الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DR. YAHIA FARES DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE

Département du Génie Électrique
et de l'Informatique

Mémoire de Fin d'Études

Présenté pour l'obtention du Diplôme
de Master en Génie Électrique

Option : énergies solaire et éolienne

THEME

Etude et réalisation d'un convertisseur DC/DC élévateur pour l'application photovoltaïque

Proposé et dirigé par,
Dr. Mustapha HATTI
Dr. FERRAI Ahmed

Préparé et présenté par,

Mr. L0UZRI Abderrahmane
Mr. SELMANE ahcene

Dédicaces

Je Dédie Ce Travail à :

Ă mes Très Chers Parents Qui Etudiaient Pour Moi L'exemple De Sacrifie Et D'encouragement Et Qu'ils Demeurant Toujours Grave Dans Ma Mémoire Et J'espère Qu'ils Trouveront Ici L'expression De Ma Profonde Affection.

Ă mes Chers Frères (khaled,fatehet yacer) et A Mes Chers Sœurs

Ă Tout Ma Famille, et tous la famille louzri

Ă ma Tous Promotion 1015Génie Electrique. Surtout le group d'énergie solaire et éolienne

Ă Tous Neutre Amies Prés Ou De Loin.

(le meilleure amie yekhlef sofiane)

louzri faissal , yekhlef ahmad,henich mehamde, yekhlef hamza, gazi ali, sahraui racide, brahim ,hamid,mosbah morade, atta redwan,kerbal boubakr

et je n'oublié pas mon amis hamidouch mahdjoub

LOUZRI Abderrahmane

Dédicaces

Je dédie Ce Travail à :

Ă mes Très Chers Parents Qui Etudiaient Pour Moi L'exemple De Sacrifie Et D'encouragement Et Qu'ils Demeurant Toujours Grave Dans Ma Mémoire Et J'espère Qu'ils Trouveront Ici L'expression De Ma Profonde Affection.

Ă mes Chers Frère et A Mes Chers Sœurs

Ă Tout Ma Famille.

Ă ma Tous Promotion 1015Génie Electrique.

Ă Tous mes Amies Prés Ou De Loin.

Selmane ahcen

Remerciements

Avant Tout Développement Sur Cette Expérience, Il Apparaît Opportun De Commencer Ce Mémoire De Master Par Des Remerciements, A Ceux Qui M'ont Beaucoup Appris Au Cours De Cette Formation, Et Même A Ceux Qui Ont Eu La Gentillesse De F aire De Cette Formation Un Moment Très Profitable.

Nous Remercions Toute Personne M'ayant Aidé De Prés Ou De Loin A L'aboutissement De Ce Travail Que Je Cite En Particulier :

Mon Encadreur Monsieur Dr. Mustapha HATTI

, Maître Deudes, Mon Maître De Mémoire.

Nous Remercions Monsieurs (Godmani Mehamed, A.TOBAL ,Yahia,skandar)Au Univ De Medea.et Monsieur lhachmi au EDS Pour Sa Patience Son Soutien Permanant Et Sesencouragements

A Tous Ceux Qui Ont Contribué De Près Ou De Loin A La Réalisation De Ce Travail.

الملخص

يقدم هذا العمل دراسة وتصميم الكتروني وتحقيق محول رافع التوتر (boost) من أجل التطبيقات الشمسية الكهروضوئية وذالك باستعمال برنامج المحاكاة ماطلب سميلنك و نظام برنامج محاكاة الدارات (إزيس بروتيوس).
والهدف من هذا المحول تحويل قيمة التوتر من 24 فولط الى 50 فولط.

كلمات مفتاحية: النظام كهروضوئية ; المحولات الرافعة ; التحكمMPPT ; المحاكاة ;الإنجاز.

Résumé

Ce travail présente l'étude, la conception électronique et la réalisation d'un convertisseur élévateur pour les applications solaires photovoltaïques en utilisant le logiciel MATLAB SIMULINK comme un outil de programmation et le logiciel iSiS Proteus comme un simulateur de circuits. Le but de ce convertisseur est de convertir une tension d'entréede24 V à une tension de sortiede50V.

Mots clés : système PV, hacheur Boost, command MPPT, Simulation, réalisation

Abstract

This work present the study, the electronic conception, and the realisation of a boost converter for photovoltaic solar applications by using of MATLAB SIMULINK software as a programming tool and ISIS proteus software as a circuits simulator. The goal of this converter is to convert an input voltage of 24V to an output voltage of 50V.

Keywords : PV system ; Boost converter ; MPPT control , Simulation, realization

Table des matiares

Liste Des Figures I

Liste Des Tableaux Ii

Liste Des Acronymes Iii

Introduction générale……..……....01

Chapitre I : étude bibliographique et problématique

I.1. Introduction ……..……03

I.2. Les énergies renouvelables ……..……03

I.2.1. Définition ……...……03

I.3. solutions aux problèmes de la pollution de l'environnement ……..03

I. 4. Les types des énergies rounevlables ……..04

I. 4.1.L'énergie solaire ……..04

I. 4.2.L'énergie éolienne (énergie de vent) ……..05

I. 4.3.L'énergie hydraulique – Hydroélectricité ……..05

I. 4.4.La biomasse ……..05

I. 5. Les énergies renouvelables en Algérie ……...…06

I.6. énergie solaire photovoltaïque ……..07

I. 6.1.Introduction ……..07

I. 6. 2. Le rayonnement solaire ……..08

I. 6. 3. Principe de fonctionnement d'un système photovoltaïque …….09

I. 6.4. La cellule photovoltaïque …….. 09

I.6.4.1. Historique de l'énergie photovoltaïque ……..09

I.6.4.2. Principe de fonctionnement…….. 10

I.6.4.3. Modélisation d'une cellule photovoltaïque……..11

I.6.4.4. Les différentes technologies ……..13

I.6.4.5.Rendements des différentes technologies ……..14

I.6.4.6. Facteur de forme ……..15

I.7. Générateur photovoltaïque et ses performances …….. 17

I.7. 1. Caractéristique Courant-Tension ……17

I.7. 2. Caractéristique puissance-Tension……18

I.7. 3. Influences de l'éclairement et la température ……19

I.7. 4. Influences de l'association ……20

I.7. 4.1. Influences de l'association série des cellules PV …… ……22

I.7. 4.2. Influences de l'association parallèle des cellules PV ……24

I.7.4.3.Influences de l'association mixte (Série + Parallèle) des cellules PV ……25

I.8. Protection classique d'un GPV ……26

I.9. Fonctionnement d'un GPV à sa Puissance Maximale ……27

I.9.1.définition ……27

I.10.Les avantages spécifiques du photovoltaïque ……28

I.11. conclusion……29

chapitre II : etage d'adaptation pour générateur PV avec fonction MPPT type numérique

II.1. Introduction……30

II.2.Connexion directe source-charge ……30

II.3.Étage d'adaptation entre un Générateur PV et une charge ……31

II.3.1. Convertisseurs DC/DC …… ……32

II.3.1.1. Le hacheur survolteur (Boost) ……32

II.3.1.1.1. Modèle mathématique équivalent…… 33

II.3.1.1.2. Modèle approximé du convertisseur Boost ……34

II.3.1.1.3. Les ondulations des courants et des tensions……35

II.3.1.1.4. Étude en régime continu…… 36

II.3.1.2.Hacheur dévolteur (Buck) …… 38

II.3.1.3.Le convertisseur Buck-Boost ……40

II.3.2.Adaptateur continu/alternatif DC/AC…… 41

II.4.Conclusion ……43

chapitre III : simulation et réalisation d'un convertisseur boost

III.1.Introduction ……44

III .2. Le convertisseur boost proposée ……44

III .2.1.dimensionnement des composant……...……...44

LISTE DES FIGURES

Chapitre I

Figure I. 1. Les énergies renouvelables, une priorité en Algérie ……6

Figure I. 2.Réponse spectrale d'une cellule (PV).....8
Figure I. 3.principe de fonctionnement d'un système photovoltaïque.....9
Figure I. 4.coupe transversale d'une cellule PV typique.....10
Figure I. 5.Modèle de cellule photovoltaïque idéal.....11
Figure I. 6.Modèle de la cellule photovoltaïque réel.....12
Figure I. 7.Différents technologie des cellules.....14
Figure I. 8.facteur de forme pour une cellule PV. 16
Figure I. 9.Caractéristique I =f (V) d'un module photovoltaïque.....18
Figure I. 10.Caractéristique puissance -tension d'une cellule photovoltaïque 18
Figure I. 11.L'influence de l'éclairement sur la caractéristique I=f(V)…….19
Figure I. 12.L'influence de l'éclairement sur la caractéristique P=f(V)……. …..……20
Figure I. 13.L'influence de la température sur la caractéristique I=f(V)……... ..……21
Figure I. 14.L'influence de la température sur la caractéristique P=f(V)…… ..…..…22
Figure I. 15.Association de N modules solaires en série……..23
Figure I. 16.Caractéristique de nombre des modules en série……..…..…23
Figure I. 17.Association de Np modules solaires en parallèle……..……..24
Figure I. 18.Caractéristique de nombre des modules en parallèles……..……..……25
Figure I. 19.Association mixte Ns x Np modules solaires……25
Figure I. 10.Caractéristique de nombre des modules en série et parallèle……26
Figure I. 11.schéma d'un module photovoltaïque……..……27
Figure I. 12.A. connexion électrique directe entre générateur PV et un charge……...27

Chapitre II

FIGURE II. 1.Connexion directe source-charge…….30
FIGURE II. 2.Étage d'adaptation entre un GPV et une charge…….31
FIGURE II. 3.Circuit électrique de base du hacheur survolte……..……33
FIGURE II. 4.Allure des variables dynamiques I_L……..……35
FIGURE II. 5.Caractéristique de la tension et du courant du hacheur survolteur……..37
FIGURE II. 6.Circuit électrique de base du hacheur survolteur……...……*38*
FIGURE II. 7.Circuit électrique de base du hacheur dévolteur……38
FIGURE II. 8.Caractéristique de la tension et des courants dans le transistor et l'inductance d'un convertisseur Buck…….……40
FIGURE II. 9.Variation de la tension de charge avec le courant de charge pour un convertisseur Buck……..40
FIGURE II .10. Caractéristique de la tension et du courant du Buck-Boost……...….41
FIGURE II .11. Circuit électrique de base d'un onduleur…….……41

Chapitre III :

Figure III. 1.schéma d'un convertisseur (DC/DC) charge (DC)…… ..…..44
Figure III. 2.Convertisseur (DC/DC) survolteur de tension (type boost)…… ….……47
Figure III. 3. Bibliothèque SIMULINK……..……48
FIGURE III. 4.Schéma block d'un convertisseur survolteur…….……49

Figure III. 5: Schéma block (subsystem)d'un convertisseur survolteur……..……..50

Figure III. 6: Schéma fonction d'un convertisseur survolteur……..…….50
Figure III. 7. Figure III. 8.rapport cyclique max …. ….. . …… ..……..……51
Figure III. 9.Résultats de simulation de la tension d'entrée du hacheur survolteur……51
Figure III. 10.Résultats de simulation de la valeur moyenne du courant de la bobine….52

Figure III. 11.Résultats de simulation de la valeur moyenne du courant de sortie du hacheur survolteur…….……..52
Figure III. 12.Résultats de simulation de la valeur moyenne de la tension de sortie du hacheur survolteur……..…….53

Figure III. 13.: Résultats de simulation de la valeur moyenne de puissance de sortie du hacheur survolteur……54

Figure III. 14.Circuit électronique de sous bloc d'alimentation…….55
Figure III. 15.circuit électronique de l'hacheur Boost…..……..55
Figure III. 16.Circuit électronique de l'hacheur et de l'alimentation…...…….56
Figure III. 17.Résultats de simulation de signal MLI……..……56
Figure III. 18: Résultats de simulation de la valeur moyenne du courant IL.……...…57
Figure III. 19. Résultats de simulation de la valeur moyenne du courant sortie.… ……...…57

Figure III. 20: Résultats de simulation de la valeur de la tension de sortie….…….……58

Figure III. 21: carte d'alimentation…….…….……58
Figure III. 22.carte de puissance (hacheur) ……...…..59

Figure III. 23.la tension d'entrée d'un hacheur ……..59

Figure III. 24.signale MLI ……60

Figure III. 25.la tension de sortie d'un hacheur …….……60

Figure III. 26.la tension de sortie d'un hacheur et signal MLI …….….61

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I

TABLEAU **I.1.** rendement énergétique des différents types de cellules photovoltaïque …….15

LISTE DES SYMBOLES

α : le rapport cyclique

C1 : condensateur d'entrée (F)

C2 : condensateur de sortie (F)

E : L'éclairement (W/m^2)

FF : Facteur de forme.

G : L'éclairement de référence (1000 W/m2).

Ib : courant de batterie(A)

Icc : le courant de court-circuit (A).

Id : l'intensité du courant de diode (A).

Imax: Courant qui correspond à la puissance maximale (A).

Iopt : Courant optimum (A).

Ipv : courant de générateur photovoltaïque (A).

Iph : Le photo-courant (A)

Is : le courant de saturation inverse de la diode.

K : coefficient de Boltzman (1.38.10-23 J / K)

N : Le facteur de qualité de diode

Np : Nombre de modules dans le panneau en parallèle.

Ns : Nombre de modules dans le panneau en série

Pmax : La puissance maximale produite PV (W).

Q : charge d'électron =1,602 .10 $^{-19}$ C.

R : la charge (Ω).

Rp : Résistances parallèle shunt. (Ω)

Rs : Résistance série (Ω).

Rser : Résistance série (Ω).

Rsh : Résistance shunt (Ω).

T : La température de cellule en degré kelvin (K).

Vco : la tension de circuit ouvert (V).

Vd : la tension au borne de diode. (V).

Vin : tension d'entrée (v)

VL : tension de l'inductance (v)

Vopt : Tension optimale (V).

Vout : tension de sortie (v)

Δ **q :** La charge fournie

LISTE DE ABRIVIATION

AC: Courant Alternatif (Alternative Current).

ASTME : la société américaine de test et de matériaux

Cd-Te : tellurure de cadmium

CIGS : séléniure de cuivre, indium et gallium

CIS : séléniure de cuivre et d'indium

DC: Courant Continu (Direct Current).

EM : Fonds pour l'environnement mondial

EnR : développement des énergies renouvelables

FF: Facteur de forme.

GPV: Générateur Photovoltaïque.

ISO : l'organisation international de standardisation

MPPT: Maximum Power Point Tracking.

PPM : point de puissance maximale

PV: Photovoltaïque.

Introduction général :

Depuis la généralisation de l'utilisation de l'électricité, la consommation énergétique n'a cessé d'augmenter, le problème de la conversion et du stockage de l'énergie a conduit à la recherche et au développement de nouvelles sources d'approvisionnement. Cet intérêt s'est accru face à l'épuisement inéluctable des énergies fossiles, à leur impact sur l'environnement et aux déchets qu'ils engendrent.

La technologie photovoltaïque (PV) est une solution attrayante comme remplacement ou complément des sources conventionnelles d'approvisionnement en électricité en raison de ses nombreux avantages :

- ✓ Elle est un moyen fiable qui requiert peu d'entretien.
- ✓ Elle fournit de l'électricité avec l'énergie gratuite et renouvelable du soleil.
- ✓ Elle ne nécessite aucun combustible.
- ✓ Elle est silencieuse et non polluante respectueuse de l'environnement.
- ✓ Elle est polyvalente et peut être ajustée selon les besoins.

La situation géographique de l'Algérie favorise le développement et l'épanouissement de l'utilisation de l'énergie solaire. En effet vu l'importance de l'intensité du rayonnement reçu ainsi que la durée de l'ensoleillement qui dépasse les dix heures par jour pendant plusieurs mois, notre pays peu couvrir

certains de ses besoins en énergie solaire, ces avantages pourraient être profitables dans les régions les plus reculées. [1]

L'utilisation des convertisseurs de puissance pour des différentes applications devient de plus en plus importante. Les domaines sont principalement les applications domestiques (téléphone mobile, ordinateurs, électroménager), l'industrie automobile (avec l'apparition de véhicules hybrides et électriques), l'aéronautique (l'avion électrique), le domaine ferroviaire, les énergies renouvelables (panneaux solaires photovoltaïques, éoliennes), les réseaux de transport d'énergie électrique (les liaisons à courant continu), etc.

Les hacheurs sont des convertisseurs statiques continu-continu, permettant de générer une source de tension continue variable à partir d'une source de tension continue fixe. Ils se composent de condensateurs, d'inductance et d'interrupteurs statiques. Ils consomment moins de puissance. C'est pour cette raison que les hacheurs ont de très bons rendements.

Le convertisseur est intrinsèquement un système non linéaire. Les techniques de commande qui peuvent être envisagées doivent aboutir à des correcteurs simples à

implémenter, ce qui exige des structures simples à mettre en œuvre. L'objectif principal de ce mémoire est réalisation d'un convertisseur DC/DC élévateur de tension (hacheur survolteur ‘’boost’’).

pour attendre notre objectif ce mémoire se compose en trois chapitres.

- ✓ le premier chapitre donne un aperçu étude bibliographique et problématique,
- ✓ le deuxième concerne étage d'adaptation pour générateur PV avec fonction MPPT de type numérique,
- ✓ le troisième chapitre aborde les réalisation et simulation d'un convertisseur boost .
- ✓ enfin on fait la conclusion générale

Chapitre (I)

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE ET PROBLEMATIQUE

I.1. Introduction :

Dans ce chapitre nous allons voir les différents types d'énergie renouvelable ,la pollution d'environnement et son solution, en suit on va voir les énergie renouvelables disponible en Algérie , l'énergie solaire photovoltaïque , le générateur PV et son principe de fonctionnement ,les caractéristique électrique I(v) et P(v) d'un GPV , l'influence de l'éclairement et la température, les différents technologie, l' association des cellules (série parallèle) et son protection.

I.2. Les énergies renouvelables :

I.2.1. Définition :

Les énergies renouvelables sont celles qui sont presque inépuisables. Elles dépendent d'éléments que la nature renouvelle en permanence : le vent, le soleil, le bois, l'eau, la chaleur de la Terre. Mais certaines peuvent disparaître aussi si on ne les protège pas. Elles ont largement contribuée au développement de l'humanité : moulins à eau, moulins à vent, feu de bois, traction animale, bateaux à voile.[1]

I.3. Les énergie renouvelable sont de solution au problème de la pollution de l'environnement causée par l'énergie fossile :

Le monde est à un tournant décisif pour l'avenir de l'énergie. Le changement climatique, la dépendance croissante à l'égard du pétrole et des autres combustibles fossiles, l'intensification des importations et la hausse des coûts énergétiques ont fragilisé les pays en développement plus que jamais auparavant.

Voilà autant de défis qui appellent une action globale et ambitieuse. Le secteur des énergies renouvelables est le seul qui se distingue par sa capacité à réduire les émissions de gaz à effet de serre et la pollution et à exploiter des sources d'énergie locales et décentralisées : énergie éolienne, solaire, hydro-électrique, marémotrice, géothermique et verte. ces sources d'énergie renouvelable ne sont pas touchées par la volatilité des marchés des combustibles fossiles et présentent l'avantage supplémentaire de stimuler l'emploi, le développement technologique et la croissance économique. Il ne fait aucun doute que les énergies renouvelables sont un élément clé pour un avenir durable.

ceci explique que les énergies renouvelables constituent un axe d'intervention majeur pour le Fonds pour l'environnement mondial (FeM). Au cours des 18 dernières années, le FeM s'est révélé un chef de file dans ce domaine, en investissant 1,1 milliard de dollars dans des projets d'énergie renouvelable menés dans près d'une centaine de pays en développement et en transition. ces opérations ont été appuyées par des cofinancements à hauteur de 8,3 milliards de dollars. Le soutien du FeM a été déterminant pour l'avancée des énergies renouvelables qui

figurent désormais dans les programmes de tous les grands pays en développement et économies émergentes, de la chine à l'Inde, de l'Argentine au Brésil, du Mexique à l'Afrique du sud, du Maroc à la Turquie, de la Russie à la Roumanie, et de la Barbade à Tuvalu. Le FeM s'est employé à promouvoir la démonstration, le déploiement, la

diffusion et le transfert des technologies exploitant les énergies renouvelables à tous. [2,1]

I. 4. Les types des énergies rounevlables :

On peut citer les "Cinq familles énergies renouvelables"

I. 4.1.L'énergie solaire :

Définition générale d énergie solaire :

L'énergie solaire est l'énergie électromagnétique transmise par le soleil et qui est générée par la fusion nucléaire. Elle est à l'origine de toute forme de vie terrestre et représente environ 420 trillions de kilowattheures (kWh). L'énergie solaire est plusieurs milliers de fois plus importante que toutes les énergies cumulées utilisées par le monde entier.

Le rayonnement lumineux et la chaleur du soleil sont utilisés par les humains depuis l'Antiquité, ce qui a abouti à une série de technologies qui n'ont cessé de se développer. Le rayonnement solaire, ainsi que les ressources à énergie solaire secondaires telles que l'énergie éolienne et marémotrice, l'énergie hydroélectrique et la biomasse, représentent la plupart de l'énergie renouvelable disponible sur Terre. Seule une minuscule part de l'énergie solaire disponible est utilisée.

La production d'électricité à énergie solaire repose sur des moteurs thermiques et sur l'effet photovoltaïque.

Les utilisations de l'énergie solaire n'ont de limites que celles du génie humain. Pour ne citer que quelques-unes de ses applications : le chauffage et la climatisation de locaux à travers une architecture solaire, la création d'eau potable via la distillation et la désinfection, la domestication de la lumière du jour, l'eau chaude solaire, la cuisson solaire et la production de chaleur haute température à des fins industrielles.

Pour collecter l'énergie solaire, le moyen le plus courant est d'utiliser des panneaux solaires. [2]

I. 4.2.L'énergie éolienne (énergie de vent) :

Définition : Energie produite à partir de la force du vent sur les pales d'une éolienne. Lorsque le vent se met à souffler, les forces qui s'appliquent sur les pales des hélices induisent la mise en rotation du rotor.

L'énergie électrique ainsi produite peut être distribuée sur le réseau électrique grâce à un transformateur. [3]

I. 4.3.L'énergie hydraulique – Hydroélectricité :

Définition : L'énergie hydraulique est l'énergie fournie par le mouvement de l'eau, sous toutes ses formes : chute d'eau, cours d'eau, courant marin, marée, vague[1]. Ce mouvement peut être utilisé directement, par exemple avec un moulin à eau, ou plus couramment être converti, par exemple en énergie électrique dans une centrale hydroélectrique.

L'énergie hydraulique est en fait une énergie cinétique lié au déplacement de l'eau comme dans les courants marins, les cours d'eau, les marées, les vagues ou l'utilisation d'une énergie potentielle comme dans le cas des chutes d'eau et des barrages.[2]

I. 4.4.La biomasse :

Définition : La biomasse est l'ensemble de la matière organique d'origine végétale ou animale.

Les principales formes de l'énergie de biomasse sont: les biocarburants pour le transport (produits essentiellement à partir de céréales, de sucre, d'oléagineux et d'huiles usagées) ; le chauffage domestique (alimenté au bois) ; et la combustion de bois et de déchets dans des centrales produisant de l'électricité, de la chaleur ou les deux. [2]

I. 5. Les énergies renouvelables en Algérie :



Figure I. 13. **Les énergies renouvelables, une priorité en Algérie**

L'Algérie amorce une dynamique d'énergie verte en lançant un programme ambitieux de développement des énergies renouvelables (EnR) et d'efficacité énergétique.

Cette vision du gouvernement algérien s'appuie sur une stratégie axée sur la mise en valeur des ressources inépuisables comme le solaire et leur utilisation pour diversifier les sources d'énergie et préparer l'Algérie de demain.

Grâce à la combinaison des initiatives et des intelligences, l'Algérie s'engage dans une nouvelle ère énergétique durable.

Le programme consiste à installer une puissance d'origine renouvelable de près

de 22 000 MW entre 2011 et 2030 dont 12 000 MW seront dédiés à couvrir la demande nationale en électricité et 10 000 MW à l'exportation. L'exportation de l'électricité est toutefois conditionnée par l'existence d'une garantie d'achat à long terme, de partenaires fiables et de financements extérieurs.

A la faveur de ce programme, les énergies renouvelables se placent au cœur des politiques énergétique et économique menées par l'Algérie : d'ici 2030, environ 40% de la production d'électricité destinée à la consommation nationale sera d'origine renouvelable.

En effet, l'Algérie compte se positionner comme un acteur majeur dans la production de l'électricité à partir du solaire photovoltaïque et du solaire thermique

qui seront les moteurs d'un développement économique durable à même d'impulser un nouveau modèle de croissance.

Le potentiel national en énergies renouvelables étant fortement dominé par le solaire,

l'Algérie considère cette énergie comme une opportunité et un levier de développement

économique et social, notamment à travers l'implantation d'industries créatrices de Richesse et d'emplois. Comparativement, les potentiels en éolien, en biomasse, en géothermie et en hydroélectricité sont beaucoup moins importants. Cela n'exclut pas pour autant le lancement de nombreux projets de réalisation de fermes éoliennes et la mise en œuvre de projets expérimentaux en biomasse et en géothermie.(Ce document a été élaboré par le ministère de l'énergie et des mines Conception et réalisation SATINFO Société du Groupe Sonelgaz).[4]

I.6. énergie solaire photovoltaïque :

I. 6.1.Introduction :

L'énergie photovoltaïque résulte de la transformation directe de la lumière du soleil e n énergie électrique aux moyens des cellules généralement à base de silicium cristallin qui reste la filière la plus avancées sur le plan technologiques et industriel, en effet le silicium et l'un des éléments les plus abondants sur terre sous forme de silice non toxique.

En effet le mot " photovoltaïque " vient du grec " photo " qui signifie lumière et de " voltaïque " qui tire son origine du nom d'un physicien italien Alessandro Volta (1754 -1827) qui a beaucoup contribué à la découverte de l'électricité , alors le photovoltaïque signifie littérairement la « lumière électricité » [5]

I. 6. 2. Le rayonnement solaire :

Malgré la distance considérable qui sépare le soleil de la terre 150.10^6 Km, la couche terrestre reçoit une quantité d'énergie importante 180.10^6 GW ,c'est pour ça que l'énergie solaire se présente bien comme une alternative aux autre sources d'énergie.

Cette quantité d'énergie quittera sa surface sous forme de rayonnement électromagnétique compris dans une longueur variant de 0.22 à 10 µm [5], l'énergie associe à ce rayonnement solaire se décompose approximativement comme suit:

- ✓ 9% dans la bande des ultraviolets (< à 0.4 µm).
- ✓ 47% dans la bande visibles (0.4 à 0.8 µm).
- ✓ 44% dans la bande des infrarouges (> à 0.8µm). [5]

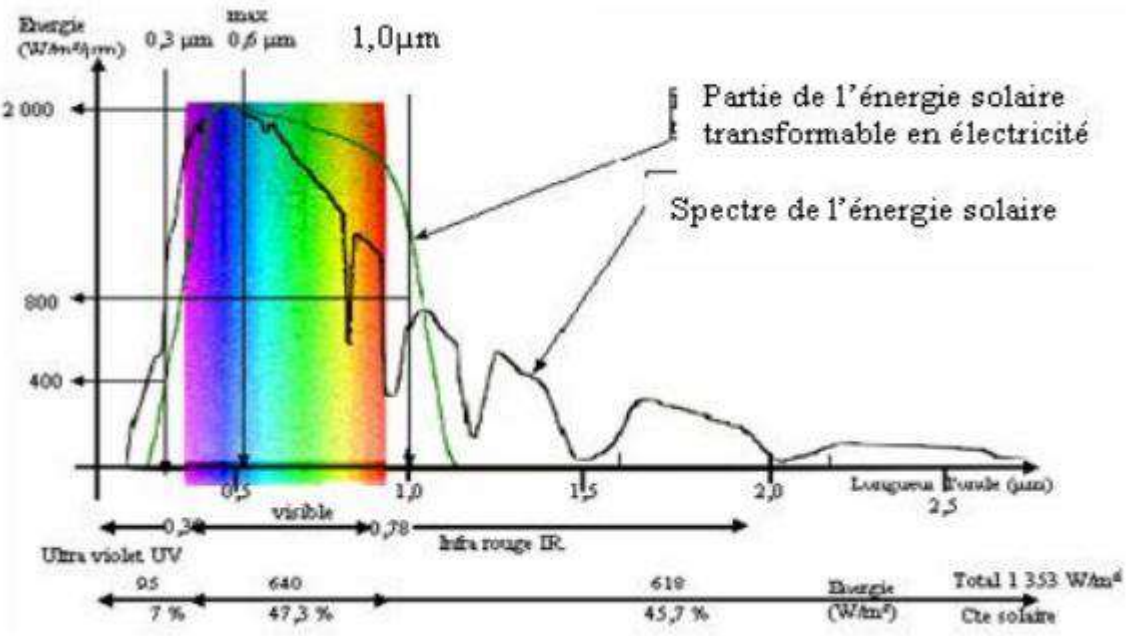


Figure I. 14.Réponse spectrale d'une cellule (PV)

Au cours de ces dix derniers années ce spectre à été homologués par l'organisation international de standardisation (ISO 9845-1 :1992) et la société américaine de test et de matériaux (ASTME 892-87 : 1992) ont fixées le flux de standardisation à 1000 W/m ^{2} .

Cette énergie est définie comme paramètre solaire qui à une valeur variable suivant la saison, l'heure, la localisation géographique du site, les condit ions météorologiques (poussière, humidité,…etc.).[5]

I. 6. 3. Principe de fonctionnement d'un système photovoltaïque :

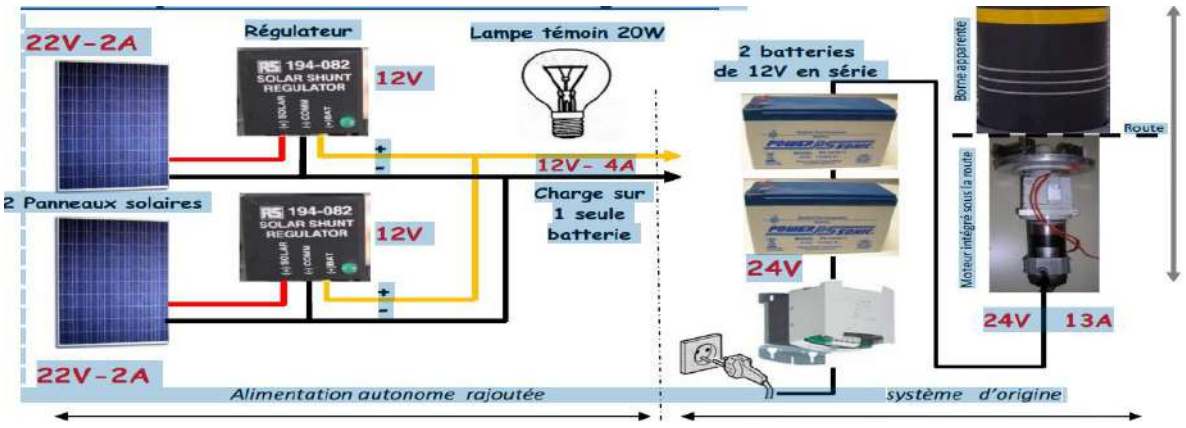


Figure I. 15.principe de fonctionnement d'un système photovoltaïque.

La figure reprisent le principe de fonctionnement d'un système PV, on distingue deux cas :
a) Alimentation autonome rajoutée. b) système d'origine.

I. 6.4. La cellule photovoltaïque :

I.6.4.1. Historique de l'énergie photovoltaïque :

Quelques dates importantes dans l'énergie photovoltaïque

1839 : Le physicien français Edmond Beckerel découvre l'effet photovoltaïque.

1875 : Werner Von Siemens expose devant l'académie des sciences de Berlin un article sur l'effet photovoltaïque dans les semi-conducteurs**.**

1954 : Trois chercheurs américains Chapin, Peason et Prince fabriquent une cellule Photovoltaïque.

1958 : Une cellule avec un rendement de 9 % ; les premiers satellites alimentés par des cellules solaires sont envoyés dans l'espace.

1973 : La première maison alimentée par des cellules photovoltaïques est construite à l'université de Delaware.

1983 : La première voiture alimentée en énergie photovoltaïque parcourt une distance de 4000 Km en Australie. [5]

I.6.4.2. Principe de fonctionnement:

Une cellule PV est réalisée à partir de deux couches de silicium, une dopée P (dopée au Bore) et l'autre dopée N (dopée au phosphore), créant ainsi une jonction PN avec une barrière de potentiel. Lorsque les photons sont absorbés par les semi-conducteurs, ils transmettent leurs énergies aux atomes de la jonction PN de telle sorte que les électrons (charges N) et des trous (charges P) créent alors une différence de

potentiel entre les deux couches. Cette différence de potentiel est mesurable entre les connections des bornes positive et négative de la cellule.

La tension maximale de le cellule est d'environ 0.6 V pour un courant nul, cette tension est nommée tension de circuit ouvert Vco .Le courant maximal se produit lorsque les bornes de la cellule sont court-circuitées ; il est appelé courant de court-circuit Icc et dépend fortement du niveau d'éclairement. [5]

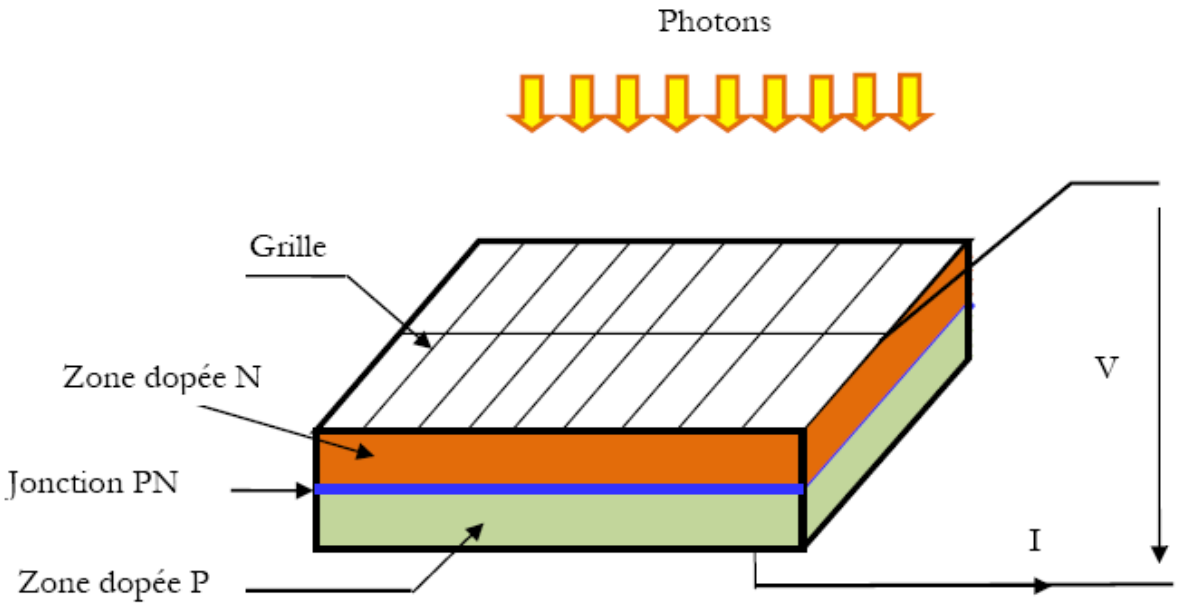


Figure I. 16.coupe transversale d'une cellule PV typique.

I.6.4.3. Modélisation d'une cellule photovoltaïque:

✓ Cellule photovoltaïque idéal:

Une cellule photovoltaïque peut être décrite de manière simple comme une source idéale de courant qui produit un courant Ipv proportionnel à la puissance lumineuse incidente, en parallèle avec une diode figure(I.4) qui correspond à l'aire de transition p-n de la cellule PV.

Après la loi de nœuds: [6]

I= Ipv – Id **(1 -1)**

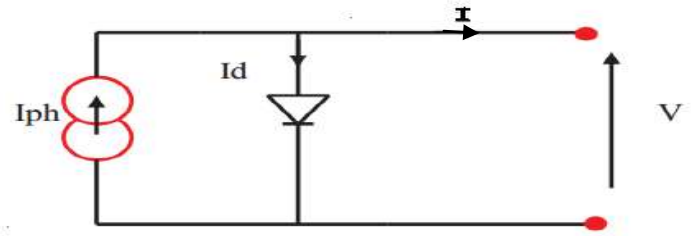


Figure I. 17.Modèle de cellule photovoltaïque idéal

Pour un générateur PV idéel, la tension aux bornes de la résistance est égale à celle aux bornes de la diode : $v = v_d$

La diode étant un élément non linéaire, sa caractéristique I-V est donnée par la relation : [6]

$$\mathbf{Id = Is .[exp (\frac{Vd}{Vt}) -1]} \qquad \mathbf{(1 - 2)}$$

Avec:

Is : Le courant de saturation inverse de la diode.

Vd : la tension au borne de diode.

Vt : = KT/q potentielle thermique.

Donc la relation (1.1) sera :

$$\mathbf{I = Ipv - Is .[exp (\frac{Vd}{Vt}) -1]} \qquad \mathbf{(1 - 3)}$$

✓ Cellule photovoltaïque réelle :

Le model photovoltaïque précédent ne rendait pas compte de tous les phénomènes présents lors de la conversion d'énergie lumineuse. En effet, dans le cas réel, on observe une perte de tension en sortie ainsi que des courants de fuite. On modélise donc cette perte de tension par une résistance en série (Rs) et les courants de fuite par une résistance en parallèle Rp. [6]

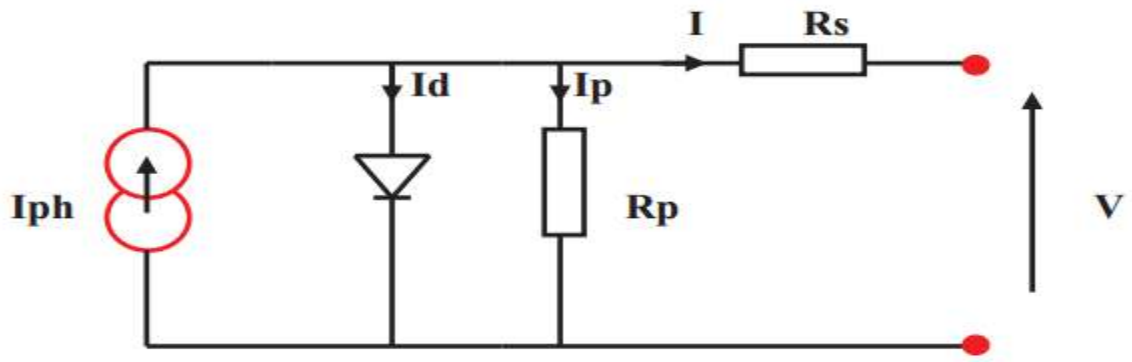


Figure I. 18.Modèle de la cellule photovoltaïque réel

les résistances Rs et Rp sont des résistances virtuelles, le meilleur choix des ces résistance sont :

Rs : ton vers zéro. Rp : ton vers l'infinie.

Donc on a:

$$\mathbf{I = Ipv - Id - Ip} \qquad \mathbf{(1-5)}$$

$$\mathbf{Ip = \left(\frac{V + Rs.I}{Rp}\right)} \qquad \mathbf{(1-6)}$$

$$\mathbf{Id = Is\ [exp\left(\frac{V + Rs.I}{Vt}\right) - 1\ ]} \qquad \mathbf{(1-7)}$$

Avec:

I : Le courant fourni par la cellule.

Iph = Isc . $\frac{G}{1000}$: Le photo-courant dépendant de l'éclairement (G).

Is: Le courant de saturation inverse de la diode.

K : constante de Boltzmann (1,381. 10^{-23} joule/Kelvin).[6]

T : La température de cellule en kelvin.

Donc (1. 5) sera:

$$\mathbf{I = Iph - Is\ [exp\left(\frac{V + Rs.I}{Vt}\right) - 1\ ] - \left(\frac{V + Rs.I}{Rp}\right)} \qquad \mathbf{(1-8)}$$

I.6.4.4. Les différentes technologies :

Le rendement des cellules PV dépend principalement des matériaux constituants, la plupart des recherches se dirigent dans ce domaine, car c'est l'élément qui freine jusqu'à maintenant la production photovoltaïque et sa répartition à grande échelle.

Les technologies des cellules solaires se sont développées de manière très diverses.

On distingue en général les cellules cristallines et les cellules à couches minces.[7]

- ✓ Cellules cristallines :

Les cellules en silicium mono et poly-cristallin représentent environ 94% du marché. On reconnaît deux types des cellules sont :

- ✓ La cellule monocristalline : qui s'approche le plus du modèle théorique: cette cellule est effectivement composée d'un seul cristal divisé en deux couches (Figure I. 19. a). Les cellules monocristallines permettent d'obtenir de hauts rendements, de l'ordre de 15 à 22 % [7].

- ✓ Les cellules poly-cristallines : sont composées d'un agglomérat de cristaux (Figure I. 20.b). Elles aussi proviennent du sciage de blocs de cristaux, mais ces blocs sont coulés et sont dès lors hétérogènes [7].

- ✓ Cellules à couches minces : **La technologie des couches minces a l'avantage de produire les cellules par un procédé de revêtement à grande surface peu onéreux. Elles sont plus minces et peuvent même être déposées sur des supports flexibles (Figure I. 21.-c).**

Par contre leur rendement est plus bas que celui des cellules cristallines. Divers matériaux semi-conducteurs entrent en ligne de compte pour cette technologie: le silicium amorphe et micro-morphe, le Cd-Te (tellurure de cadmium), le CIS (séléniure de cuivre et d'indium), parfois aussi le CIGS (séléniure de cuivre, indium et gallium). Les nanotechnologies (cellules à colorants) ne jouent pas encore un grand rôle [7].

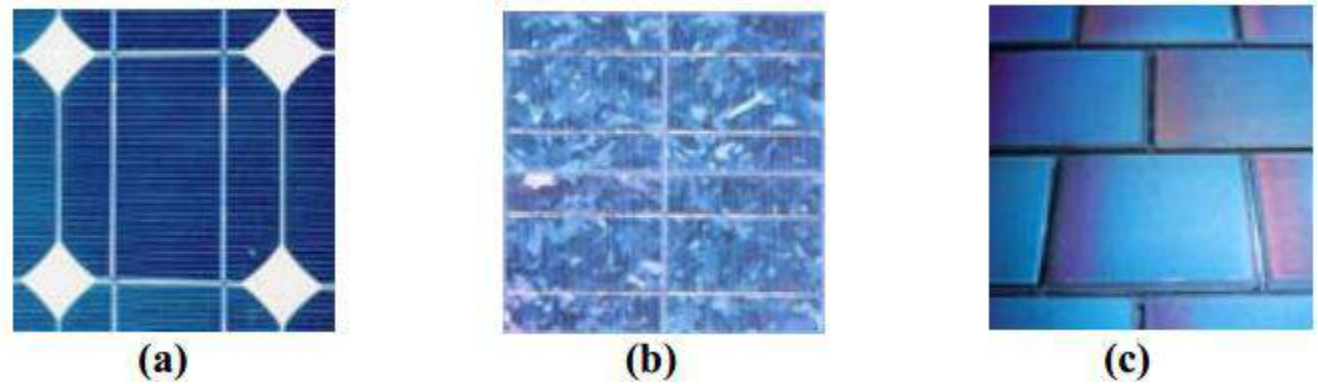


Figure I. 22. Différents technologie des cellules.

I.6.4.5.Rendements des différentes technologies :

En conclusion, il est intéressant de comparer les rendements des différentes technologies qui existent actuellement [7].

TABLEAU I. 1. Rendement énergétique des différents types de cellules photovoltaïques

Type de Cellule	**Rendement des cellules PV**			**Domaines d'applications**
	Théorique	en laboratoire	disponibles	

Type de Cellule	**Rendement des cellules PV**			**Domaines d'applications**
	Théorique	en laboratoire	disponibles	
Si mono (silicium monocristallin)	27,0 %	24,7 %	14,0-18,0 %	Modules de grandes dimensions pour toits et façades, appareils de faibles puissances, espace (satellites)
Si poly (silicium poly cristallin)	27,0 %	19,8 %	12,0-14,0 %	Modules de grandes dimensions pour toits et façades, générateurs de toutes tailles (reliés réseau ou sites isolés)
Si a (silicium amorphe)	25,0 %	13,0 %	6,0-8,0 %	Appareils de faible puissance production d'énergie embarquée (calculatrice, montres...) modules de grandes dimensions (intégration dans le bâtiment)
GaAs	29,0 %	27,5 %	18,0-20,0 %	Systèmes de concentrateur, espace (satellites).

CIGS (séléniure de cuivre, indium et gallium)	27,5 %	18,2 %	10,0-12,0 %	Appareils de faibles puissances, modules de grandes dimensions (intégration dans le bâtiment)

I.6.4.6. Facteur de forme :

On appelle facteur de forme FF, dit aussi facteur de courbe ou facteur de remplissage (fill factor), le rapport entre la puissance maximum fournie par la cellule

$$P_{max}=(I_{opt}*V_{opt}) \qquad (1 - 9)$$

et le produit du courant de court-circuit I_{cc} par la tension de circuit-ouvert V_{co} (c'est-à-dire la puissance maximale d'une cellule idéale). Le facteur de forme indique la qualité de la cellule ; plus il s'approche de l'unité plus la cellule est performante, Il est de l'ordre de 0.7 pour les cellules performantes ; et diminue avec la température. Il traduit l'influence des pertes par les deux résistances parasites R_{ser} et R_{sh} .[8]

il est défini par :

$$FF = \frac{Pmax}{Icc * Vco} = \frac{Iopt * Vopt}{Icc * Vco} \qquad (1 - 10)$$

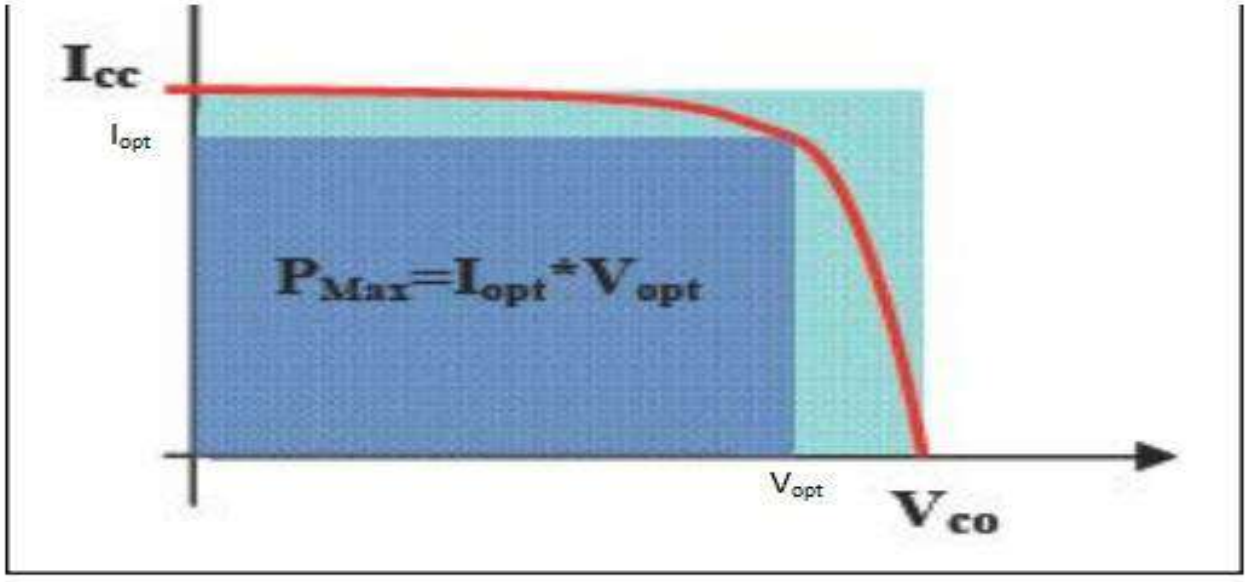


Figure (I. 23).facteur de forme pour une cellule PV.[7]

I.7. Générateur photovoltaïque et ses performances :

Le générateur photovoltaïque est un ensemble d'équipements mis en place pour exploiter l'énergie photovoltaïque afin de satisfaire les besoins en charge. En fonction de la

puissance désirée, les modules peuvent être assemblés en panneaux pour constituer un "champ photovoltaïque". Relié au récepteur sans autre élément, le panneau solaire fonctionne "au fil du soleil", c'est-à-dire que la puissance électrique fournie au récepteur est fonction de la puissance d'ensoleillement.[8]

Elle est donc à son maximum lorsque le soleil est au zénith et nulle la nuit. Mais, très so usent, les besoins en électricité ne correspondent pas aux heures d'ensoleillement et nécessitent une intensité régulière (éclairage ou alimentation de réfrigérateurs, par exemple). On équipe alors le système de batteries d'accumulateurs qui permettent de stocker l'électricité et de la restituer en temps voulu [8].

Pour un certain nombre d'applications, le courant continu produit, par le générateur photovoltaïque, est convertit à l'aide d'un onduleur en courant alternatif.

Un module photovoltaïque est constitué d'un ensemble de cellules photovoltaïques

Élémentaires montées en série et/ou en parallèle afin d'obtenir des caractéristiques électriques désirées tels que: la puissance, le courant de court-circuit I_{cc} ou la tension en circuit ouvert V_{co} .Un générateur photovoltaïque est constitué d'un ou plusieurs modules PV en série et / ou en parallèle pour obtenir une puissance, un Icc et un Vco désirés [8]

I.7. 1. Caractéristique Courant-Tension :

La figure (I.9) représente la courbe I =f (V) d'un module photovoltaïque typique dans des conditions constantes d'irradiation et de température. L'irradiation standard adoptée pour mesurer la réponse des modules photovoltaïques est une intensité rayonnante de 1000 W/m^2 et une température de 25^{0}c.

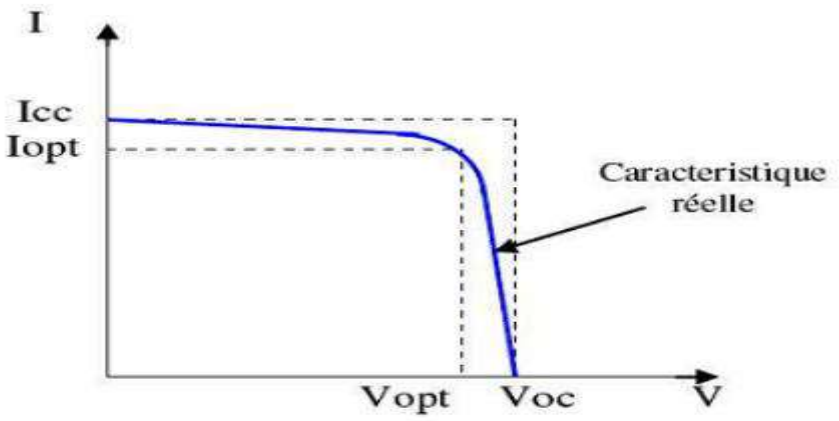


Figure I. 24. Caractéristique I =f (V) d'un module photovoltaïque.

Il est difficile de donner un caractère source de courant ou de tension à un module photovoltaïque sur toute l'étendue de la caractéristique courant-tension. Par conséquent, le module photovoltaïque est considéré comme une source de puissance avec un point P_m où la puissance se trouve être maximale. Il est donc intéressant de se placer sur ce point pour tirer le maximum d'énergie et ainsi exploiter au mieux la puissance crête installée.

Il est important de noter que certains régulateurs solaires réalisent une adaptation d'impédance afin qu'à chaque instant on se trouve proche de ce point P_m [8].

I.7. 2. Caractéristique puissance-Tension :

La figure (I.10) représente la courbe P =f (V) d'un module photovoltaïque typique dans des conditions constantes d'irradiation et de température.

L'irradiation standard adoptée pour mesurer la réponse des modules photovoltaïques est une intensité rayonnante de 1000 W/m^2 et une température de 25C^0.

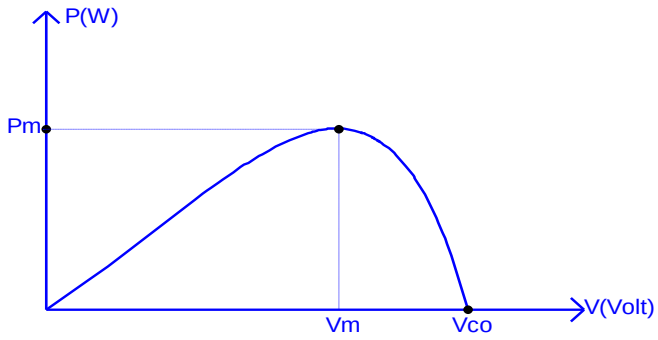


Figure I. 25. Caractéristique puissance -tension d'une cellule photovoltaïque.

I.7. 3. Influence de l'éclairement et la température :

Influence de l'éclairement et la température sur les courbes I=f(V) et P=f(V)

La figure (I.11) montre l'influence de l'éclairement sur la caractéristique I=f(V). A une température constante, on constate que le courant subit une variation importante, mais par contre la tension varie légèrement. Car le courant de court circuit est une fonction linéaire de l'éclairement alors que la tension de circuit ouvert est une fonction logarithmique [9 10 11].

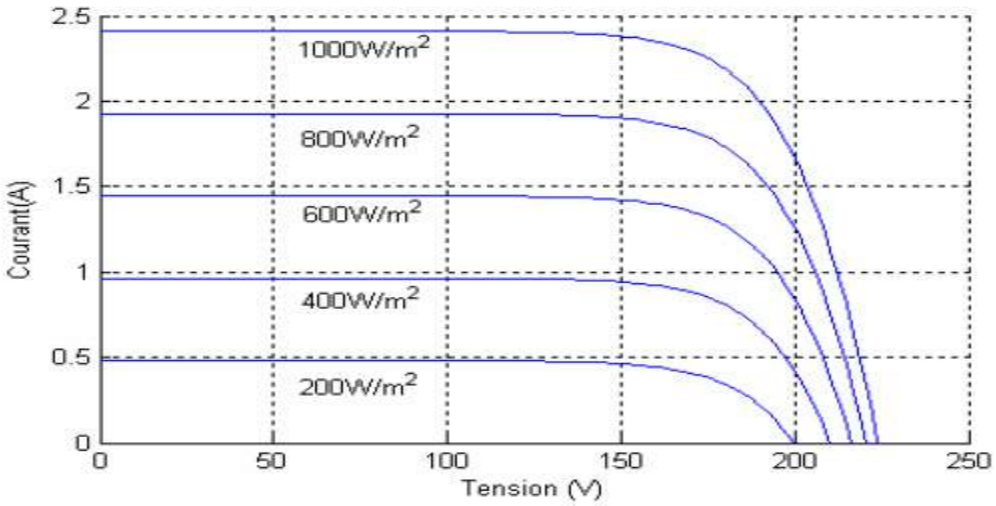


Figure I. 26.L'influence de l'éclairement sur la caractéristique I=f(V)

La figure (I.12) illustre la variation de la puissance délivrée par le générateur en fonction de la tension pour différentes valeurs d'éclairement, ce qui nous permet de déduire l'influence de l'éclairement sur la caractéristique P(V) [9]

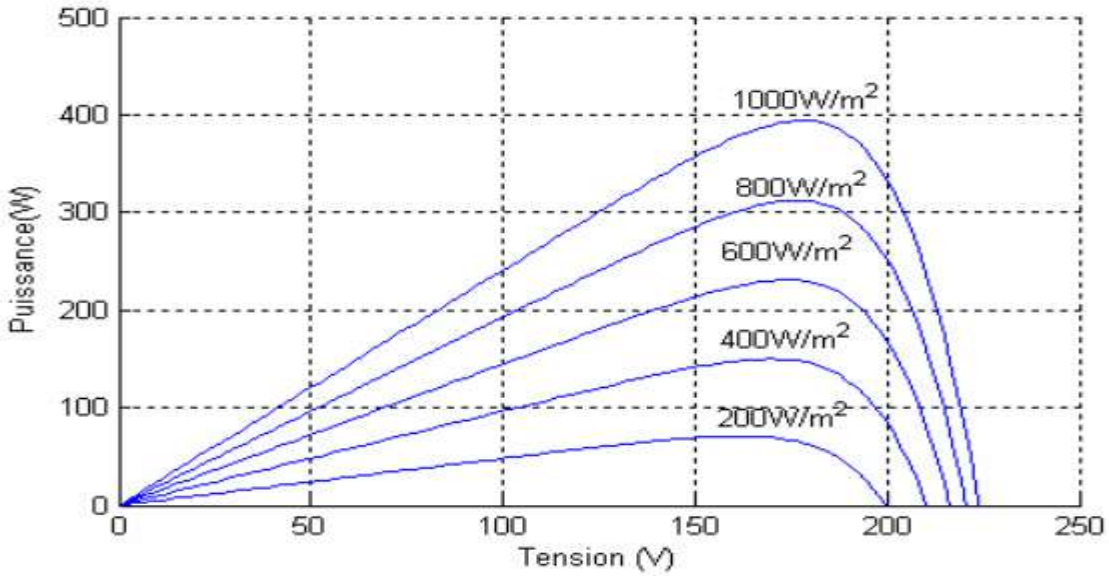


Figure I. 27.L'influence de l'éclairement sur la caractéristique P=f(V).

La figure (I.13) montre l'influence de la température sur la caractéristique I=f(V). Il est essentiel de comprendre l'effet de changement de la température d'une cellule solaire sur la caractéristique I=f(V).

Le courant dépend de la température puisque le courant augmente légèrement à mesure que la température augmente, mais la température influe négativement sur la tension de circuit ouvre. Quand la température augmente la tension de circuit ouvert diminue. Par conséquent la puissance maximale du générateur subit une diminution [10].

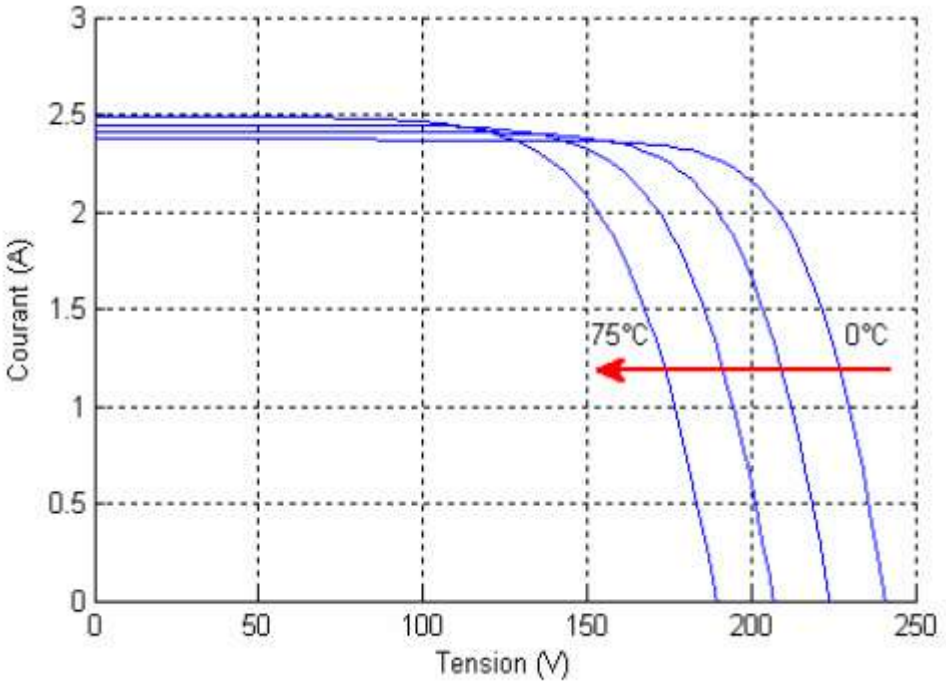


Figure I. 28.L'influence de la température sur la caractéristique I=f(V).[8]

La figure (I.14) illustre la variation de la puissance délivrée par le générateur en fonction de la tension pour différentes valeurs de la température, ce qui nous permet de déduire l'influence de la température sur la caractéristique P=fct(V) [9].

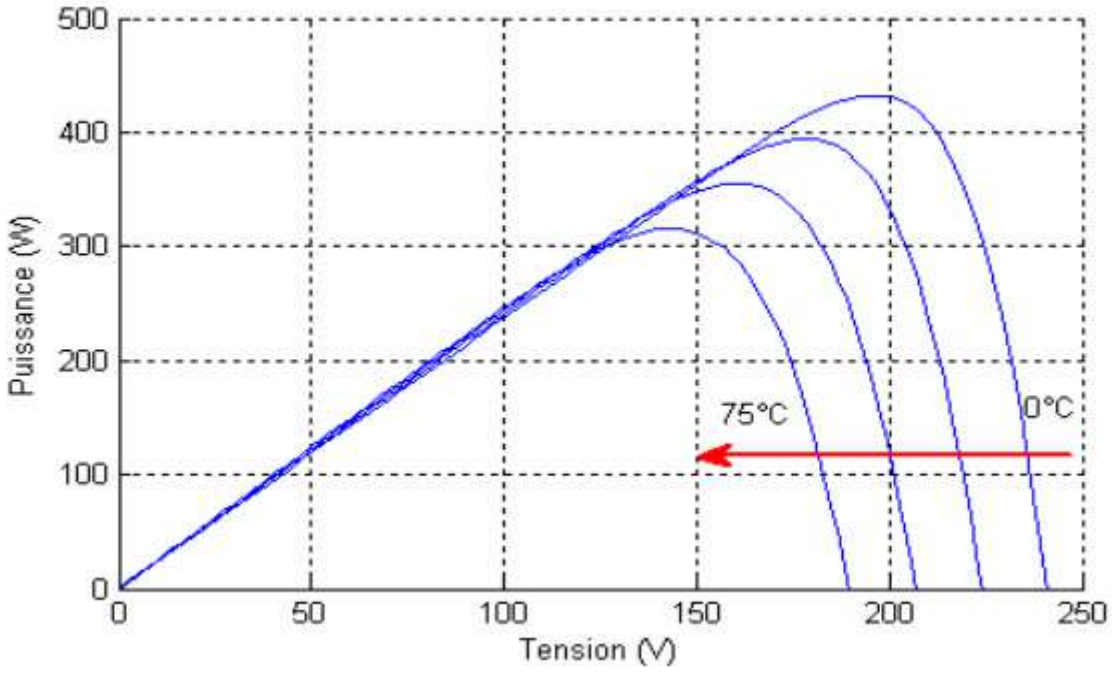


Figure I. 29.L'influence de la température sur la caractéristique P=f(V)

I.7. 4. Influence de l'association :

I.7. 4.1. Influence de l'association série des cellules PV :

La cellule individuelle, unité de base d'un système photovoltaïque, ne produit qu'une très faible puissance électrique, typiquement de 0.5 W avec une tension de moins d'un volt. Pour produire plus de puissance, les cellules sont assemblées pour former un module (ou panneau). Un module de 36 cellules en série (Type GTO136 - 80/2) est suffisant pour obtenir une tension compatible avec la charge. Pour avoir plus de tension, il faut assembler Ns modules en série, par contre pour le courant généré, un nombre Np de modules en parallèle permet d'en ajouter, les diodes de protection série et parallèles protègent le circuit contre le retour de courant [11].

L'association en série des cellules délivre une tension égale à la somme des tensions individuelles et un courant égal à celui d'une seule cellule [11].

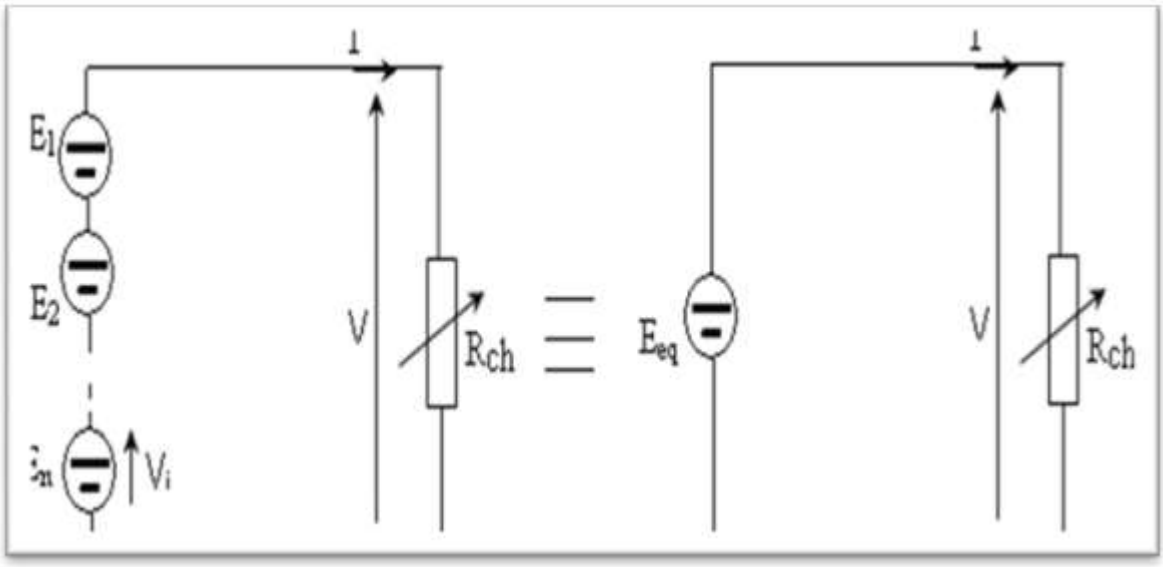


Figure I. 30. Association de N modules solaires en série

La caractéristique d'un groupement de Ns modules solaires en série est représentée par la figure suivante :[11]

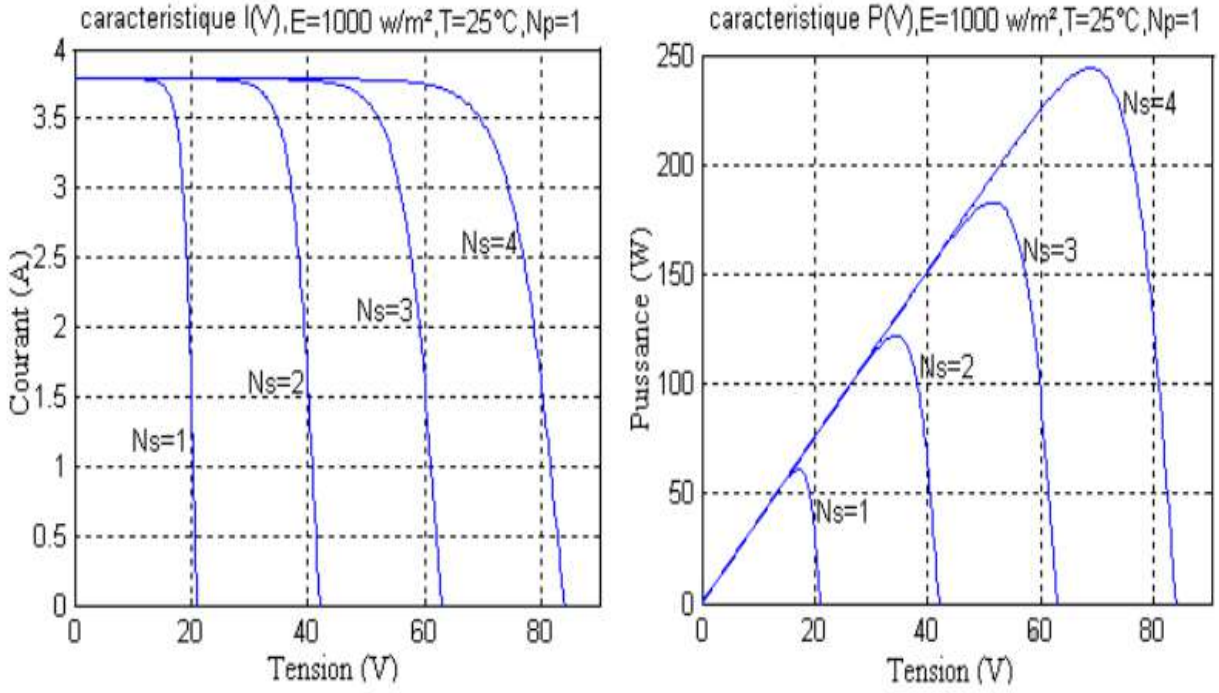


Figure I. 31. Caractéristique de nombre des modules en série.

I.7. 4.2. Influence de l'association parallèle des cellules PV :

L'association en parallèle des photopiles délivre un courant égal à la somme des courants individuels et une tension égale à celui d'une seule cellule [11].

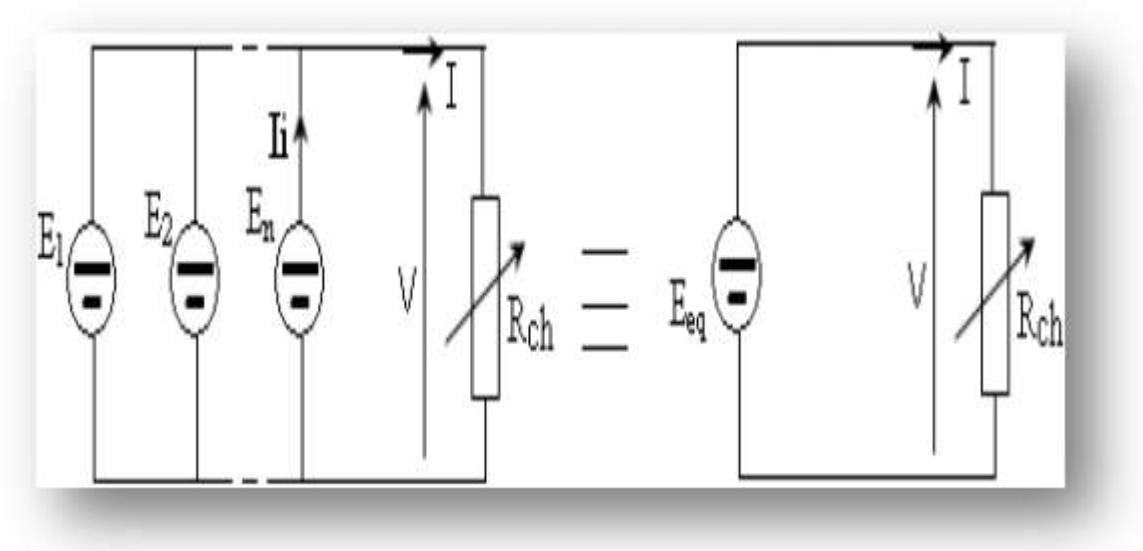


Figure I. 32. Association de Np modules solaires en parallèle.

La caractéristique d'un groupement de Np modules solaires en parallèle est représentée par la figure suivante :[11]

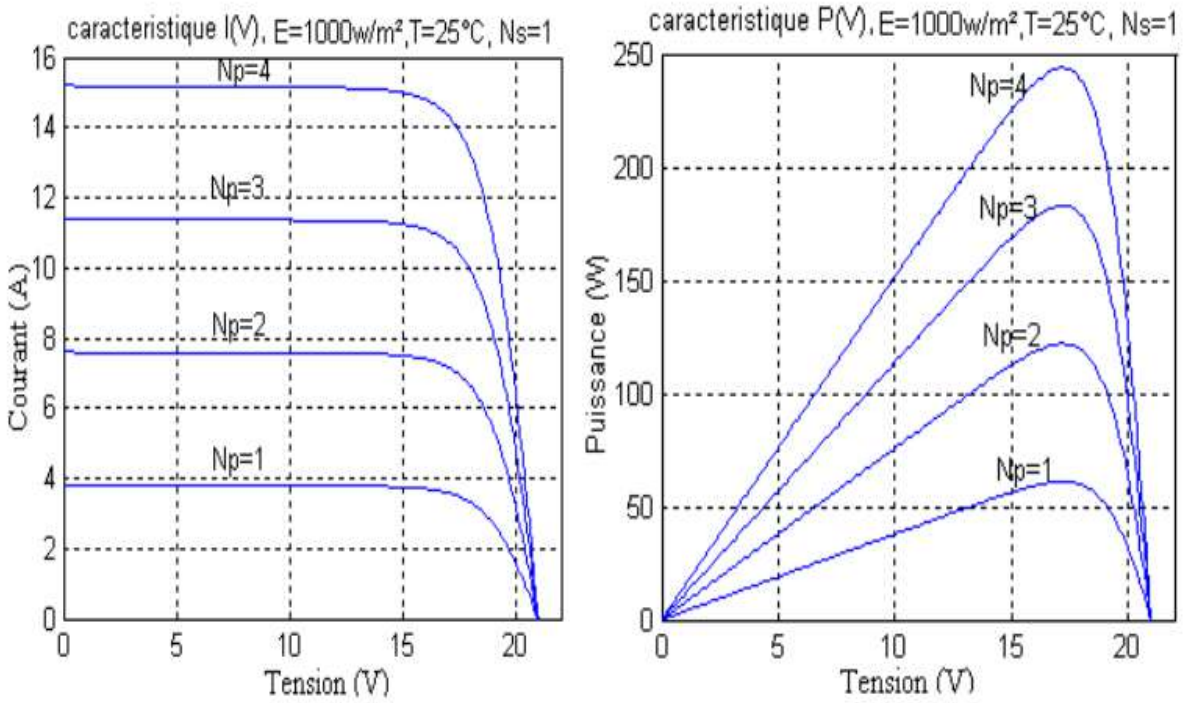


Figure I. 33.Caractéristique de nombre des modules en parallèles.

I.7. 4.3. Influence de l'association mixte (Série + Parallèle) des cellules PV:

Pour avoir une satisfaction en courant et en tension, on est obligé d'utiliser un groupement mixte, c'est à dire Série-Parallèle [11].

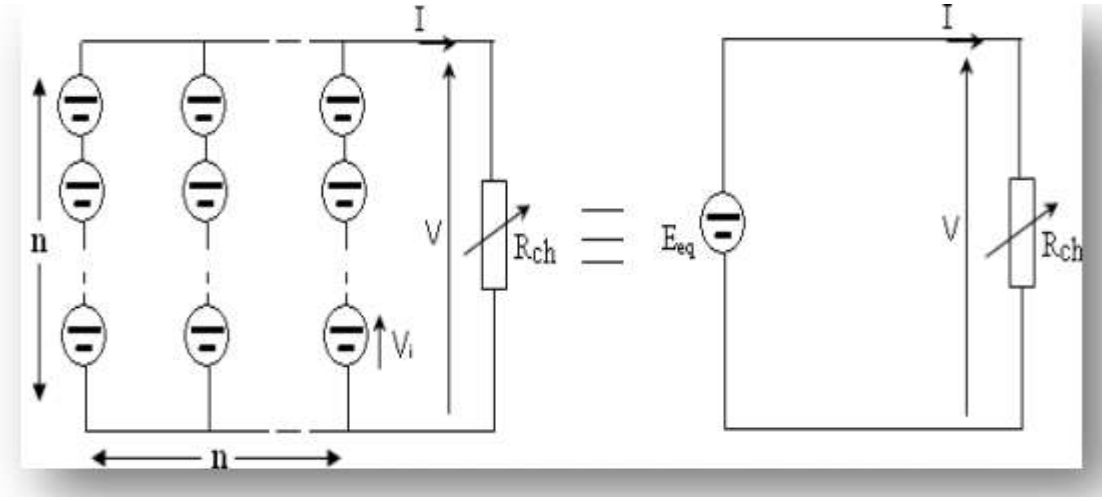


Figure I. 34.Association mixte Ns x Np modules solaires.

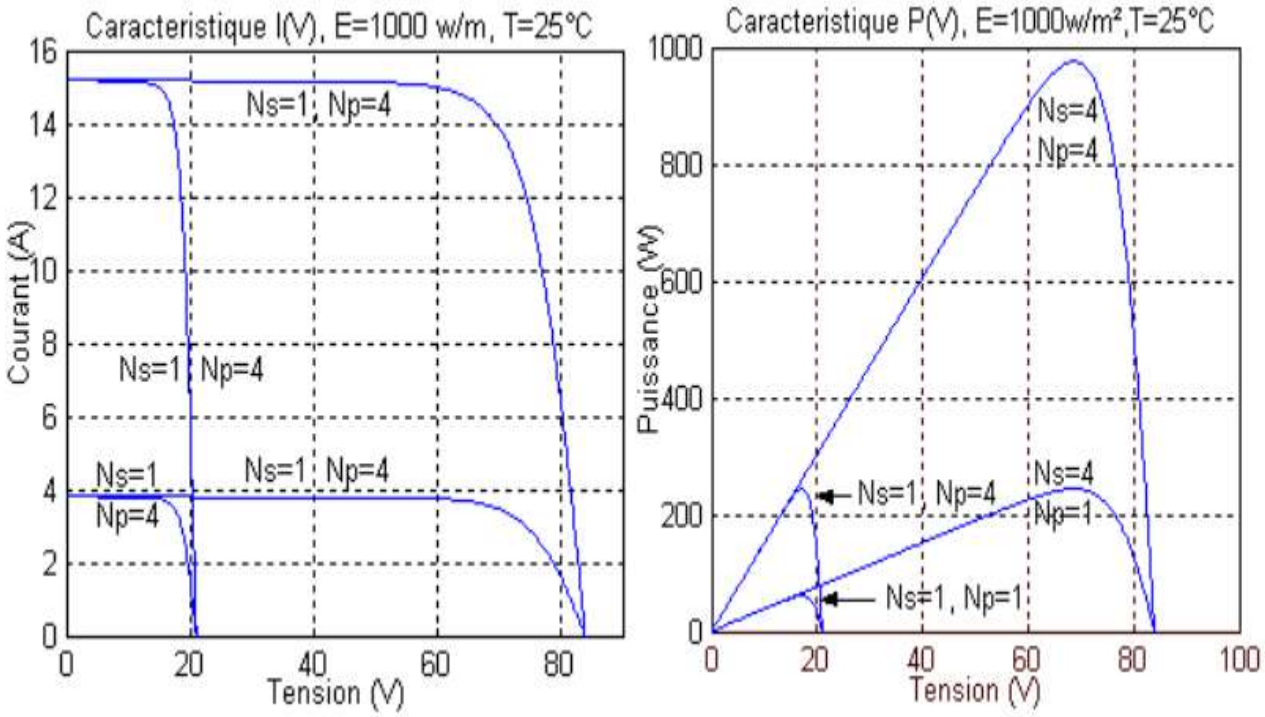


Figure I. 35.Caractéristique de nombre des modules en série et parallèle

I.8. Protection classique d'un GPV :

Pour garantir une durée de vie important d' une installation photovoltaique destinée à produire de l'énergie électrique sur des années, des protections électrique doivent être ajoutées aux modules commerciaux afin d'éviter des pannes destructrices liées à

l'association des cellules en sériés et en panneaux en parallèles, pour cela, deux types de protections classique sont utilisés dans les installations actuelles.[12]

- ✓ Diode anti-reteur
- ✓ Diode bay-pass

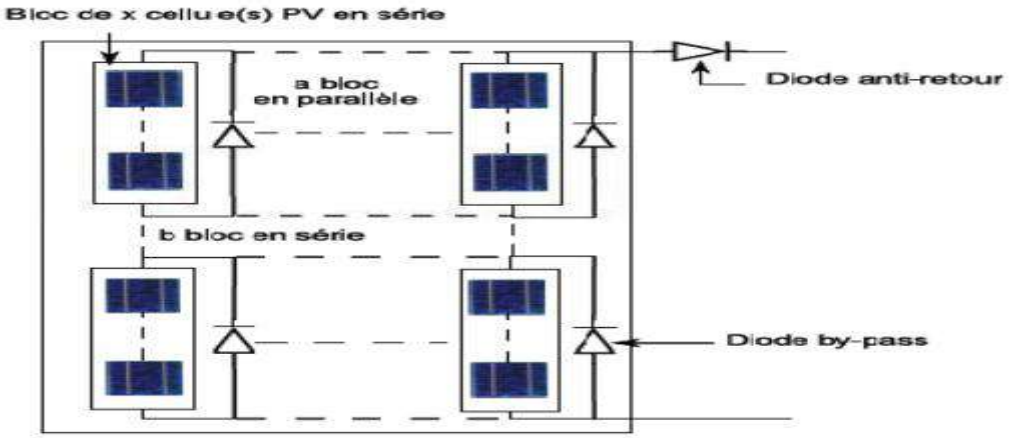


Figure I. 36.schéma d'un module photovoltaïque.

La diode by- passe servent à court-circuiter une ensemble de cellule afin d'éviter la destruction de celle qui est ombrée, et la diode anti-retour sert à protégée le panneau solaire contre le courant inverse pouvant entrer dans le panneau.

I.9. Fonctionnement d'un GPV à sa Puissance Maximale :

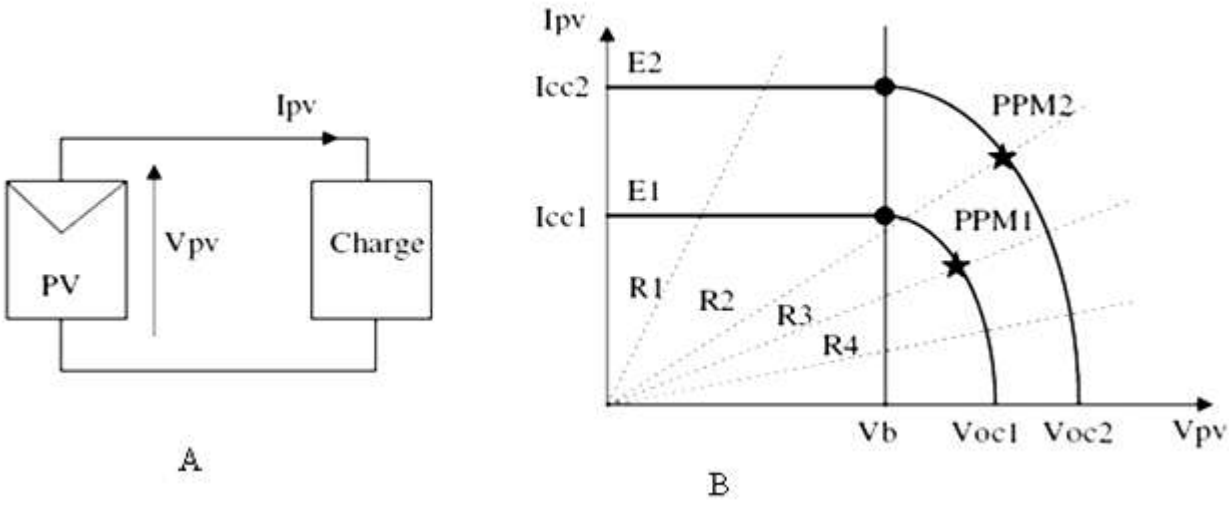


Figure I. 37.A. connexion électrique directe entre générateur PV et une charge.
B. points de fonctionnements résultant de l'association du générateur PV

Sous deux niveaux d'éclairement (E1,E2) avec une charge soit résistive variable (R1,R2,R3,R4) ou tien d'une batterie (vb).

I.9.1.définition :

La conception globale des systèmes photovoltaïques optimisés est par nature difficile. En effet, côté source, pour un GPV, la production de puissance varie fortement en fonction de l'éclairement, de la température. Chaque charge, que ce soit en continu (DC), son point de fonctionnement correspond à l'intersection des caractéristiques électriques de la source avec celle de la charge. Pour mieux comprendre ceci, prenons par exemple le cas d'une connexion directe entre un générateur PV et une charge (voir figure 1.21). Sur cette figure les points PPM1 et PPM2 correspondent au fonctionnement optimal du générateur PV.

Comme nous pouvons le constater sur la figure(1.21(B)), le fonctionnement du générateur PV dépend fortement des caractéristiques de la charge à laquelle il est associé. En effet, pour la charge résistive de différentes valeurs, l'adaptation optimale ne se produit que pour un seul point de fonctionnement particulier, nommé Point de Puissance Maximal(PPM) il est noté dans notre cas PPM1 et PPM2. Ceux-ci correspondent à la puissance maximale que peut délivrer un générateur PV pour une courbe I(V) donnée.

Dans le cas d'une connexion directe entre une batterie et un générateur PV, le rendement MPPT du système dépend de l'écart entre la tension optimale du générateur PV et la tension de batterie qui varie en fonction de son état de charge. Ainsi pour une batterie au plomb de tension nominale de 12 V et un générateur constitué par exemple d'un moduleBP585 de tension optimale Vopt = 16,7 V et de courant optimal I opt = 4,7 A le point d'opération du générateur pourrait être très proche du PPM où de même il pourrait être très éloigné entraînant ainsi une diminution de la production.

Par exemple, avec la tension de la batterie en début de charge égale à 12 V et le courant de charge I b de 5A compte tenu du point de fonctionnement égal au courant de court circuit du générateur PV, Icc = 5A. Le rendement MPPT de l'ensemble sera donné par:[13]

$$\eta = \frac{Ib * Vb}{Iopt * Vopt} \text{ x } 100 \qquad (1.11)$$

I.10.Les avantages spécifiques du photovoltaïque :

Par rapport aux autres sources renouvelables, le photovoltaïque offre des avantages Particuliers [7] :

- ✓ Elle est exploitable pratiquement partout, la lumière du soleil étant disponible dans le monde entier.
- ✓ L'équipement de production peut presque toujours être installé à proximité du lieu de consommation, évitant ainsi les pertes en ligne.
- ✓ Il est totalement modulable et la taille des installations peut être facilement ajustée selon les besoins ou les moyens.

Aucun mouvement, pas de pollution directe ou indirecte (facteurs atmosphériques ou liquides, produits de nettoyage, risque d'accident physique,...) aucun déchet, aucune perturbation pour l'environnement de proximité, c'est une énergie purement propre et écologique.

- ✓ La maintenance et les réparations sont réduites à presque rien pour la partie photovoltaïque et à peu de chose pour l'électronique associée.

conclusion:

Dans ce chapitre nous avons présentée les différents types d'énergie renouvelable. Nous avons ensuit présenté Les énergies renouvelables sont des solutions au problème de la pollution, en raison de l'utilisation des énergies fossiles. les énergies renouvelables disponible en Algérie.

Nous avons ensuite présenté le fonctionnement d'une cellule en expliquant brièvement le phénomène photovoltaïque. Nous avons vu que la cellule PV présente une caractéristique I(v) ,P(v) non linéaire et qu'elle peut être modélisée par un circuit électrique simple. Nous avons présenté l'influence des différents paramètres extérieurs sur cette caractéristique .l'interconnexion de cellule PV en série et en parallèle.

Enfin nous avons présenté les avantages spécifique du photovoltaïque.

Chapitre (II)

ÉTAGE D'ADAPTATION POUR GENERATEUR PV AVEC FONCTION MPPT DE TYPE NUMERIQUE

II.1. Introduction :

La conception d'un étage d'adaptation permet aujourd'hui de relier aisément un générateur photovoltaïque (GPV) à une charge de type continue (DC), avec un rendement de conversion très élevé. En fait, le concept de cet étage correspond à la modélisation des fonctions basiques idéalisées d'un convertisseur à découpage continu-continu (DC/DC). Ce concept est nommé ainsi à cause des liens que le convertisseur crée entre ses quatre grandeurs électriques sur les ports d'entrée et de sortie qui sont ses courants et ses tensions d'entrée et de sortie [8].

II.2.Connexion directe source-charge :

Actuellement, il reste encore beaucoup d'applications où une connexion directe entre un générateur photovoltaïque et une charge est effectuée. Ce choix est principalement lié à la simplicité de l'opération et le très faible degré de fiabilité, dû fondamentalement à l'absence d'électronique, sans parler d'un faible coût. La figure (**II1.**) montre ce cas de connexion. Si cette charge était une batterie,

lorsque le module n'est pas éclairé, celui-ci pourrait fonctionner en tant que récepteur, la batterie pourrait donc se décharger sur le générateur photovoltaïque et en plus l'endommager irréversiblement, Ainsi, pour éviter cette situation, la connexion doit être assurée à l'aide d'une diode anti-retour placée entre le GPV et la charge. Cette configuration est illustrée à la figure **(II.1).**

L'inconvénient de cette configuration, c'est qu'elle n'offre aucun type de limitation et/ou réglage de la tension de la batterie. Le transfert de puissance maximale disponible aux bornes du générateur photovoltaïque vers la charge n'est pas non plus garanti [9].

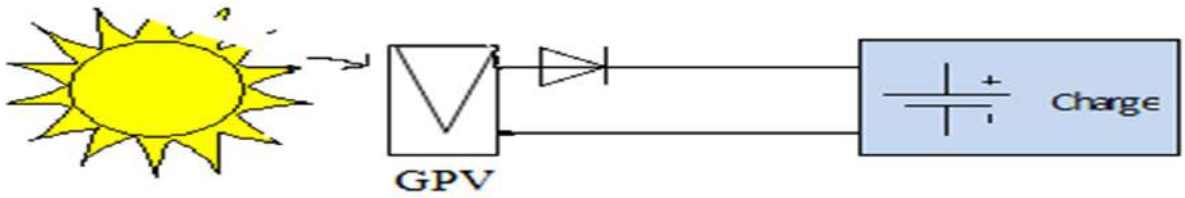


FIGURE II. 10. Connexion directe source-charge.

II.3.Étage d'adaptation entre un Générateur PV et une charge

Un générateur photovoltaïque présente des caractéristiques I-V non linéaires avec de point de puissance maximum PPM. Ces caractéristiques dépendent entre autre du niveau d'éclairement et de la température de la cellule. De plus, selon les caractéristiques de la charge sur laquelle le GPV débite, nous pouvons trouver un très fort écart entre la puissance potentielle du générateur et celle réellement transférée à la charge en mode connexion directe.

Afin d'extraire à chaque instant le maximum de puissance disponible aux bornes du générateur photovoltaïque et de la transférer à la charge, la technique utilisée classiquement est d'utiliser un étage d'adaptation entre le générateur photovoltaïque et la charge comme décrit dans la figure (**II2.**).

Cet étage joue le rôle d'interface entre les deux éléments en assurant à travers une action de contrôle, le transfert du maximum de puissance fournie par le générateur pour qu'elle soit la plus proche possible de puissance maximale disponible [10].

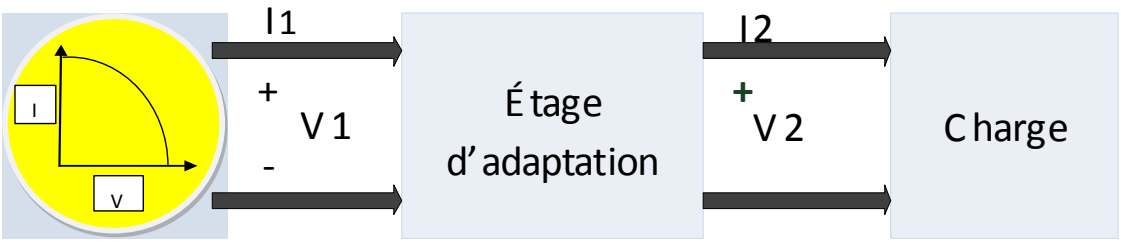


FIGURE II. 11.Étage d'adaptation entre un GPV et une charge.

Ce dernier par le biais d'une commande spécifique est alors susceptible de permettre au générateur de délivrer sa puissance maximale notée ;P_{max} (P_{max} =V_{opt} *I_{opt} , où V_{opt} et I_{opt}) représentent respectivement les tensions et les courants optimaux du générateur photovoltaïque, pour une courbe I-V donnée), tout en assurant que la tension ou bien le courant de la charge correspond bien aux caractéristiques de cette dernière.

Pour que le générateur PV fonctionne le plus souvent possible dans son régime optimal, la solution communément adoptée est alors d'introduire un convertisseur statique qui joue le rôle d'adaptateur source-charge.

Rôle du convertisseur DC-DC fait fonctionner les modules à leur point de puissance optimale, quelques soient l'éclairement et la charge pour délivrer cette puissance à l'utilisation.

II.3.1. Convertisseurs DC/DC

Pour la conversion de puissance, il est essentiel que le rendement soit maintenu élevé pour éviter la dissipation de la puissance et pour éviter les échauffements excessifs dans les composants électroniques. Pour cette raison toute la conversion de puissance échangée doit être réalisée autour des composants de stockage d'énergie (inductance et condensateurs) et les commutateurs. Les commutateurs de puissance utilisés dépendent du niveau de la puissance à convertir ou à commander. Les MOSFETS(transistors à effet de champ d'oxyde de métal) sont habituellement utilisés à la puissance relativement basse (quelques kW) et les IGBTS (transistors bipolaires à gâchette isolée) à des puissances plus élevées. Les thyristors ont été généralement utilisés et acceptés dans les plus hauts niveaux de puissance [10].

Trois topologies de base de circuit de conversion seront décrites dans les paragraphes suivants (DC-DC) : Dans cette partie nous présentons le principe des trois types de convertisseurs DC/DC (Buck, Boost et Buck-Boost), utilisés fréquemment dans les systèmes photovoltaïques pour générer les tensions et les courants souhaités. Ce type de cas idéal, ne consomment aucune énergie. C'est pour cette raison qu'ils sont caractérisés par un grand rendement [11].

Dans ces études, l'interrupteur du convertisseur est attaqué par un signal MLI (Modulation Large Impulsion), avec une fréquence Fs fixe et un rapport cyclique D variable.

II.3.1.1. Le hacheur survolteur (Boost) :

Le convertisseur Boost est connu par le nom d'élévateur de tension. Le schéma de la figure (II.3), représente le circuit électrique du Boost. Au premier temps (αT), le transistor (S) est fermé, le courant dans l'inductance croit progressivement, et au fur et à mesure, elle emmagasine de l'énergie, jusqu'à la fin de la première période. Ensuite, le transistor (S) s'ouvre et l'inductance (L) s'opposant à la diminution de courant (IL), génère une tension qui s'ajoute à la tension de source, qui s'applique sur la charge (R) à travers la diode (D). [12]

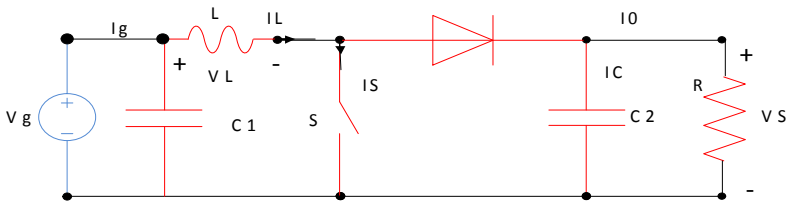


FIGURE II. 12. Circuit électrique de base du hacheur survolte

II.3.1.1.1. Modèle mathématique équivalent

L'application des lois de Kirchhoff sur les deux circuits équivalents des deux phases de fonctionnement donne :

Pour la première période dTs:

$$I_{C1} = C1.\frac{dV_g}{dt} = I_g - I_L \qquad [II.1]$$

$$I_{C2} = C2.\frac{dV_0}{dt} = -I_0 \qquad [II.2]$$

$$V_L = L.\frac{dI_L}{dt} = V_g - R_L I_L \qquad [II.3]$$

Pour la deuxième période (1-d) T_S :

$$I_{C1} = C1.\frac{dV_g}{dt} = I_g - I_L \qquad [II.4]$$

$$I_{C2} = C2.\frac{dV_0}{dt} = I_L - I_0 \qquad [II.5]$$

$$V_L = L.\frac{dI_L}{dt} = V_g - V_0 - R_L I_L \qquad [II.6]$$

II.3.1.1.2. Modèle approximé du convertisseur Boost

Les systèmes d'équations de base (II. (4, 5, 6)) et (II. (7, 8, 9)) Représentent le convertisseur Boost pour une période dTs et (1-d) Ts respectivement. Le convertisseur oscillant entre ces deux états avec une fréquence élevée, nous devons trouver une représentation dynamique approximée valable pour les deux intervalles de temps. Pour cela nous considérons que la variation des variables dynamiques C_I,V_L est de forme linéaire, en d'autres termes nous pouvons faire une approche d'exponentielle par un segment ($e^{\varepsilon} \approx 1 + \varepsilon$ si ε<<1) et ainsi la dérivée de ces grandeurs sera constante.

Cette approche nous permet de décomposer l'expression de la valeur moyenne de la dérivée de la variable dynamique x sur les deux laps de temps αTs et $(1-\alpha)\ Ts$:

$$< \frac{d_x}{d_t} > T_S = \frac{d_x}{d_t(\alpha T_S)} \alpha T_S + \frac{d_x}{d_t((1-\alpha)\alpha T_S)} (1-\alpha) T_S \qquad [II.7]$$

Ou $< \frac{d_x}{d_t} >$ est la valeur moyenne de la dérivée de x sur une période Ts. Cette relation est valide si :

$\frac{d_x}{d_t(\alpha T_S)}$ Et $\frac{d_x}{d_t((1-\alpha)\alpha T_S)}$ sont constants sur les périodes *αTs* et *(1-α) Ts* respectivement en d'autres termes cette approximation est valable si les périodes *αTs* et *(1-α) Ts* sont très faibles devant la constante de temps du circuit C_1 *Rg*, C_2 *Z*, L/R_L [13].

Dans ce cas la forme exponentielle du courant qui parcourt la self et la tension aux bornes de la capacité est de forme linéaire comme le montre la figure (II.4).

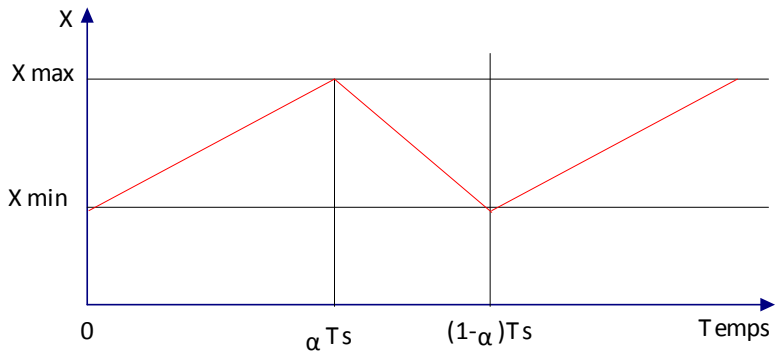


FIGURE II. 13. Allure des variables dynamiques I_L.

En appliquant la relation (II.7) sur les systèmes d'équations (II. (1, 2,3)) et (II. (4, 5,6)) On obtient les équations qui régissent le système sur une période entière :

$$I_{C1} = C1.\frac{dV_g}{dt} = (I_g - I_L)\alpha T_S + (1-\alpha)T_S(I_g - I_L) \quad \text{[II.8]}$$

$$I_{C2} = C2.\frac{dV_0}{dt} = -\alpha T_S I_0 + (1-\alpha)T_S(I_L - I_0) \quad \text{[II.9]}$$

$$V_L = L.\frac{dI_L}{dt} = (V_g - R_L I_L)\alpha T_S + (1-\alpha)T_S(V_g - V_0 - R_L I_L) \quad \text{[II.10]}$$

En arrangeant les termes des équations précédentes, (pour qu'on puisse interconnecter le Boost avec les autres blocs de simulation), on obtient la modélisation dynamique du convertisseur Boost

$$I_L = I_g - C1.\frac{dV_g}{dt} \quad \text{[II.11]}$$

$$I_0 = (1-\alpha)I_L - C2.\frac{dV_0}{dt} \quad \text{[II.12]}$$

$$V_g = (1-\alpha)V_0 - L.\frac{dI_L}{dt} + R_L I_L \quad \text{[II.13]}$$

II.3.1.1.3. Les ondulations des courants et des tensions

Pour le dimensionnement des différents composants du circuit afin de diminuer les ondulations des courants et des tensions sans faire un surdimensionnement ce qui accroîtrait le poids et le prix des circuits, un calcul de ces composants en fonction des ondulations voulues est nécessaire. Cette remarque est très importante pour le dimensionnement de l'inductance Lafin de respecter le courant admissible par le transistor MOSFET *S*, où dans le cas pratique les ondulations du courant I_L sont plus importantes par rapport aux autres ondulations.

En appliquant la relation $V_L = L.\frac{dI_L}{dt}$, et par l'approximation des segment

D'exponentielles par des droites, la pente du courant I_L pendant la première période de fonctionnement est donnée par :

$$\frac{dI_L}{dt} = \frac{V_L}{L} \approx \frac{V_g - R_L I_L}{L} \qquad \text{[II.14]}$$

A partir de la relation (II.14), la valeur crête à crête du courant *I* est :

$$I_{Lcc} = 2\Delta I_L \approx \frac{V_g - R_L I_L}{L} \alpha T_S \qquad \text{[II.15]}$$

La valeur de l'inductance *L* à choisir pour certaine ondulation *ΔI* est :

$$L \approx \frac{V_g - V_0 - R_L I_L}{2\Delta I_L} \alpha T_S \qquad \text{[II.16]}$$

Pour le calcul des capacités C_1et C_2 , on a :

$$\frac{V_g}{dt} = \frac{I_{C_1}}{C_1} = \frac{I_g - I_L}{C_1} \qquad \text{[II.17]}$$

$$\frac{V_0}{dt} = \frac{I_{C_2}}{C_2} = \frac{-I_0}{C_2} \qquad \text{[II.18]}$$

Les valeurs des ondulations crête à crête des tensions d'entrées et de sorties sont :

$$V_{C1cc} = 2\Delta V_{C1} = \frac{I_g - I_L}{C_1} \alpha T_S \qquad \text{[II.19]}$$

$$V_{C2cc} = 2\Delta V_{C2} = \frac{-I_0}{C_2} \alpha T_S \qquad \text{[II.20]}$$

Les valeurs des capacités *C* et *C* sont respectivement données par :

$$C_1 = \frac{I_g - I_L}{2\Delta V_{C_1}} \alpha T_S \qquad \text{[II.21]}$$

$$C_2 = \frac{-I_0}{2\Delta V_{C_2}} \alpha T_S \qquad \text{[II.22]}$$

II.3.1.1.4. Étude en régime continu

Le régime continu est obtenu en éliminant les dérivées des variables dynamiques, et en remplaçant ces signaux par leurs valeurs moyennes.

: ennod ((12,13 ,11) .II) snoitauqé'd emètsys eL

$$I_L = I_g \qquad \text{[II.23]}$$

$$I_0 = (1-\alpha)I_L \qquad \text{[II.24]}$$

$$V_g = (1-\alpha)V_0 \qquad \text{[II.25]}$$

Comme le présente la figure (II.5), lorsque l'interrupteur du transistor (S) est sur la position (on), le courant de l'inductance du hacheur augmente linéairement et à cet instant la diode (D) est bloquée (off).

Et lorsque (S) tourne sur la position (off), l'énergie emmagasinée par l'inductance est dissipée dans le circuit (RC) bien que la diode (D) est passante. Les caractéristiques de tension et du courant de charge du convertisseur Boost dans le cas de la conduction continue sont décrites par la figure (II.5), comme suit :

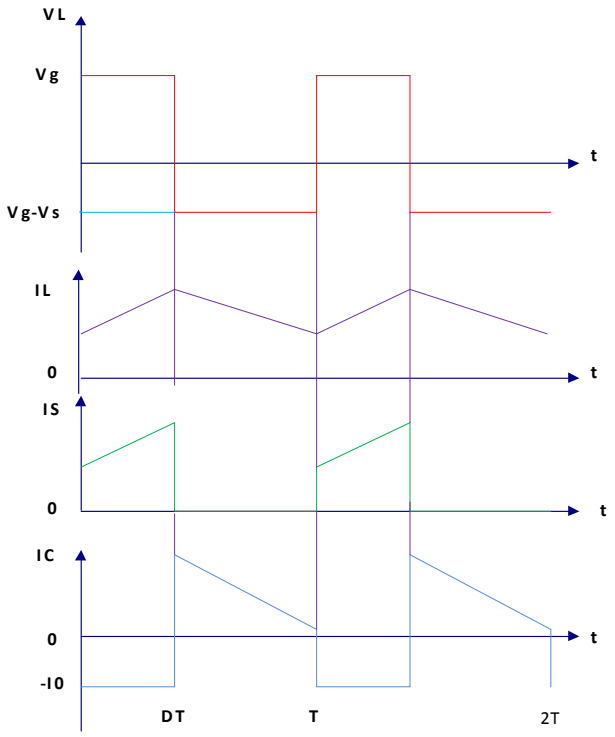


FIGURE II. 14. Caractéristique de la tension et du courant du hacheur survolteur.

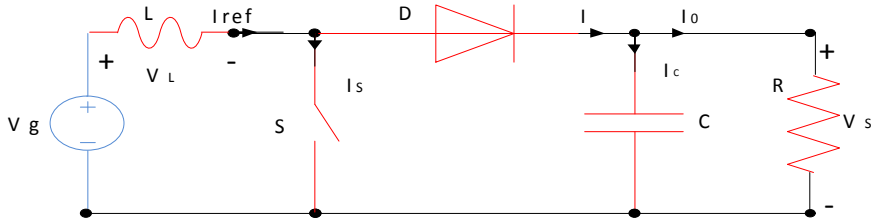


FIGURE II. 15. Circuit électrique de base du hacheur survolteur.

II.3.1.2.Hacheur dévolteur (Buck)

Le hacheur dévolteur, sous sa forme de base est présenté par la figure (II.9). Les composantes clés sont l'inductance (L), le commutateur (Transistor) (S)**,** la diode (D,) et le condensateur (C). Celui-ci se charge par le commutateur (S) et qui maintient la tension à ces bornes jusqu'à l'ouverture de qui fait décharger son énergie à travers la diode sur la charge pour un cycle de période de fonctionnement.

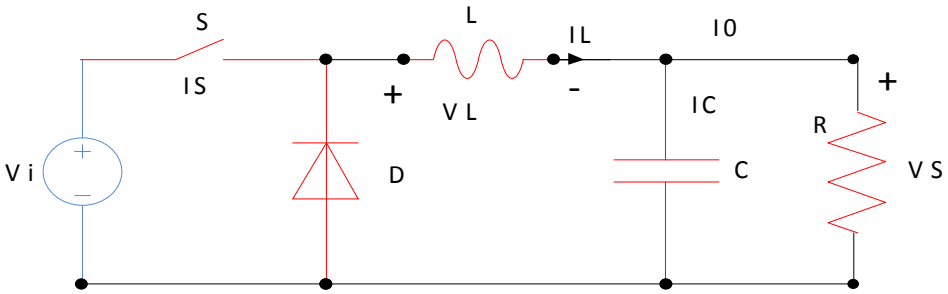


FIGURE II. 16. Circuit électrique de base du hacheur dévolteur.

Le commutateur peut être un transistor MOSFETou un IGBTqui peut se commuter sur deux positions, marche ou arrêt rapidement. La tension de la source doit être plus grande que la tension aux bornes de la charge. L'équation mathématique caractérisant le courant de l'inductance est donnée par l'équation suivant :

$$\frac{\delta I}{\delta t} = \frac{V_i - V_s}{L} \qquad [II.26]$$

I_L : courant dans l'inductance

Le processus de commutation est décrit par la position de l'interrupteur (S). Dans le premier laps de temps (αT) le transistor est dans un état de saturation, alors l'inductance (L) se charge d'énergie avec augmentation du courant IL. Dans le deuxième laps de temps (α-1) T, l'inductance (L) libère cette énergie à la charge avec une diminution de courant I_L.

En négligeant la chute de tension à travers la diode, le taux de changement du courant est donné par :

$$\frac{\delta I}{\delta t} = \frac{-V_i}{L} \qquad \text{[II.27]}$$

Lorsque le courant de l'inductance ne se décroit pas à zéro avant la commutation du transistor, le convertisseur fonctionne dans le mode de conduction continu, comme illustré sur la figure (3.10)**,** et dans ce cas, si la tension de charge dépend seulement de la tension de Lorsque le courant de l'inductance ne se décroit pas à zéro avant la commutation du transistor, le convertisseur fonctionne dans le mode de conduction continu, comme illustré sur la figure (3.10)**,** et dans ce cas, si la tension de charge dépend seulement de la tension de source et du rapport cyclique $\alpha = T_{on} / T$, la tension aux bornes de la charge :

$$V_s = \alpha V_i \qquad \text{[II.28]}$$

Dans le mode de conduction discontinu le courant de l'inductance s'annule dans un cycle de commutation entre le transistor (S) et la diode. Dans ce cas, la tension de charge dépend d'une manière plus complexe du rapport cyclique et le courant de la charge, la figure (3.11) montre comment la tension de charge varie avec le courant de charge. Les caractéristiques des courants et la tension représentant le fonctionnement du hacheur dévolteur sont données par la figure (3.10) :

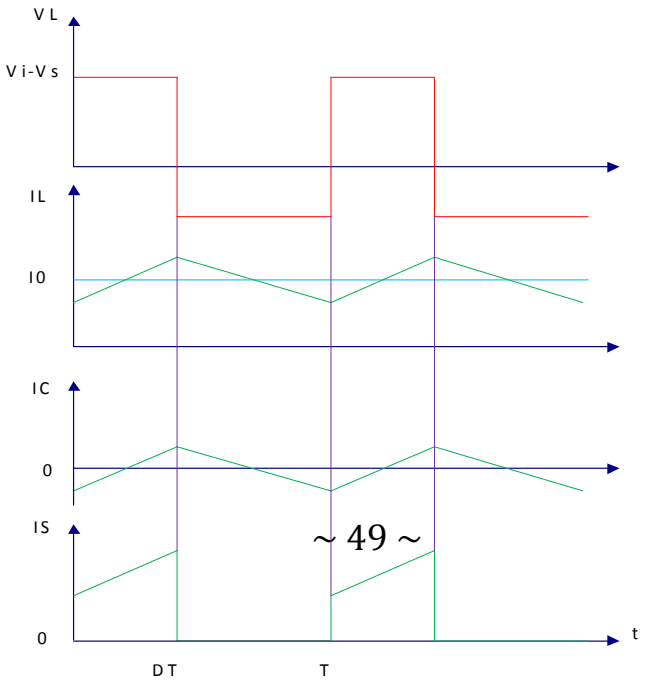


FIGURE II. 17. Caractéristique de la tension et des courants dans le transistor et l'inductance d'un convertisseur Buck**.**

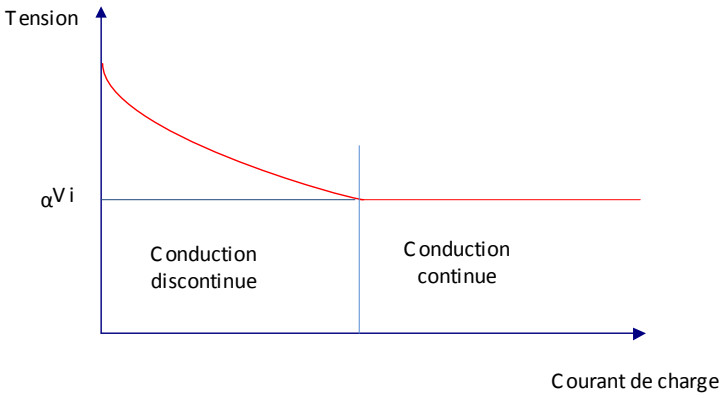


FIGURE II. 18. Variation de la tension de charge avec le courant de charge pour un convertisseur Buck.

II.3.1.3.Le convertisseur Buck-Boost

La troisième topologie de base de ce convertisseur est donnée par la figure (3.12). Dans ce dispositif, la tension peut être augmentée ou diminuée selon le mode de commutation. Cependant, La tension de sortie est de signe opposé à la tension d'entrée.

Tandis que, lorsque le transistor est sur la position (on) le courant dans l'inductance augmente, l'énergie est stockée ; et quand le commutateur tourne sur la position (off). La tension à travers l'inductance est renversée et l'énergie stockée se transfert vers la charge via la diode. Dans ce cas, l'équation de la tension aux bornes de la charge décrivant le fonctionnement en conduction continue est donnée comme suit:

$$V_s = \frac{\alpha}{1-\alpha} V_i \qquad \text{[II.29]}$$

Le circuit électrique de base du hacheur dévolteur-survolteur, et les caractéristiques du courant et de la tension de charge sont données par la figure (II.12).

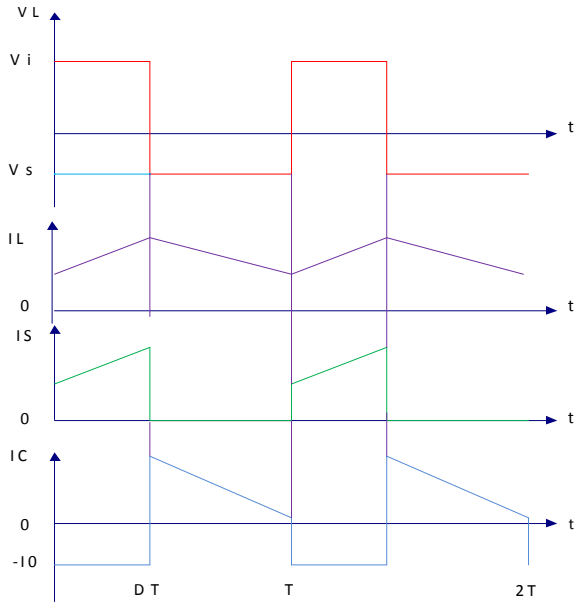


Figure :10.II Caractéristique de la tension et du courant du Buck-Boost.

II.3.2.Adaptateur continu/alternatif DC/AC.

Ce type d'adaptation, bien connu également, fait appel à des structures de convertisseurs continu/alternatif de type onduleur. On peut distinguer aujourd'hui trois grands types de structures utilisées en milieu industriel [14] :

— les onduleurs à source de courant.

— les onduleurs à source de tension et modulation de largeur d'impulsion.

— les onduleurs à résonance.

Le principe de conversion d'un onduleur est schématisé sur la figure (3.14) ci-après.

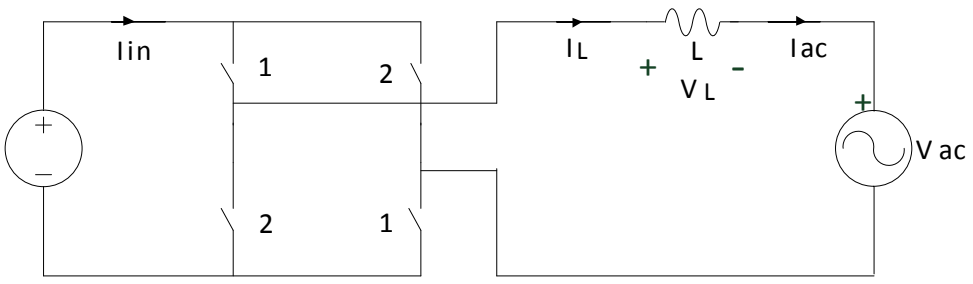


Figure:11.II Circuit électrique de base d'un onduleur.

Pour le premier cas position (1)

$$V_L = V_{dc} - V_{ac} \quad \text{[II.30]}$$

$$I_L = I_{ac} \quad \text{[II.31]}$$

$$I_{in} = I_L \quad \text{[II.32]}$$

Pour le deuxième cas la position (2)

$$V_L = -V_{dc} - V_{ac} \quad \text{[II.33]}$$

$$I_L = I_{ac} \quad \text{[II.34]}$$

$$I_{in} = -I_L \quad \text{[II.35]}$$

$$V_L = \begin{cases} V_{dc} - V_{ac}, & 0 \leq t \leq \alpha T_S \\ -V_{dc} - V_{ac}, & \alpha T_S \leq t \leq T_S \end{cases} \quad \text{[II.36]}$$

$$V_L = \frac{1}{T_s}\int_0^{T_s} V_L(t)\,dt = \alpha \times (V_{dc} - V_{ac}) + (1-\alpha) \times (-V_{dc} - V_{ac}) = (2\alpha - 1) \times V_{dc} - V_{ac} \quad \text{[II.37]}$$

$$V_L + V_{ac} = (2\alpha - 1) \times V_{dc} \quad \text{[II.38]}$$

II.4.Conclusion

Le fonctionnement du générateur photovoltaïque à un rendement optimal nécessite l'insertion des convertisseurs statiques (hacheur) entre le générateur et le récepteur (charge) à une tension constante peut être optimisé en ajustant le rapport cyclique α afin que le générateur puisse fonctionner à R_{opt}

Chapitre (III)

SIMULATION ET REALISATION D'UN CONVERTISSEUR BOOST

III.1.Introduction :

Dans ce chapitre, on présentera une étude de modélisation, simulation et de réalisation d'un convertisseur DC/DC survolteur. Ce convertisseur est comprend un l'inductance, mosfette, diode, condensateur.

Le contrôle de la puissance, ainsi que la modélisation et la simulation ont été effectués sous le logiciel MATLAB/Simulink et proteus pour faire les circuits intégré. [20]

III .2. Le convertisseur boost proposée :

La figure (III.2) est représenté le schéma synoptique d'un convertisseur boost alimente une charge résistive (RS).

Le quadripôle d'adaptation est un convertisseur d'énergie de type survolteur pour des applications nécessitant des tensions supérieures à 24V.

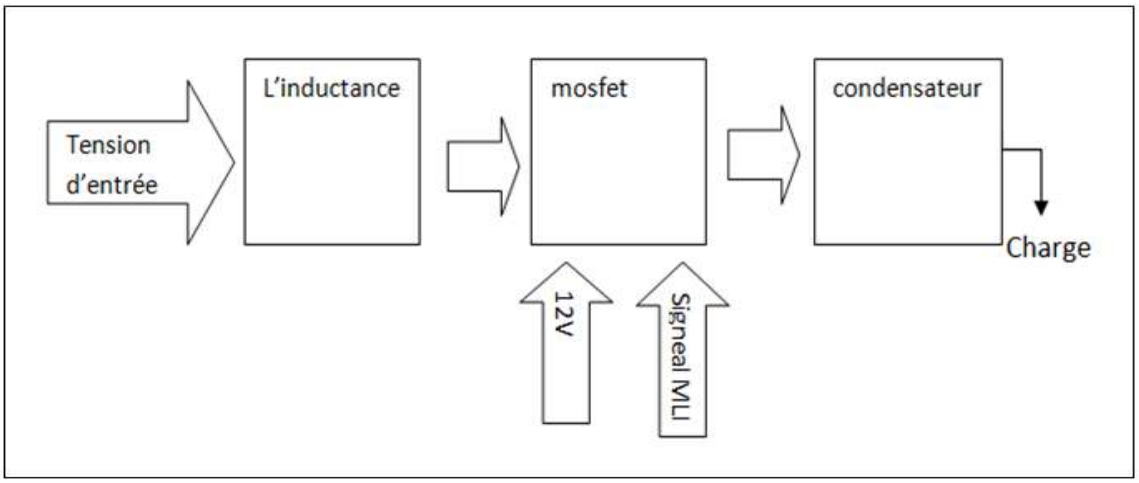


Figure III. 27.schéma d'un convertisseur (DC/DC) charge (DC)

III.2 .1. Dimensionnement des composants :

Dans cette partie, nous allons voir comment choisir les éléments qui permettent de constituer et d'assurer le fonctionnement du système.

Pour dimensionner les composants d'un convertisseur, il faut connaître la puissance d'entrée et la puissance de sortie souhaitée, le courant d'entrée et le courant de sortie, ainsi que la tension d'entrée.

P_{in} = Puissance d'entrée = 250W

P_{out} = Puissance de sortie = 250W

V_{in} = Tension d'entrée = 24V

V_{out} = entre 50V

I_{in}= Courant d'entrée = 10.5A

I_{out} = Courant de sortie

$$Iin = \frac{Pin}{Vin} = \frac{250}{24} = 10.41A$$

soit I_{in} max = $\sqrt{2} \times I_{in}$ = 14.73 A.

ΔI= 29% afin de diminuer les pertes par hystérésis, $\Delta I = 0.29 \times Iin\ max$ = 4.28 A.

$\Delta V = V_{out} - V_{in} = 50 - 24 = 26$ V.

III.2.1. 1 : dimensionnement de l'inductance :

Le calcul de l'inductance débute par le calcul du courant d'entrée maximal. On impose la fréquence de découpage en haute fréquence et on vérifie si l'ondulation de courant est correcte en basse

fréquence. Après calculs, l'inductance peut se trouver dans le marché ou bien être fabriquée. [20]

III.2.1.1.1. calcul de l'inductance :

On dimensionne L ainsi :

$$\begin{cases} \Delta I \text{ in max} = \dfrac{Vin}{L} \text{ x } \alpha \text{ x T} \\ = \dfrac{Vin}{L.f} \text{ . } \alpha \text{ max} \end{cases}$$

$$L = \frac{Vin}{\Delta I \text{ in max} \,.\, f}$$

AN : $L = \dfrac{24}{4{,}28.10000} = 560\ \mu H$

Après calcul, la self utilisée doit faire au minimum 560 µH dans notre cas. Une valeur plus importante permettrait de diminuer l'ondulation. Sa valeur peut être testée à laide d'un analyseur de spectre, qui permet entre autre de bien vérifier si elle tient en fréquence.

III.2.1.2. Dimensionnement du condensateur de sortie :

III.2.1.2.1 .calcul de la capacité

On dimensionne C :

La charge fournie est donnée par :

$$\Delta q = I_{out}.\ \alpha.\ T$$

On admet une ondulation de tension dVs :

$$dVs = \frac{\Delta q}{c}$$

$$c = \frac{\Delta q}{\Delta Vout} = Iout \text{ . } \alpha \text{ . } \frac{T}{\Delta Vout} = \frac{Iout.\alpha}{\Delta Vout \,.\, f}$$

$$C = 5 \text{ . } 0{,}52 \text{ . } \frac{1}{26.10000} = 10{,}0\mu F$$

III.2.1.2. 2.choix du condensateur :

Un condensateur de sortie de 10,0 µF 400V suffit pour obtenir une tension de sortie continue acceptable.[20]

III.2.1.3. Dimensionnement de la charge :

III.2.1. 3.1 .calcul de la résistance :

$$R = \frac{Vout^2}{Pout^2} = \frac{50^2}{250} = 10\Omega$$

III.2.1.4. Choix des semi-conducteurs :

Comme nous l'avons étudié précédemment, nous avons du choisir un MOSFET et une diode rapide.

A) choix de la diode.

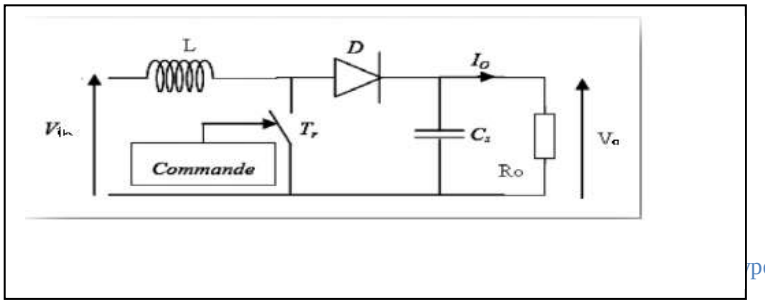
B) choix du mosfet.

C) L'alimentation des circuits intégrés :

Le driver et l'optocoupleur sont alimentés par une tension continue.

En effet, il est nécessaire d'alimenter l'électronique qui compose le hacheur. Il faut penser à dimensionner ses alimentations, généralement en +12 V pour qu'elles délivrent le courant souhaité. Dans notre cas, nous pouvons choisir de les alimenter en 24V, tension d'entrée du hacheur.[20]

III.3. La simulation d'un convertisseur boost par Matlab/Simulink :



rpe boost)

III.3.1 .L'outil Matlab/Simulink :

MATLAB fait également partie d'un ensemble d'outils intégrés dédiés au traitement du Signal. En complément du noyau de calcul Matlab, l'environnement comprend des modules optionnels qui sont parfaitement intégrés à l'ensemble :

- ✓ Une vaste gamme de bibliothèques de fonctions spécialisées (Toolboxes).
- ✓ Simulink, un environnement puissant de modélisation basée sur les schémas-blocs

et de simulation des systèmes dynamiques linéaires et non linéaires.

- ✓ Des bibliothèques de blocs Simulions spécialisés (Blocksets).
- ✓ D'autres modules dont un Compilateur, un générateur de code C, un accélérateur.
- ✓ Un ensemble d'outils intégrés dédiés au Traitement du Signal : le DSP Workshop.

SIMULINK est une plate-forme de simulation multi-domaine et de modélisation des systèmes dynamiques.

Il fournit un environnement graphique et un ensemble de bibliothèques contenant des blocs de modélisation qui permettent le design précis, la simulation, l'implémentation et le contrôle de systèmes de communications et de traitement du signal [1]

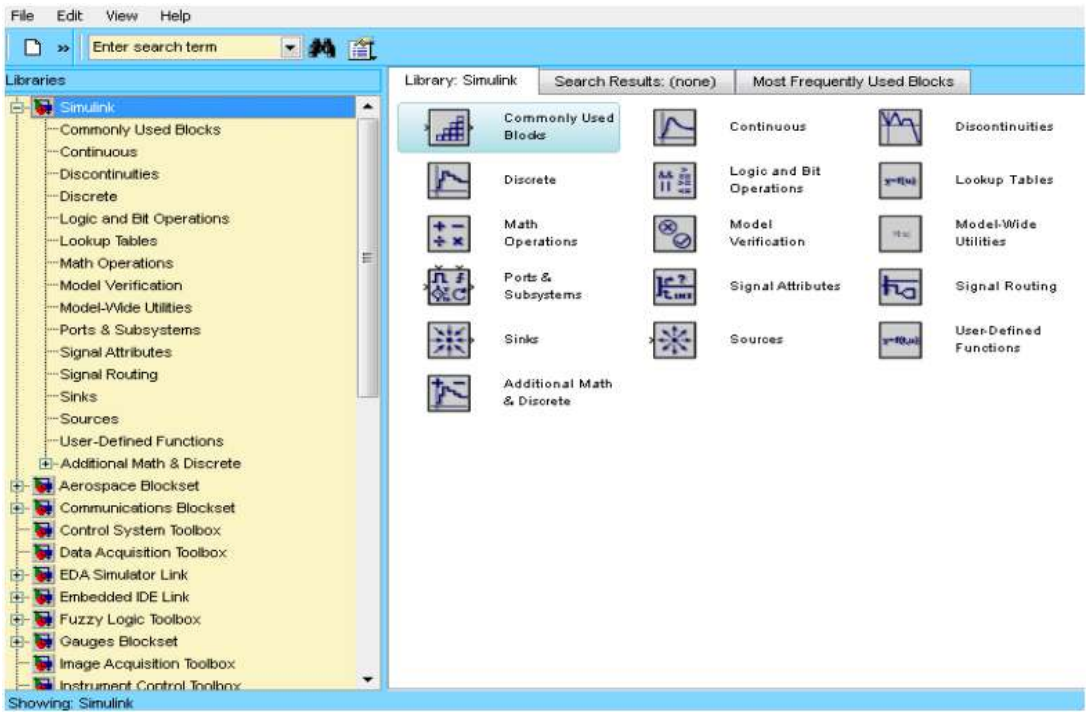


Figure III. 29. Bibliothèque SIMULINK

Pour faire la simulation du convertisseur boost proposé ,il faut utilisée les équation suivant :

$$\begin{cases} IL=Ie \\ I0=(1-a)\times IL \\ Vin=(1-a)\times Vs \end{cases} \qquad (3.1)$$

$$Ic=\frac{dVc}{dt}\times C$$

$$Ic = IL - I0 \qquad (3.2)$$

$$Ic = IL - I0 \qquad (3.2)$$

$$I0 = V0 / R$$

$$Vin = VL + V0 \qquad (3.3)$$

III.3.2 .résultat de la simulation :

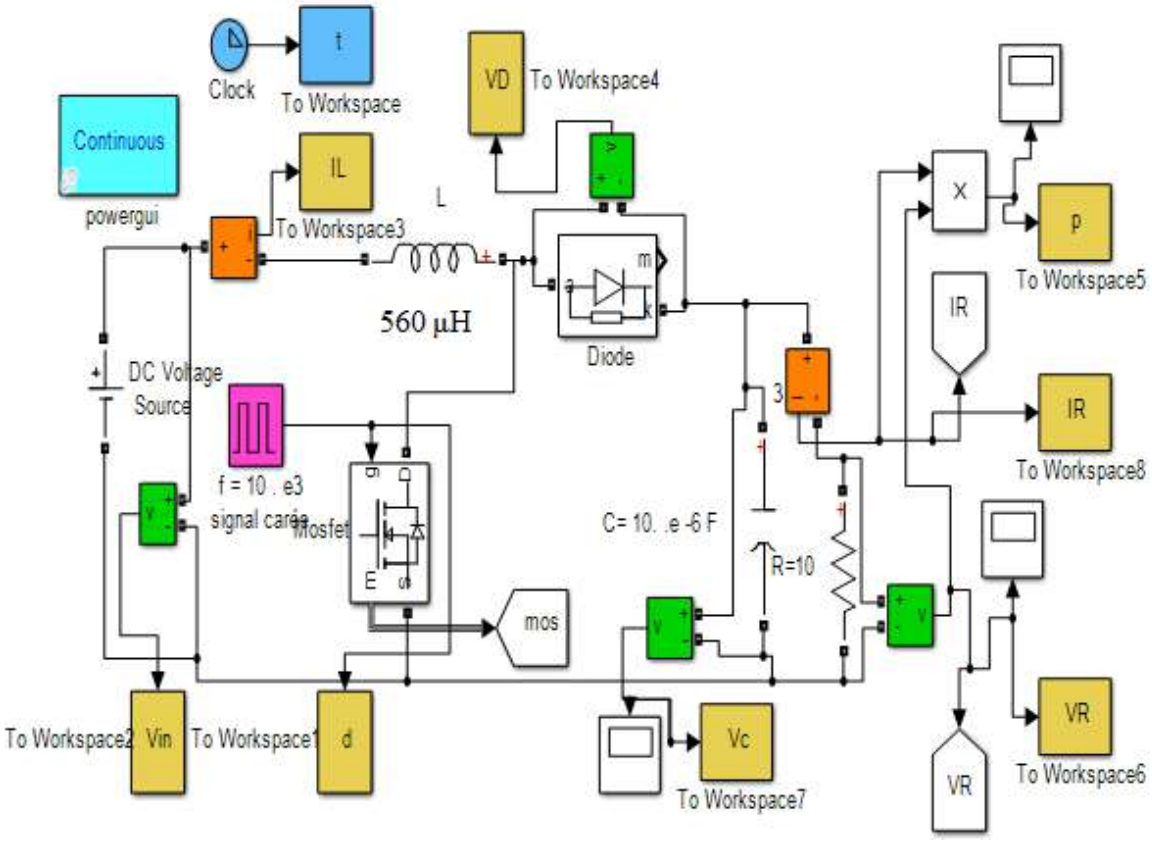


FIGURE III. 30.Schéma block d'un convertisseur survolteur

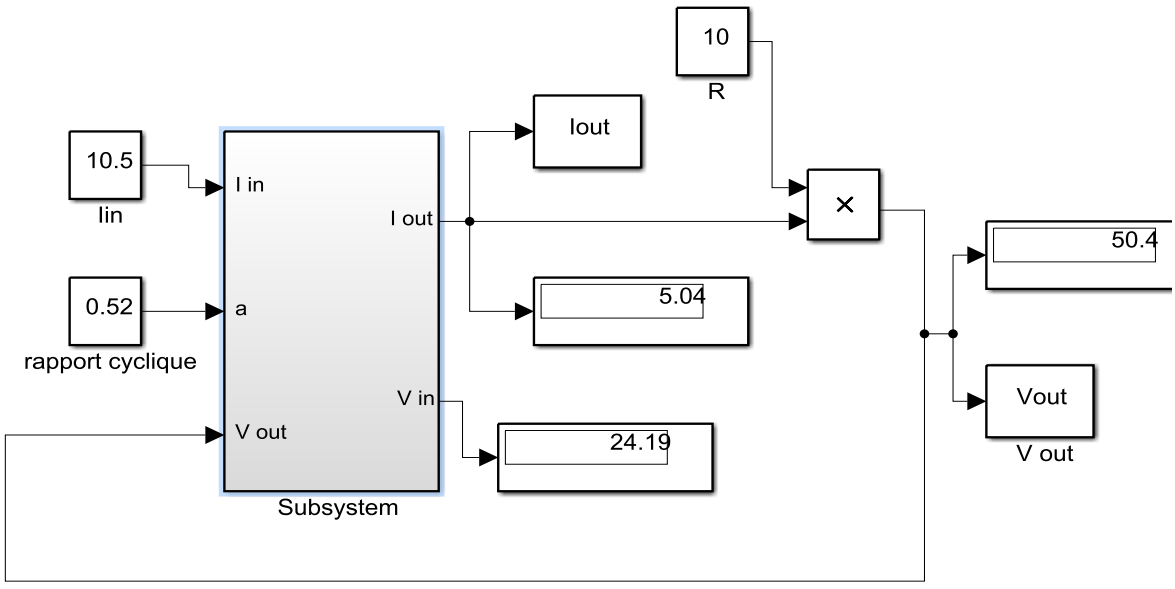


Figure III. 31: Schéma block (subsystem)d'un convertisseur survolteur

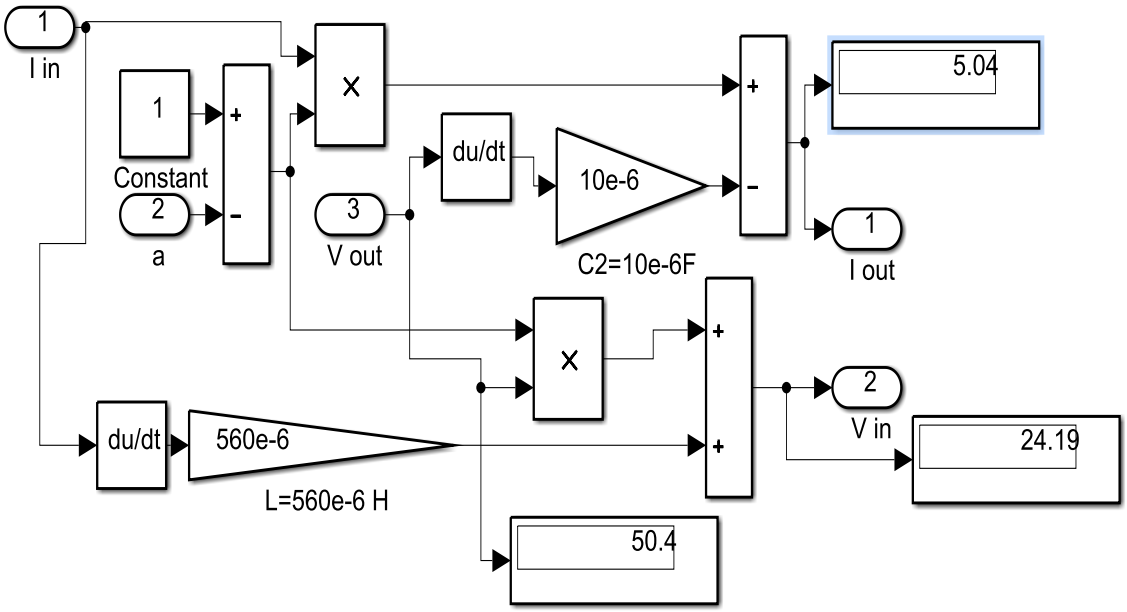


Figure III. 32: Schéma fonction d'un convertisseur survolteur

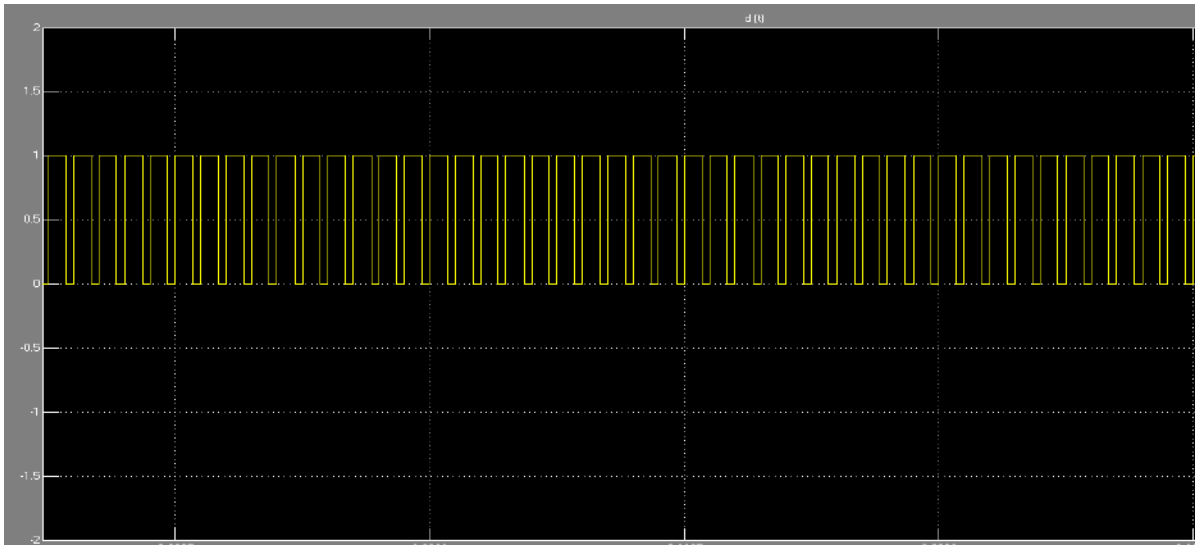


Figure III. 33.rapport cyclique max

Les résultats de simulation du convertisseur survolteur représentent par les figures (III. 8) à (III. 9) à (III. 10) à (III. 11). Ces figures représentent les tensions d'entrée et de sortie d'hacheur survolteur si le courant de sortie d'hacheur. Ces résultats montrent que la tension de sortie d'hacheur survolteur est superieur à celle d'entrée. Donc l'hacheur survolteur effuctue correctement son role.

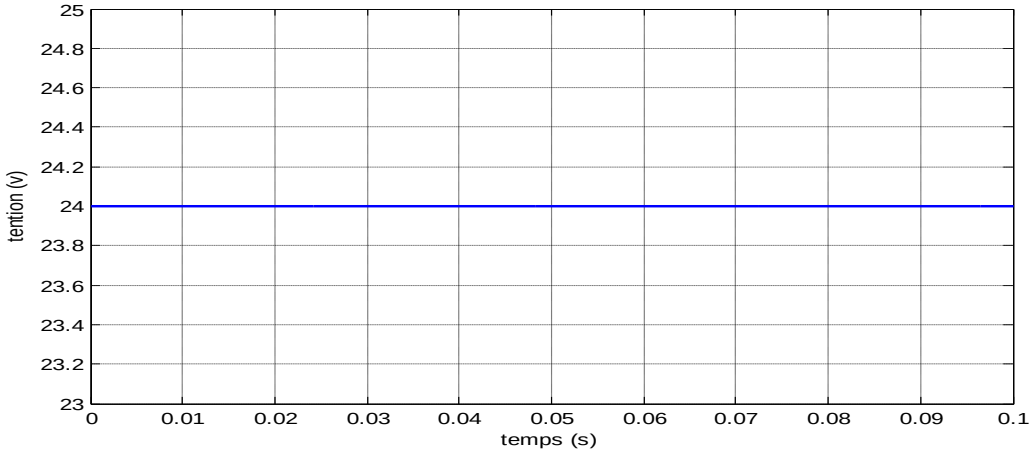


Figure III. 34.Résultats de simulation de la tension d'entrée du hacheur survolteur

On remplace GPV par une alimentation de tension continue sa tension égala 24V .

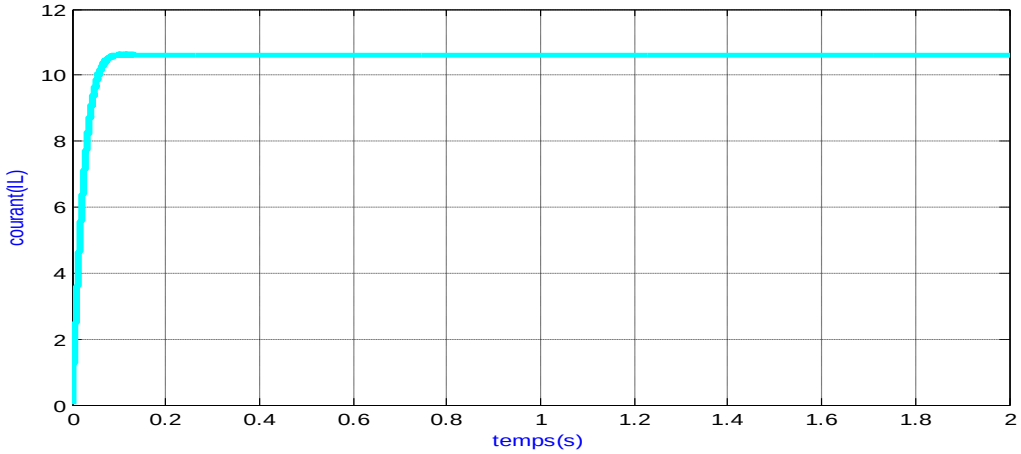


Figure III. 35.**Résultats de simulation de la valeur moyenne du courant de la bobine.**

Le graphe ci – dessus décrit une exponentielle croissante de l'intensité du courant en fonction du temps. Ainsi, on constate trois régions caractéristiques qui décrivent l'évolution du courant dans cette expérience. La première région caractérise le début de remplissage, suivi de la deuxième région qui caractérise le remplissage et la troisième région ou plateau qui décrit la saturation où le courant reste constant quelque soit la durée du temps de recharge.

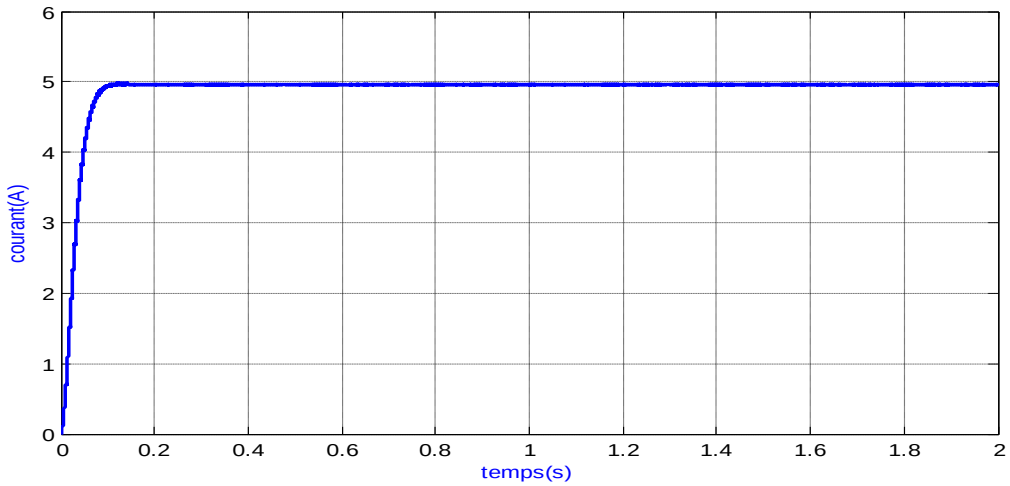


Figure III. 36.Résultats de simulation de la valeur moyenne du courant de sortie du hacheur survolteur.

Le graphe ci – dessus décrit une exponentielle croissante de l'intensité du courant sortie en fonction du temps. Ainsi, on constate trois régions caractéristiques qui décrivent l'évolution du courant dans cette expérience. La première région caractérise le début de remplissage, suivi de la

deuxième région qui caractérise le remplissage et la troisième région ou plateau qui décrit la saturation où le courant reste constant quelque soit la durée du temps de recharge.

deuxième région qui caractérise le remplissage et la troisième région ou plateau qui décrit la saturation où le courant reste constant quelque soit la durée du temps de recharge.

On remarque que la valeur finale de l'intensité du courant sortie inferieur de l'intensité du courant d'entrer presque 30%.

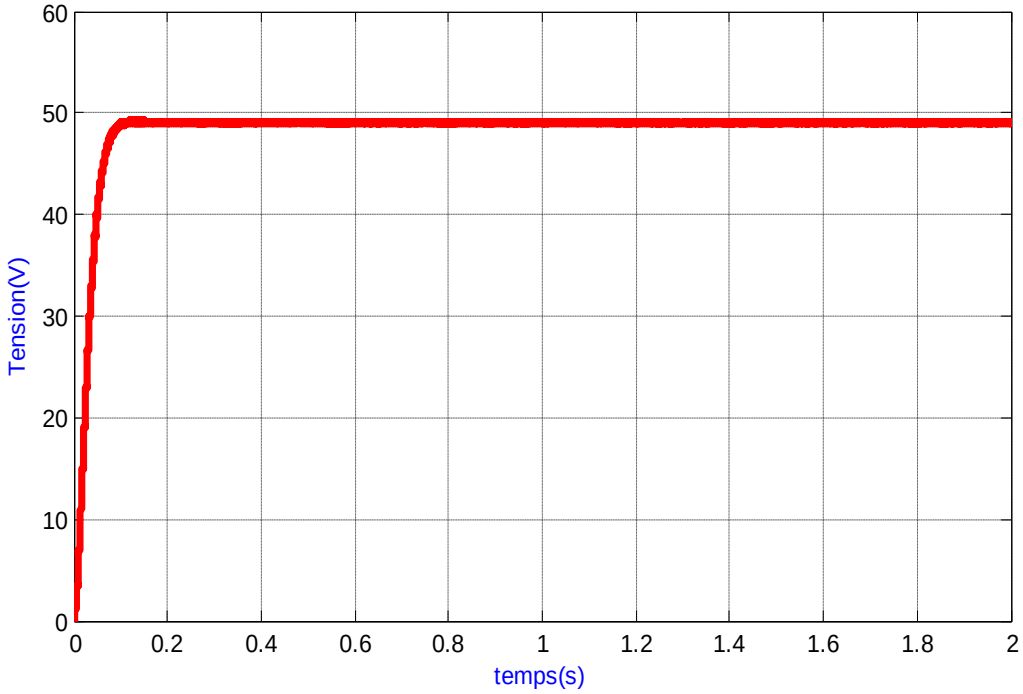


Figure III. 37.Résultats de simulation de la valeur moyenne de la tension de sortie du hacheur survolteur.

Le graphe ci – dessus décrit une exponentielle croissante de tension en fonction du temps. Ainsi, on constate trois régions caractéristiques qui décrivent l'évolution de tension dans cette expérience. La première région caractérise le début de remplissage, suivi de la deuxième région qui caractérise le remplissage et la troisième région ou plateau qui décrit la saturation où la tension reste constant quelque soit la durée du temps de recharge.

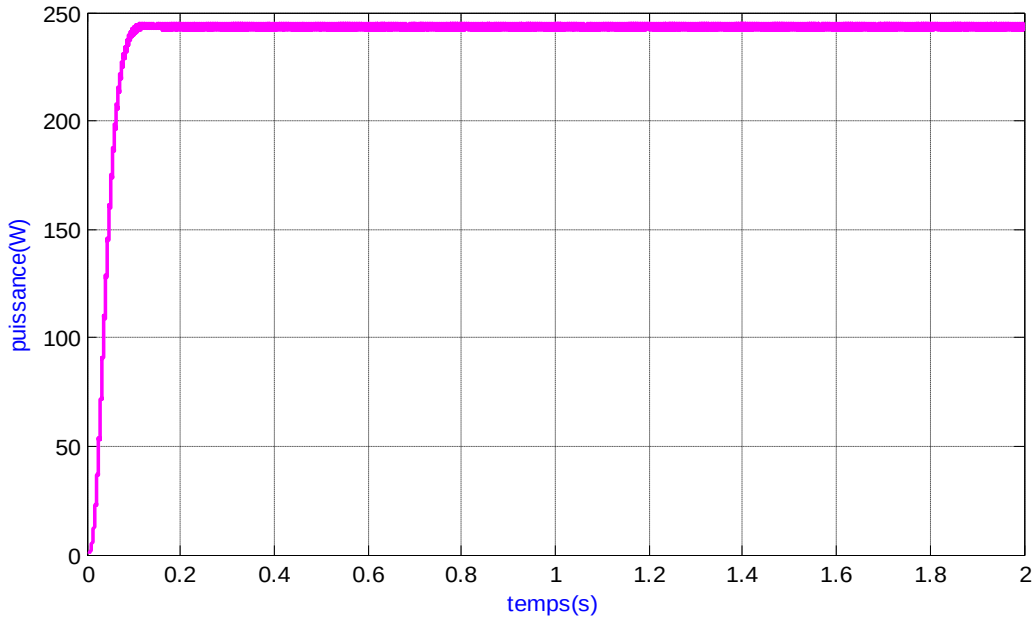


Figure III. 38.: Résultats de simulation de la valeur moyenne de puissance de sortie du hacheur survolteur.

Le graphe ci – dessus décrit une exponentielle croissante de puissance en fonction du temps. Ainsi, on constate trois régions caractéristiques qui décrivent l'évolution du puissance dans cette expérience. La première région caractérise le début de remplissage, suivi de la deuxième région qui caractérise le remplissage et la troisième région ou plateau qui décrit la saturation où le courant reste constant quelque soit la durée du temps de recharge.

III.4. simulation d'un convertisseur boost par ISIS- PROTUES :

Pour réaliser un convertisseur on va utilisée le logiciel de isis+ protues pour faire les circuit intégré (circuit de commande et circuit de puissance) .

III.4. 1.ISIS-PROTUES :

Le logiciel PROTEUS est composé de trois modules :

- ✓ L'éditeur de schéma ISIS
- ✓ Le simulateur LISA
- ✓ L'outil de conception de circuit imprimé ARES

ISIS produit d'une part, une liste d'équipotentiels qui peut être utilisée par le simulateur LISA et l'outil de conception de circuit imprimé ARES, d'autre part, une liste de matériel et des rapports de contrôle des règles électriques.

LISA est un ensemble de modules de simulation lié à ISIS. Le noyau de simulation PROSPICE est basé sur la version 3F5 du moteur SPICE publié par l'université de Berkeley.

ARES est un module de conception de circuit imprimé compatible Windows, 98 2000 et XP. Il permet le placement des composants en mode automatique, manuel ou semi-automatique et le routage des liaisons sur plusieurs couches en mode automatique manuel ou semi-automatique.

III.4.2 . les circuit intégré (command, hacheur) :

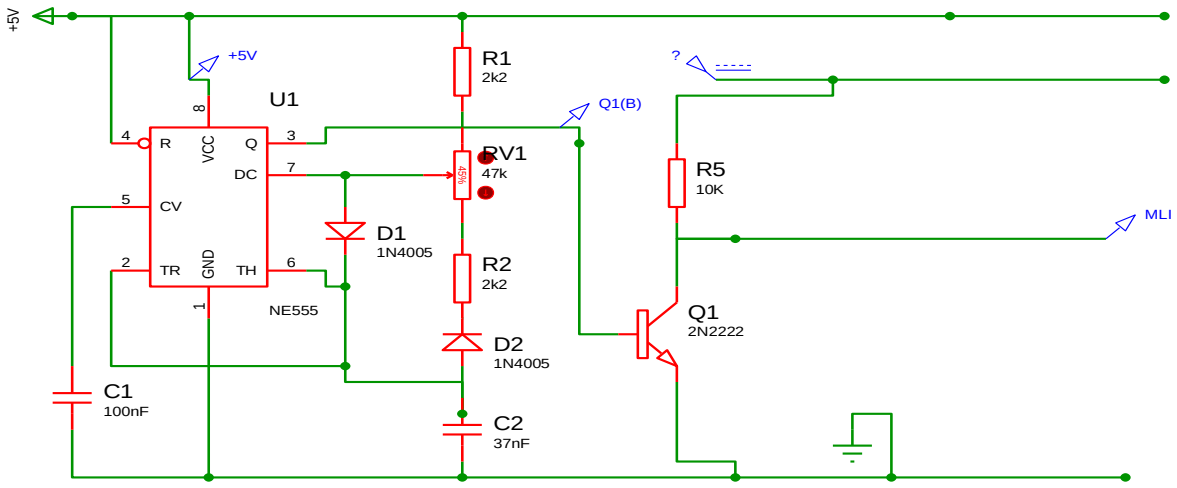


Figure III. 39. Circuit électronique de sous bloc d'alimentation.

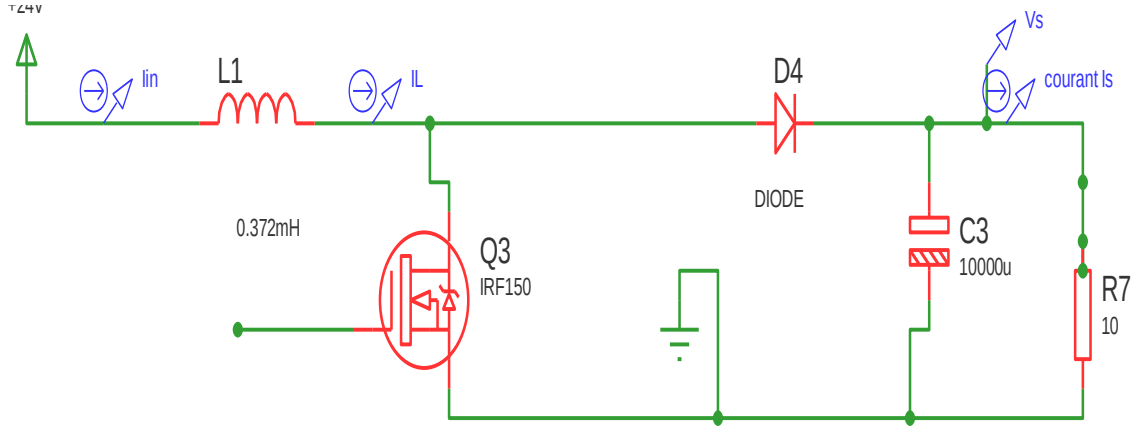


Figure III. 40.circuit électronique de l'hacheur Boost

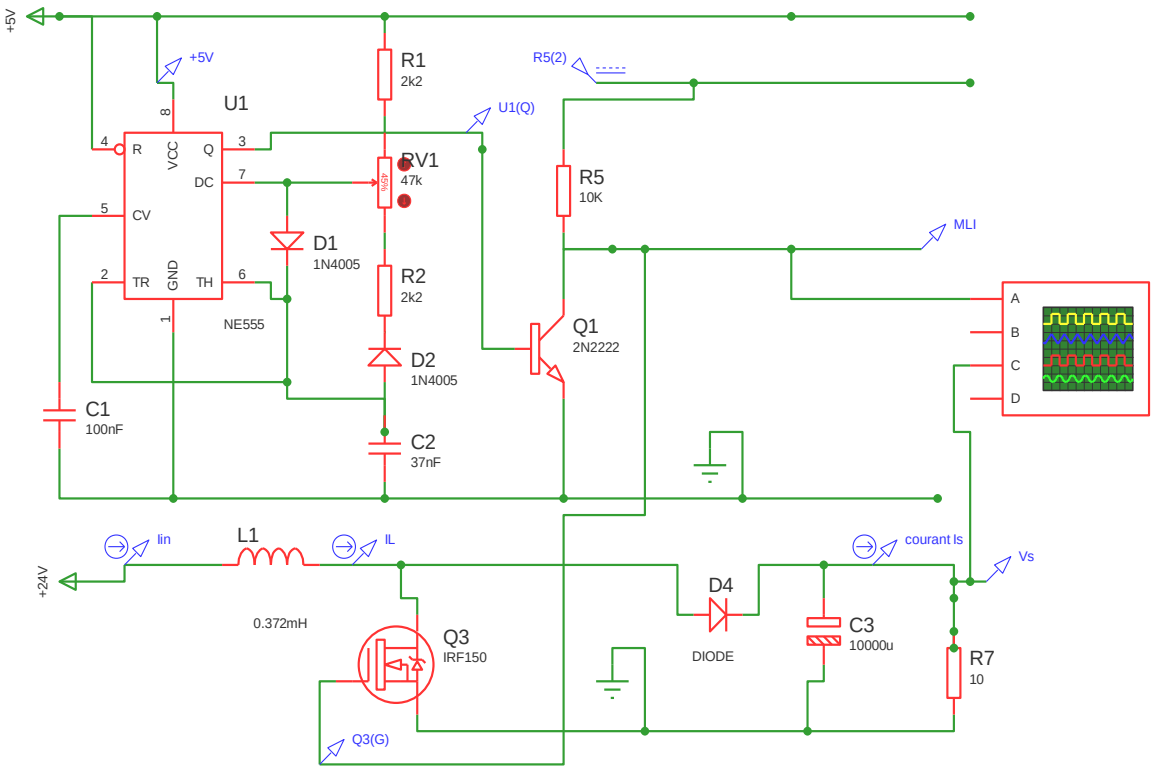


Figure III. 41.**Circuit électronique de l'hacheur et de l'alimentation.**

III.4.3 .résultats de la simulation :

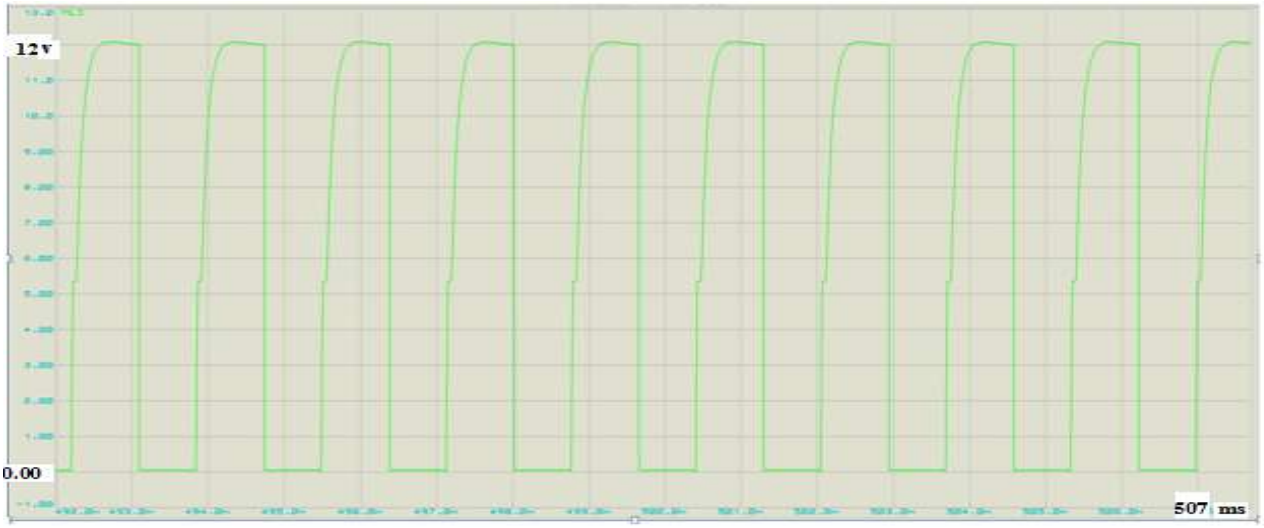


Figure III. 42.Résultats de simulation de signal MLI

On a la tension de signal MLI en fonction du temps, la valeur de ce signal MLI égala 12V (le technique signal carré) .



Figure III. 43: Résultats de simulation de la valeur moyenne du courant IL .

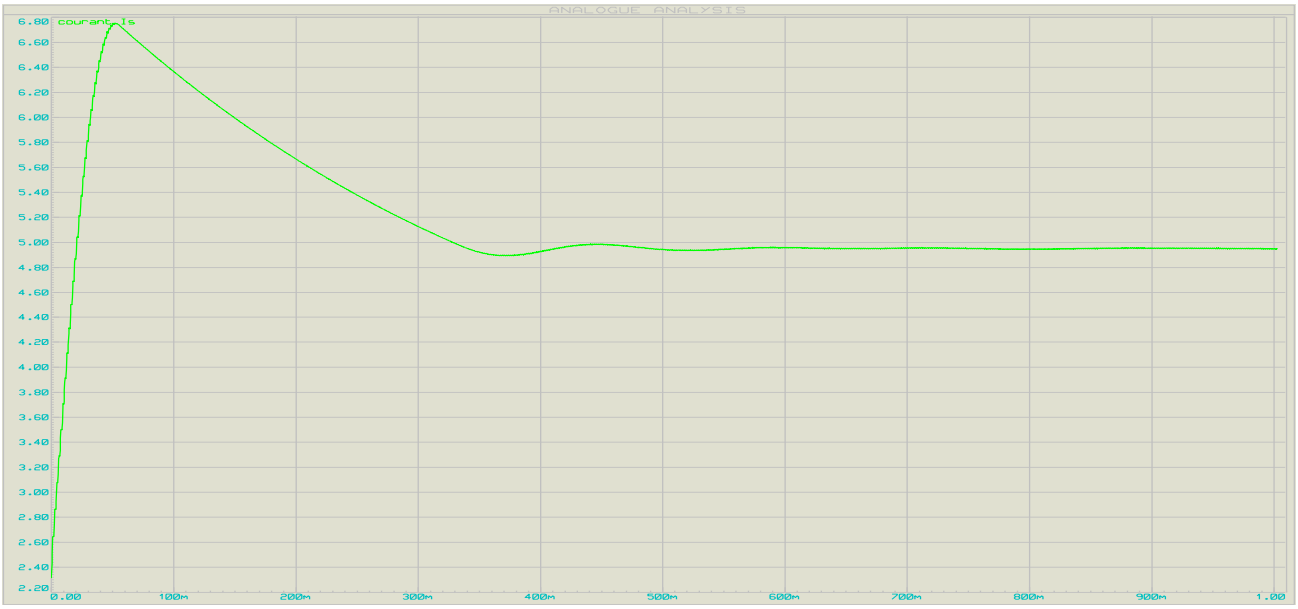


Figure III. 44.**Résultats de simulation de la valeur moyenne du courant sortie.**

La figure représente le courant de sortie en fonction du temps, la valeur de ce courant égala 5A

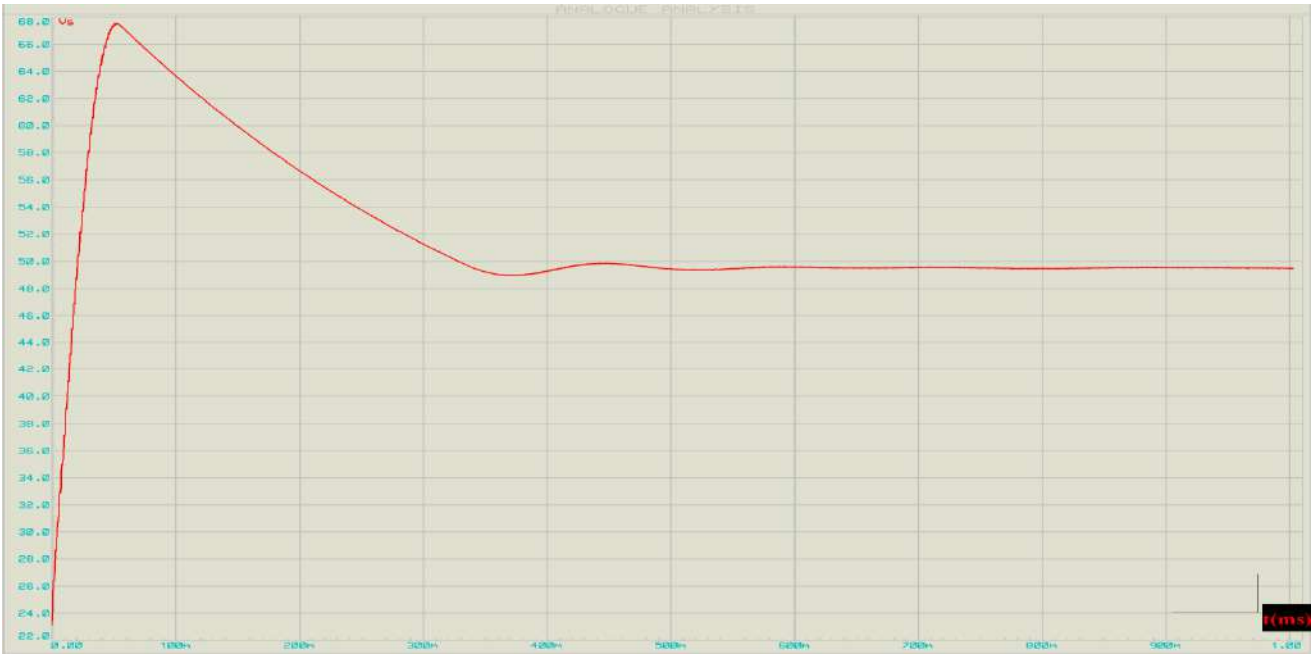


Figure III. 45: Résultats de simulation de la valeur de la tension de sortie.

La figure reprisent la tension de sortie en fonction du temps, cette tension égala 49 V.

III.5 .Réalisation d'un convertisseur boost :

III.5.1. Tests de la carte hacheur survolteur :

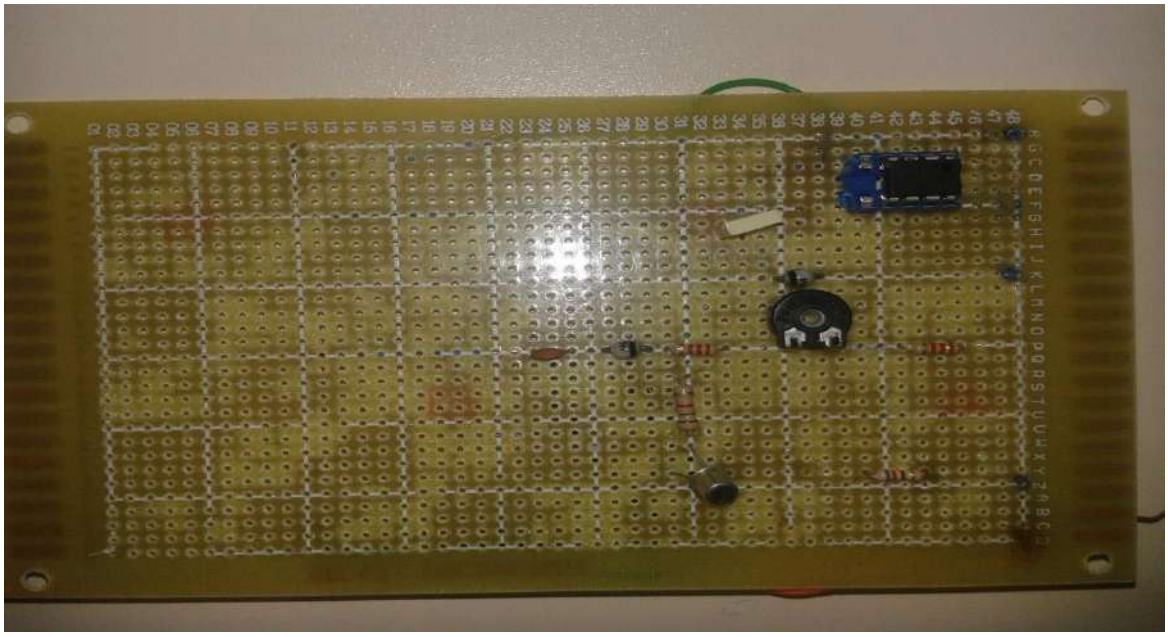


Figure III. 46: carte d'alimentation.

La figure reprisent la carte d'alimentation, celle nous donne un signal MLI (technique signal carrée) son valeur égala 12V.

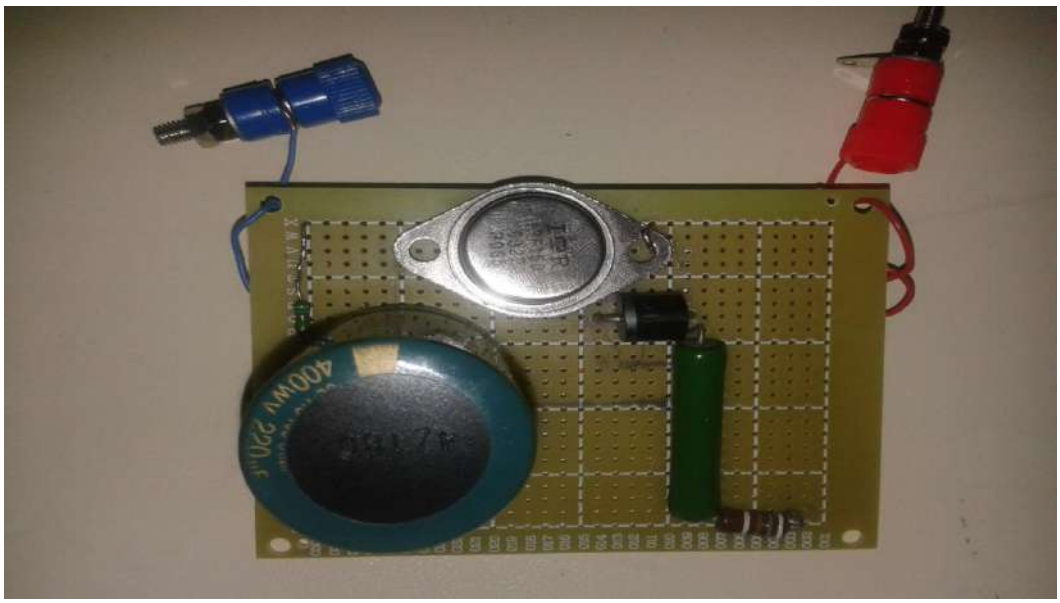


Figure III. 47.carte de puissance (hacheur) **.**

La figure reprisent la carte de puissance (un hacheur survolteur),il nous donne une tension de sortie et un courant de sortie 50V ,5A respectivement.

A) test de tension d'entrée :

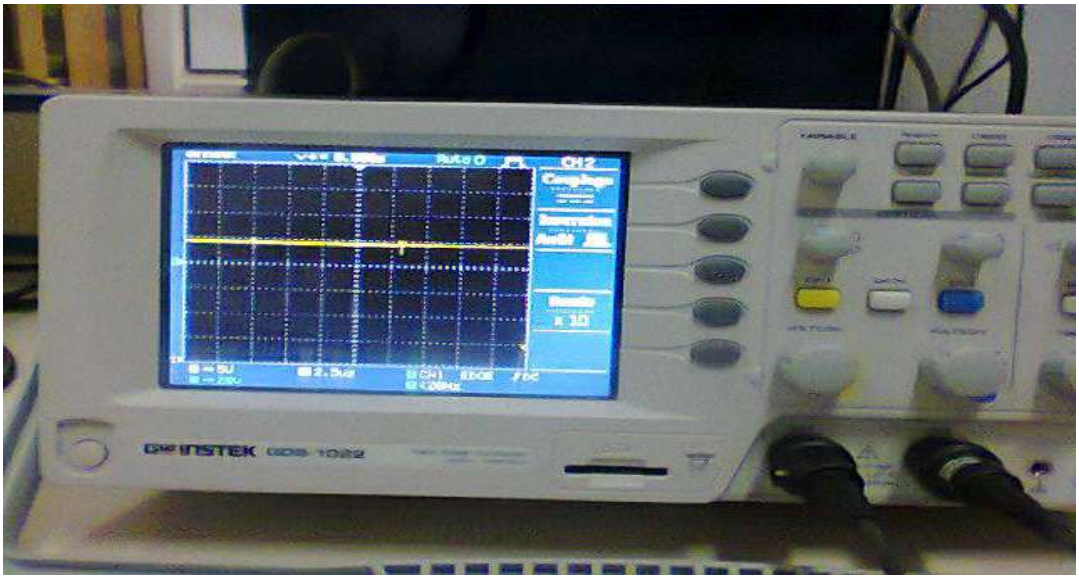


Figure III. 48.la tension d'entrée d'un hacheur **.**

La figure reprisent la tension d'entrée d'un hacheur, ça valeur égala 24 V.

On a un signal d'entrer en fonction de temps son valeur constant V=24 v .

B) signal de commande (signal MLI) :

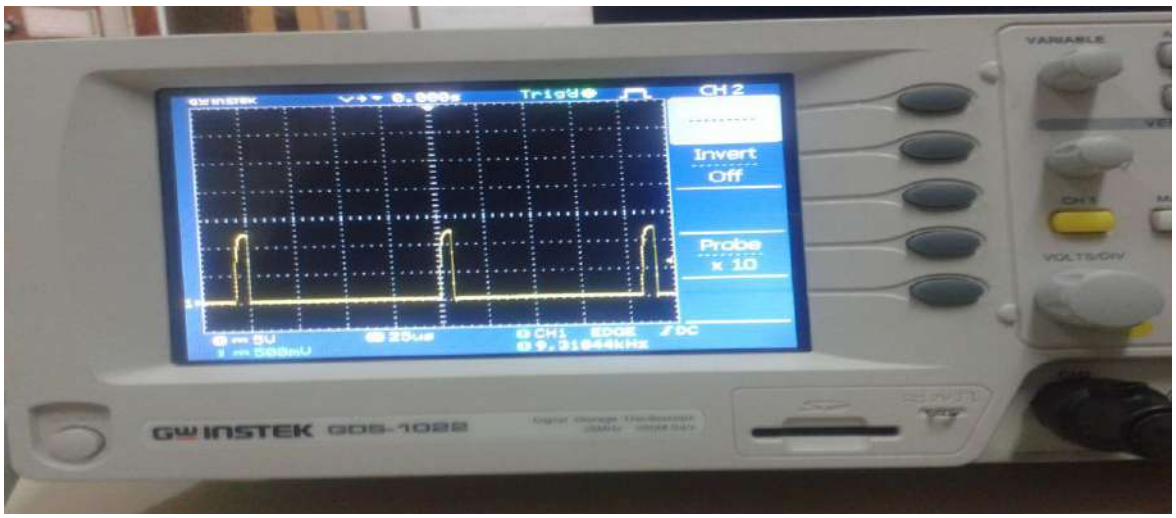


Figure III. 49.signale MLI .

On a un signal MLI en fonction de temps sa valeur égale 12 volte

C) test des tension de sortie :

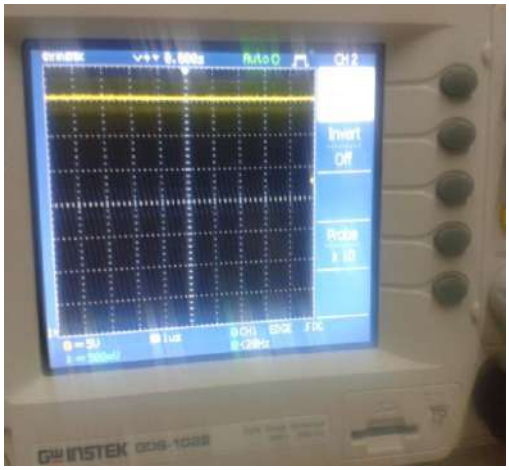




Figure III. 50.la tension de sortie d'un hacheur .

Le oscilloscope et le voltmètre sont représenté la tension sortie d'un hacheur sa valeur égale 50v

C) test des tension d'entrée avec signal MLI :

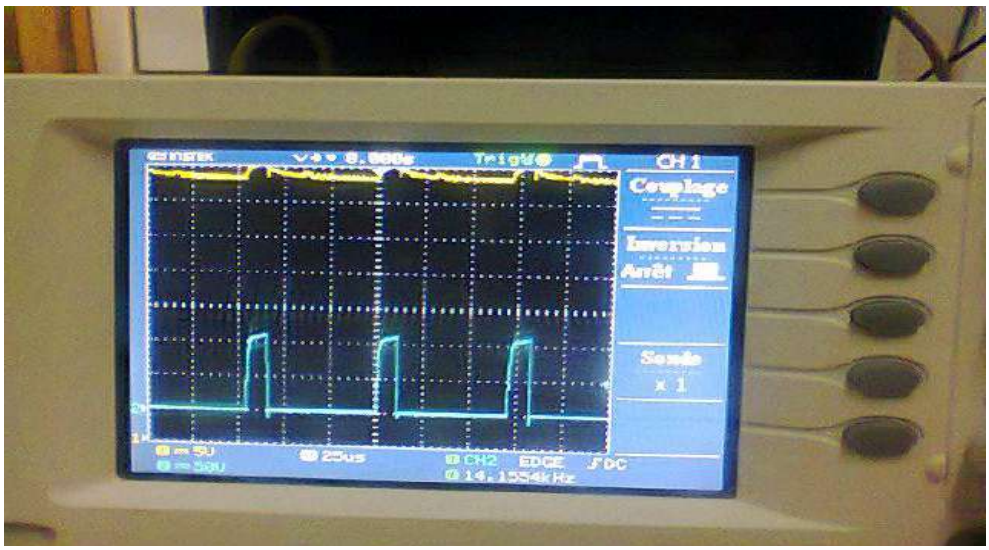


Figure III. 51.la tension de sortie d'un hacheur et signal MLI .

III.6. conclusion :

Dans ce chapitre, nous devons compléter convertisseur boost, sur la base des résultats des simulations (Matalb lien symbolique et Isis Proteus)

Comme nous l'avons identifiée, la valeur des composants de base de l'adaptateur boost (intensive, la bobine).

CONCLUSION GENERAL

CONCLUSTION GENERAL

Les énergies renouvelables sont considérées comme la meilleure solution, au problème de la pollution de l'environnement, qui menace notre planète, en raison de l'utilisation excessive des énergies fossiles.

Pour cela, on trouve un grand nombre d'organisations internationales qui sont encouragés à compter sur les énergies renouvelables dans le secteur de l'électricité.

L'Algérie est également considéré, parmi les pays riches des énergies renouvelables, notamment l'énergie solaire photovoltaïque, il a un grand afflux de rayonnement solaire, permettant la production de grande énergie électrique, d'aider à réduire l'utilisation du pétrole et du gaz.

On distingue trois types de technologie photo voltaïque (mono cristallin, poly cristallin et amorphe) dont le plus utiliser et le meilleur est le monocristallin avec un rendement de 18%.

Le monocristallin est considéré comme le meilleur de la technologie dans l'industrie de la cellule solaire, parce qu'il a un grand rendement.

Les convertisseurs sont nécessaires pour l'utilisation de l'énergie solaire photovoltaïque, parce que la production est irrégulière en raison du climat (nuages, sable) et les oiseaux.

Turbulences dans l'utilisation de l'électricité, pour cela, (boost) entre la production et la consommation (la charge), ce que nous avons vu dans le deuxième chapitre.

Le Convertisseur élévateur de tension travail à faire monter la tension lorsque la tension est faible, ce qui est notre objectif dans cette mémoire.

L'utilisation du logiciel Matalb simulink et isis protus, nous ont aidé à simuler et à la conception du convertisseur Boost.

Le résultat a été, d'obtenir les courbes montrant le principe de travail et les résultats de ce convertisseur, où nous constatons que l'intensité du courant diminue, et l'intensité de la tension augmente.

CONCLUSTION GENERAL

Enfin, après avoir obtenu de bons résultats bouillants, à travers le programme de simulations, nous avons réalisé le convertisseur élévateur de tension comme indiqué dans le troisième chapitre.

ANNEXE

1. MOSFET: IRF150

IRF150		UNITS
Drain to Source Voltage (Note 1)	VDS	100 V
Drain to Gate Voltage (RGS= 20kΩ)(Note 1)	VDGR	100 V
Continuous Drain Current	ID	40 A
TC= 100 C^{o}.	ID	25 A
Pulsed Drain Current (Note 3)	IDM	160 A
Gate to Source Voltage	VGS	±20 V
Maximum Power Dissipation	PD	150 W
Linear Derating Factor		1.2 W/ C^{o}
Single Pulse Avalanche Energy Rating (Note 4)	EAS	150 mJ
Operating and Storage Temperature	TJ, TSTG	-55 to 150 C ^{o}

Maximum Temperature for Soldering

Leads at 0.063in (1.6mm) from Case for 10s. . . . . TL 300 C°

Package Body for 10s, See Techbrief 334 . . . .Tpkg 260 C°

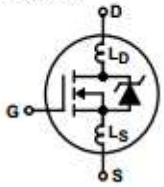
CAUTION:

Stresses above those listed in "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress only rating and operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied.

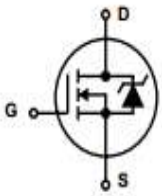
NOTE:

1. TJ= 25 C° to 125 C°

Electrical Specifications T_C = 25°C, Unless Otherwise Specified

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Drain to Source Breakdown Voltage	BV_{DSS}	V_{GS} = 0V, I_D = 250µA (Figure 10)		100	-	-	V
Gate to Threshold Voltage	$V_{GS(TH)}$	V_{GS} = V_{DS}, I_D = 250µA		2.0	-	4.0	V
Zero Gate Voltage Drain Current	I_{DSS}	V_{DS} = Rated BV_{DSS}, V_{GS} = 0V		-	-	25	µA
		V_{DS} = 0.8 x Rated BV_{DSS}, V_{GS} = 0V, T_J = 125°C		-	-	250	µA
On-State Drain Current (Note 2)	$I_{D(ON)}$	V_{DS} > $I_{D(ON)}$ x $r_{DS(ON)MAX}$, V_{GS} = 10V		40	-	-	A
Gate to Source Leakage Current	I_{GSS}	V_{GS} = ±20V		-	-	±100	nA
Drain to Source On Resistance (Note 2)	$r_{DS(ON)}$	V_{GS} = 10V, I_D = 20A (Figures 8, 9)		-	0.045	0.055	Ω
Forward Transconductance (Note 2)	g_{fs}	V_{DS} > $I_{D(ON)}$ x $r_{DS(ON)MAX}$, I_D = 20A (Figure 12)		9.0	11	-	S
Turn-On Delay Time	$t_{d(ON)}$	V_{DD} = 24V, I_D = 20A, R_G = 4.7Ω, R_L = 1.2Ω (Figures 17, 18) MOSFET Switching Times are Essentially Independent of Operating Temperature		-	-	35	ns
Rise Time	t_r			-	-	100	ns
Turn-Off Delay Time	$t_{d(OFF)}$			-	-	125	ns
Fall Time	t_f			-	-	100	ns
Total Gate Charge (Gate to Source + Gate to Drain)	$Q_{g(TOT)}$	V_{GS} = 10V, I_D = 50A, V_{DS} = 0.8 x Rated BV_{DSS}, $I_{g(REF)}$ = -1.5mA (Figures 14, 19, 20) Gate Charge is Essentially Independent of Operating Temperature		-	63	120	nC
Gate to Source Charge	Q_{gs}			-	27	-	nC
Gate to Drain "Miller" Charge	Q_{gd}			-	36	-	nC
Input Capacitance	C_{ISS}	V_{GS} = 0V, V_{DS} = 25V, f = 1.0MHz (Figure 11)		-	2000	-	pF
Output Capacitance	C_{OSS}			-	1000	-	pF
Reverse Transfer Capacitance	C_{RSS}			-	350	-	pF
Internal Drain Inductance	L_D	Measured between the Contact Screw on the Flange that is Closer to Source and Gate Pins and the Center of Die	Modified MOSFET Symbol Showing the Internal Devices Inductances 	-	5.0	-	nH
Internal Source Inductance	L_S	Measured from the Source Lead, 6mm (0.25in) from the Flange and the Source Bonding Pad		-	12.5	-	nH
Thermal Impedance Junction to Case	$R_{\theta JC}$			-	-	0.8	°C/W
Thermal Impedance Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	Free Air Operation		-	-	30	°C/W

Source to Drain Diode Specifications

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Continuous Source to DrainCurrent	I_{SD}	Modified MOSFET Symbol Showing the Integral Reverse P-N Junction Diode		-	-	40	A
Pulse Source to Drain Current (Note 3)	I_{SDM}			-	-	160	A
Diode Source to Drain Voltage (Note 2)	V_{SD}	$T_J = 25^oC$, $I_{SD} = 40A$, $V_{GS} = 0V$ (Figure 13)		-	-	2.5	V
Reverse Recovery Time	t_{rr}	$T_J = 150^oC$, $I_{SD} = 40A$, $dI_{SD}/dt = 100A/\mu s$		-	600	-	ns
Reverse Recovery Charge	Q_{RR}	$T_J = 25^oC$, $I_{SD} = 5.5A$, $dI_{SD}/dt = 100A/\mu s$		-	3.3	-	µC

NOTES:

2. Pulse test: pulse width≤300µs, duty cycle≤2%.
3. Repetitive rating: pulse width limited by Max junction temperature. See Transient Thermal Impedance curve
4. VDD= 10V, starting TJ= 25 C^o , L = 170µH, RG= 50Ω, Peak IAS= 40A.

2.DIODE 2N2222:

The 2N2222 and 2N2222A are NPN transistors mounted in TO-18 metal package with the collector

connected to the case .

They are primarily intended for high speed switching. The 2N2222 is also suitable for d.c. and v.h.f./u.h.f. amplifiers .

PNP complements are 2N2907 and 2N2907A . Compliance to RoHS

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS:

Symbol	Ratings			Value	Unit
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage		2N2222A	40(1)	V
			2N2222	30	
V_{CBO}	Collector-Base Voltage		2N2222A	75	V
			2N2222	60	
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage		2N2222A	6	V
			2N2222	5	
I_C	Collector Current		2N2222A	800	mA
			2N2222		
P_D	Total Power Dissipation	@ T_{amb} = 25°	2N2222A	0.5	Watts
			2N2222		
P_D	Total Power Dissipation	@ T_{case}= 25°	2N2222A	1.2	Watts
			2N2222		
T_J	Junction Temperature		2N2222A	200	°C
			2N2222		
T_{Stg}	Storage Temperature range		2N2222A	-65 to +200	°C
			2N2222		

(1) Applicable up to IC= 500mA

THERMAL CHARACTERISTICS:

Symbol	Ratings		Value	Unit
R_{thJ-a}	Thermal Resistance, Junction to ambient in free air	2N2222A 2N2222	350	K/W
R_{thJ-c}	Thermal Resistance, Junction to case	2N2222A 2N2222	146	K/W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS:

TC=25°C unless otherwise noted

Symbol	Ratings	Test Condition(s)		Min	Typ	Mx	Unit
I_{CBO}	Collector Cutoff Current	V_{CB}=60 V, I_E=0V V_{CB}=50 V, I_E=0V	2N2222A 2N2222	-	-	10	nA
I_{CBO}	Collector Cutoff Current	V_{CB}=60 V, I_E=0V, T_j=150°C V_{CB}=50 V, I_E=0V, T_j=150°C	2N2222A 2N2222	-	-	10	µA
I_{EBO}	Emitter Cutoff Current	V_{BE}=3.0 V, I_C=0	2N2222A 2N2222	-	-	10	nA
I_{CEX}	Collector Cutoff Current	V_{CE}=60 V, -V_{BE}=3V	2N2222A 2N2222	-	-	10	nA
V_{CEO}	Collector Emitter Breakdown Voltage	I_C=10 mA, I_B=0	2N2222A 2N2222	40 30	- -	- -	V
V_{CBO}	Collector Base Breakdown Voltage	I_C=10 µA, I_E=0	2N2222A 2N2222	75 60	- -	- -	V
V_{EBO}	Emitter Base Breakdown Voltage	I_E=10 µA, I_C=0	2N2222A 2N2222	6 5	- -	- -	V
h_{FE}	DC Current Gain	I_C=0.1 mA, V_{CE}=10 V	2N2222A 2N2222	35	-	-	-
		I_C=1 mA, V_{CE}=10 V	2N2222A 2N2222	50	-	-	
		I_C=10 mA, V_{CE}=10 V	2N2222A 2N2222	75	-	-	
		I_C=10 mA, V_{CE}=10 V T_{amb} = -55°	2N2222A 2N2222	35 -	- -	- -	
		I_C=150 mA, V_{CE}=1 V (1)	2N2222A 2N2222	50	-	-	
		I_C=150 mA, V_{CE}=10 V (1)	2N2222A 2N2222	100	-	-	
		I_C=500 mA, V_{CE}=10 V (1)	2N2222A 2N2222	40 30	- -	- -	
$V_{CE(SAT)}$	Collector-Emitter saturation Voltage (1)	I_C=150 mA, I_B=15 mA	2N2222A 2N2222	- -	- -	0.3 0.4	V
		I_C=500 mA, I_B=50 mA	2N2222A 2N2222	- -	- -	1 1.6	
$V_{BE(SAT)}$	Base-Emitter saturation Voltage (1)	I_C=150 mA, I_B=15 mA	2N2222A 2N2222	- -	- -	1.2 1.3	
		I_C=500 mA, I_B=50 mA	2N2222A 2N2222	- -	- -	2 2.6	

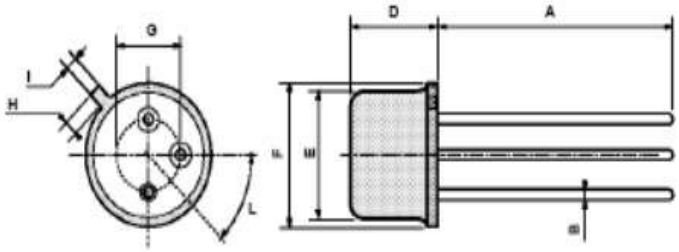
Symbol	Ratings	Test Condition(s)		Min	Typ	Mx	Unit
f_T	Transition frequency	I_C=20 mA, V_{CE}=20 V f= 100MHz	2N2222A	250	-	-	MHz
			2N2222	300	-	-	
h_{fe}	Small signal current gain	I_C=1 A, V_{CE}=2.0 V	2N2222A	3	-	-	-
			2N2222	2.5	-	-	

Symbol	Ratings	Test Condition(s)		Min	Typ	Mx	Unit
t_d	Delay time	I_C=150 mA ,I_B =15 mA -V_{BE}=0.5 V	2N2222A	-	-	10	ns
t_r	Rise time		2N2222A	-	-	25	
C_C	Collector capacitance	I_E= I_e = 0 ,V_{CB}=10 V f = 100kHz	2N2222A	-	-	8	pF
			2N2222				
C_E	Emitter capacitance	I_C= I_c = 0 ,V_{EB}=0.5 V f = 100kHz	2N2222A	-	-	25	pF
			2N2222	-	-	-	
r_b,C_C	Feedback time constant	I_C=20 mA, V_{CE}=20 V f= 31.8MHz	2N2222A	-	-	150	ps
			2N2222	-	-	-	

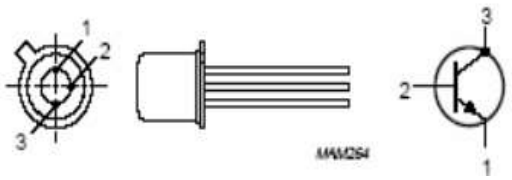
(1) Pulse conditions : tp < 300 μs, δ=2%

MECHANICAL DATA CASE TO-18:

DIMENSIONS		
	mm	inches
A	12,7	0,5
B	0,49	0,019
D	5,3	0,208
E	4,9	0,193
F	5,8	0,228
G	2,54	0,1
H	1,2	0,047
I	1,16	0,045
L	45°	45°



Pin 1 :	Emitter
Pin 2 :	Base
Pin 3 :	Collector



3. 1N4001 THRU 1N4007

PLASTIC SILICON RECTIFIER

VOLTAGE -50 to 1000 Volts CURRENT -1.0 Ampere

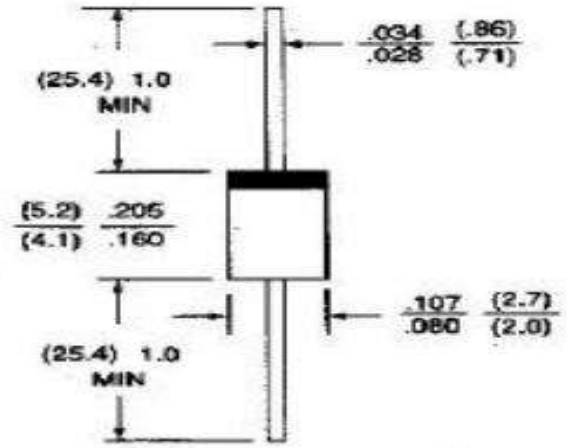
FEA TURES

- Low forward voltage drop

- l High current capability
- l High reliability
- l High surge current capability
- l Exceeds environmental standards of MIL-S-19500/228

MECHANICAL DATA
Case: Molded plastic , DO-41
Epoxy: UL 94V-O rate flame retardant
Lead: Axial leads, solderable per MIL-STD-202,
method 208 guaranteed
Polarity: Color band denotes cathode end
Mounting Position: Any
Weight: 0.012 ounce, 0.3 gram

DO-41



Dimensions in inches and (millimeters)

MAXIMUM RATINGS AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS:
Ratings at 25ambient temperature unless otherwise specified.
Single phase, half wave, 60 Hz, resistive or inductive load.
For capacitive load, derate current by 20%.

	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	UNITS
Maximum Recurrent Peak Reverse Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum RMS Voltage	35	75	140	280	420	560	700	V
Maximum DC Blocking Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum Average Forward Rectified Current .375"(9.5mm) Lead Length at T_A=75	1.0							A
Peak Forward Surge Current 8.3ms single half sine-wave superimposed on rated load (JEDEC method)	30							A
Maximum Forward Voltage at 1.0A DC and 25	1.1							V
Maximum Full Load Reverse Current Full Cycle Average at 75 Ambient	30							A
Maximum Reverse Current at T_A=25 At Rated DC Blocking Voltage T_A=100	5.0 500							A A
Typical Junction capacitance (Note 1)	15							pF
Typical Thermal Resistance (Note 2) R JA	50							/W
Typical Thermal resistance (NOTE 2) R JL	25							/W
Operating and Storage Temperature Range T_J,T_{STG}	-55 to +150							

4. NE555 :

1 Features

• Timing From Microseconds to Hours

• Astable or Monostable Operation

• Adjustable Duty Cycle

• TTL-Compatible Output Can Sink or SourceUp to 200 mA

• On Products Compliant to MIL-PRF-38535,

All Parameters Are Tested Unless Otherwise Noted. On All Other Products, Production Processing Does Not Necessarily Include

2 Applications

• Fingerprint Biometrics

• Iris Biometrics

• RFID Reader

3 Description

These devices are precision timing circuits capable of producing accurate time delays or oscillation. In the time-delay or mono-stable mode of operation, the resistor and capacitor network. In the a-stable mode of operation, the frequency and duty cycle can be controlled independently with two external resistors and a single external capacitor.

The threshold and trigger levels normally are two-Noted. On All Other Products, Production thirds and one-third, respectively, of VCC . These levels can be altered by use of the control-voltage terminal. When the trigger input falls below the trigger

level, the flip-flop is set, and the output goes high. If the trigger input is above the trigger level and the threshold input is above the threshold level, the flipflop is reset and the output is low. The reset (RESET) input can override all other inputs and can be used to

initiate a new timing cycle. When RESET goes low, the flip-flop is reset, and the output goes low. When the output is low, a low-impedance path is provided

between discharge (DISCH) and ground.

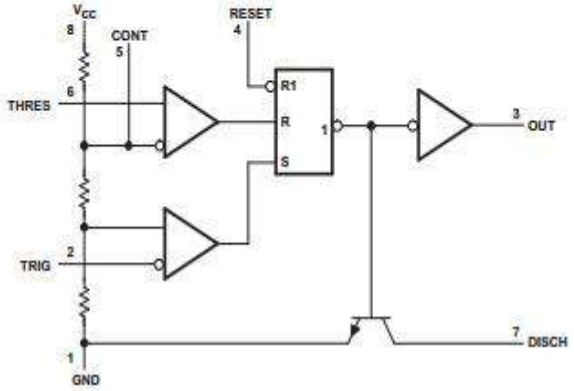
The output circuit is capable of sinking or sourcing current up to 200 mA. Operation is specified for supplies of 5 V to 15 V. With a 5-V supply, output levels are compatible with TTL inputs.

Device Information(1)

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
xx555	PDIP (8)	9.81 mm × 6.35 mm
	SOP (8)	6.20 mm × 5.30 mm
	TSSOP (8)	3.00 mm × 4.40 mm
	SOIC (8)	4.90 mm × 3.91 mm

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

4 Simplified Schematic



7.4 Electrical Characteristics

V_{CC} = 5 V to 15 V, T_A = 25°C (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS		SE555			NA555 NE555 SA555			UNIT
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
THRES voltage level	V_{CC} = 15 V		9.4	10	10.6	8.8	10	11.2	V
	V_{CC} = 5 V		2.7	3.3	4	2.4	3.3	4.2	
THRES current(1)				30	250		30	250	nA
TRIG voltage level	V_{CC} = 15 V		4.8	5	5.2	4.5	5	5.6	V
		T_A = –55°C to 125°C	3		6				
	V_{CC} = 5 V		1.45	1.67	1.9	1.1	1.67	2.2	
		T_A = –55°C to 125°C			1.9				
TRIG current	TRIG at 0 V			0.5	0.9		0.5	2	µA
RESET voltage level			0.3	0.7	1	0.3	0.7	1	V
	T_A = –55°C to 125°C				1.1				
RESET current	RESET at V_{CC}			0.1	0.4		0.1	0.4	mA
	RESET at 0 V			–0.4	–1		–0.4	–1.5	
DISCH switch off-state current				20	100		20	100	nA
DISCH switch on-state voltage	V_{CC} = 5 V, I_O = 8 mA						0.15	0.4	V
DISCH switch on-state voltage	V_{CC} = 5 V, I_O = 8 mA						0.15	0.4	V
CONT voltage (open circuit)	V_{CC} = 15 V		9.6	10	10.4	9	10	11	V
		T_A = –55°C to 125°C	9.6		10.4				
	V_{CC} = 5 V		2.9	3.3	3.8	2.6	3.3	4	
		T_A = –55°C to 125°C	2.9		3.8				
Low-level output voltage	V_{CC} = 15 V, I_{OL} = 10 mA			0.1	0.15		0.1	0.25	V
		T_A = –55°C to 125°C			0.2				
	V_{CC} = 15 V, I_{OL} = 50 mA			0.4	0.5		0.4	0.75	
		T_A = –55°C to 125°C			1				
	V_{CC} = 15 V, I_{OL} = 100 mA			2	2.2		2	2.5	
		T_A = –55°C to 125°C			2.7				
	V_{CC} = 15 V, I_{OL} = 200 mA			2.5			2.5		
	V_{CC} = 5 V, I_{OL} = 3.5 mA	T_A = –55°C to 125°C			0.35				
	V_{CC} = 5 V, I_{OL} = 5 mA			0.1	0.2		0.1	0.35	
		T_A = –55°C to 125°C			0.8				
	V_{CC} = 5 V, I_{OL} = 8 mA			0.15	0.25		0.15	0.4	
High-level output voltage	V_{CC} = 15 V, I_{OH} = –100 mA		13	13.3		12.75	13.3		V
		T_A = –55°C to 125°C	12						
	V_{CC} = 15 V, I_{OH} = –200 mA			12.5			12.5		
	V_{CC} = 5 V, I_{OH} = –100 mA		3	3.3		2.75	3.3		
		T_A = –55°C to 125°C	2						
Supply current	Output low, No load	V_{CC} = 15 V		10	12		10	15	mA
		V_{CC} = 5 V		3	5		3	6	
	Output high, No load	V_{CC} = 15 V		9	10		9	13	
		V_{CC} = 5 V		2	4		2	5	

(1) This parameter influences the maximum value of the timing resistors RA and RB in the circuit .

when VCC= 5 V, the maximum value is R = RA+ RB ≈ 3.4 MΩ, and for VCC= 15 V, the maximum value is 10 MΩ.

7.5 Operating Characteristics

V_{CC} = 5 V to 15 V, T_A = 25°C (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS[1]	SE555			NA555 NE555 SA555			UNIT
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Initial error of timing interval[2]	Each timer, monostable[3]	T_A = 25°C		0.5	1.5[4]		1	3	%
	Each timer, astable[5]			1.5			2.25		
Temperature coefficient of timing interval	Each timer, monostable[3]	T_A = MIN to MAX		30	100[4]		50		ppm/°C
	Each timer, astable[5]			90			150		
Supply-voltage sensitivity of timing interval	Each timer, monostable[3]	T_A = 25°C		0.05	0.2[4]		0.1	0.5	%/V
	Each timer, astable[5]			0.15			0.3		
Output-pulse rise time		C_L = 15 pF, T_A = 25°C		100	200[4]		100	300	ns
Output-pulse fall time		C_L = 15 pF, T_A = 25°C		100	200[4]		100	300	ns

MATLAB SIMULINK:

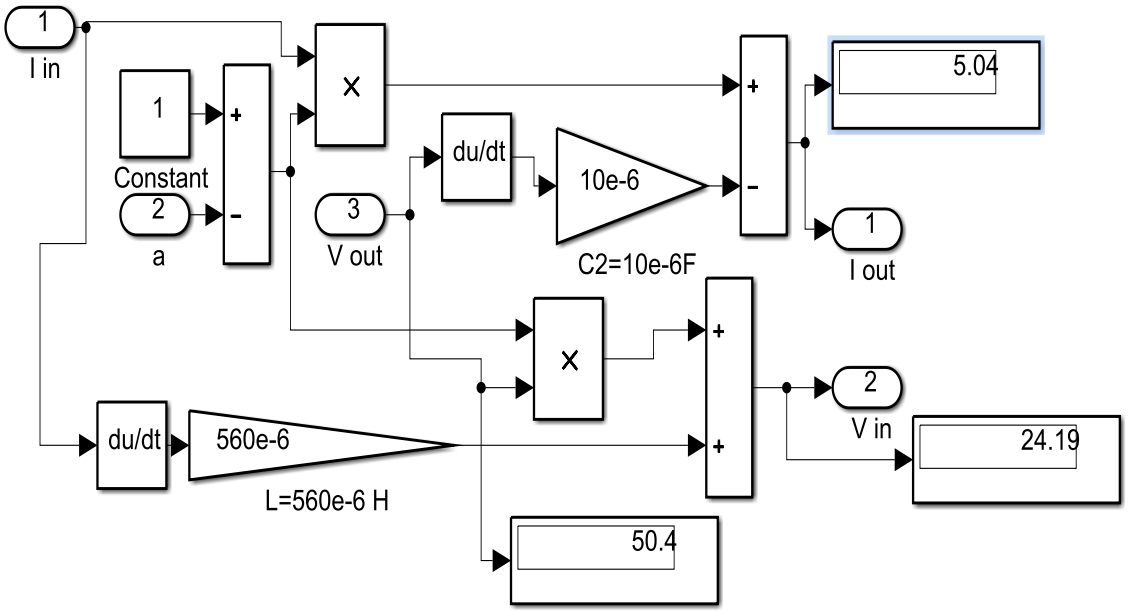


Figure III. 52: **Schéma fonction d'un convertisseur survolteur (**Subsystem**).**

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographique

[1] Mémoire de Magister Sur le Thème ''Modélisation-et-commande-dune-chaine-de-pompage-photovoltaïque Présenté par : Mr. MEFLAH AISSA UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID - TLEMCEN 2011

[2] GUIDE PEDAGOGIQUE SUR LES ENERGIES RENOUVELABLES.

[3] Fem fonds pour l'environnement mondial pour l'investir dans notre planète (INVESTIR DANS L'É NE R G IE RENOUVELABLE : L'EXPÉRIENCE DU FEM) Monique Barbut

Directrice générale et présidente du FEM Fonds pour l'environnement mondial.

[5] . Programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique (Ce document a été élaboré par le ministère de l'énergie et des mines Conception et réalisation SATINFO Société du Groupe Sonelgaz) Mars 2011.

[6] MEMOIRE DE MAGISTER(OPTIMISATION D'UN SYSTEME D'ENERGIE PHOTOVOLTAIQUE APPLICATIOU AU POMPAGE) Présenté par : BOUKHERS Djamil UNIVERSITE EL HADJ LAKHDAR – BATNA 2008.

[7] H. BELGHITRI et H. ' Modélisation, simulation et optimisation d'un système hybride éolien-photovoltaïque' mémoire de magister,2009.

[8] mémoire de magister (MODELISATION D'UN DIPOSITIF MPPT POUR L'ETUDE DE L'AUGMENTATION DE LA PUISSANCE PRODUITE PAR LES GENERATEUR PHOTOVOLTAIQUES) Présenté par : MERAHI REDA, UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA Année 2010.

[9] F. Chekired, « Etude et implémentation d'une commande MPPT neuro-floue sur FPGA», mémoire de magister, Ecole Nationale Polytechnique, Alger, Algérie, 2008.

[10] S. Bellakehal, «Conception & Commande des Machines à Aimants Permanents Dédiées aux Energies Renouvelables», thèse de Doctorat, Université de Constantine, Algérie, 2010.

[11] M. Adouane, «Etude et conception d'une stratégie de commande d'un onduleur connecté au réseau électrique», Mémoire de magistère, Ecole Nationale Polytechnique, Alger, Algérie, 2008.

[12] M. Makhlouf, «Etude et optimisation d'un modèle de conversion d'énergie photovoltaïque application au pompage», mémoire de magister, université Mentouri Constantine, Algérie, 2006.

[13] mémoire de magister (modélisation d'une cellule photovoltaïque : étude comparative) présentée par KAMELIAHELALI UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI OUZOU 2012.

[14] Boualem, Dendib, *Technique conventionnelles et avanccée de poursuite MPPT pour des application photovoltaique : étude compartive* , Université Ferhat Abbes-Sétif Mémoire de Magister, Departement d'éléctronique TS4/6338, 2007.

[15] A. C. Pastor, *Conception et réalisation de modules photovoltaïques électroniques* , Institit National de Science Appliquée de toulouse Thèse de doctorat.

[16] A.Saadi, *Etude comparative entre les techniques d'optimisation des systèmes de pompage photovoltaïque*, Université de Biskra Mémoire de Magister, 2000.

[17] Mme.Obeidi, *Commande des hacheurs MPPT par logique floue"*, Ecole Nationale Polytechnique Mémoire de Magister, 2006.

[18] Ait-Cheikh, Salah Mohamed, *Etude, Investigation et conception 'algorithmes de commande appliqués aux systèmes photovoltaïques*, Ecole Nationale Polytechnique Mémoire de Magister, 2007.

[19] Doncker, Prof. Rik W, *Power Converter for PV-Systems*, Institute for Power Electronics and Electrical Drives (ISEA) ECPE Seminar: Renewable Energies.

[20] 1 L. Abbassen, «Etude de la connexion au réseau électrique d'une centrale photovoltaïque», Mémoire de Magistère, Université de Tizi Ouzou, Algérie, 2011.

[21] Dimensionnement d'un hacheur survolteur Année 2009 – 2010, Auteur : Kamel EL MELOUANI polythèque Clermont-Ferrand (APPLICATION NOTE p09AB06)