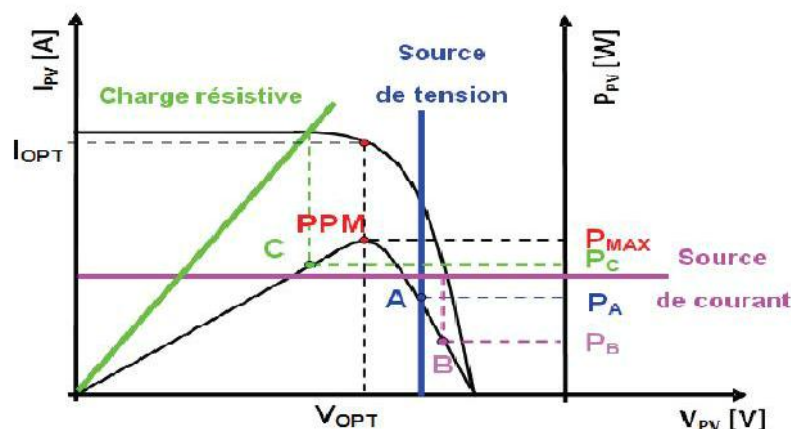


Figure II.2. Points de fonctionnement d'un GPV en connexion directe

Un GPV peut être connecté directement à trois types de charges :

- Une charge de type source de tension continue,
- Une charge de type source de courant continue,
- Une charge purement résistive.

Trois points de fonctionnement A, B, C respectifs peuvent être identifiés fournissant une puissance P_A , P_B et P_C . Ces cas de figures montrent que le GPV est mal exploité et ne fournit pas la puissance maximale potentielle, la différence étant perdue sous forme de chaleur dissipée dans le générateur.

D'autre part, certains types de charges ont besoin de tensions et courants alternatifs. La connexion directe n'est alors pas possible car le GPV fournit un courant continu. A travers ces exemples, on peut montrer rapidement les limites de la connexion directe autant sur les pertes de production qu'elle entraîne que sur les limites des applications compatibles (DC). Des recherches sur des solutions novatrices optimisant mieux la production d'énergie PV sont d'actualité et même nécessaires pour amener l'énergie PV à un degré de fiabilité comparable à une source d'énergie traditionnelle [4].

II.3. Convertisseur survolteur (Boost)

La transformation d'un niveau à un autre est souvent obtenue par un convertisseur DC - DC de puissance. Ces convertisseurs travaillent à la conversion des tensions d'entrée DC à courant continu de sorties à un niveau désiré. Ils ont deux modes de fonctionnement :

fonctionnement en mode courant continu ou discontinu au mode actuel de fonctionnement. Dans certaines applications, le convertisseur peut fonctionner dans les deux modes de fonctionnement avec différentes caractéristiques de chacune. Le convertisseur survolteur, connu aussi sous le nom de boost ou hacheur parallèle ; son schéma de principe est celui de la figure

II .3.

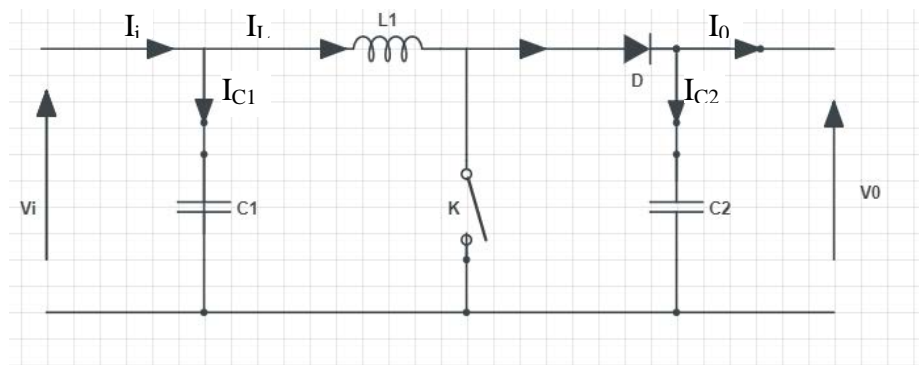


Figure II.3. Schéma de principe d'un convertisseur survolteur

En bref, l'exploitation d'un convertisseur boost classiques iso lés, comme montré dans Figure II .3, peut être écrite comme suit. Lorsque l'interrupteur (S) est activé, la diode (D) est un parti pris inverse et isole le côté sortie du convertisseur, de l'énergie est ensuite stockée dans l'inductance (L). Lorsque l'interrupteur est éteint, la charge sur le côté de sortie reçoit l'énergie de l'inducteur, ainsi qu'à partir de la source d'entrée. En conséquence, la tension de sortie est plus élevée que la tension d'entrée. De plus, le condensateur est supposé très grand pour maintenir la tension de sortie constante [5].

II.3.1. Modèle mathématique équivalent

Savoir le comportement réel de ce convertisseur, nécessite de connaître en détail son modèle mathématique. Pour cela nous devons faire la représentation du circuit équivalent par les deux états du commutateur et de tirer par suite le modèle mathématique reliant les variables d'entrée/sortie. La figure II.4 montre le schéma du circuit équivalent d'un convertisseur survolteur avec le commutateur fermé pendant $[0, d \cdot TS]$; tandis que la figure II.5 représente le convertisseur survolteur avec le commutateur ouvert pendant $(1-d) TS$ [6].

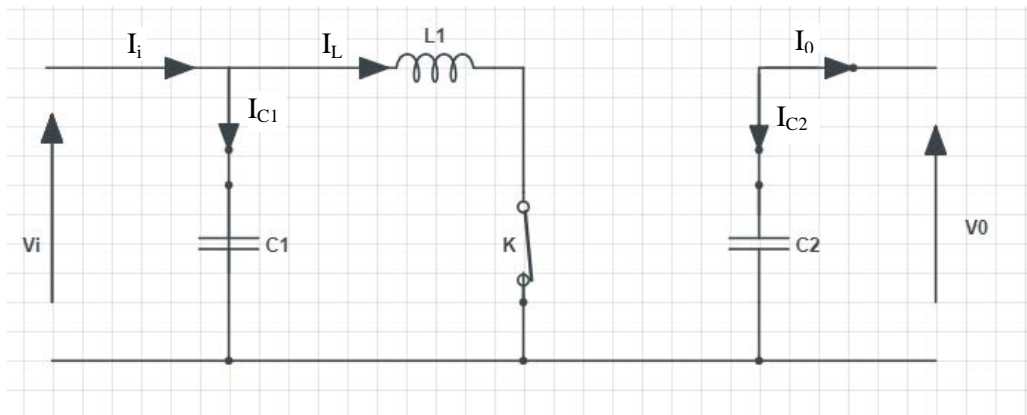


Figure II.4.Schéma équivalent du hacheur survolteur quand K fermé

L'application des lois de Kirchhoff sur le circuit ci-dessus on aura les équations suivantes :

$$\begin{cases} ic1(t) = c1 \frac{dvi(t)}{dt} = i1(t) - il(t) \\ ic2(t) = \frac{dvo(t)}{dt} = \sim i0(t) \\ vl(t) = l \frac{di(t)}{dt} = -vi(t) \end{cases} \quad (II.1) \gg$$

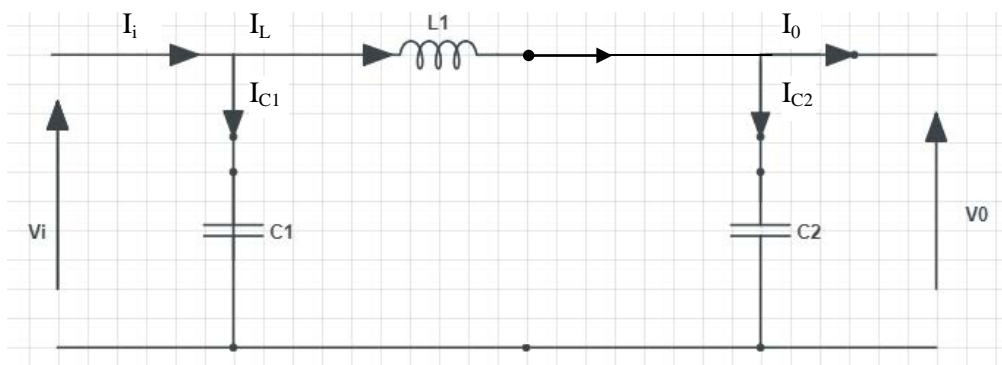


Figure II.5.Circuit équivalent d'un hacheur survolteur lorsque K ouvert

Les équations suivantes sont déduites de la figure (II.5) :

$$\begin{cases} ic1(t) = c1 \frac{dvi(t)}{dt} = i1(t) - il(t) \\ ic2(t) = \frac{dvo(t)}{dt} = il(t) - i0(t) \\ vl(t) = l \frac{di(t)}{dt} = -vi(t) - vio(t) \end{cases} \quad (II.2)$$

III.3.2. Modèle approximé du convertisseur survolteur

Pour trouver une représentation dynamique valable pour toute la période T_s , on utilise généralement l'expression suivante [6].

$$\left\langle \frac{dx}{dt} \right\rangle T_s = \frac{dx}{dt} T_s + \frac{dx}{dt(1-D)T_s} (1-D)T_s \quad (II.3)$$

Où $\left\langle \frac{dx}{dt} \right\rangle$ est la valeur moyenne de la dérivée de x sur une période T_s . Cette relation est valide si

$\frac{dx}{dt} T_s$ et $\frac{dx}{dt(1-D)T_s}$ sont constants sur les périodes dT_s et $(1-d)T_s$ respectivement.

En appliquant la relation (II.3) sur les systèmes d'équations (II.1) et (II.2), on trouve le modèle approximé du convertisseur survolteur.

$$\begin{aligned} i_l(t) &= i_i(t) - c_1 \frac{dv_i(t)}{dt} \\ i_0(t) &= (1-d)i_l - c_2 \frac{dv_i(t)}{dt} \\ v_i(t) &= l \frac{di_l}{dt} = (1-d)v_0 \end{aligned} \quad (\text{II.4})$$

II.3.3. Etude en régime continu

Pour une étude en régime continu, en éliminant les dérivées des variables dynamiques, et en remplaçant ces signaux par leurs valeurs moyennes. Le système d'équations devient :

$$\begin{cases} I_0 = (1-d)i_1 \\ i_i = i_1 \\ V_i = (1-d)V_0 \end{cases} \quad (\text{II.5})$$

Le rapport de conversion est défini comme étant le rapport entre la tension de sortie et tension d'entrée comme suit [6] :

$$M = \frac{v_0}{v_i} = \frac{d}{1-d} \quad (\text{II.6})$$

Donc le hacheur survolteur est bien élévateur de tension.

II.4. Principe de la recherche du point de puissance maximale

Des lois de commandes spécifiques existent pour amener des dispositifs à fonctionner à des points maximums de leurs caractéristiques sans qu'a priori ces points soient connus à l'avance, ni sans que l'on sache à quel moment ils ont été modifiés ni qu'elles sont les raisons de ce changement. Pour le cas de sources énergétiques, cela se traduit par des points de puissance maximum. Ce type de commande est souvent nommé dans la littérature « Recherche du Point de Puissance Maximum » ou bien « Maximum Power Point Tracking » en anglo-saxon (MPPT). Le principe de ces commandes est d'effectuer une recherche du point de puissance maximal (PPM) tout en assurant une parfaite adaptation entre le générateur et sa charge de façon à transférer le maximum de puissance [5].

La figure II.6 représente une chaîne élémentaire de conversion photovoltaïque élémentaire associée à une commande MPPT. Pour simplifier les conditions de fonctionnement de cette commande, une charge DC est choisie. Comme nous pouvons le voir sur cette chaîne, la commande MPPT est nécessairement associée à un quadripôle possédant des degrés de liberté qui permettent de pouvoir faire une adaptation entre le GPV et la charge. Dans le cas de la conversion solaire, le quadripôle peut être réalisé à l'aide d'un convertisseur DC-DC de telle sorte que la puissance fournie par le GPV corresponde à la puissance maximale (P_{MAX}) qu'il génère et qu'elle puisse ensuite être transférée directement à la charge.

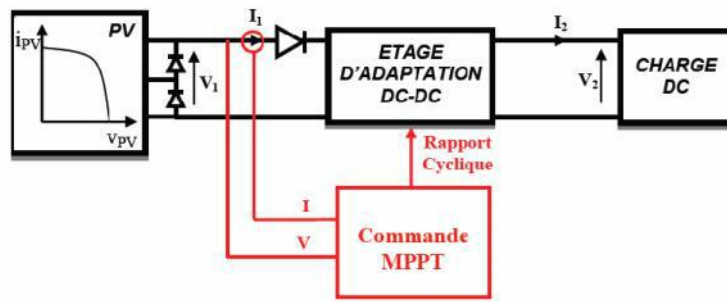


Figure II.6. Chaîne élémentaire de conversion PV

La technique de contrôle communément utilisée consiste à agir sur le rapport cyclique de manière automatique pour amener le générateur à sa valeur optimale de fonctionnement qu'elles que soient les instabilités météorologiques ou variations brutales de charges qui peuvent survenir à tout moment.

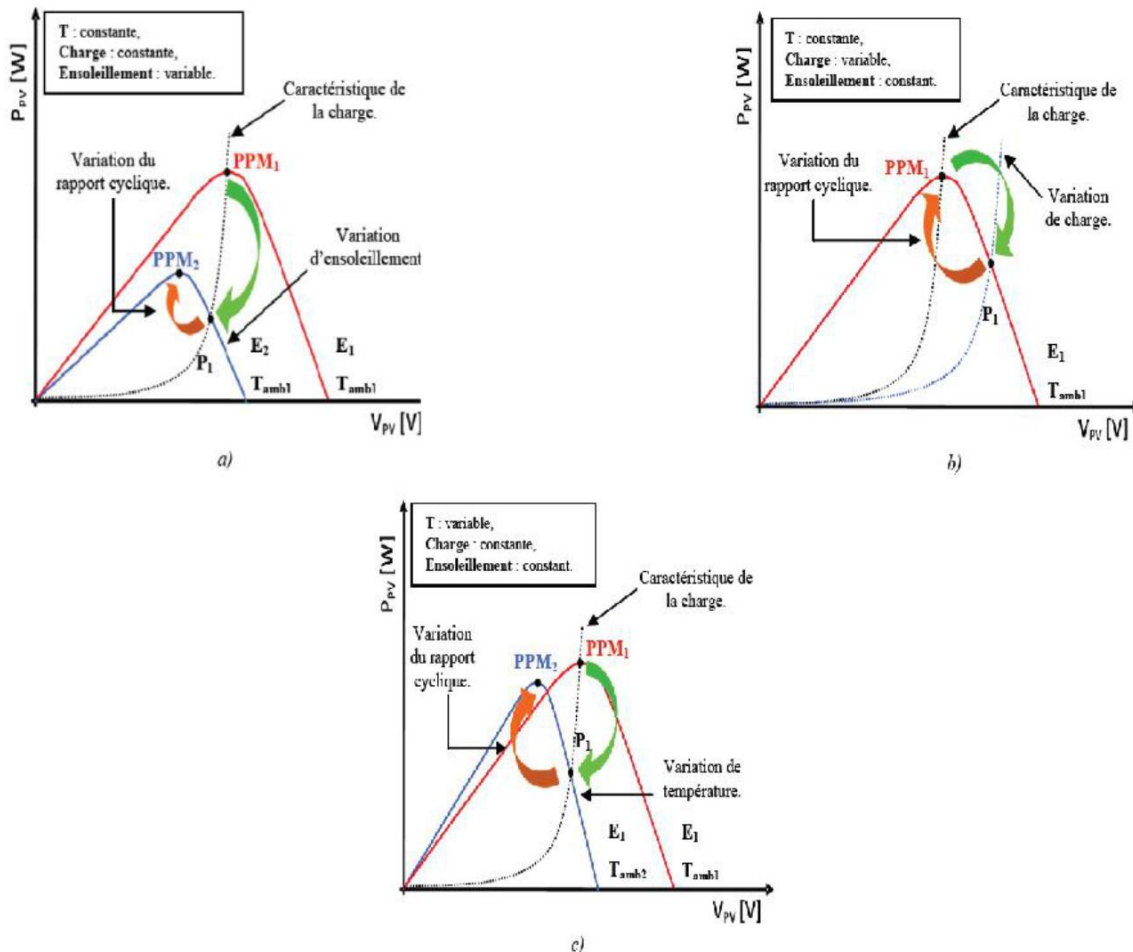


Figure II.7. Recherche et recouvrement du Point de Puissance Maximal

- a) suite à une variation d'ensoleillement, b) suite à une variation de charge, c) suite à une variation de température

La figure II.7 illustre trois cas de perturbations. Suivant le type de perturbation, le point de fonctionnement bascule du point de puissance maximal PPM1 vers un nouveau point P1 de fonctionnement plus ou moins éloigné de l'optimum. Pour une variation d'ensoleillement (cas a), il suffit de réajuster la valeur du rapport cyclique pour converger vers le nouveau point de puissance maximum PPM2. Pour une variation de charge (cas b), on peut également constater une modification du point de fonctionnement qui peut retrouver une nouvelle position optimale grâce à l'action d'une commande. Dans une moindre mesure, un dernier cas de variation de point de fonctionnement peut se produire lié aux variations de température de fonctionnement du GPV (cas c). Bien qu'il faille également agir au niveau de la commande, cette dernière n'a pas les mêmes contraintes temporelles que les deux cas précédents. En résumé, le suivi du PPM est réalisé au moyen d'une commande spécifique nommée MPPT qui agit essentiellement sur le rapport cyclique du convertisseur statique (CS) pour rechercher et atteindre le PPM du GPV. Il existe plusieurs principes de fonctionnement des commandes MPPT plus ou moins performantes basées sur les propriétés du GPV.

II.5. Critères d'évaluation des commandes MPPT

Les méthodes varient en complexité, le nombre de capteurs nécessaires, la mise en œuvre numérique ou analogique, la vitesse de convergence, Capacité de suivi, et le rapport coût - efficacité. La qualité d'une commande MPPT peut être définie comme la position du point de fonctionnement du système par rapport au PPM. Plusieurs critères sont importants pour évaluer les qualités de la commande MPPT ; tels que le rendement ; le temps de réponse et son aptitude à fonctionner sur une large gamme de puissance [5].

- **Le rendement** : le rendement du point de fonctionnement qui en découle et que nous noterons η_{MPPT} , permet de mesurer l'efficacité de la commande. Cela donne les pertes de puissance d'un module PV par rapport à la fourniture de la puissance maximale qu'il pourrait produire.
- **Simplicité et coût** : Complexité de l'algorithme entraînant des difficultés d'implantation et des pertes liées directement au nombre de calculs nécessaires. Alors, une commande MPPT doit avoir un niveau de simplicité important favorisant une faible consommation et donc un coût de développement raisonnable pour que sa présence compense le surcoût généré.
- **Réponse dynamique** : Une commande MPPT doit avoir un bon comportement endynamique afin de pouvoir piloter l'étage d'adaptation et assurer que la recherche du nouveau PPM, suite aux changements d'éclairement ou de température, soit faite le plus rapidement possible.

Flexibilité : Une commande MPPT doit être précise et stable quelles que soient ses conditions d'utilisation. ne doit pas être conçue pour fonctionner pour un seul type de panneau PV. Elle doit être la plus universelle possible, capable de fonctionner avec des panneaux PV des différentes technologies sans trop de modifications, tout en gardant le même taux de précision et de robustesse.

- **Compétitive** : Sur une large gamme de puissance : Par définition, une commande MPPT, utilisée dans des applications PV, est supposée traquer le PPM généré par un module PV, quel que soit le niveau d'ensoleillement. La commande MPPT est dite compétitive si le PPM est atteint avec une erreur statique, correspondant à la position du point de fonctionnement par rapport au PPM, relativement faible sur une large gamme de puissance.

II.6.Méthodes MPPT

Le suivi du point de puissance maximale (MPP) d'un panneau solaire est une étape essentielle pour accroître l'efficacité de la plupart des systèmes PV. C'est une technique qui est utilisée pour obtenir la puissance maximale par la mesure de la tension de sortie et/ou le courant du GPV, puis le contrôle d'un convertisseur ou d'ajuster la charge d'assurer un maximum de puissance est fournie à la charge du système pour n'importe quelle condition d'atmosphère. Dans la littérature, des nombreuses méthodes ont été introduites et de nombreuses variantes de chaque méthode ont été proposées pour surmonter les désavantages spécifiques. Dans ce travail, nous présentons le principe des quelques méthodes basées sur contre réaction de puissance, comme la méthode d'incrémentation de l'inductance, la méthode d'incrémentation de l'inductance améliorée, la méthode de perturbation et observation et la méthode de perturbation et observation améliorée [4].

II.6.1.Méthode d'incrémentation de l'inductance

« Cet algorithme fonctionne à la recherche de la tension de fonctionnement point où la conductance est égale à l'augmentation de la conductance. À ce stade, le système cesse de perturber le point de fonctionnement. L'avantage de cet algorithme est qu'il a la capacité de déterminer la "distance" par rapport à le MPP, donc il est capable de déterminer si le député n'a été atteint. En outre, il est capable de suivre le MPP plus précisément dans des conditions météorologiques très variables, et des expositions moins autour du comportement oscillatoire MPP par rapport à la P&O méthode, même lorsque la méthode P&O est optimisée. Néanmoins, l'algorithme IC a l'inconvénient que l'instabilité peut survenir en raison de l'utilisation d'un dérivé dans l'algorithme. Également sous de faibles niveaux d'ensoleillement, le processus de différenciation difficile et sujet aux bruits de mesure, et les résultats peuvent être insatisfaisant [4].

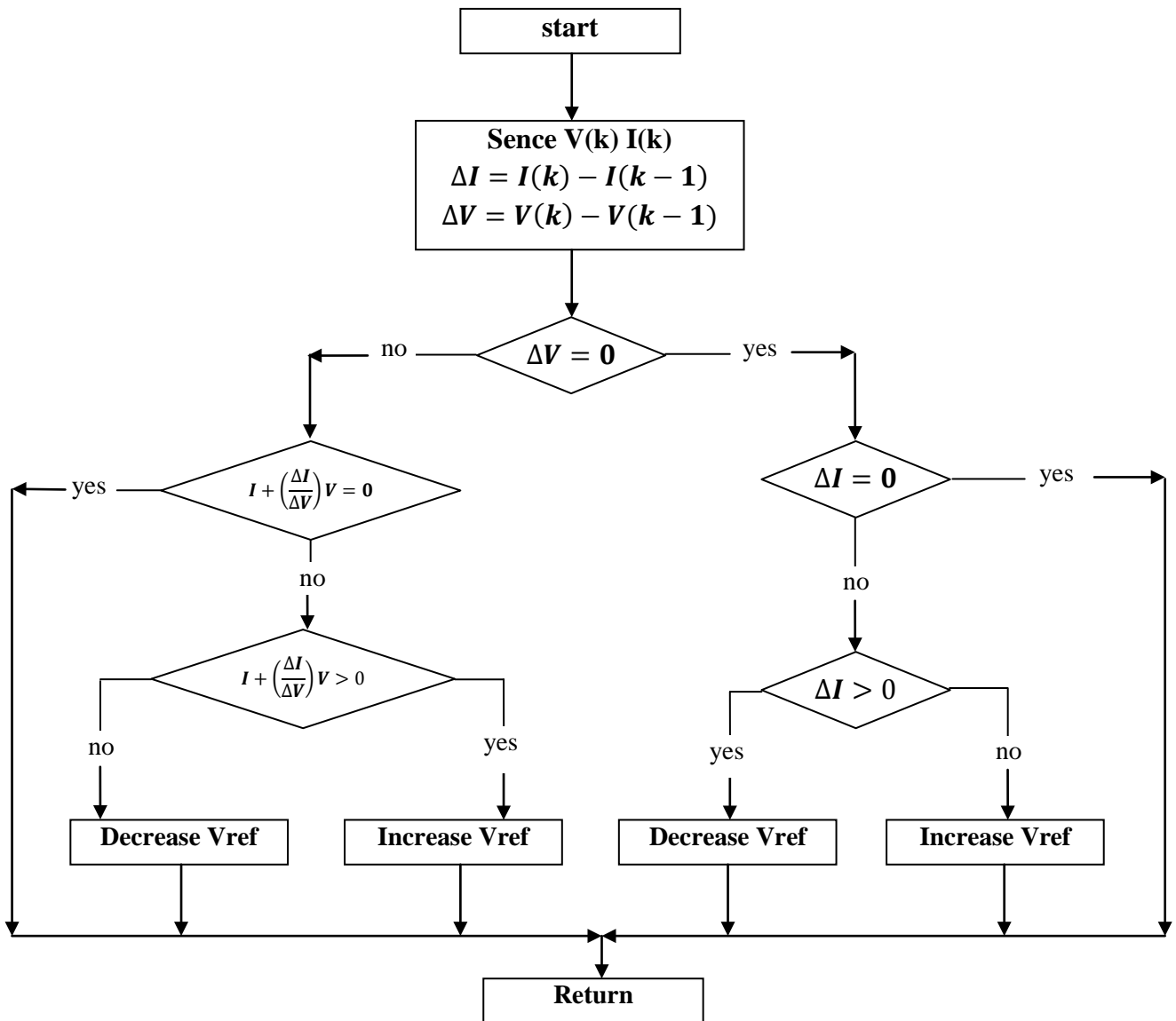


Figure II.8. Organigramme de l'algorithme d'incrémentation de l'inductance

II.6.2. Méthode de perturbation et observation

L'algorithme P&O fonctionne en augmentant ou diminuant la tension aux bornes de la matrice, ou courant, à intervalle régulier, puis en comparant la puissance de sortie de PV avec celle de l'ancien point d'échantillonnage. Si la tension de fonctionnement du générateur PV et de l'évolution des augmentations de puissance ($dP/dV_{pv} > 0$), le système de contrôle permet d'ajuster le point de fonctionnement du générateur PV dans cette direction, sinon le point de fonctionnement est déplacé dans la direction opposée.

Le principal avantage de cette approche est la simplicité de la technique. En outre, la connaissance antérieure du caractère du panneau PV n'est pas nécessaire. Dans sa forme la plus simple, cette méthode présente généralement de bonnes performances fournies l'irradiation solaire ne varie pas trop rapidement. À l'état d'équilibre, le point de fonctionnement oscille autour de la tension MPP et habituellement fluctue légèrement [4].

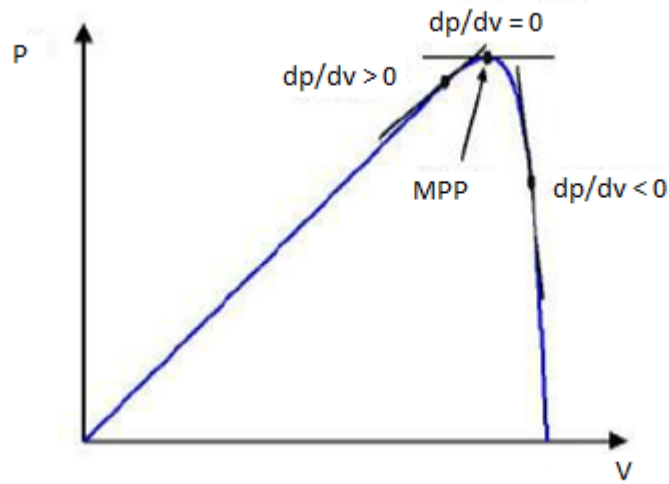


Figure II.9. Le point maximal d'énergie

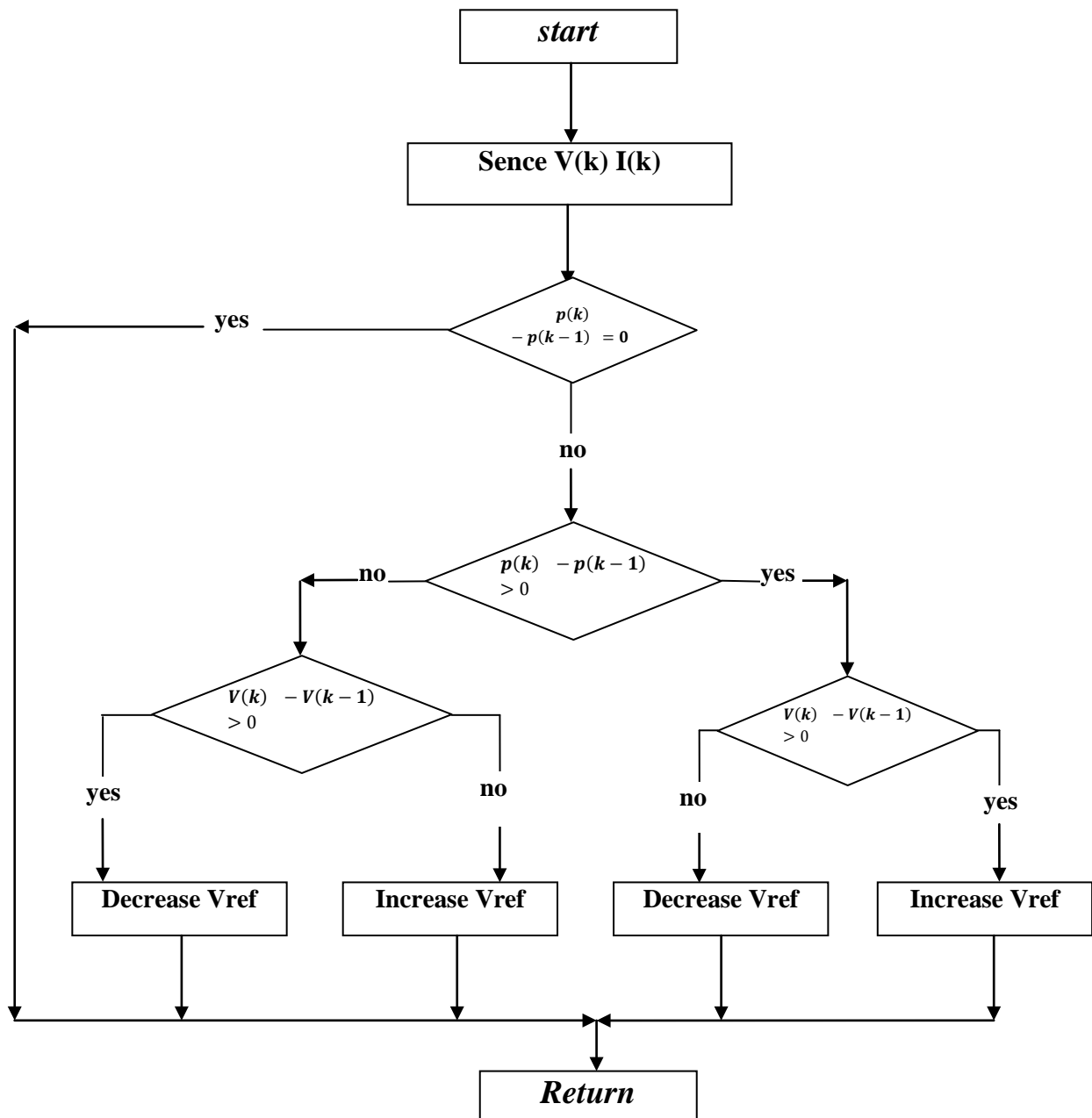


Figure II.10. Organigramme de l'algorithme de perturbation et observation

II.6.3.Méthode de perturbation et observation améliorée

Le classique perturbent et observer (P&O) méthode a l'inconvénient d'un mauvais rendement à faible irradiation. Pour cette raison, les solutions de rechange ont été proposées. Par exemple, Cristinel, Uffe, et Frede combinent une tension constante avec un algorithme de modification P&O méthode pour suivre le MPP avec un rendement élevé sous basse et haute l'irradiation solaire. L'algorithme fonctionne en augmentant le cycle de service jusqu'à ce que la tension de sortie de PV est proche de la tension de circuit ouvert le panneau (V_{oc}), c'est ensuite utilisé comme conditions initiales pour le MPP.

L'algorithme évalue alors la sortie de courant ; si le courant est supérieur à ($0,7 A$) l'algorithme adopte la méthode PO ; s'il est inférieur il se convertit à la demande de la méthode. Les résultats de simulation montrent que, dans l'ensemble une plus grande énergie peut être extraite de l'panneau PV ; des niveaux d'efficacité de 95 % à 99 % sont indiqués sur une large gamme d'irradiation. Cependant, il y a une complication de la combinaison des deux méthodes [4].

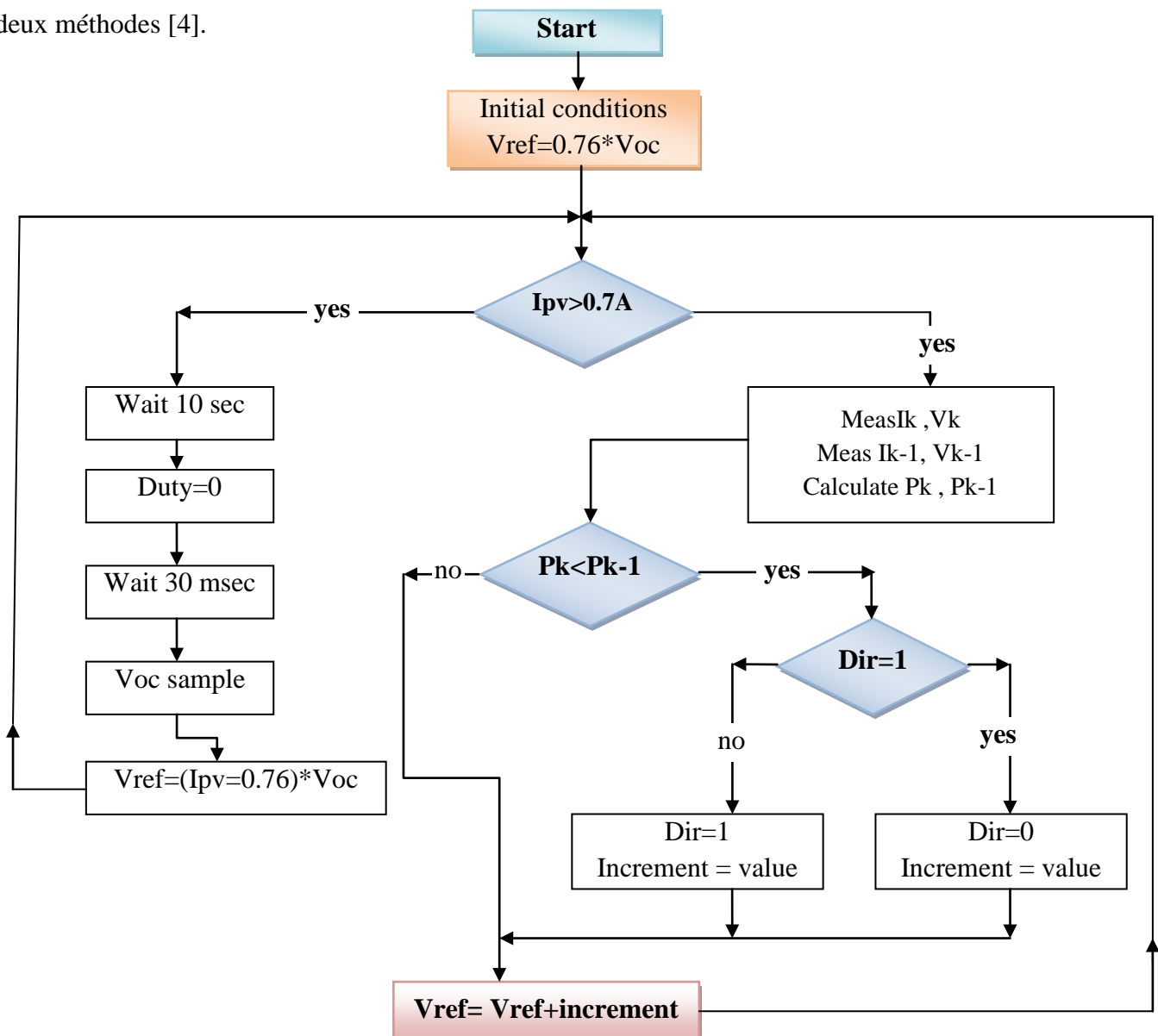


Figure II.11.Organigramme de l'algorithme de perturbation et observation amélioré

II.7.Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le convertisseur statique continu –continu survolteur utilisé dans ce travail. Ensuite, nous avons exposé le principe de la recherche du point de puissance maximale et les critères d'évaluation des commandes MPPT. Nous avons présenté les méthodes basées sur la contre réaction de puissance, comme la méthode d'incrémentation de l'inductance, la méthode de perturbation et observation et la méthode de perturbation et observation améliorée.

Chapitre III

***Réalisation d'un Hacheur Boost
MPPT à Base d'une Carte ARDUINO
Application PV***

III.1.Introduction :

Dans ce chapitre qui consacré à la réalisation du système PV, nous présentons les cartes Arduino utilisées pour commander ces systèmes, en particulier la carte Arduino uno. Ainsi, on présente les différents composants du système, tel que le module, le convertisseur survolteur, le capteur de courant, le capteur de tension, la carte Arduino uno et la commande MPPT (perturbation et observation). Enfin, nous faisons des simulations et des tests pratiques du système PV.



Figure III.1. Mise en place d'un panneau solaire carré

III.2.Description des composants électriques :

III.2.1.MOTEUR DC ET DE MOTEUR THÉORIE : [7]

Les systèmes de suivi devraient consister en deux moteurs qui contrôlent la position de la matrice, et un circuit de commande (analogique ou numérique) pour diriger ces moteurs. Les sections suivantes examinent certains types possibles de moteurs qui pourraient être utilisés pour ce type d'application.

➤ DC Moteurs :

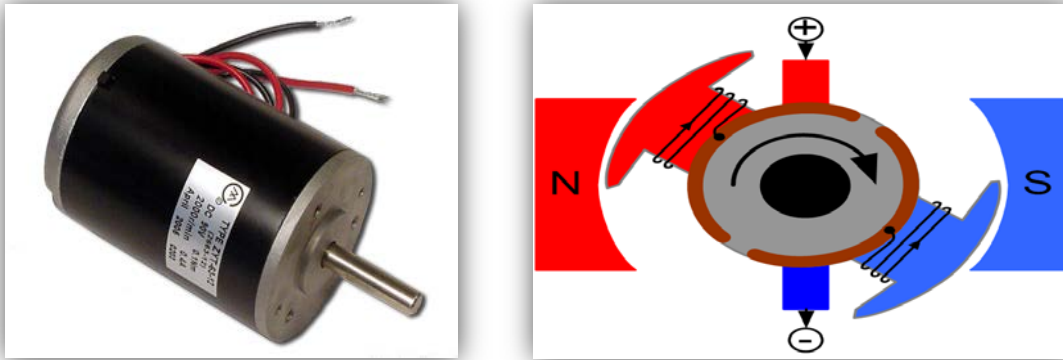


Figure III.2. Fonctionnement interne d'un moteur à courant continu (DC moteur)

Figure III.3 montre le fonctionnement interne d'un moteur DC de base. La section extérieure du moteur est le stator (partie fixe), tandis que la section intérieure est le rotor (partie tournante). Le stator est constitué de deux (ou plus) paires de pôles d'aimant permanent, tandis que le rotor est composé d'enroulements qui sont reliés à un commutateur mécanique. Les polarités opposées de l'enroulement sous tension et l'aimant de stator attirent. Lorsque cela se produit le rotor tourne jusqu'à un alignement parfait avec le stator est atteint. Lorsque le rotor atteint l'alignement, les brosses se déplacent à travers les contacts de collecteur (section milieu du rotor) et les énergies de la liquidation à venir.

Il existe deux autres types de moteurs à courant continu: la série plaie et la plaie shunt. Ces moteurs utilisent également un rotor similaire avec pinceaux et un collecteur. Cependant, le stator utilise à la place des enroulements d'aimants permanents. Le principe de base est toujours la même. Moteur à courant continu enroulé en série a les enroulements du stator en série avec le rotor. Moteur à courant continu enroulé en shunt comporte les enroulements de stator en parallèle avec l'enroulement du rotor.

➤ DC Servomoteurs :

Par lui-même le moteur DC norme n'est pas une méthode acceptable de contrôle d'un réseau de poursuite du soleil. Cela est dû au fait que les moteurs à courant continu sont filage libre et ensuite difficile de positionner avec précision. Même si le calendrier de départ et l'arrêt du moteur est correctement réalisée, l'armature ne cesse pas immédiatement. Moteurs à courant continu ont une très graduelles courbes d'accélération et de décélération, donc la stabilisation est lente. Ajout engrenage au moteur aidera à réduire ce problème, mais le dépassement est toujours présent et secouer la position d'arrêt anticipé. La seule façon d'utiliser efficacement un moteur à courant continu pour un positionnement précis est d'utiliser un servo.

Le Servomoteur est en fait un assemblage de quatre choses: un moteur DC normale, une unité de réduction de vitesse, un dispositif de détection de position (généralement un potentiomètre), et un

circuit de contrôle. La fonction de l'asservissement consiste à recevoir un signal de commande qui représente une position de sortie souhaitée de l'arbre du servomoteur, et d'appliquer la puissance à son moteur à courant continu jusqu'à ce que son arbre tourne à cette position. Il utilise le dispositif de détection de position pour déterminer la position de l'arbre de rotation, de sorte qu'il sait où le moteur doit tourner pour déplacer l'arbre à la position de commande. Le panneau solaire monté sur le moteur est mis à réagir en fonction du sens du moteur.



Figure III.3.Servo moteur

III.2.2.Photo résistance : [8]

Nous utilisons quatre résistances dépendant de la lumière comme un capteur. Ils sentent la zone de plus forte densité de la lumière du soleil. Le panneau solaire se déplace vers la zone de faible densité élevée par des servomoteurs.



Chaque LDR est connecté à l'alimentation formant un diviseur potentiel. Ainsi, toute variation de la densité de lumière est proportionnelle à la variation de la tension aux bornes de la LDR.

III.2.2.1.Fonctionnement des capteurs embarqués :

Les capteurs embarqués à bord de système de poursuite comportent 4 LDR dont les fonctions sont de détecter la lumière. Il s'agit le plus souvent de capteurs qui ont pour vocation d'effectuer des mesures du rayonnement émis par le soleil. Dans le système réaliser les capteur du lumière LDR sont isolée l'un par rapport à l'autre dans le but de capter séparément le lumière comme l'indique le figure III.9 et le principe de fonctionnement sont expliqués dans les figure III.10.

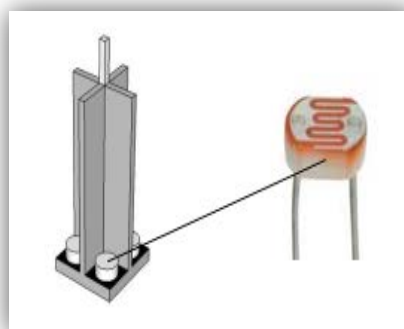


Figure III.4.Méthode des positions capteur

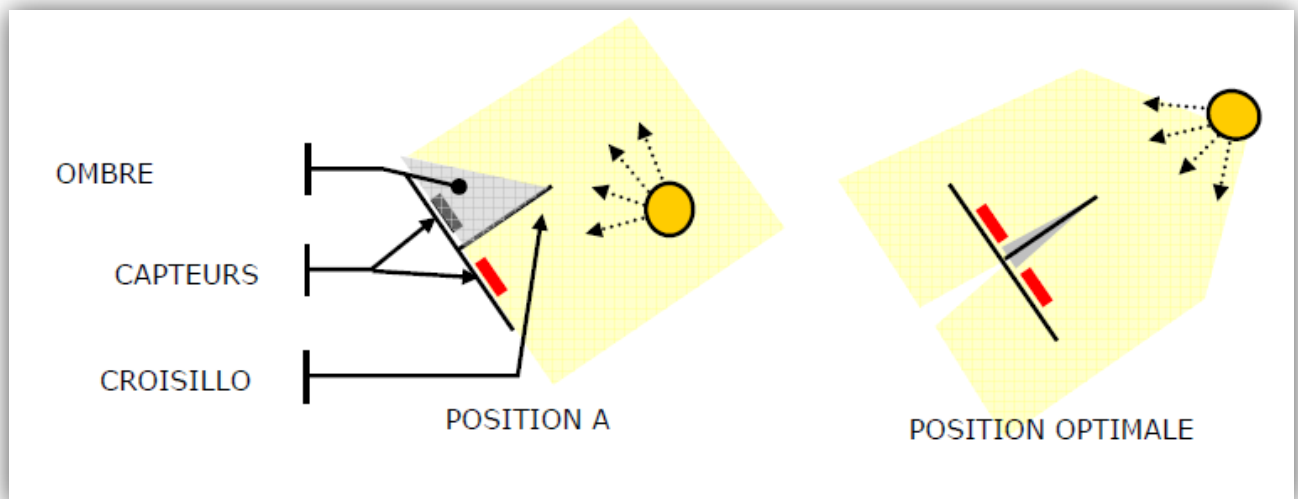


Figure III.5.Fonctionnement des capteurs

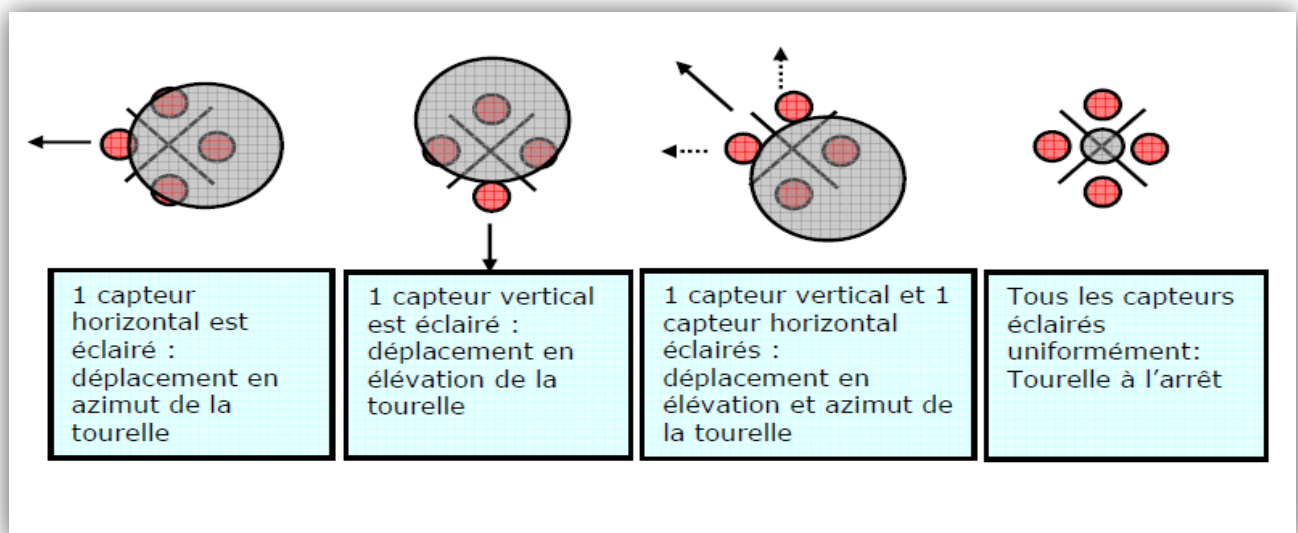


Figure III.6.Fonction de chaque capteur

III.2.3.Carte Arduino uno : [9]

Le modèle UNO de la société ARDUINO est une carte électronique dont le cœur est un microcontrôleur ATMEL de référence ATmega328« voir annexe(A) ». Le microcontrôleur ATmega328 est un microcontrôleur 8bits de la famille AVR dont la programmation peut être réalisée en langage C.

L'intérêt principal des cartes ARDUINO (d'autres modèles existent) est leur facilité de mise en œuvre. ARDUINO fournit un environnement de développement s'appuyant sur des outils open source.

Le chargement du programme dans la mémoire du microcontrôleur se fait de façon très simple par port USB. En outre, des bibliothèques de fonctions "clé en main" sont également fournies pour l'exploitation d'entrées-sorties courantes : gestion des E/S TOR, gestion des convertisseurs ADC, génération de signaux PWM, exploitation de bus TWI/I2C, exploitation de servomoteurs ...

L'objectif de ce document est de mettre en évidence certaines informations techniques concernant l'exploitation des périphériques intégrés, en particulier lorsqu'on n'utilise pas les fonctions "clé en main" d'ARDUINO, dans l'objectif de comprendre comment ça marche !

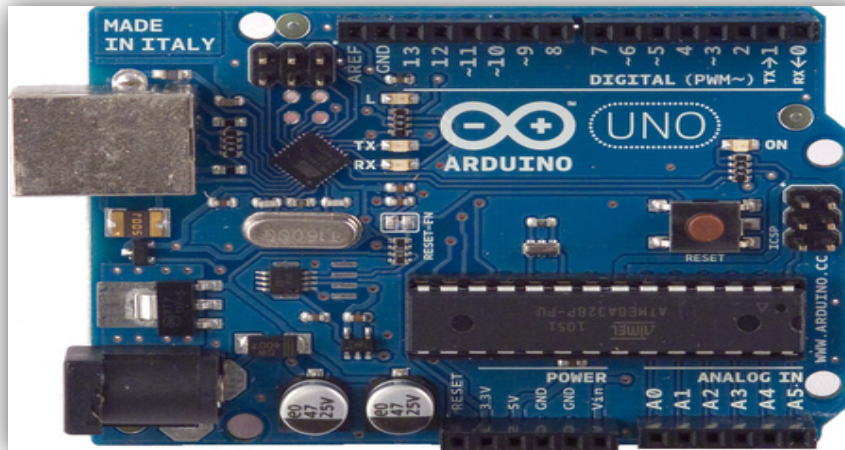


Figure III.7. Carte arduino

III.2.3.1. Microcontrôleur ATMEL ATmega328p

Le microcontrôleur utilisé sur la carte Arduino UNO est un microcontrôleur ATmega328. C'est un microcontrôleur ATMEL de la famille AVR8bits.

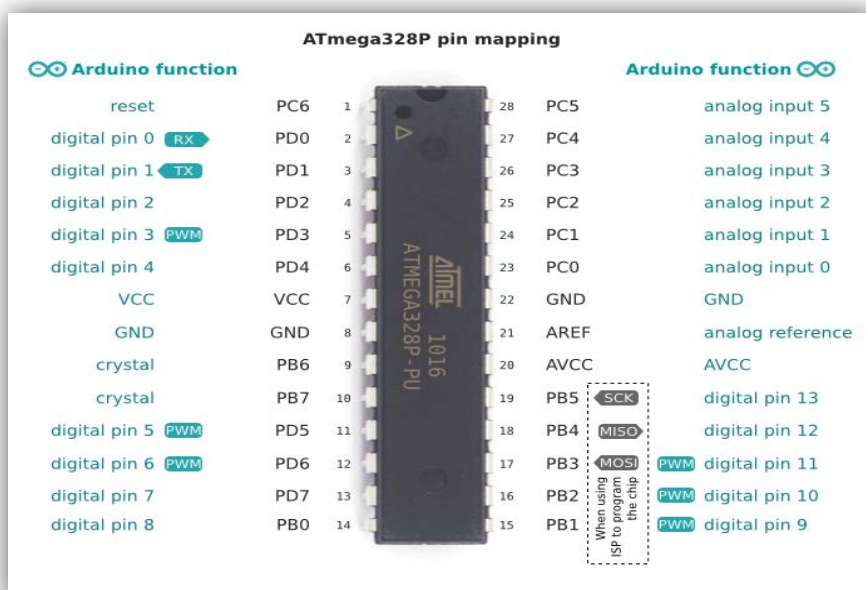


Figure III.8. Microcontrôleur ATMEL ATmega328p

III.3. Conception de système de poursuit :

Dans cette partie on va faire la conception du système de poursuit a deux axes en utilisant le logiciel Fritzing.

III.3.1. logiciel Fritzing : [10]

Ce logiciel a été plus particulièrement conçu pour l'Arduino, mais il supporte bon nombre de microcontrôleurs (notamment : Atmega AVR, BASIC Stamp, PICAXE, ParallaxPropeller, Wiring), leurs périphériques (capteurs, afficheurs, accéléromètre, XBee, RFID, etc.), une foule de circuits intégrés, de composants actifs et passifs. Il mérite le qualificatif d'universel à plus d'un titre : Fritzing permet le prototypage sur une plaque de câblage sans soudures et produit automatiquement le schéma de principe et le circuit imprimé avec auto routage en simple ou double face.

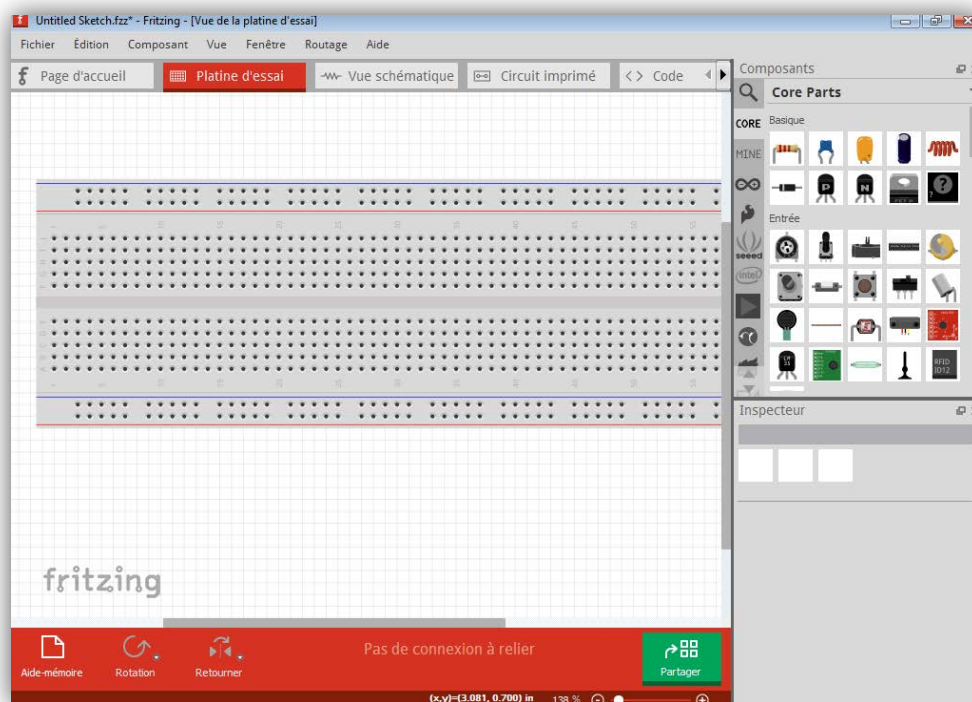


Figure III.9. Logiciel Fritzing

Les composants électriques utilisés dans notre projet sont:

1. (2) servomoteurs SG90
2. (4) photos résistance
3. (4) résistance 10k Ω
4. Une carte arduino uno

III.3.2.Schéma électrique :

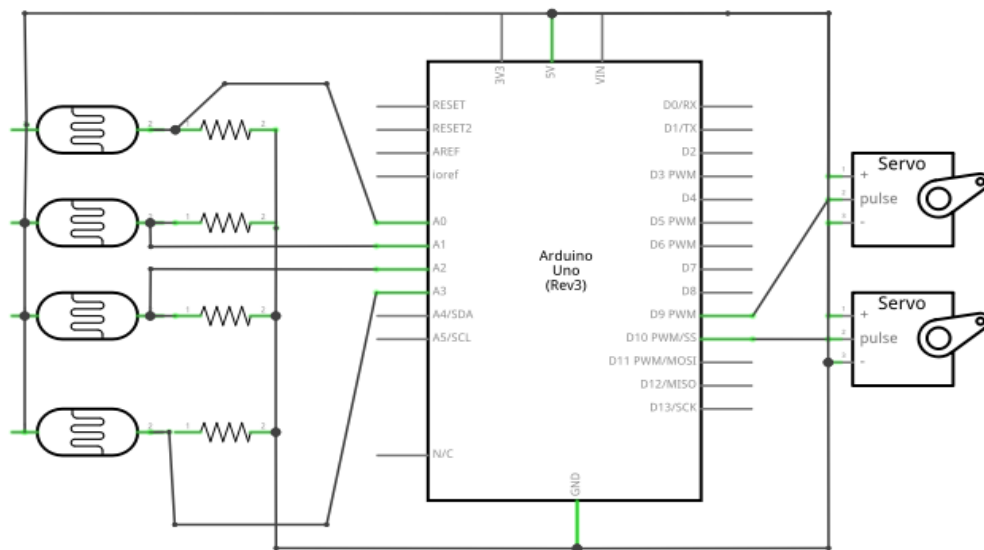


Figure III.10.Schéma électrique de logiciel Fritzing

III.3.3.Schéma de platine d'essai :

Nous pouvant voir les différents composants électriques utilisés dans notre plaque d'essai réelle.

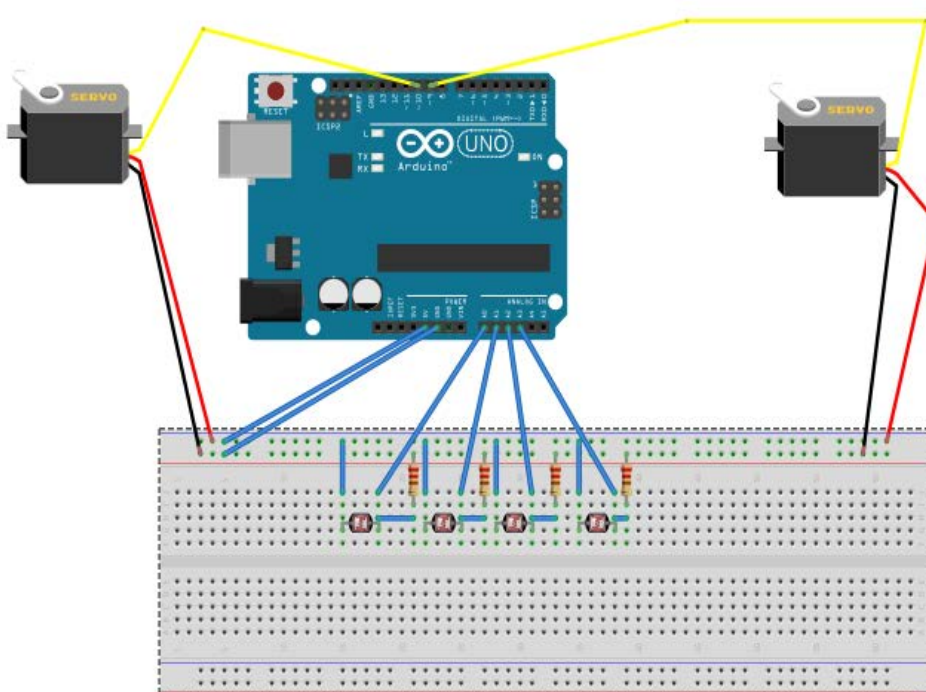


Figure III.11.Schéma de platine d'essai de logiciel Fritzing

III.4.Simulation :

Dans cette partie on va simuler le système de poursuite de rayonnement soleil par le logiciel Proteus 8 Professionnel (ISIS). Cela va nous permettre de d'avoir une idée claire de comportement de systèmes à réaliser en entrant le programme « voir annexe(B) » dans le Microcontrôleur l'Arduino UNO avant de l'implanter sur notre matérielle réelle.

Dans la figure III.12 on voit tout les éléments de notre projet connecté au microcontrôleur avant la simulation.

Dans la figure III.13 on constat l'application d'une source lumineuse sur les 4 LDR qui vont envoyer des impulsions au microcontrôleur Arduino programmé . Cela fait tourner les 2 servomoteurs dans un sans au dans l' autre.

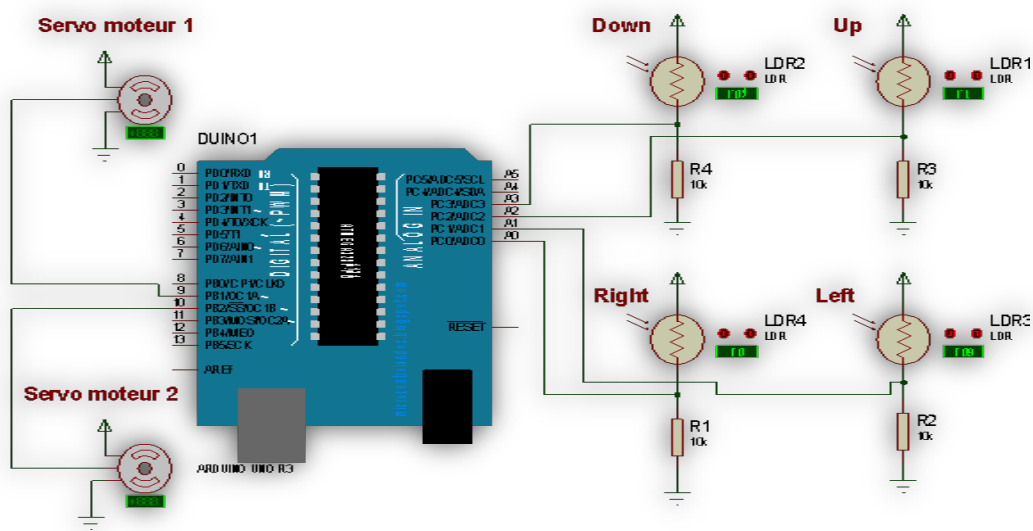


Figure III.12.Servomoteur dans l'état de début

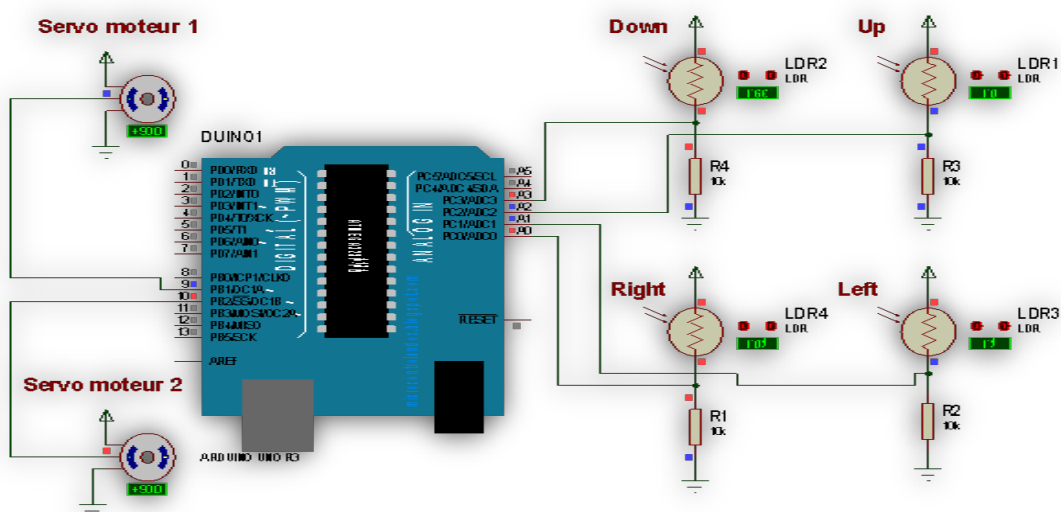


Figure III.13.Servomoteur dans l'état de mouvement

III.4.1.Montages :

Avant tout début de test et de codage, il nous a fallu monter chaque élément du système, c'est-à-dire : les servomoteurs, et le circuit électrique.

III.4.2.Montage des servomoteurs :

Le kit servomoteur était composé des deux servos standards, d'un ensemble d'écrous de vis, d'une tasse de roulement, et de deux parenthèses en aluminium, l'une en forme de U et l'autre multifonctionnelle.

Le montage s'est déroulé en 4 étapes :

1. Dans un premier temps, la tasse de roulement est vissée sur la parenthèse multifonctionnelle.
2. Puis, cette parenthèse est montée sur l'un des servomoteurs standard.
3. Le deuxième servomoteur est fixé au premier assemblage.
4. Enfin, la parenthèse U-forme est attachée au deuxième servomoteur .

III.4.3.Circuit électrique :

Le montage du circuit électrique pendant que les servomoteurs, se sont occupées du circuit électrique.

Ce circuit allait servir à trouver la résistance idéale pour le montage dans un premier temps puis de tester les capteurs de lumière.

Elles ont d'abord effectué des recherches sur internet concernant la luminosité reçue en plein jour, puis grâce au conseil du maître de projet elles ont recherché la résistance nécessaire pour avoir une tension qui tournait autour de celle reçue en plein jour.

III.4.3.1.Le bloc d'alimentation :

Des transformateurs nous fourni des tensions de 6v et de 12v qui est redressée par le pont de diodes et filtrée par les condensateurs. Cette tension est ensuite réglée à 5v par régulateur 78L05

On obtient :

- La sortie du régulateur une tension de 5 v assez stable pour ne pas perturber le circuit de commande.

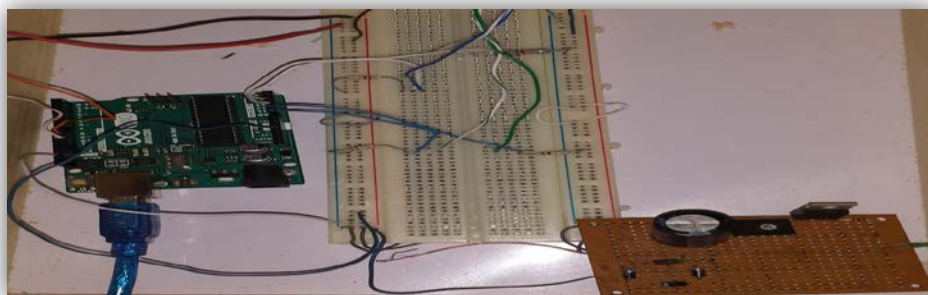


Figure III.14.Montage électronique pour le test des composants

III.4.3.2.Support :

On a noté que le poids des panneaux photovoltaïques n'était pas adapté à la puissance des servomoteurs, celui-ci était trop important. Nous avons dû enlever le panneau principal, en y gardant les deux petits.

Le montage se composait alors du support, des servomoteurs, de la carte électronique, des capteurs de lumière, et des panneaux photovoltaïques.

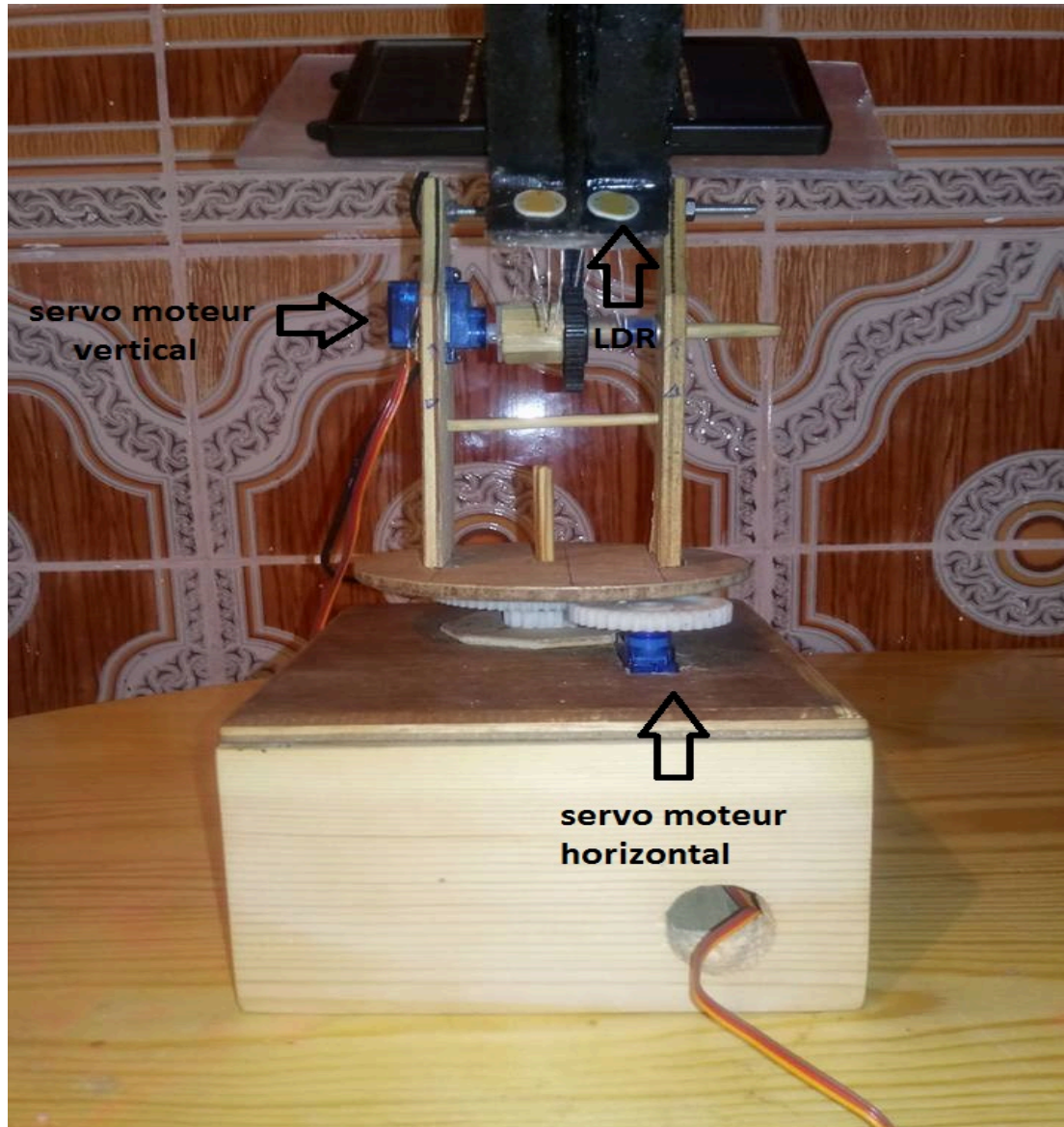


Figure III.15.Montage des servomoteurs et capteurs de lumière

IV.5.Système photovoltaïque réalisé

Figure III.16 représente le schéma synoptique du système PV alimente une charge résistive qui aura été réalisé. Ce système PV est composé d'un module photovoltaïque 1W 6V, un circuit de puissance composé d'un convertisseur survolteur à base d'un MOSFET « voir annexe(C) » et d'une charge résistive et un circuit de commande composé d'une carte Arduino un capteur de tension, un capteur de courant ACS712.

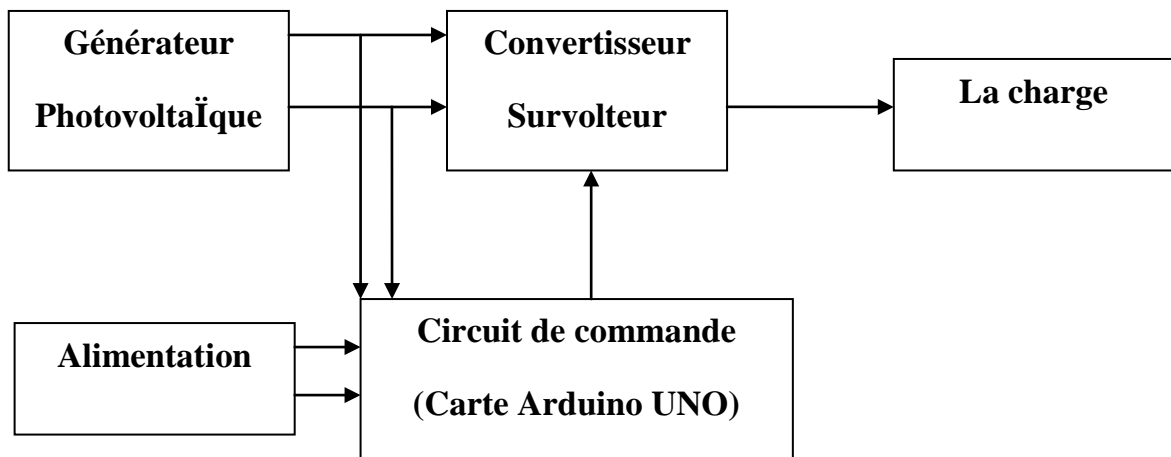


Figure III.16. Schéma synoptique du système photovoltaïque

Dans cette partie, nous présentons les différents composants du système PV, tel que le module PV, le convertisseur survolteur, le capteur de courant et le capteur de tension.

IV.5 .1. Convertisseur survolteur et choix de ses composants

Figure III.17 présente le schéma principe du convertisseur survolteur. Ce convertisseur donne une tension de sortie supérieure à la tension d'entrée.

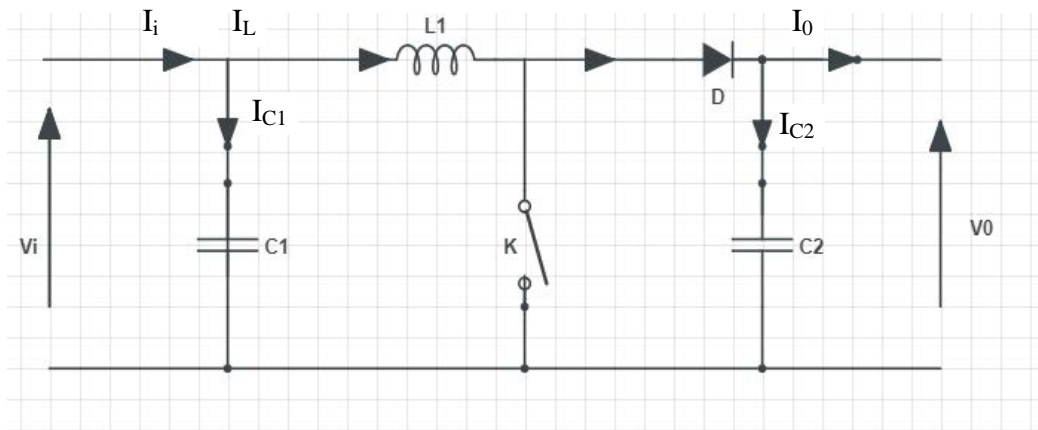


Figure III.17. Schéma de principe d'un convertisseur survolteur

Pour dimensionner les différents composants constituant le convertisseur survolteur (l'inductance de lissage, le transistor de commutation, les capacités et la diode), on étudie ce convertisseur en mode courant continu (CCM). En ce mode le courant inducteur $[i_L(t) > 0]$ ne tombe jamais à zéro dans un cycle de commutation mais il y a dans l'oscillation de la valeur DC en raison de l'état de commutation sur (ton) et d'arrêt (toff) comme la waveform comme indiqué en Figure III.18. Dans ce cas, le mélange doit être grand pour donner un pic de courant inférieure et il en résulte une petite ride à la sortie qui mène à l'avantage de réduire les contraintes de l'appareil [11].

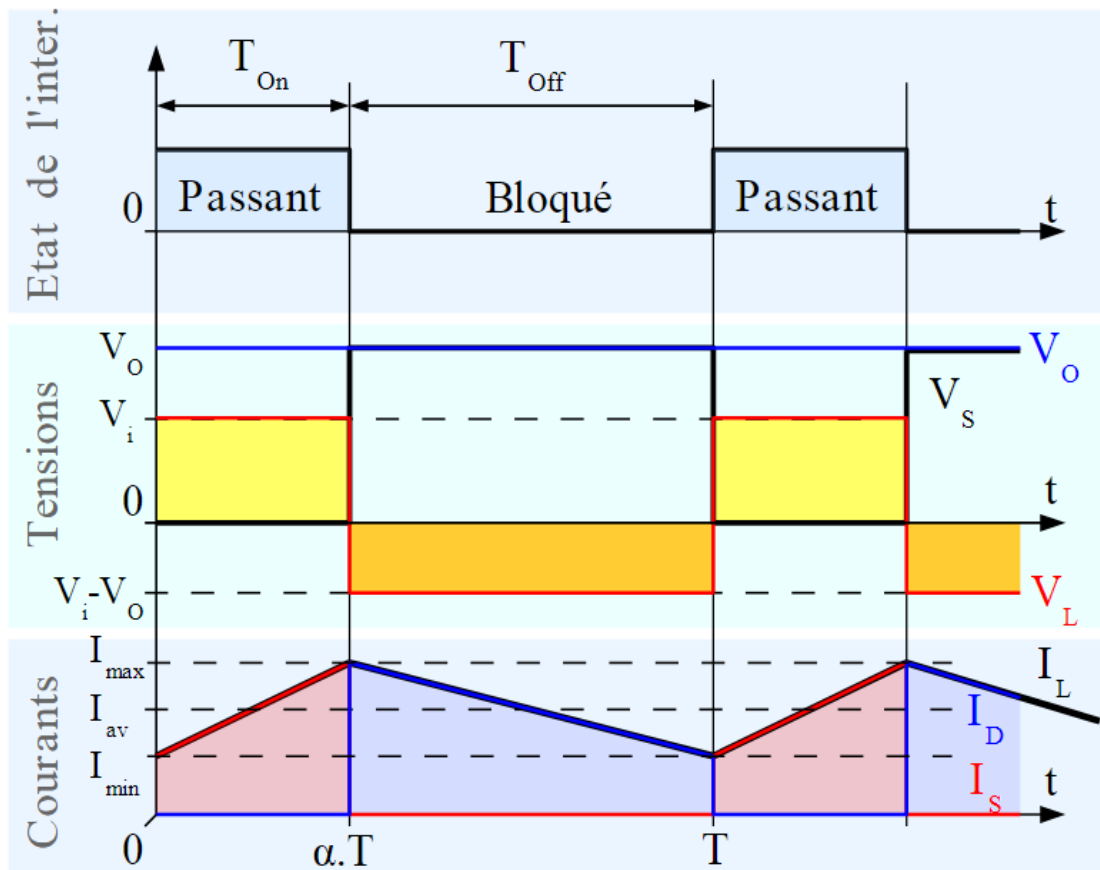


Figure III.18. Formes d'ondes courant/tension dans un convertisseur survolteur

- Transistor** : il doit être dimensionné pour supporter le courant maximal délivré à la charge. Nous choisissons un MOSFET « voir annexe(C) ».
- Diode** : elle doit être rapide et pouvant supporter le courant maximal fourni à la charge, son rôle est d'éviter le retour du courant provenant de la charge. Dans ce travail, nous avons placé une diode de référence. « voir annexe(D) ».
- **Bobine** : Cet élément est le plus délicat à déterminer. En effet, une inductance trop faible ne permet pas le fonctionnement de la carte de puissance, et une inductance trop forte quant à elle provoquerait d'importantes pertes de puissance par effet Joule. Alors, l'inductance du circuit Boost.
- **Condensateur** : « voir annexe(E) » : Nous plaçons en entrée comme en sortie des condensateurs chimiques pour filtrer les variations des tensions d'entrée et de sortie. Les valeurs des capacités sont calculées en fonction de l'ondulation voulue ainsi que des grandeurs moyennes désirées :

$$C_1 = \frac{|I_e - I_l|}{2\Delta V_e} \alpha T \dots\dots\dots \text{III.1}$$

$$C_2 = \frac{|-I_s|}{2\Delta V_s} \alpha T \dots\dots\dots \text{III.2}$$

Pour des ondulations désirées de 0.1% les valeurs de ces deux condensateurs sont de :

$$C_1 = \frac{|6(A) - 6.5(A)|}{2\Delta V_e} * 0.9 * \frac{1}{10^3} (s) = 4500 \mu F \dots\dots\dots \text{III.3}$$

$$C_2 = \frac{|-0.5(A)|}{2 \cdot 10^{-3} \cdot 500V} * 0.9 * \frac{1}{10^3} (s) = 450 \mu F \dots \dots \dots \text{III.4}$$

Où $I_e = 64$ est le courant d'entrée pour un ensoleillement maximum de 1000 w/m^2 , $I_i = 65 \text{ A}$ est le courant moyenne de l'inductance pour un pic de 7 A , $I_s = 0.3 \text{ A}$ est le courant de sortie pour un rapport de cyclique de 90% dans le cas idéal et $V_s = 500 \text{ V}$ est la tension maximale pour un rapport cyclique de 90% .

III.5.1.2. Simulation du convertisseur survolteur sous Proteus

Dans cette partie on va simuler le système de poursuite de rayonnement soleil par le logiciel Proteus 8 Professionnel (ISIS). Cela va nous permettre de d'avoir une idée claire de comportement de systèmes à réaliser en entrant le programme « voir annexe(F) » dans le Microcontrôleur l'Arduino UNO avant de l'implanter sur notre matérielle réelle.

Dans la Figure III.19 : on voit tout les éléments de notre projet connecté au microcontrôleur avant la simulation.

La Figure III.20 : représente le schéma du programme de convertisseursurvolteuren Arduino pour faire leurs simulations.

Dans Figure III21 : le voltage de convertisseursurvolteur Il commence à s'élever à une valeur plus élevée.

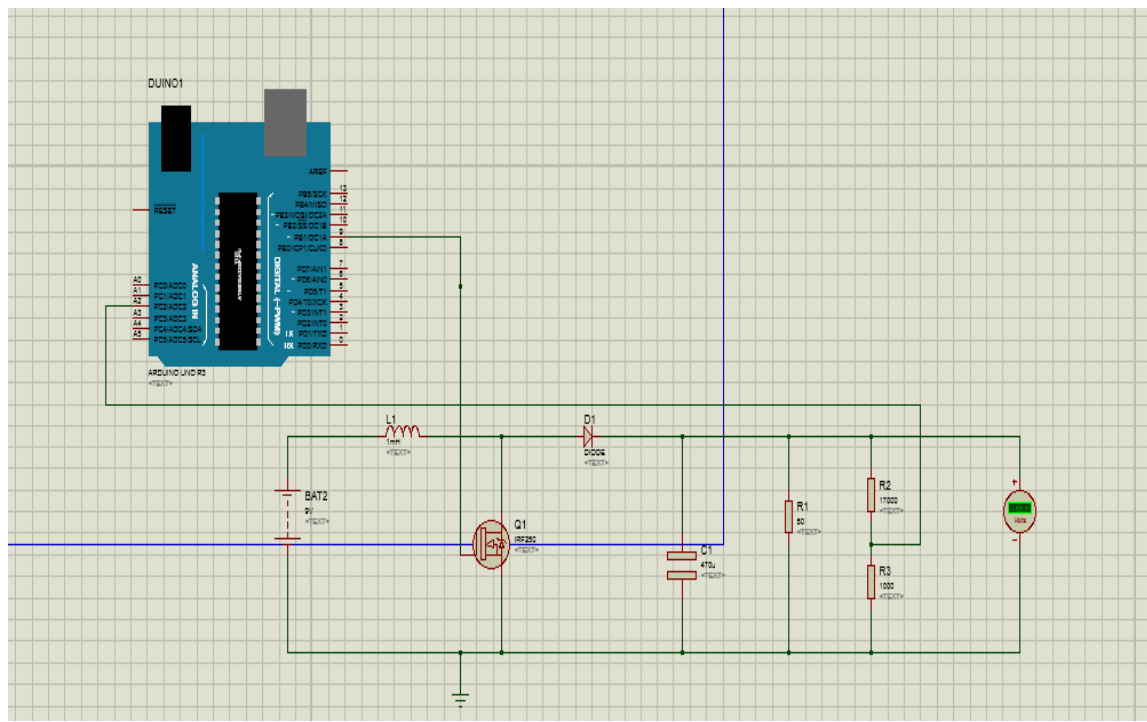


Figure III.19. Convertisseursurvolteurréalisé

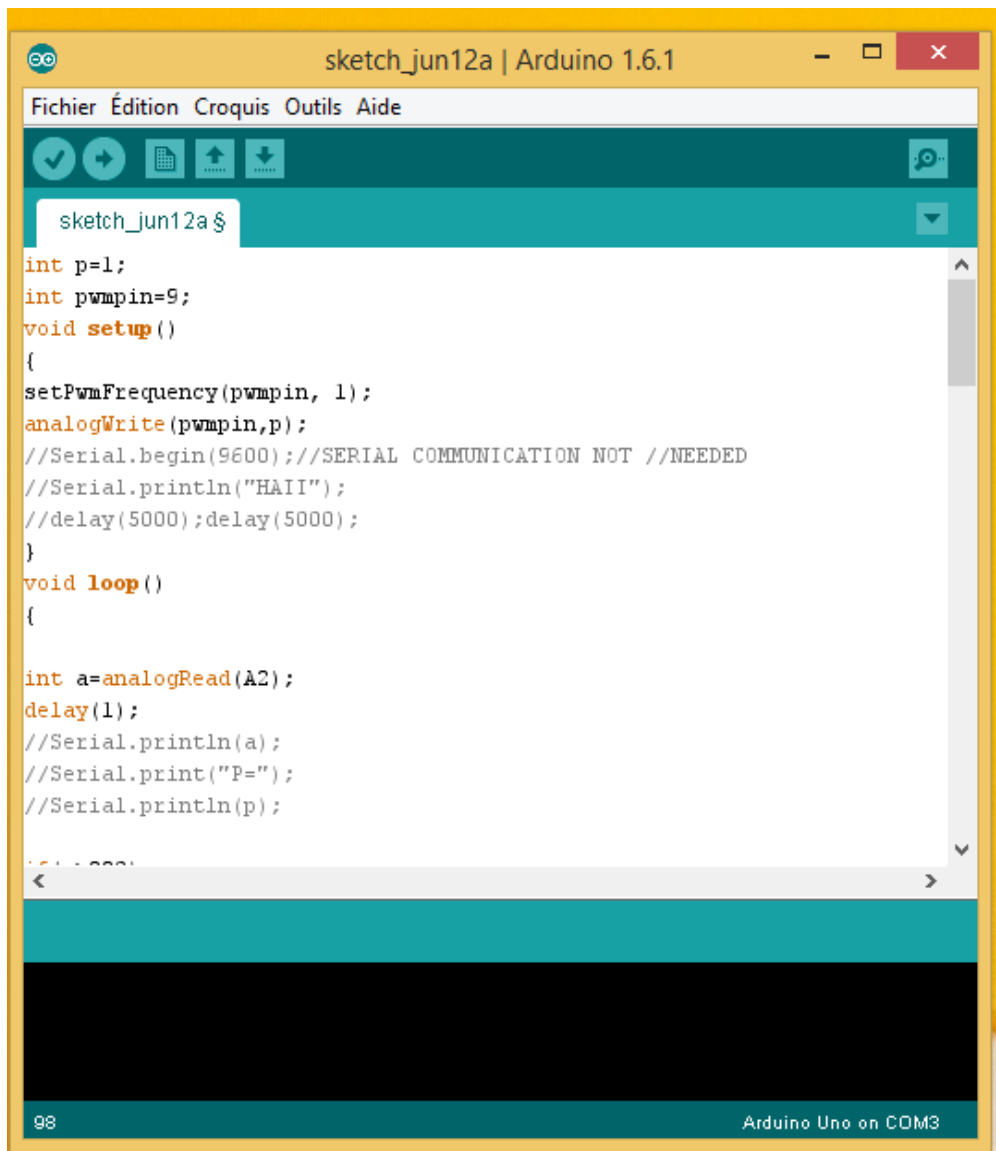


Figure III.20. Programme surveillants l'interface Arduino

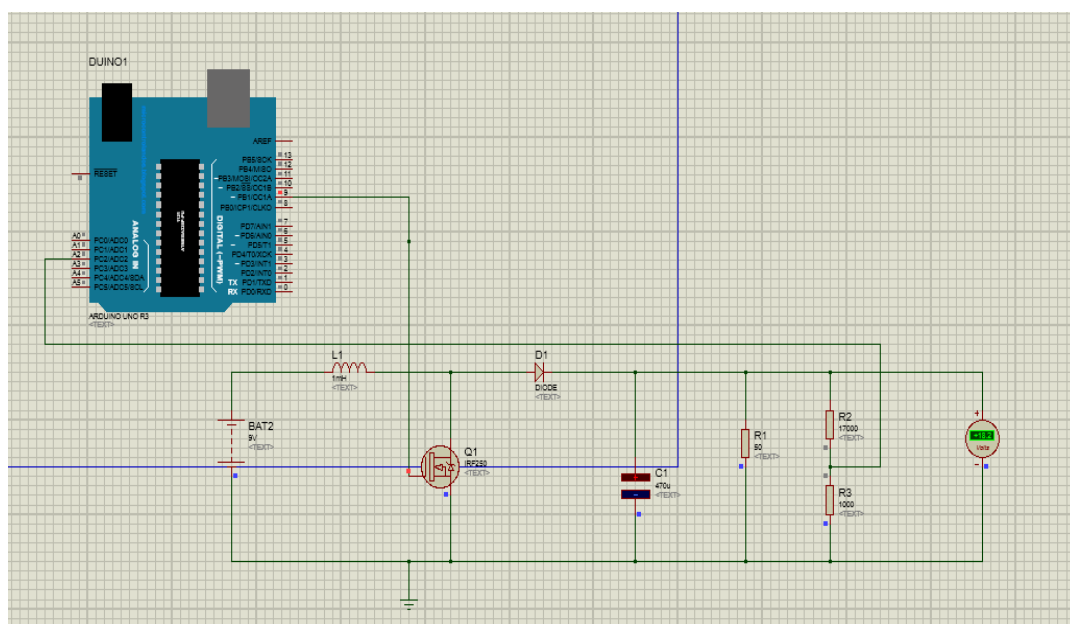


Figure III.21. Convertisseur surveillant dans l'état de mouvement

III.5.1.3.Réalisation du convertisseur survolteur

La Figure III.22représente le schéma du convertisseur survolteur réalisé. Ses composants électriques précédentsLes tests faits sur ce convertisseur donnent l'efficacité de ce circuit pour jouer son rôle dans le système PV qu'aura réalisé.

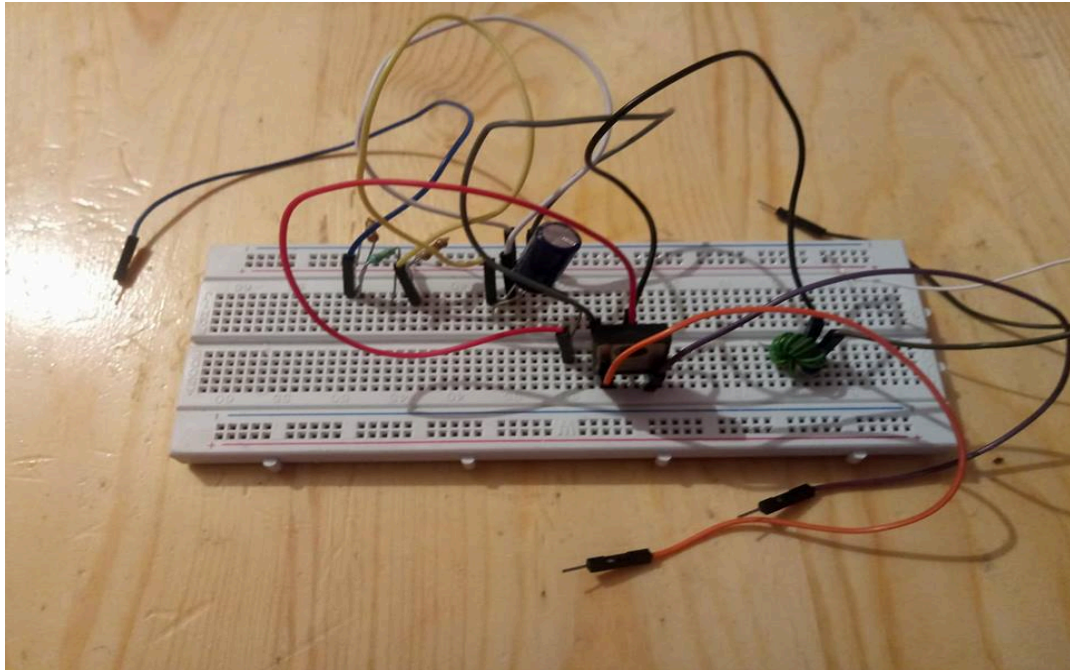


Figure III.22. Schéma du convertisseur survolteur réalisé

III.5.2.Capteur de courantACS712

Le dispositif ACS712 Allegro « voir annexe(G) » offre un moyen économique et précis de détection de courants AC et DC. Ce capteur de courant Allergo ACS712 est basée sur le principe de l'effet Hall, qui a été découvert par le Dr Edwin Hall en 1879 selon ce principe, quand un conducteur de courant est placé dans un champ magnétique déposé, une tension est générée sur ses bords perpendiculaires à la direction à la fois du courant et du champ magnétique [3].

FigureIII.23 représente le schéma d'un capteur de courant ACS712 utilisé dans notre travail.



Figure III.23.Capteur de courant ACS712

La sortie du dispositif a une pente positive lorsqu'un courant augmentant circule à travers le chemin de conduction de cuivre. Le ACS712-30A peut mesurer le courant jusqu'à $\pm 30A$ et fournit la sensibilité de sortie de 66 mV/A (à $+5V$), qui signifie que pour chaque augmentation de $1A$ dans

le courant à travers les bornes de conduction dans le sens positif, la tension de sortie augmente aussi par 66 mV. Au zéro de courant, la tension de sortie est la moitié de la tension d'alimentation ($V_{cc} / 2$). Il est à noter que la sortie fournit ACS712 radiométrique, ce qui signifie que le courant de sortie de zéro et la sensibilité de l'appareil sont à la fois proportionnel à la tension d'alimentation VCC. Cette fonctionnalité est particulièrement utile pour l'utilisation de la ACS712 avec un convertisseur analogique-numérique.

III.6.Simulation du système PV sous Proteus

La simulation du système photovoltaïque sous l'environnement Proteus est représentée par la Figure III.24. Les résultats de simulations montrent que le convertisseur DC-DC et la commande MPPT effectuent correctement leurs rôles. Le convertisseur fournit dans les conditions optimales une tension à sa sortie supérieure à celle fournie par le générateur PV. La commande MPPT adapte le générateur PV à la charge par le transfert de la puissance maximale fournie par le générateur PV.

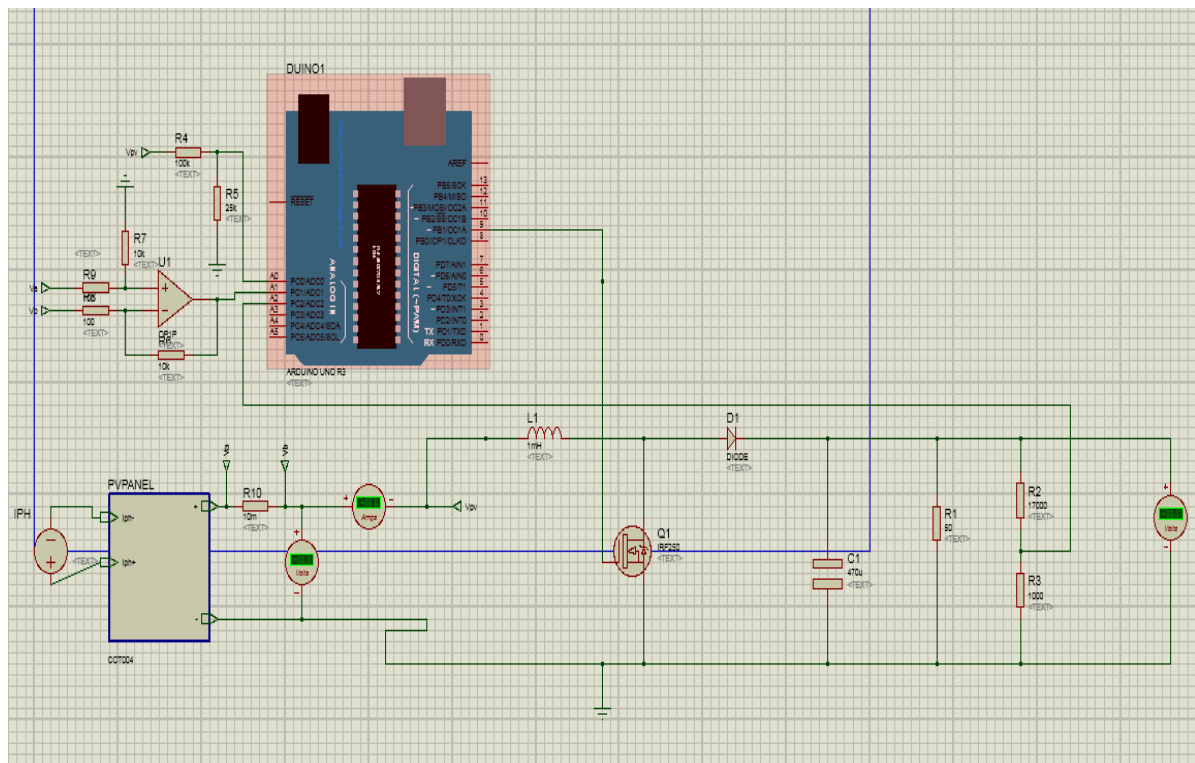


Figure III.24.Schéma global du système photovoltaïque sous Proteus

```
sketch_bill_P_O | Arduino 1.6.1
Fichier Édition Croquis Outils Aide

sketch_bill_P_O

int PWMPin = 9; //PWM Connect to pin 9
int changeD = 12.7; //change duty by 5%
int duty_cycle = 127.0; //start pwm with 50% duty cycle
float Vm;
float P;
float prev_P = 0;
float prev_V;
int sum = 0;
float voltage = 0.0;
void setup() {
  TCCR2B = TCCR2B & B11111000 | B00000001; //change the pwm pin freq
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  analogWrite(PWMPin, duty_cycle);
  Serial.print(duty_cycle);
  Serial.println("Duty Cycle");
  sum = analogRead(A1); //read the input on analog pin A1
  voltage = ((float)sum * 5.0) / 1023.0; //convert the analog reading
```

Figure III.25. Programme de la commande P&O sous l'interface Arduino

III.6.1. Résultat de simulation :

La Figure III.26 présente la tension d'entrée :

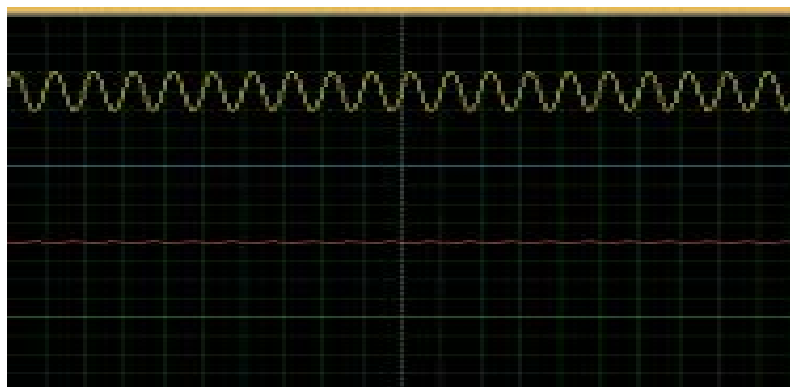


Figure III.26. La tension d'entrée

La Figure III.27 présente La tension de sortie :

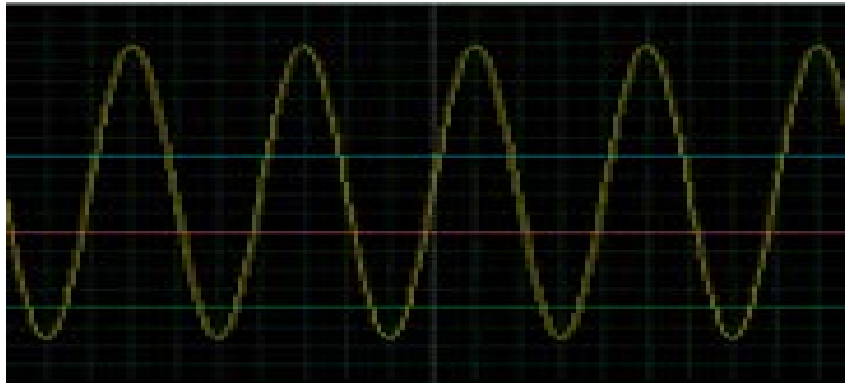


Figure III.27.La tension de sortie

La Figure III.28 présente Le courant d'entrée :

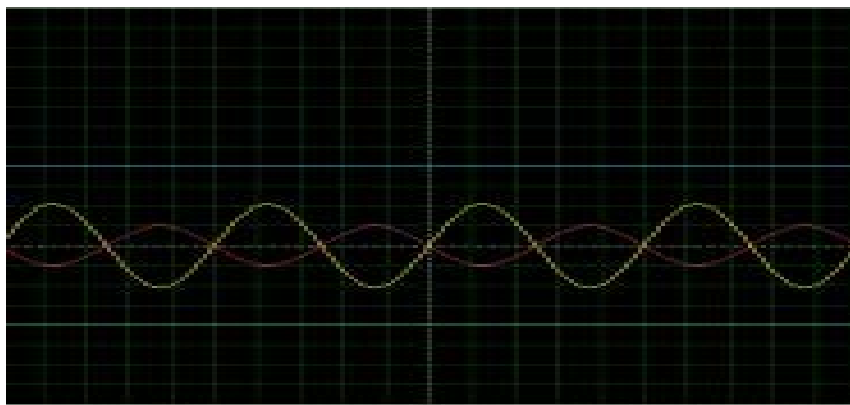


Figure III.28.Le courant d'entrée

III.6.1.1.PV Panel model :

Un panneau PV est un composant qui peut convertir une énergie solaire dans l'électricité à courant continu en utilisant semi-conducteurs matériaux qui présentent l'effet PV. Le circuit équivalent de le panneau PV est représenté sur la figure III.29[12, 13].

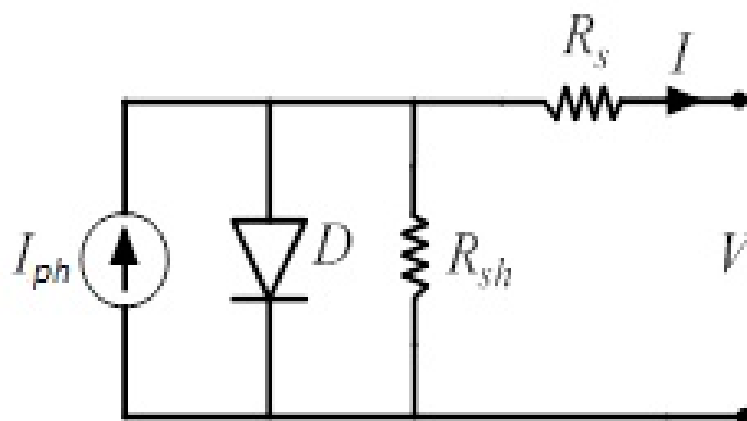


Figure III.29.PV circuit équivalent de cellule

Comme présenté dans la fig.III.29, le circuit équivalent du panneau PV contient une source de courant, une diode, une résistance shunt et une résistance série. Le courant généré par le panneau PV peut être donné comme [12, 13]:

Spécifications du module PV Solarex MSX-60 à STC :

		Type	1W
		Silicon	Mono-Crystalline Silicon
Maximum Power	Watt		1
Production Tolerance			±10%
Maximum Power voltage	V		6V
Maximum Power current	A		0.17
Open circuit voltage	V		8.8
Short circuit current	A		0.18
Cells thickness			0.18mm±20µm
size of panel (wide and high)			125*63*3mm
Number of cells			12
Weight per piece (Kgs)			0.12

Afin de modéliser un panneau PV dans l'outil Proteus, son circuit équivalent est fait avec une source de courant contrôlée et une diode avec le code Spice modifié, que pour concevoir un vrai modèle de panneau PV. La figure27 présente le modèle Proteus et son code Spice.

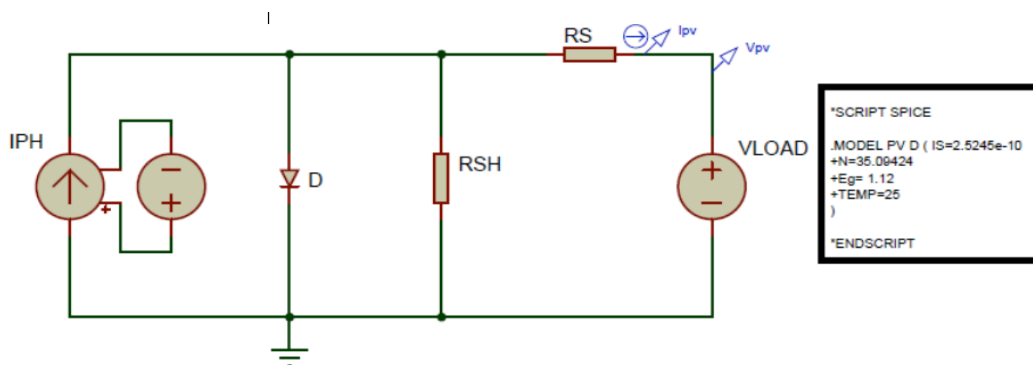


Figure III.30. Le modèle de panneau photovoltaïque sous Proteus

Comme le montre la figure III.30, afin de modéliser un panneau PV dans Proteus outil, les étapes ci-dessous sont suivies.

- 1- Un bloc "Source de tension contrôlée" contrôlé par le bloc "DC Voltage Source" est utilisé pour modéliser la source de courant. Par exemple, pour simuler notre modèle sous STC, la valeur du bloc "DC Voltage Source" est réglée à 3.8128 V, qui est le photo courant du panneau 1W 6V sous STC.
- 2- Comme le montre la figure III.30, une diode avec des épices modifiées code est utilisé dans ce modèle, car il est nécessaire de changer les valeurs du courant de saturation I_s , le facteur d'idéalité, le nombre de cellules et l'énergie de bande interdite dans le code Spice selon la spécification du panneau 1W 6V[14]. Notez que Nest défini sur 35.09424, qui est la multiplication entre le facteur d'idéalité et le nombre de cellules.
- 3- Deux résistances sont utilisées pour modéliser la résistance shunt et la résistance série avec les valeurs mentionnées dans le tableau I.
- 4- Un bloc "Source de tension DC" est connecté au modèle de panneau PV en tant que charge variable. Sa valeur est égale à la valeur "Sweep variable" du graphique "DC SWEEP ANALYSIS" utilisé pour simuler notre modèle comme indiqué sur la figure 31, notez que la plage de la variable "Sweep variable" doit être comprise entre 0V et la tension en circuit ouvert.

La simulation du panneau PV dans ISIS Proteus est présentée à la Figure III.31.

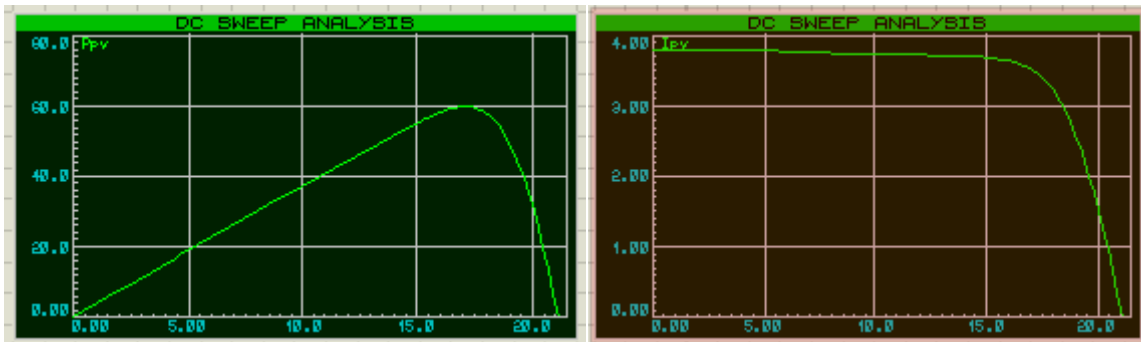


Figure III.31. Caractéristiques I-V et P-V pour panneau PV en utilisant Proteus

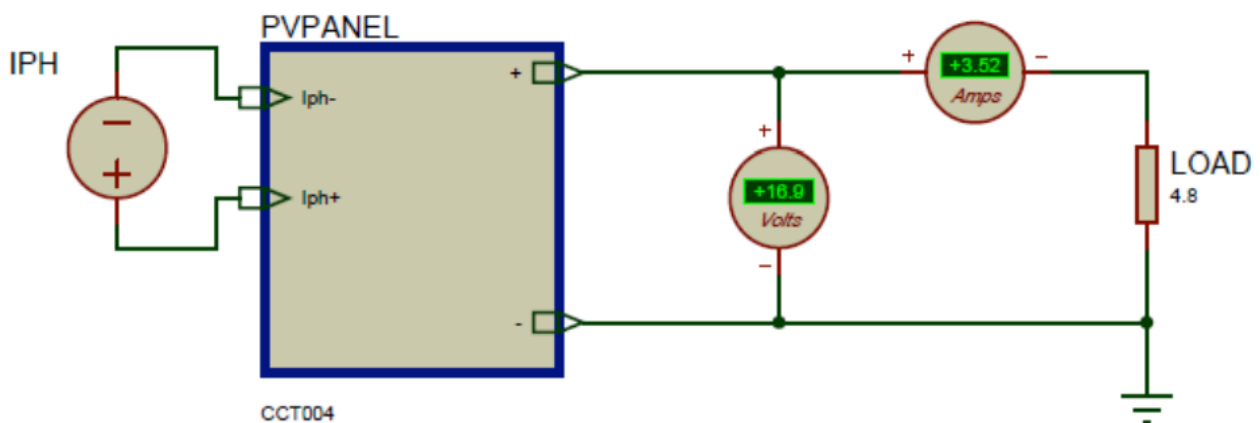


Figure III.32. Le sous-circuit du modèle de panneau PV sous Proteus

Comme présenté dans la figure III.32, le modèle PV Proteus est mis dans un sous-circuit afin de le rendre facile à utiliser.

La modélisation d'un panneau PV dans l'outil Proteus permet de contrôler notre système PV par microcontrôleur, microprocesseur, DS3P et FPGA. Par conséquent, la performance obtenue sera similaire à la performance obtenue au cours de l'expérience réelle. L'un des objectifs de cette étude est d'acquérir et de surveiller le courant, la tension et la puissance de notre panneau PV en utilisant Arduino et Proteus.

III.6.1.2 Tests pratiques du système PV réalisé

La Figure III.33 représente le schéma global du système photovoltaïque réalisé. Il est composé d'un module photovoltaïque de type 1W 6V, convertisseur survolteur, résistance variable, capteur de courant ACS712, carte Arduino uno à base d'un microcontrôleur du type ATmega328 qui est connectée à un ordinateur PC, multimètres, qui est alimenté le capteur de courant ACS712 (5V).

Les résultats de tests montrent que le système photovoltaïque fonction bien. La commande perturbation et observation adapte le générateur PV à la charge par le transfert de la puissance maximale fournie par le module PV.

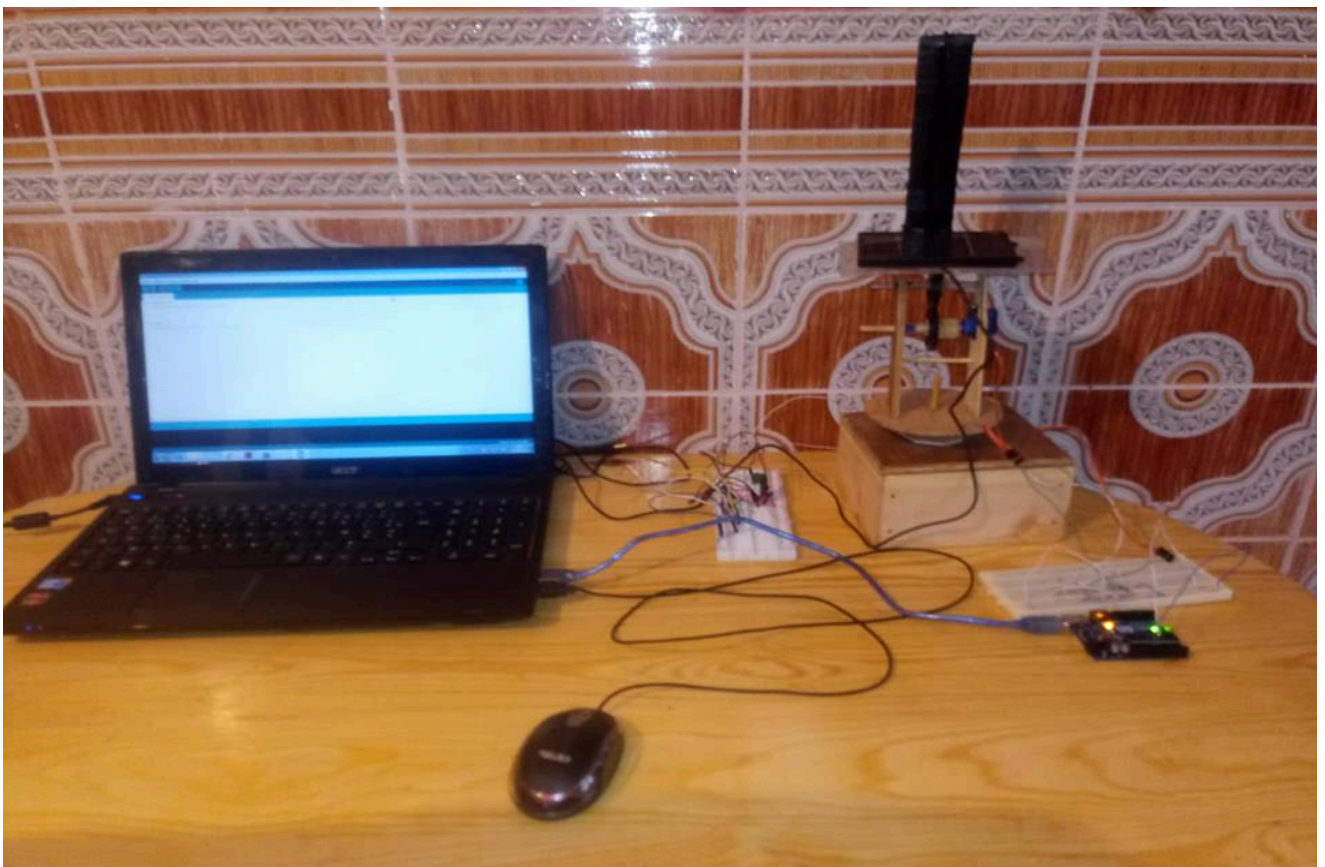


Figure III.33. Interface Arduino pour la simulation sous Proteus et les tests pratiques du système Photovoltaïque

III.7.Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons réalisé un système photovoltaïque à base d'une carte Arduino uno. Nous avons présenté les cartes Arduino pour la commande des systèmes PV, en particulier la carte Arduino unoutilisé dans ce travail. Ainsi, nous avons présenté les différents composants du système, tel que le module PV 1W 6V, le convertisseur survolteur, le capteur de courant, le capteur de tension et la carte Arduino uno. Enfin, nous avons fait des tests pratiques du système PV.D'après les tests pratiques, on remarque que le système PV transfère la puissance maximale fournie par le module PV à la charge.

Conclusion générale

Dans ce mémoire, on s'intéresse à la conception et réalisation d'un système PV à base d'une carte Arduino. Dans un premier temps, nous avons présenté le rayonnement solaire et la conversion du rayonnement solaire par effet PV, ainsi le générateur PV et sa modélisation. Ensuite, nous avons étudié le convertisseur survolteur, utilisé dans ce travail, pour chercher le point où la puissance du générateur PV est maximale. Alors, nous avons présenté la commande MPPT, en particulier la commande perturbation et observation qui est utilisée dans ce mémoire.

Dans un deuxième temps, nous avons donné une généralité sur les cartes Arduino utilisées pour commander les systèmes PV, L'Arduino est une famille de cartes électronique à microcontrôleur open-source basées sur une interface entrée/sortie simple et sur un environnement de développement proche du langage C. Elle offre plusieurs pins (broches) d'entrée/sortie numérique dont six pouvant générer des PWM (*Pulse width Modulation*) et permet aussi de mesurer des grandeurs analogiques grâce à ces six entrées analogiques. Cette carte Arduino peut aussi s'alimenter et communiquer avec un ordinateur grâce à son port USB.

Nous présentons aussi l'étude des différents composants du système PV, le capteur de tension, le capteur de courant, le convertisseur survolteur, la carte Arduino comme interface pour afficher les résultats sur interface Proteus.

Enfin, nous avons fait des tests pratiques du système PV à base d'une carte Arduino. D'après les résultats obtenus des tests pratiques, nous remarquons que le système PV transfère la puissance maximale fournie par le module PV à la charge. Ainsi, la commande perturbation et observation est ajustée la puissance du système PV à son état stable.

Comme perspective à ce travail, nous proposons de développer notre réalisation pour des différents modules PV ainsi les différentes commandes MPPT.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] : M. Belhadj , "Modélisation d'un système de captage photovoltaïque autonome ", Mémoire de Magistère, Centre Universitaire de Bechar, 2008
- [2] : ZEGHIB ILHEM « Etude et Réalisation d'un Concentrateur Solaire parabolique »
- [3] : C. Cabal, "Optimisation énergétique de l'étage d'adaptation électronique dédié à la
- [4] : Conversion photovoltaïque", Thèse de Doctorat de l'Université Paul Sabatier, Toulouse 15 Décembre 2008. High Efficient Interleaved Boost Converter with Novel
- [5]: Switch Saleh Adaptive H.Elkelani Control Babaa "Photovoltaic Application", Mars 2013
- [6] : N. ABOUCHABANA, Etude d'une nouvelle topologie Buck-booste appliquée à un MPPT, MEMOIRE DE MAGISTER, ECOLE NATIONALE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE, 2009.
- [7] : Swetansh Mani Shrivastava « DUAL AXIS SOLAR TRACKER» , GAUTAM BUDH TECHNICAL UNIVERSITY, MAY, 2013
- [8] : Dossier Technique Panneau solaire asservi 2007
- [9] :B. Cottenceau « Carte ARDUINO UNO Microcontrôleur ATMega328», B311 ISTIA BOUZID Kheir eddine «Etude et Réalisation d'un système photovoltaïque à base d'une carte Arduino uno»

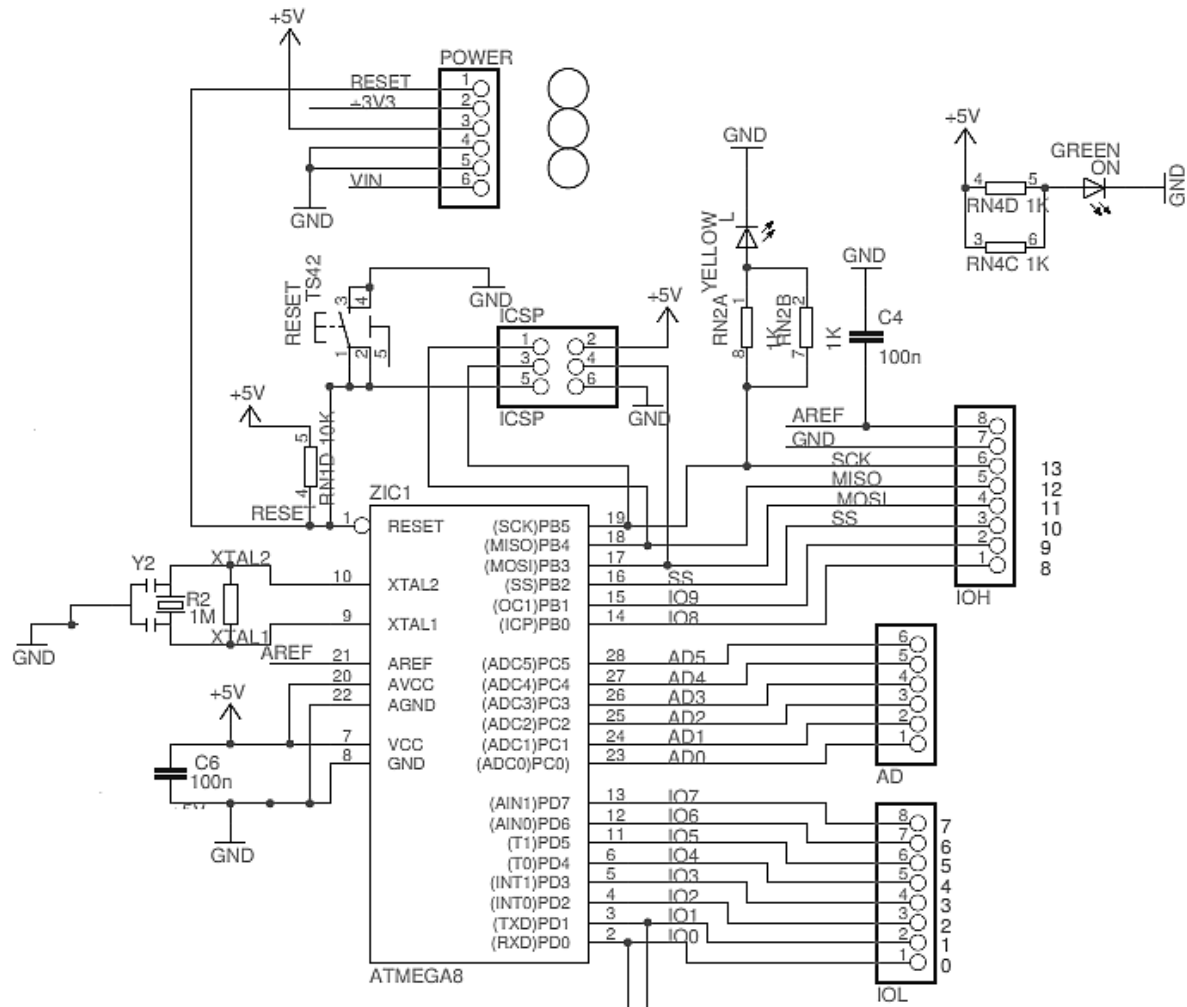
SITE INTERNET

- [3] :<http://www.energieplus-lesite.be>
http://fr.wikipedia.org/wiki/panneau_solair
<http://www.datasheetcatlog.com>
<http://www.datasheet.com>
<http://www.microship.com>
- [10] : <http://linuxfr.org/news/fritzing-conception-electronique-futur-remplacant-a-spice>
- [11] Saleh H. Elkelani Babaa , High Efficient Interleaved Boost Converter with Novel Switch Adaptive Control in Photovoltaic Application, School of Electrical, Electronic and Computer Engineering, Mars 2013.

Annexes

1-annexe A : arduino uno

Schéma simplifié de la carte Arduino UNO



Factures

- High Performance, Low Power Atmel®AVR® 8-Bit Microcontrôleur
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Power full Instructions – Most Single Clock Cycle Exécution
 - 32 x 8 General Pur pose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 20 MIPS Throughput at 20MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
 - 4/8/16/32KBytes of In-System Self-Programmable Flash program memory
 - 256/512/512/1KBytes EEPROM

- 512/1K/1K/2KBytes Internal SRAM
- Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
- Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C(1)
- Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits

In-System Programming by On-chip Boot Program

True Read-While-Write Operation

- Programming Lock for Software Security
- Atmel® QTouch® library support
- Capacitive touch buttons, sliders and wheels
- QTouch and QMatrix® acquisition
- Up to 64 sense channels
- Peripheral Features
- Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
- One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode

– Real Time Counter with Separate Oscillator

– Six PWM Channels

– 8-channel 10-bit ADC in TQFP and QFN/MLF package

Temperature Measurement

– 6-channel 10-bit ADC in PDIP Package

Temperature Measurement

– Programmable Serial USART

– Master/Slave SPI Serial Interface

– Byte-oriented 2-wire Serial Interface (Philips I2C compatible)

– Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator

– On-chip Analog Comparator

– Interrupt and Wake-up on Pin Change

• Special Microcontroller Features

– Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection

– Internal Calibrated Oscillator

– External and Internal Interrupt Sources

– Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby

• I/O and Packages

– 23 Programmable I/O Lines

- 28-pin PDIP, 32-lead TQFP, 28-pad QFN/MLF and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltage:
 - 1.8 - 5.5V
- Temperature Range:
 - -40°C to 85°C
- Speed Grade:
 - 0 - 4MHz@1.8 - 5.5V, 0 - 10MHz@2.7 - 5.5.V, 0 - 20MHz @ 4.5 - 5.5V
- Power Consumption at 1MHz, 1.8V, 25°C
 - Active Mode: 0.2mA
 - Power-down Mode: 0.1µA
 - Power-save Mode: 0.75µA (Including 32kHz RTC)

2-Annexe B : Programme de simulation

```
#include <Servo.h>
Servo servo1;    //declare servos

Servo servo2;

int pos1 = 0;    // pos1 is horizontal position
int pos2 = 0;    // pos2 is vertical position
int right = 0;   // right ldr
int left = 0;    // left ldr
int up = 0;      // top ldr
int down = 0;    // bottom ldr
int ldr1 = 0;    // map LDR's to pins
int ldr2 = 1;
int ldr3 = 2;
int ldr4 = 3;

void setup()
{
  servo1.attach(10); // attach servo1 to digital pin 10
  servo1.write(90);  // set initial position as 90 deg
  servo2.attach(9);  // attach servo1 to digital pin 9
  servo2.write(90);  // set initial position as 90 deg
```

```

pinMode(ldr1, INPUT); // declare LDRs as input

pinMode(ldr2, INPUT);

pinMode(ldr3, INPUT);

pinMode(ldr4, INPUT);

}

void loop()

{

pos1 = servo1.read(); // pos1 takes reading from current servo1 position

pos2 = servo2.read(); // pos2 takes reading from current servo2 position

int right = analogRead(ldr1); // records reading from each LDRs

int left = analogRead(ldr2);

int up = analogRead(ldr3);

int down = analogRead(ldr4);

// this portion is to control horizontal position

if(right >>left) // if right LDR has more light than centre LDR, and centre LDR has more light
than left (means light is towards right)

{

servo1.write(pos1 +1); //increase position of servo1 by 1 (0 is left, 90 is centre, 180 is
right)

delay(10); // this delay is needed to prevent servo from going 0-180 without
stopping

}

else if(left >> right) // if light is towards centre

{

servo1.write(pos1 -1); // decrease position of servo1 by 1 (0 is left, 90 is centre, 180 is
right)

delay(10);

}

else

{

```

```
servo1.write(pos1);          // if neither condition is met, this means the panel is centre. Do not
move panel
}

    // this portion is to control vertical position
if(up >> down)
{
    servo2.write(pos2 +1);
    delay(10);
}
else if(down >> up)
{
    servo2.write(pos2 -1);
    delay(10);
}
else
{
    servo2.write(pos2);
}
}
```

3-annexe C : MOSFET Transistor

INCHANGE Semiconductor

isc Product Specification

isc N-Channel MOSFET Transistor

IRFP250

FEATURES

- Drain Current $-I_D = 33A @ T_C = 25^\circ C$
- Drain Source Voltage
: $V_{DS} = 200V(\text{Min})$
- Static Drain-Source On-Resistance
: $R_{DS(on)} = 0.085 \Omega (\text{Max})$
- Fast Switching

DESCRIPTION

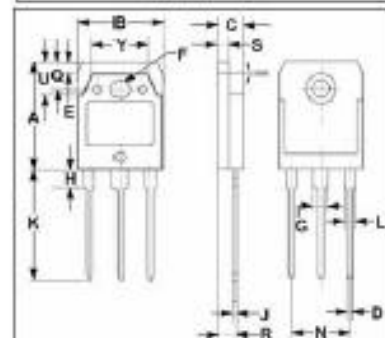
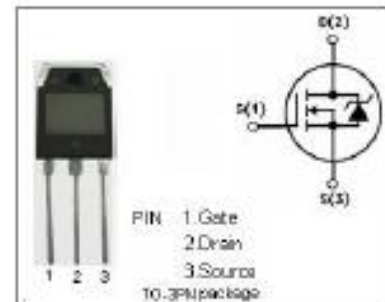
- Designed for use in switch mode power supplies and general purpose applications.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS($T_C = 25^\circ C$)

SYMBOL	PARAMETER	VALUE	UNIT
V_{DS}	Drain-Source Voltage	200	V
V_{GS}	Gate-Source Voltage-Continuous	±20	V
I_D	Drain Current-Continuous	33	A
I_{DM}	Drain Current-Single Pulse	130	A
P_D	Total Dissipation @ $T_C = 25^\circ C$	180	W
T_J	Max. Operating Junction Temperature	-55~150	$^\circ C$
T_{stg}	Storage Temperature	-55~150	$^\circ C$

THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	MAX	UNIT
$R_{th(j-c)}$	Thermal Resistance, Junction to Case	0.7	$^\circ C/W$
$R_{th(j-a)}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	30	$^\circ C/W$



DIM	mm	
	MIN	MAX
A	19.50	20.10
B	15.50	15.70
C	4.70	4.90
D	0.90	1.10
E	1.90	2.10
F	3.40	3.60
G	2.90	3.10
H	3.20	3.40
J	0.595	0.605
K	20.50	20.70
L	1.90	2.10
N	10.89	10.91
Q	4.90	5.10
R	3.35	3.45
S	1.995	2.005
U	5.90	6.10
Y	9.90	10.10

isc website: www.iscsemi.cn

isc & iscsemi is registered trademark

isc N-Channel MOSFET Transistor**IRFP250****ELECTRICAL CHARACTERISTICS** $T_C=25^\circ\text{C}$; unless otherwise specified

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	MAX	UNIT
$V_{DS(BR)}$	Drain-Source Breakdown Voltage	$V_{GS}=0$; $I_D=0.25\text{mA}$	200		V
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	$V_{DS}=V_{GS}$; $I_D=0.25\text{mA}$	2	4	V
$R_{DS(on)}$	Drain-Source On-Resistance	$V_{GS}=10\text{V}$; $I_D=17\text{A}$		0.085	Ω
I_{GBL}	Gate-Body Leakage Current	$V_{GS}=\pm 20\text{V}$; $V_{DS}=0$		± 100	nA
I_{DSS}	Zero Gate Voltage Drain Current	$V_{GS}=200\text{V}$; $V_{DS}=0$		250	μA
V_{GS}	Forward On-Voltage	$I_D=33\text{A}$; $V_{DS}=0$		2.0	V

isc website: www.iscsemi.cn

isc & iscsemi is registered trademark

4-annexe D : diode

DIODO: 1N4001 (PROPÓSITO GENERAL)



Diodo Propósito General 1000V 1A
1N4007 Equivale al ECG125 = NTE125
Encapsulado D0-41

CARACTERÍSTICAS:

- Alta capacidad de corriente de sobretensión
- Imagen disponible en:

General Purpose Rectifiers (Glass Passivated)

Absolute Maximum Ratings*

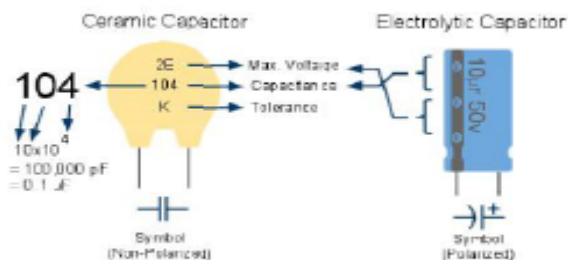
$T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V_{RRM}	Peak Repetitive Reverse Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	V
$I_{F(AV)}$	Average Rectified Forward Current, .375" lead length @ $T_A = 75^\circ\text{C}$	1.0							A
I_{FSM}	Non-repetitive Peak Forward Surge Current 8.3 ms Single Half-Sine-Wave	30							A
T_{stg}	Storage Temperature Range	-55 to +175							$^\circ\text{C}$
T_J	Operating Junction Temperature	-55 to +175							$^\circ\text{C}$

*These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

5-annexe E : condensateur

Capacitors



Max. Operating Voltage

Code	Max. Voltage
1H	50V
2A	100V
2T	150V
2D	200V
2E	250V
2G	400V
2J	630V

Capacitance Conversion Values

Microfarads (μF)	Nanofarads (nF)	Picofarads (pF)
0.000001 μF	0.001 nF	1 pF
0.00001 μF	0.01 nF	10 pF
0.0001 μF	0.1 nF	100 pF
0.001 μF	1 nF	1,000 pF
0.01 μF	10 nF	10,000 pF
0.1 μF	100 nF	100,000 pF
1 μF	1,000 nF	1,000,000 pF
10 μF	10,000 nF	10,000,000 pF
100 μF	100,000 nF	100,000,000 pF

Tolerance

Code	Percentage
B	$\pm 0.1\%$
C	$\pm 0.25\%$
D	$\pm 0.5\%$
F	$\pm 1\%$
G	$\pm 2\%$
H	$\pm 3\%$
J	$\pm 5\%$
K	$\pm 10\%$
M	$\pm 20\%$
Z	+80%, -20%

6-annexe F : Programme de simulation de convertisseur

```
int p=1;

int pwmpin=9;

void setup()

{

setPwmFrequency(pwmpin, 1);

analogWrite(pwmpin,p);

//Serial.begin(9600);//SERIAL COMMUNICATION NOT //NEEDED

//Serial.println("HAI");

//delay(5000);delay(5000);

}

void loop()

{

int a=analogRead(A2);

delay(1);

//Serial.println(a);

//Serial.print("P=");

//Serial.println(p);

if(a>220)

{

p=p-1;

analogWrite(pwmpin,p);

if(p<0)p=0;

}

if (a<205 )//&& a>150

{

p=p+1;

if(p>220)p=220;
```

```

    analogWrite(pwmpin,p);
}
}
void setPwmFrequency(int pin, int divisor) {
    byte mode;
    if(pin == 5 || pin == 6 || pin == 9 || pin == 10) {
        switch(divisor) {
            case 1: mode = 0x01; break;
            case 8: mode = 0x02; break;
            case 64: mode = 0x03; break;
            case 256: mode = 0x04; break;
            case 1024: mode = 0x05; break;
            default: return;
        }
        if(pin == 5 || pin == 6) {
            TCCR0B = TCCR0B & 0b11111000 | mode;
        } else {
            TCCR1B = TCCR1B & 0b11111000 | mode;
        }
    } else if(pin == 3 || pin == 11) {
        switch(divisor) {
            case 1: mode = 0x01; break;
            case 8: mode = 0x02; break;
            case 32: mode = 0x03; break;
            case 64: mode = 0x04; break;
            case 128: mode = 0x05; break;
            case 256: mode = 0x06; break;
            case 1024: mode = 0x07; break;
        }
    }
}

```

```

    default: return;

}

TCCR2B = TCCR2B & 0b11111000 | mode;

}

}

/**
 * Divides a given PWM pin frequency by a divisor.
 *
 * The resulting frequency is equal to the base frequency divided by
 * the given divisor:
 * - Base frequencies:
 *   o The base frequency for pins 3, 9, 10, and 11 is 31250 Hz.
 *   o The base frequency for pins 5 and 6 is 62500 Hz.
 * - Divisors:
 *   o The divisors available on pins 5, 6, 9 and 10 are: 1, 8, 64,
 *     256, and 1024.
 *   o The divisors available on pins 3 and 11 are: 1, 8, 32, 64,
 *     128, 256, and 1024.
 *
 * PWM frequencies are tied together in pairs of pins. If one in a
 * pair is changed, the other is also changed to match:
 * - Pins 5 and 6 are paired on timer0
 * - Pins 9 and 10 are paired on timer1
 * - Pins 3 and 11 are paired on timer2
 *
 * Note that this function will have side effects on anything else
 * that uses timers:
 * - Changes on pins 3, 5, 6, or 11 may cause the delay() and

```

- * millis() functions to stop working. Other timing-related
- * functions may also be affected.
- * - Changes on pins 9 or 10 will cause the Servo library to function
- * incorrectly.
- * Thanks to macegr of the Arduino forums for his documentation of the
- * PWM frequency divisors. His post can be viewed at:
- * <http://www.arduino.cc/cgi-bin/yabb2/YaBB.pl?num=1235060559/0#4>
- */

7-annexe G : CAPTEUR DE COURANT



ACS712

*Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC
with 2.1 kV RMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor*

Features and Benefits:

- Low-noise analog signal path
- Device bandwidth set via the new FILTER pin
- 5- μ s output rise time in response to step input current
- 80 kHz bandwidth
- Total output error 1.5% at TA=25°C
- Small footprint, low-profile SOIC8 package
- 1.2 m Ω internal conductor resistance
- 2.1 kV RMS minimum isolation voltage from pins 1-4 to pins 5-8
- 5.0 V, single supply operation
- 86 to 185 mV/A output sensitivity
- Output voltage proportional to AC or DC currents
- Factory-trimmed for accuracy
- Extremely stable output offset voltage
- Nearly zero magnetic hysteresis
- Ratio-metric output from supply voltage



Package: 8 Lead SOIC (suffix LC)



Approximate Scale: 1:1

Description

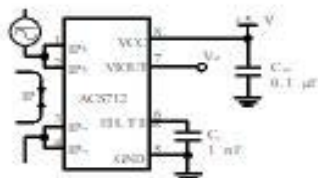
The Allegro® ACS712 provides economical and precise solution for AC/DC Current sensing in industrial, commercial, and communications systems. The device package allows for easy implementation by the customer. Typical applications include motor control, load detection and management, switch-mode power supplies, and overcurrent fault protection. The device is not intended for automotive applications.

The device consists of a precise, low-offset, linear Hall circuit with a copper conduction path located near the surface of the die. Applied current flowing through this copper conduction path generates a magnetic field which the Hall IC converts into a proportional voltage. Device accuracy is optimized through the close proximity of the magnetic signal to the Hall transducer. A precise, proportional voltage is provided by the low-offset, chopper-stabilized BiCMOS Hall IC, which is programmed for accuracy after packaging.

The output of the device has a positive slope (>VOUT(Q)) when an increasing current flows through the primary copper conduction path (from pins 1 and 2, to pins 3 and 4), which is the path used for current sampling. The internal resistance of this conductive path is 1.2 m Ω typical, providing low power loss. The thickness of the copper conductor allows survival of

Continued on the next page...

Typical Application



Application 1: The ACS712 outputs an analog signal, VOUT, that varies linearly with the rms- or dc-directional AC or DC primary sampled current, IP, within the range specified. COUT is recommended for noise management, with values that depend on the application.

ACS712

Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

Description (continued)

the device at up to 5 × overcurrent conditions. The terminals of the conductive path are electrically isolated from the signal leads (pins 5 through 8). This allows the ACS712 to be used in applications requiring electrical isolation without the use of opto-isolators or other costly isolation techniques.

The ACS712 is provided in a small, surface mount SOIC8 package. The leadframe is plated with 100% matte tin, which is compatible with standard lead (Pb) free printed circuit board assembly processes. Internally, the device is Pb-free, except for flip-chip high-temperature Pb-based solder balls, currently exempt from RoHS. The device is fully calibrated prior to shipment from the factory.

Selection Guide

Part Number	Packaging ¹	TA (°C)	Optimized Range, IP (A)	Sensitivity, Sens (Typ) (mV/A)
ACS712ELCTR-050-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±5	185
ACS712ELCTR-20A-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±20	100
ACS712ELCTR-30A-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±30	66

¹Contact Allegro for additional packaging options.

Absolute Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Notes	Rating	Units
Supply Voltage	V _{CC}		8V	
Reverse Supply Voltage	V _{RCC}		-0.1	V
Output Voltage	V _{OUT}		8V	
Reverse Output Voltage	V _{ROUT}		-0.1	V
Reinforced Isolation Voltage	V _{ISO}	Pins 1-4 and 5-8; 60 Hz, 1 minute, T _A = 25°C	2100	V _{A-C}
		Maximum working voltage according to IEC 60950-1	188	V _{peak}
Basic Isolation Voltage	V _{ISO(basic)}	Pins 1-4 and 5-8; 60 Hz, 1 minute, T _A = 25°C	1500	V _{A-C}
		Maximum working voltage according to IEC 60950-1	354	V _{peak}
Output Current Source	I _{OUT(source)}		7	mA
Output Current Sink	I _{OUT(sink)}		10	mA
Overcurrent Transient Tolerance	IP	1 pulse, 100 ms	100	A
Nominal Operating Ambient Temperature	TA	Range 2	-40 to 85	°C
Maximum Junction Temperature	T _{J(max)}		165	°C
Storage Temperature	T _{stg}		-65 to 170	°C

Parameter	Specification
Fire and Electric Shock	CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1-03 UL 60950-1:2003 EN 60950-1:2001



Résumé

L'électricité photovoltaïque est perçue comme une importante source d'énergie renouvelable. Le champ photovoltaïque est une source de puissance instable, dont le point de puissance crête dépend de la température et de l'irradiation. Le suiveur du point de puissance maximale est alors nécessaire pour une efficacité optimale. A cet effet, dans le présent travail l'optimisation par la méthode de P&O pour réaliser une carte d'Hacheur survolteur commander par une carte Arduino programmée par le Proteus.

Abstract

The photovoltaic electricity is perceived as an important source of renewable energy. The photovoltaic field is a source of power unstable, whose point of peak power depends on the temperature and the irradiation. The follower of the point of maximum power is then necessary for optimal efficiency. To this effect, in the present work the optimization by the method of P&O to achieve a map of booster chopper order by an Arduino board programmed by the Proteus .

ملخص

تعتبر الطاقة الشمسية من اهم مصادر الطاقات المتجددة في عصرنا وذلك لما تتوفر عليها من ميزات وايجابيات تخدم الانسان والبيئة اضافة الى ذلك ان الحقل الضوئي عبارة عن مصدر طاقة غير مستقر لهذا يجب دائما تتبع نقطة الاستطاعة العظمى ويمكن لهذه الاخيرة التحرك في مجال يحصره شدة حرارة الخلية الضوئية وشدة الاضاءة الخارجية , لهذا قمنا بإنشاء نظام الي يعمل على تتبع نقطة الاستطاعة العظمى خلال التغيرات الجوية اعتمادا على طريقة الاضطراب والمراقبة .ويمكن التحكم في هذا النظام من خلال لوحة الكترونية قابلة للبرمجة تدعى لوحة الاردوينو وتعرض النتائج في الاخير على شاشة برنامج البروتيس .