

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA
Faculté des Sciences Appliquées
Département de Génie Electrique



Mémoire
MASTER ACADEMIQUE
Domaine : Sciences et technologies
Filière : Génie électrique
Spécialité : Eélectrotechnique Industrielle
Présenté par :

OUSSAMA DEGLA

TAREK SAYAH LEMBAREK

Thème:

Etude par simulation d'un onduleur

Soumis au jury composé de :

M^{me} BENBOUZA NAIMA

MCB

Président

UKM Ouargla

M^fKOURAS SID ALI

MAA

Encadreur/rapporteur

UKM Ouargla

M^fBOUHAFS ALI

MAA

Examineur

UKM Ouargla

Année universitaire 2019/2020

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A mes très chers parents

Je trouve ici l'occasion de leur exprimer ma gratitude la plus

sincère

A mon frère

A mes sœurs

A mon encadreur

A l'ensemble des enseignants

A tous mes collègues et amis

A tous ceux qui me sont chers

Remerciements

Nos remerciements s'adressent tout d'abord à Dieu tout puissant de nous avoir donné tous ce que nous possédons et de guider nos pas vers le chemin du savoir.

On tient à exprimer notre haute gratitude, nos profonds respects et nos sincères remerciements et reconnaissances d'abord à Monsieur : Kouras Sid Ali Professeur au Département d' Génie électrique, Université : KASDI Merbah qui nous a guidé avec grande patience tout au long de l'élaboration de ce travail.

Nous adressons nos chaleureux remerciements aux membres de jury d'avoir accepté de juger ce travail.

Sommaire

Dédicace.....	I
Remerciements.....	II
Tables des matières.....	III
Liste des figures	3

Introduction générale	1
-----------------------------	---

Chapitre I : Généralités sur les onduleurs

I.1. Introduction	3
I.2. Les convertisseurs :.....	3
I.3. Convertisseur Continu-Alternatif (DC- AC)	3
I.4. Classification des onduleurs :.....	5
I.3. Onduleur triphasé :.....	5
I.4. Commande d'un onduleur	9
I.4.1. Décalée	10
I.4.2. La commande d'un onduleur triphasé:.....	12
I.4.2.1. Commande 180	13
I.4.2.2. Modulation de largeur d'impulsions ou (PWM).....	13
I.5. Domaine d'application des onduleurs	14
I.6. Conclusion.....	15

Chapitre II : Modélisation de l'onduleur

II.1. Introduction	16
II.2. Modélisation d'un onduleur monophasé	16
II.3. Simulation d'un onduleur triphasé	22
II.4. Conclusion	25

Chapitre III : Simulation de l'onduleur

III.1. Introduction	26
III.2. circuit de l'onduleur monophasé	26
III.3. Onduleurs autonomes	26
III.3. La réalisation de l'onduleur monophasé	31
III.3.1. La réalisation de circuit	31
III.5. Conclusion	33
Conclusion générale	34
Références	35

Introduction

Générale

Introduction générale

Introduction générale

Durant ces dernières années, le domaine de l'énergétique a connu un développement remarquable. Ceci étant le résultat de trois facteurs principaux qui ont à la fois vivement animé la recherche dans ce domaine et fortement incité à développer les performances. Le premier de ces facteurs est le besoin très vif en énergie. Le second facteur est lié à la recherche de nouvelles sources d'énergies plus respectueuses de l'environnement (énergie renouvelable). Quant au troisième facteur il est purement économique, à cause de l'intrusion récente et en force de produit électronique portable (téléphone, ordinateur, tablette, etc..) utilisant des batteries et autre dispositifs qui emmagasine de l'énergie, il est impératif de chercher de nouvelles méthodes de régulation, ondulation et de stabilisation afin de parer aux pertes par effet de Joule.

Les alimentations à découpage en rendues possible la conversion d' énergie statique en assurant un bon rendement, les recherches se portent principalement sur l' amélioration des caractéristiques des composants actifs et passifs de puissance ainsi que sur l' environnement de ces derniers tels que le refroidissement, la connectique, la commande etc. Ces travaux sont conduits à travers l' utilisation et la mise en œuvre de techniques de réalisation et d' intégration toujours plus performantes, ainsi que sur la miniaturisation de ces structures.

Dans ce mémoire nous nous intéressant à l'intégration des structures d' électronique de puissance, mariant ainsi la conversion d' énergie avec l'électronique. En outre, l' utilisation de structures essentiellement d'électronique de puissance dans des systèmes embarqués du fait de leur faible encombrement et de leur légèreté, se doit d' être réalisée de façon à satisfaire un critère primordial, à savoir le rendement de conversion. Les sources d' énergie actuelles devenant de plus en plus coûteuses, les structures de conversion d' énergie se doivent de ne pas les gaspiller inutilement.

L'ensemble des éléments constituant la structure d' électronique de puissance, peut être séparé en trois types distincts : les composants actifs, à savoir les semi-conducteurs, et les composants passifs (inductances, condensateurs, transformateurs), mais également sur leur environnement.

Ce mémoire s'articulera autour de trois grands axes:

Introduction générale

Le premier chapitre est un travail de recherche bibliographique portant sur le phénomène susceptible de ce manifesté dans un dispositif onduleur, du transfert de chaleur à l'électromagnétisme ainsi que les technologies de réalisations, les équations du modèle ainsi que les caractéristiques des composants lors de l'évaluation de leurs performances.

Dans le deuxième chapitre nous avons étudié quelques méthodes et techniques de modélisation : méthodes analytiques, approximatives et les méthodes numériques. Nous avons ensuite présenté l'outil de simulation SIMULINK MATLAB utilisé dans notre travail pour la résolution de systèmes d'équations non linéaires, en particulier le système d'équations non linéaire.

Le troisième chapitre présente la méthodologie de développement de notre modèle et à la réalisation d'un onduleur monophasé dont la sortie est 220 V, 50 Hz à partir d'une source de tension continue de valeur de 12V. Nous allons illustré et expliqué toutes les étapes de la réalisation de notre onduleur dédié aux systèmes photovoltaïques.

Nous terminerons notre travail par une conclusion générale et les perspectives éventuelles à la continuation de notre travail de recherche.

Chapitre I
Généralités sur les
onduleurs

Objectifs et contexte du COVID19

Le but de ce travail été donc de réaliser un convertisseur, offrant une isolation élevée et fonctionnant sous faible tension et faible puissance. Cette réalisation devait permettre d'atteindre une puissance volumique proche des structures de conversion conventionnelles dans un encombrement réduit, tout en garantissant un rendement acceptable avec une fréquence normal, ceci afin de pouvoir utiliser des composants passifs souhaitée. L'impact des éléments parasites entre les différents composants, sera négligé.

Malheureusement, vue le contexte que travers notre pays ainsi que toute la planète, (contexte du covid19 bien sûr), il nous a été difficile de nous procurer des pièces et composants électroniques nécessaires pour la réalisation de notre dispositif, nous avons optés pour une simulation avec un logiciel du dispositif, avec l'espérance qu'un autre étudiant continuera ce travail en réalisant le dispositif en s'appuyant sur notre humble contribution.

I.1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons essayer de définir le contexte de ces travaux et d'établir l'état de l'art en ce qui concerne la réalisation du circuit inverter, ensuite également d'exposer le principe des réseaux de convertisseurs, ceci dans le but de préciser les caractéristiques que doit avoir un onduleur vis à vis de cette application.

Une bonne connaissance des parties qui compose notre onduleur (notamment passive et active) guidera les choix des dimensions de la structure régit spécialement par les fréquences de fonctionnements. Afin de déterminer, les choix les plus judicieux concernant les technologies envisageables pour les différents éléments de l'onduleur une étude plus conceptuelle est également décrite à la fin de ce chapitre.

I.2. Les convertisseurs :

L'électronique de puissance, ou plus correctement « électronique de conversion d'énergie », à moins de 50 ans. Elle a connu un tel essor qu'aujourd'hui près de 15 % de l'énergie électrique produite est convertie sous une forme ou une autre. Au cours de ces années, la taille, le poids et le coût des convertisseurs n'ont fait que diminuer, en grande partie grâce aux progrès faits dans le domaine des interrupteurs électroniques.

Les convertisseurs sont des dispositifs ayant pour rôle la conversion du courant et de la tension électrique d'un certain genre en un courant d'un autre genre. Il existe plusieurs types des convertisseurs, représentés comme suit :

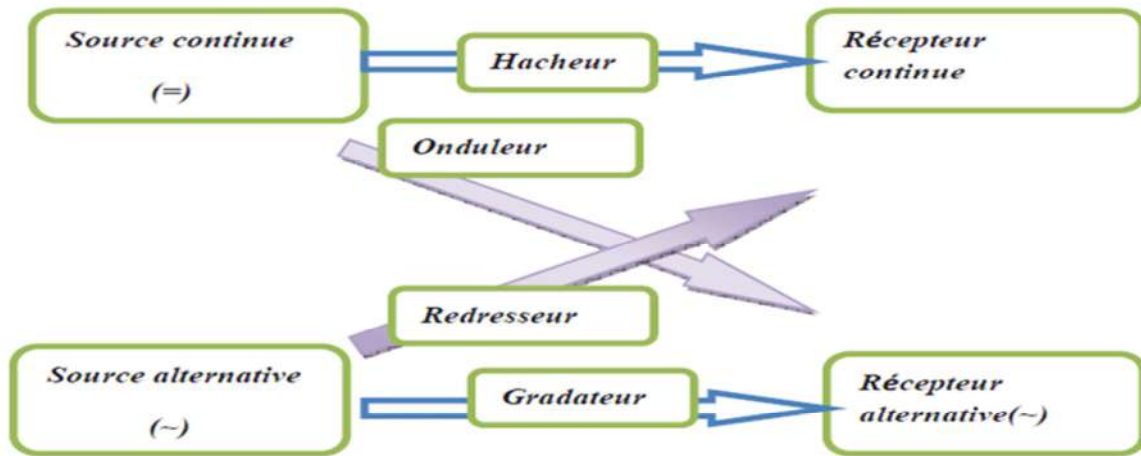


Figure (I-1) : les différents convertisseurs

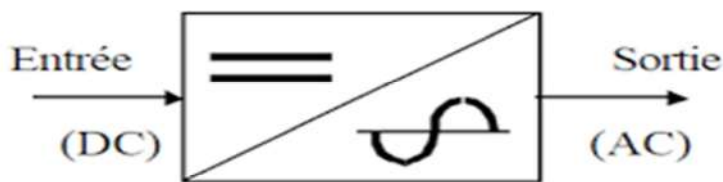
C'est une électronique de commutation : elle tire parti du fait qu'un interrupteur parfait fermé (résistance nulle, tension aux bornes nulle) ou ouvert (résistance infinie, courant traversant nul) ne dissipe aucune énergie, donc ne présente aucune perte. Lorsqu'il est associé à des éléments de filtrage passifs et purement réactifs (c'est-à-dire sans aucune résistance interne), il permet théoriquement de modifier la tension et/ou le courant sans perte, donc de réaliser une conversion de tension ou de courant en conservant l'énergie. Ce but est atteint en découpant la tension et/ou le courant à très haute fréquence (par rapport à la fréquence d'entrée ou de sortie du convertisseur) et en lissant le résultat obtenu pour en extraire la valeur moyenne. En pratique, on doit s'attendre à des pertes de l'ordre de 2 à 10 % dues à l'imperfection des éléments physiques qui le constituent. Ces pertes raisonnables justifient l'essor de ce type d'électronique dans les systèmes à haute puissance, puisqu'elles permettent une évacuation de la chaleur générée sans recourir à des moyens extrêmes et coûteux. Progressivement, l'électronique de puissance s'est imposée dans tous les domaines où les pertes doivent rester faibles pour limiter l'échauffement, comme dans les ordinateurs, et où le rendement doit être élevé pour préserver la source d'énergie, comme dans les systèmes alimentés par batteries (GSM, GPS, ordinateurs portables...).

Rappelons qu'un convertisseur de puissance de rendement unitaire (sans pertes) ne peut être constitué que d'interrupteurs idéaux et de dipôles purement réactifs donc sans la moindre résistance parasite: condensateurs et inductances. Les dipôles réactifs sont des éléments de stockage d'énergie dont la taille (et donc le coût) est inversement proportionnelle à la fréquence de fonctionnement.

Dans ce chapitre on s'intéresse au convertisseur DC-AC, ou on va parler beaucoup plus sur le fonctionnement de l'onduleur monophasé ainsi que les différentes techniques de contrôles existants.

I.3. Convertisseur Continu-Alternatif (DC- AC) :

Un convertisseur continu-alternatif est nommé un onduleur c'est un dispositif d'électronique de puissance qui permet la conversion d'énergie électrique continu (DC) à la forme alternative (AC) afin d'alimenter des charges en courant alternatif. Cet échange d'énergie est basé sur des composants semi-conducteurs commandables rapides et robustes.



Convertisseur Continu (DC) - Alternatif (AC)

Figure (I-2) : Schéma symbolique d'un onduleur

Les onduleurs sont utilisés afin de :

- Fournir de la tension ou du courant alternatif de fréquence et d'amplitude variable. C'est le cas de la variation de vitesse des moteurs asynchrones.
- Fournir une ou des tensions alternatives de fréquence et d'amplitude fixes. C'est le cas des alimentations de sécurité, ils sont alimentés souvent par des batteries.

I.4. Classification des onduleurs :

Il existe plusieurs classifications des onduleurs.

a. Selon la réversibilité :

- i. Onduleur autonome (non raccordé au réseau électrique) : On appelle onduleur autonome, un système qui délivre une tension avec une fréquence soit fixe, soit ajustable par l'utilisateur en épuisant de l'énergie d'un circuit auxiliaire pour la commutation des thyristors ou l'autre semi-conducteurs.

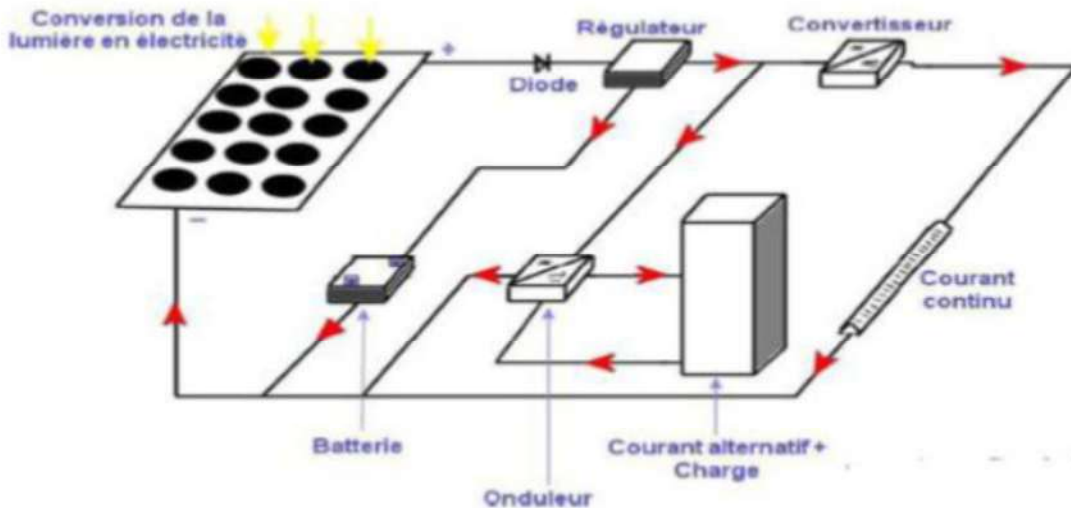


Figure (I-3) : Schéma d'un système photovoltaïque non raccordé au réseau

- ii. **Onduleurs non autonome (raccordés aux réseaux) :** Un onduleur réseau a pour principe de transformer une tension continue en une tension alternative, mais dans ce cas avec une fréquence et une valeur équivalente à celle du réseau. En effet, l'onde sera obligatoirement sinusoïdale et que cette tension alternative qui va charger le réseau, devra se mettre en phase avec ce dernier et répondre à un ensemble de prescriptions et d'impératifs de sécurité plus contraignants. Les onduleurs couplés au réseau utilisent deux techniques de génération du signal alternatif :

- Soit la sinusoïde est produite par l'onduleur qui utilise le passage par zéro du réseau pour se synchroniser.
- Soit le réseau est utilisé comme source du signal et de synchronisation. Certains onduleurs utilisent un transformateur pour isoler les panneaux solaires du réseau.

D'autres, possède un système de test en continu du courant délivré par les panneaux. En cas de fuite, l'onduleur s'arrête pour éviter tout court-circuit entre les

panneaux et le réseau. Chaque onduleur utilise pour son fonctionnement interne, une certaine quantité d'énergie fournie, soit par les panneaux photovoltaïques, soit par le réseau ce qui contribue à influencer les pertes de rendement annuelles. Pour la sécurité du système, les compagnies d'électricité exigent en général une surveillance de la tension et de la fréquence produites et une coupure très rapide en cas d'absence de réseau. Il faut noter que la limitation de puissance à 3,5 kW par phase implique une limitation du courant produit. Enfin, les onduleurs réseau sont de type MPPT (Maximum Power Point Tracking) et leur microprocesseur peut faire varier le point de puissance maximale du générateur en direction de la tension ouverte et ainsi limiter la puissance à l'entrée.

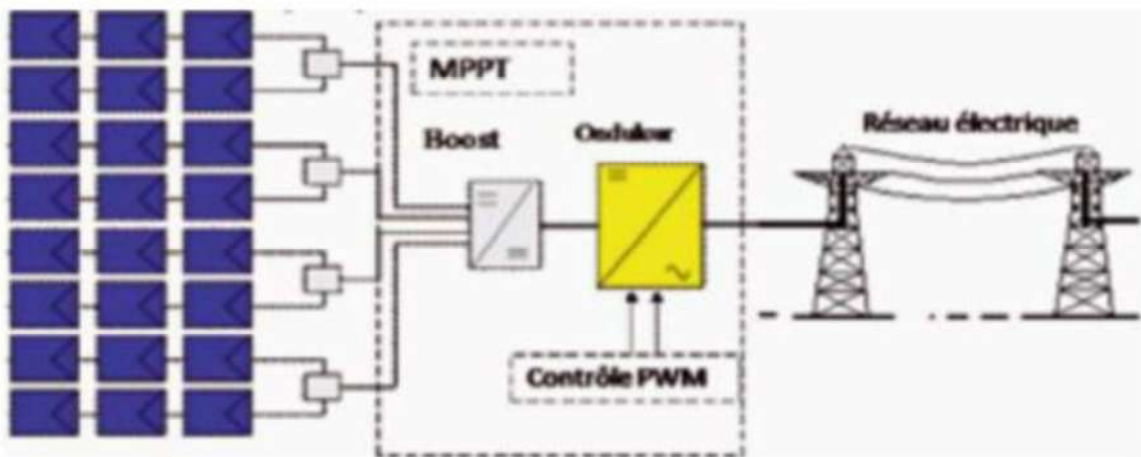


Figure (I-4): Système photovoltaïque connecté au réseau

a. Selon la nature de l'alimentation :

- i. **Onduleur de tension :** On dit onduleur de tension, un onduleur qui est alimenté par une source de tension continue.

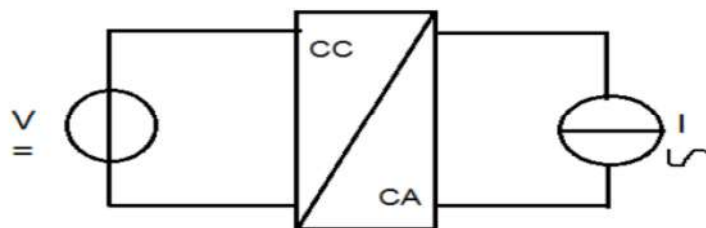


Figure (I-5) : Onduleur de tension

La nature de la source continue impose la nature du récepteur alternatif. Puisque la plupart de nos applications électriques actuelles fonctionnent en courant alternatif, l'utilisation d'un onduleur de tension est alors nécessaire.

- ii. **Onduleur de courant** : C'est un onduleur qui est alimenté par une source de courant continue. Par contre dans cet onduleur le courant est imposé et la tension va dépendre de la charge.

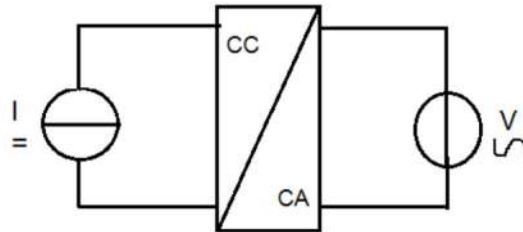


Figure (I-6) : Onduleur de courant

b. Selon la nature de la charge :

- Onduleur monophasé : C'est un onduleur qui délivre en sa sortie une tension alternative monophasée, est généralement utilisée aux alimentations de secours.

Un onduleur Monophasé classique est composé de 4 IGBT avec chacun une diode en anti-parallèle afin d'assurer la bidirectionnalité en courant¹⁰ (voir figure 1). L'onduleur doit ensuite être piloté via une commande MLI adaptée afin de réaliser la tension désirée. La tension désirée étant généralement fournie par une boucle de régulation externe de plus haut niveau ce qui permettra, à terme, de générer la MLI. La boucle de régulation externe, doit entre autres être capable de fournir la fréquence du sinus désirée et son amplitude relative à la tension de bus continu nommée : indice de modulation. Des onduleurs comportant plus d'interrupteurs de puissance (IGBT) existent afin d'être plus flexible sur la tension générée. Ces onduleurs se nomment alors convertisseurs multi-niveaux (multi-level converter en anglais, ou encore MMC dans la documentation technique).

Le schéma ci-dessous illustre un pont en H constitué de 4 transistors (on peut aussi faire un pont en H avec des interrupteurs ou avec des relais).

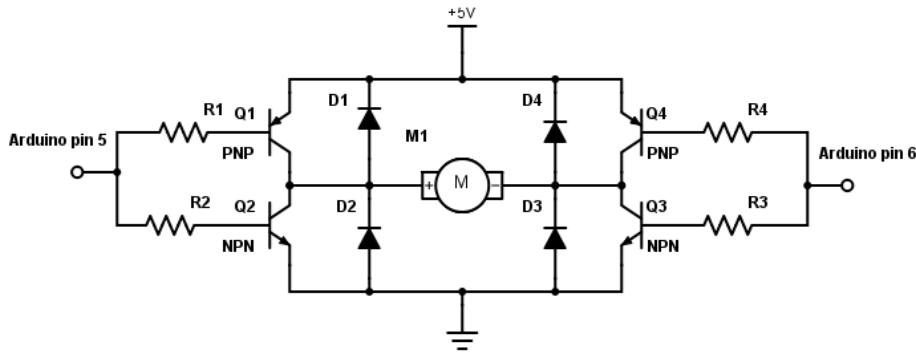


Figure (I-7) : Schéma de principe d'un pont H branché a l'ARDUINO

I.3.Onduleur triphasé :

De même que pour les onduleurs monophasés, les onduleurs triphasés sont eux aussi composés d'IGBT. Cependant les plus classiques en comportent 6 (2 interrupteurs complémentaires par bras de l'onduleur).

Un onduleur triphasé se compose d'une tension continue et six interrupteurs montés sous forme de pont. L'architecture de ce convertisseur montre la superposition de trois onduleurs demi-points monophasés en parallèle

Ces 6 interrupteurs forment ensemble 3 cellules de commutation qui vont permettre de hacher la tension continue en tension sinusoïdale triphasée équilibrée, afin d'alimenter par exemple un moteur synchrone ou encore un moteur asynchrone. La réalisation d'un onduleur triphasé se fait en contrôlant la commutation de chaque branche afin d'obtenir trois tensions de sortie décalée de 120° par rapport à l'autre.

Comme pour les onduleurs monophasés, les onduleurs triphasés peuvent posséder plus d'interrupteurs afin d'être plus précis sur la tension réalisée, mais aussi diminuer les harmoniques. Le désavantage majeur des MMC est leur coût, surtout dans le cas d'une production à grande échelle. En effet, si l'objectif est de produire des véhicules électriques (par exemple), il y a un onduleur par véhicule. Alors on comprend aisément que rajouter des IGBT (même si leur coût individuel est faible) peut coûter très cher tant pour l'industriel que pour l'utilisateur.

Les interrupteurs du même bras de l'onduleur doivent être complémentaires pour que la tension de la source continue ne soit jamais en court-circuit et pour que les circuits des courants i_a , i_b et i_c ne soient jamais ouverts. Afin que les interrupteurs

puissent donner trois tensions de sorties .La figure (II-15) illustre le circuit de puissance d'un onduleur triphasé

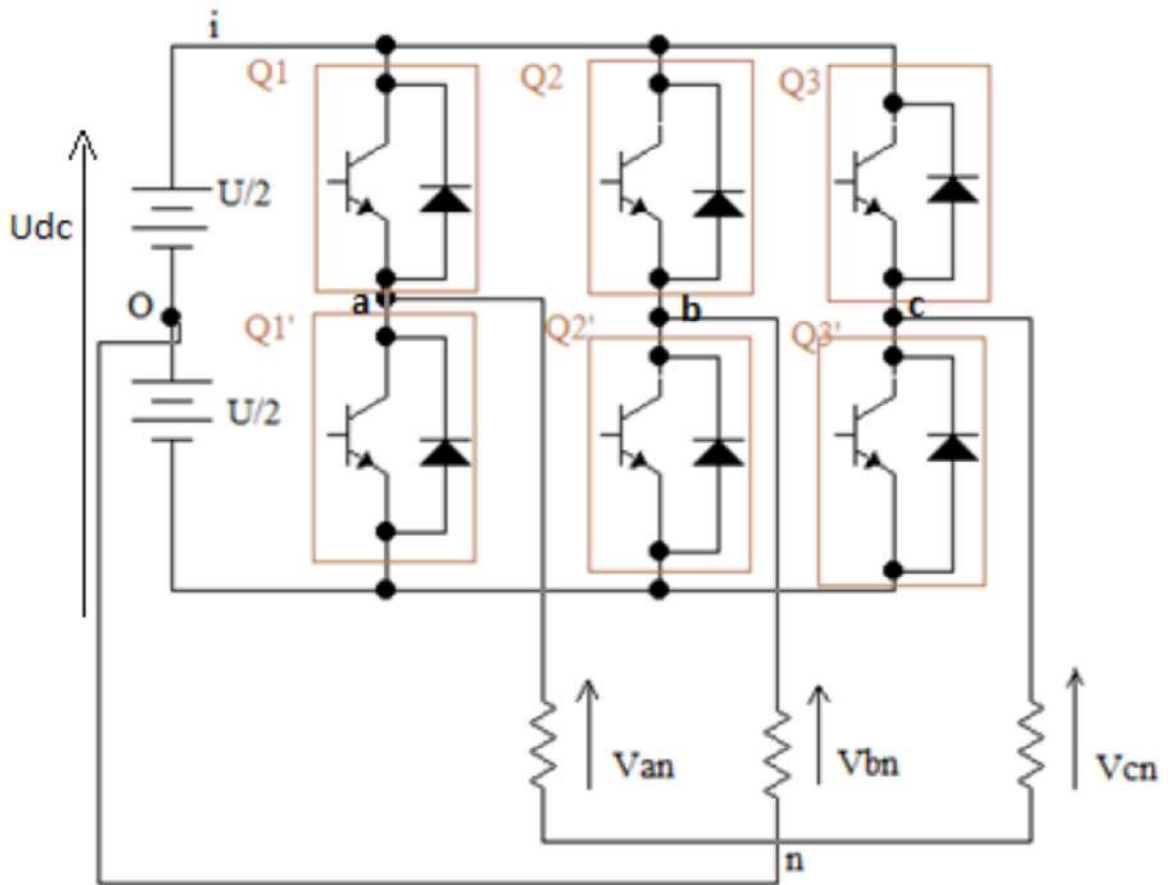


Figure (I-8) : Circuit de puissance d'un onduleur triphasé

I.4. Commande d'un onduleur :

Les onduleurs se pilotent via une commande fortement non linéaire. Cette non linéarité est due à la structure des onduleurs composés d'IGBT qui ne se pilotent que en tout ou rien. Par conséquent il est nécessaire que la commande soit elle aussi en tout ou rien. La commande la plus classique des interrupteurs des onduleurs se fait par comparaison entre deux signaux. En effet cela force la commande à être binaire (soit 0 soit 1). Les signaux en questions se nomment modulante et porteuse. La modulante étant classiquement, la tension de référence divisée par la tension de bus et la porteuse est un signal triangulaire compris entre 0 et 1.

La commande est alors générée ainsi: Si la modulante est plus grande que la porteuse alors la commande de l'interrupteur prend 1 et 0 sinon. Il est important de

savoir que la modulante définie précédemment n'est pas la seule possible, et qu'il en existe un nombre très important.

La comparaison entre une modulante et une porteuse n'est pas la seule possibilité. Il existe, entre autres la SVM (ou vecteur de modulation spatial en français), qui constitue le Gold standard en industrie, par sa facilité d'implémentation, ses avantages harmoniques ainsi que de l'extension de sa zone de linéarité de 15%¹², par rapport à la MLI classique décrite ci-dessus.

Le principe de commande d'un onduleur est présenté sur la figure (I-18), qui est valable pour un bras de commutation.

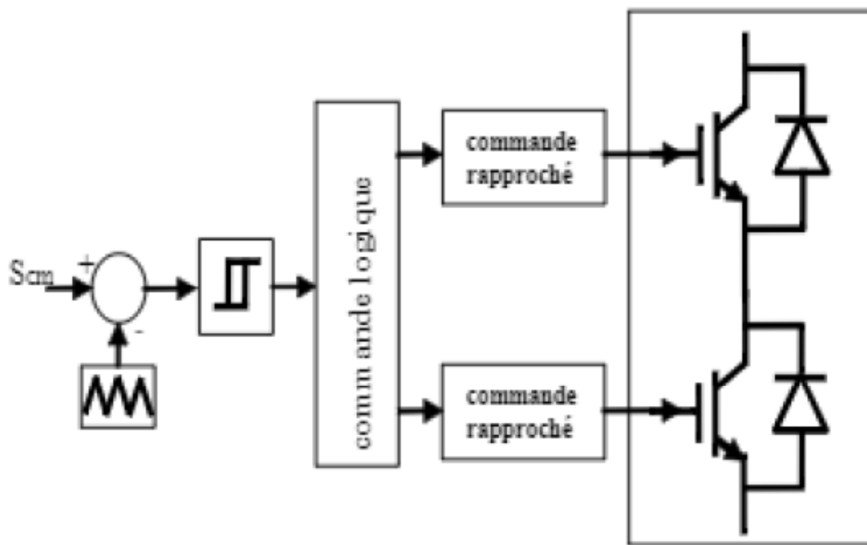


Figure (I-9) : le principe de commande du bras d'onduleur

De nombreuses techniques de commande ont été développées au fil du temps, leurs différences, avantages et inconvénient résident dans ces quelques points :

- Facilité d'implémentation ;
- Augmentation de la zone de linéarité ;
- Réduction des harmoniques indésirables ;
- Augmentation du rendement ;
- Diminution du bruit acoustique.

L'objectif de la commande est de gérer les ordres d'ouverture et de fermeture des interrupteurs de sorte que la tension créée par l'onduleur soit la plus proche de la tension de référence.

I.4.1. La commande d'un onduleur monophasé :

- **Pleine onde** : Le signal de commande est le résultat de la comparaison entre le signal constant S_{cst} et de porteuse S_p

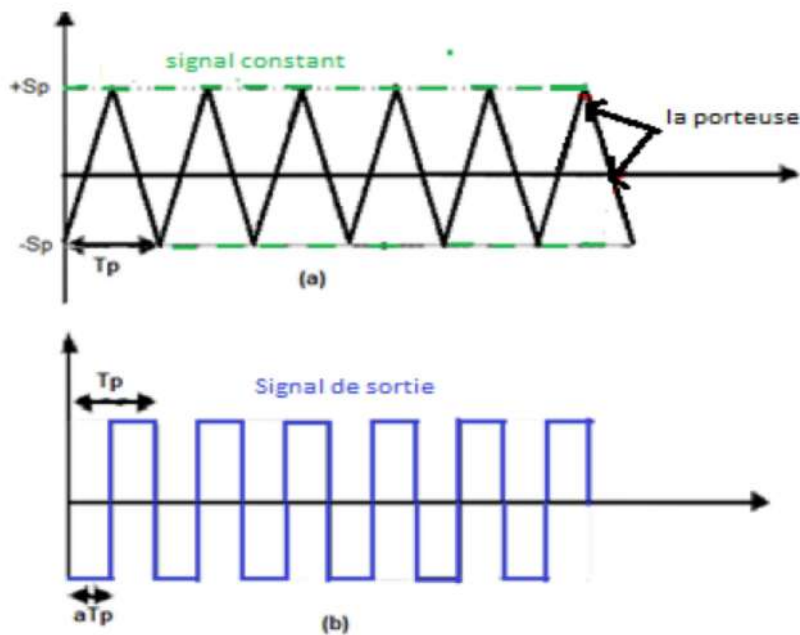


Figure (I-10) : Signal de commande

Le changement de l'état des interrupteurs du bras de commutation est le résultat de la comparaison entre le signal constant S_{cst} et de porteuse S_p .

Tableau (II-1) : Le changement de l'état des interrupteurs du bras de commutation

	$S_{cst} \geq S_p$	$S_{cst} \leq S_p$
Q1	Amorcé	Bloqué
Q2	Bloqué	Amorcé

I.4.1. Décalée : Le signal de commande décalée se fait par la comparaison d'un signal constant ainsi que le signal de la porteuse.

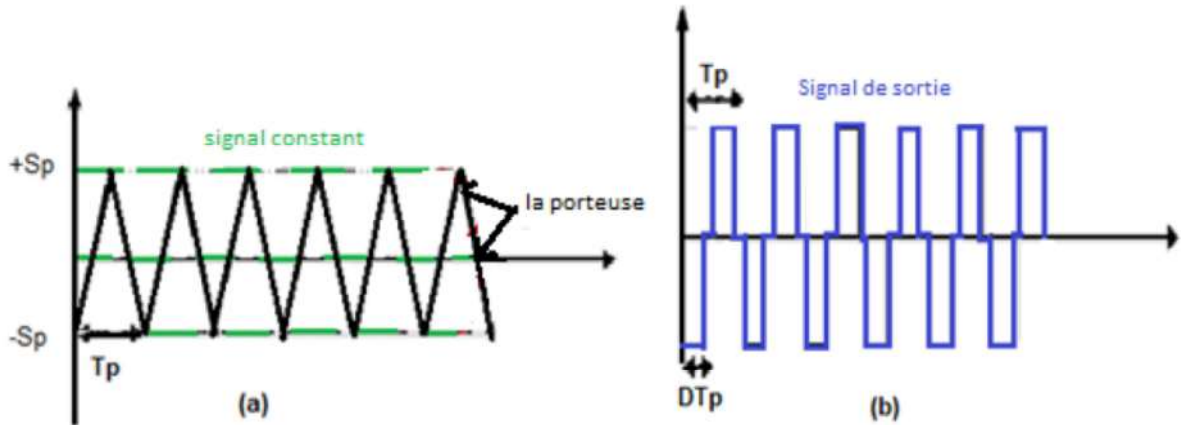


Figure (I-11):Signal de commande décalée

La commande pleine onde permet de commander les interrupteurs T1 et T4 en même temps par contre dans la commande décalée les interrupteurs T1 et T4 sont commandés par un angle de décalage β . Cette technique permet d'éliminer en partie ces harmoniques et améliore donc ce convertisseur.

I.2.2. La commande d'un onduleur triphasé:

I.4.2.1. Commande 180°:

Dans la commande 180° chaque interrupteur est commandé pour une durée de demi-période. D'après le tableau (II-2) la fermeture d'un interrupteur coïncide avec l'ouverture de l'autre interrupteur située dans le même bras [34]. La commande des interrupteurs de deux bras différents est décalée de $2\pi/3$.

I.4.2.2. Modulation de largeur d'impulsions ou (PWM):

Cette technique est applicable pour l'onduleur monophasé et triphasé. Elle est déduite de la comparaison entre le signal variable S_{var} (sinusoïdal d'amplitude variable et de fréquence f qui détermine la fréquence de la tension de sortie) et de porteuse S_p (triangulaire d'amplitude fixe et de fréquence très élevée). L'utilisation de cette commande permet d'éliminer les premiers rangs d'harmoniques de courant afin d'améliorer le facteur de puissance. Il faut noter que cette technique ne résout pas totalement le problème des harmoniques de courant. Le résultat est un chronogramme de commande dans la figure (I-12)

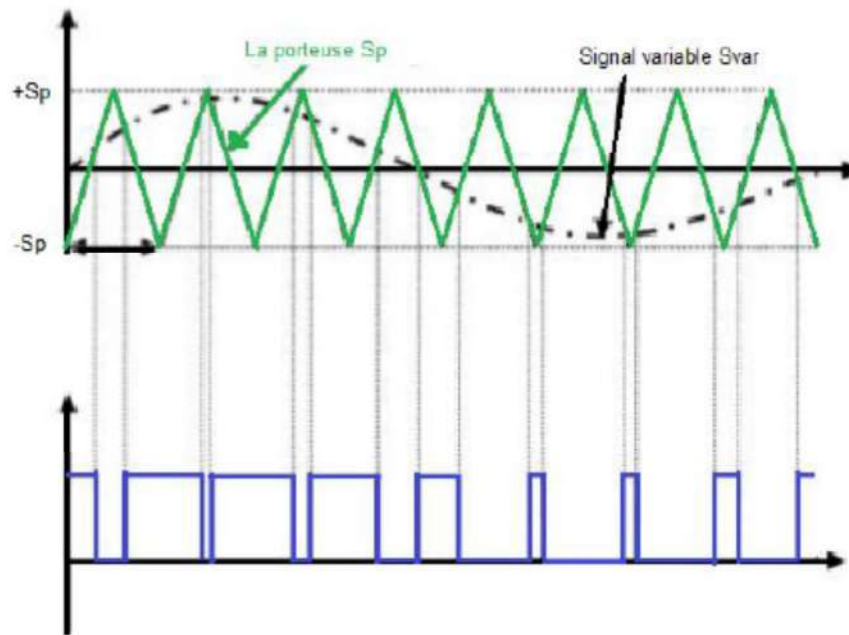


Figure (I-12): La commande MLI

Le réglage en amplitude et en fréquence de la tension de sortie de l'onduleur est défini par le coefficient de réglage en tension (représentant le rapport de l'amplitude de la tension de référence à la valeur crête de la porteuse), et l'indice de modulation (donnant le rapport des fréquences de la porteuse et de la référence).

I.5. Domaine d'application des onduleurs

L'onduleur est l'un des montages les plus répandus de l'électronique de puissance ; il a de multiples applications :

- les alimentations de secours ;
- les alimentations sans interruption ;
- le raccord des panneaux solaires au réseau électrique;

les nombreux dispositifs nécessitant de fonctionner à une fréquence spécifique :

- les générateurs d'ultrasons ou d'électricité utilisés dans le domaine médical,
- l'alimentation des lampes dites à cathode froide pour le rétro-éclairage des afficheurs à cristaux liquides,

- les variateurs de vitesse des machines alternatives : la tension du réseau est redressée puis un onduleur fabrique une tension dont la fréquence et la forme sont réglables;
- les convertisseurs de tension continue/continue à découpage : la tension continue est d'abord ondulée en haute fréquence (quelques dizaines ou centaines de kHz) puis appliquée à un transformateur en ferrite et enfin redressée ;
- dans le domaine de la soudure à l'arc les onduleurs sont parfois appelés inverters, suivant la terminologie anglo-saxonne. Les onduleurs dans les postes à l'arc vont générer un courant alternatif monophasé à moyenne fréquence (entre 5 et 20 kHz), ce qui permet d'utiliser des transformateurs élévateurs de courant nettement plus petits et légers que ceux employés traditionnellement à la fréquence du réseau, soit 50 ou 60 Hz. Ces machines se caractérisent par un rapport poids / puissance faible, un déphasage (cosinus phi) très faible et une bonne adéquation en milieu hostile (conditions de chantier, alimentation fluctuante par groupe électrogène, basses ou hautes températures, etc.) ;
- dans le domaine de la réception hertzienne nomade TV grand public, les onduleurs (12 V > 230 V) permettent, par exemple, de brancher un téléviseur sur la prise allume-cigare d'une automobile ou d'un camion ;
- dans le domaine des véhicules électriques et hybrides, l'onduleur permet de transformer la tension de batterie continue en tension sinusoïdale, admissible par les machines synchrones et asynchrones.

I.6. Conclusion

Tout au long de ce chapitre nous avons présenté différents types des convertisseurs DC-AC existants avec leur principe de fonctionnement ainsi que leurs stratégie de commandes et le domaine d'application.

Chapitre II
Modélisation de
l'onduleur

II.1. Introduction:

Depuis plusieurs années, la simulation numérique nous a permis d'aboutir à l'amélioration des performances, de la durée de vie et des coûts des produit, ainsi qu'une meilleure appréhension des phénomènes physiques.

Les méthodes des plates-formes de simulation multi-domaine et de modélisation des systèmes dynamiques sont issues des mécaniciens, essayant d'avoir le meilleur compromis réalisme physique / temps de calcul, Ces méthodes sont développées d'une manière très intuitive à ses débuts et ne convergeait même pas vers la solution exacte. Les multiples corrections apportées à ces méthodes ont fait d'elles des méthodes incontournables dont on a pu montrer leurs convergences dans de nombreux cas.

Nous commencerons ce chapitre par un rappel sur les équations aux dérivés partiels et leurs méthodes de résolutions, et plus précisément la plate-forme SIMULINK de MATLAB, son principe de base pour la résolution des équations aux dérivés partielles, nous présenterons par la suite d'autres outils de simulation employés dans notre étude, ainsi que les différentes étapes de modélisation des problèmes physiques, et la résolution des EDP.

II.2. Modélisation d'un onduleur monophasé :

Se composant d'une source de tension continue et des interrupteurs commandés avec un circuit composé de diodes l'onduleur monophasé dont La figure (II-6) montre le circuit équivalent.

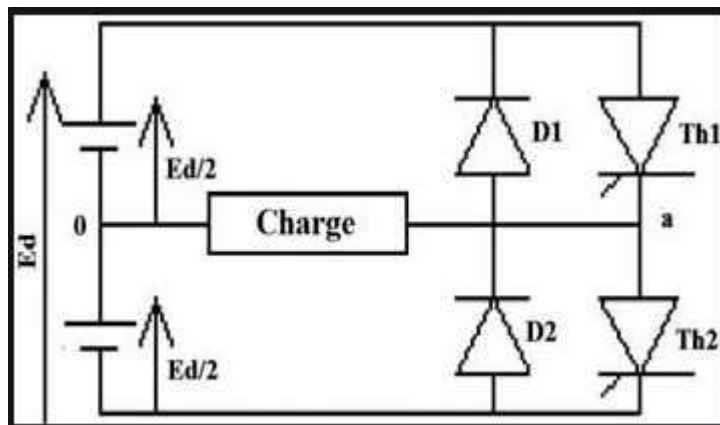


Figure (II-1):circuit d'un onduleur monophasé en demi pont

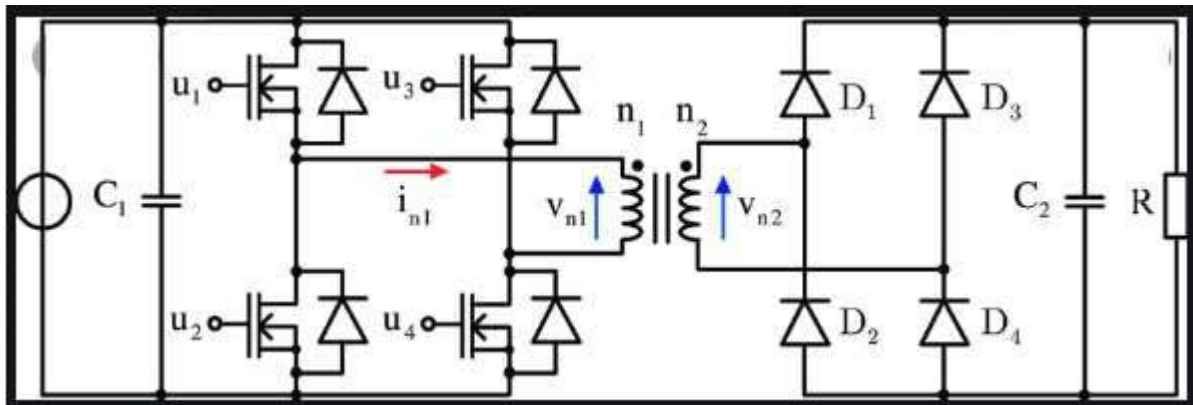


Figure (II-2):circuit d'un onduleur monophasé en pont complet

a. Le model mathématique

La tension est la tension au borne d'une résistance plus celle au bornes d'une bobine :

$$u(t) = R \times i(t) + L \times \frac{di}{dt}$$

En intégrant l'équation on trouve :

$$i(t) = \exp\left(-\frac{R}{L}t\right) + cste$$

Pour la solution particulière, elle s'exprime sous la forme :

$$i_p = At + B \qquad i_p(t) = E/R$$

Comme solution générale on a :

$$i_t(t) = i_p(t) + i(t)$$

$$i_t(t) = K \times e\left(\frac{-t}{\tau}\right) + \frac{E}{R}$$

Aux conditions initiales, on a

- $i_t(0) = 0$
- $K = -I_M - \frac{E}{R}$

La solution totale s'écrit donc sous la forme suivante :

$$i_t(t) = \frac{E}{R} \left(1 - e^{\left(-\frac{t}{\tau}\right)} \right) - I_M \times e^{\left(-\frac{t}{\tau}\right)}$$

De la même manière, la solution totale de cette équation est la somme de la solution générale sans second membre (SSM) et d'une solution particulière.

La solution SSM : est la même que le premier cas, on obtient ainsi,

$$i(t) = K \times e^{\left(-\frac{t}{\tau}\right)}$$

La solution particulière, on obtient le terme :

$$i(t) = -E/R$$

Ainsi la solution totale de l'équation s'écrit :

$$i_t(t) = i_p(t) + i(t)$$

D'où :

$$i_t(t) = K \times e^{\left(-\frac{t}{\tau}\right)} - \frac{E}{R}$$

Dans les conditions suivantes :

$$A t = \frac{T}{2}$$

- $i_t\left(\frac{T}{2}\right) = +I_M$
- $K = +I_M + \frac{E}{R}$

Finalement la solution totale s'exprime dans ce cas comme suit :

$$i_t(t) = \frac{E}{R} \left(-1 + e^{\left(-\frac{t-T}{\tau}\right)} \right) + I_M e^{\left(-\frac{t-T}{\tau}\right)}$$

- **Description**

Le système se compose de deux circuits indépendants illustrant des convertisseurs monophasés, (Convertisseur demi-pont, Convertisseur à pont complet) Les convertisseurs sont construits avec le bloc IGBT / Diode qui est le bloc de base de tous les convertisseur. Le bloc IGBT / Diode est un modèle simplifié d'une paire IGBT (ou GTO ou MOSFET) / Diode où les tensions directes du dispositif à commutation forcée et de la diode sont ignorées.

Les blocs transistor peuvent être remplacés facilement par des blocs IGBT et diodes individuels pour une représentation plus détaillée. Les convertisseurs sont contrôlés en boucle ouverte avec le bloc Générateur PWM discret.

Les deux circuits utilisent la même tension continue ($V_{dc} = 400 \text{ V}$), la même fréquence porteuse (1080 Hz) et l'indice de modulation ($m = 0,8$). Afin de permettre un traitement ultérieur du signal, les signaux affichés sur les deux blocs, sont stockés dans deux variables (structures avec le temps).

L'exécution de la simulation des deux formes d'onde suivantes sur les deux blocs courant dans la charge (trace 1), tension généré par l'onduleur PWM (trace 2).

La FFT sera effectuée sur une fenêtre de 2 cycles commençant à $t = 0,1 - 2/60$ (2 derniers cycles d'enregistrement). Pour chaque circuit, sélectionnez l'entrée intitulée «V inverter». Le spectre de fréquence des 2 derniers cycles est le composant fondamental de l'onduleur V est affiché au-dessus de la fenêtre du spectre.

Comparez l'amplitude de la composante fondamentale de la tension de l'onduleur avec les valeurs théoriques données dans le circuit. Comparez également le contenu harmonique de la tension de l'onduleur. L'onduleur en demi-pont génère une tension bipolaire (-200V ou + 200V). Les harmoniques se produisent autour de la fréquence porteuse (1080 Hz + - k * 60 Hz), avec un maximum de 103% à 1080 Hz. L'onduleur pont complet génère une tension monopolaire variant entre 0 et + 400V pendant un demi-cycle puis entre 0 et -400V pour le demi-cycle suivant. Pour la même tension continue et le même indice de modulation, l'amplitude de la composante

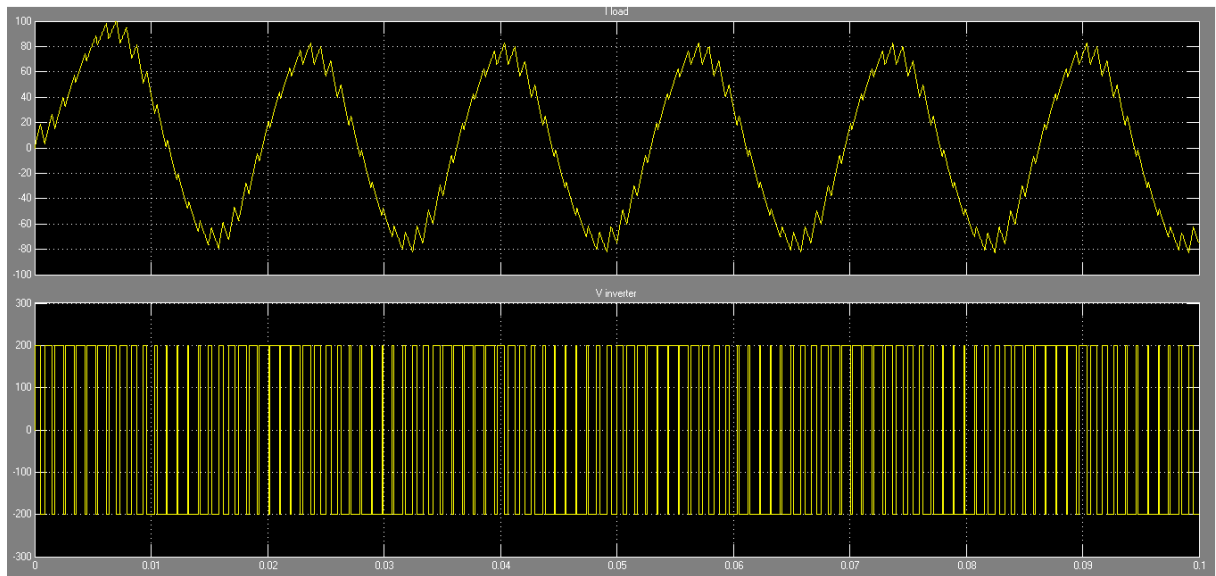


Figure II.5. Résultats de la simulation d'un onduleur monophasé précédente

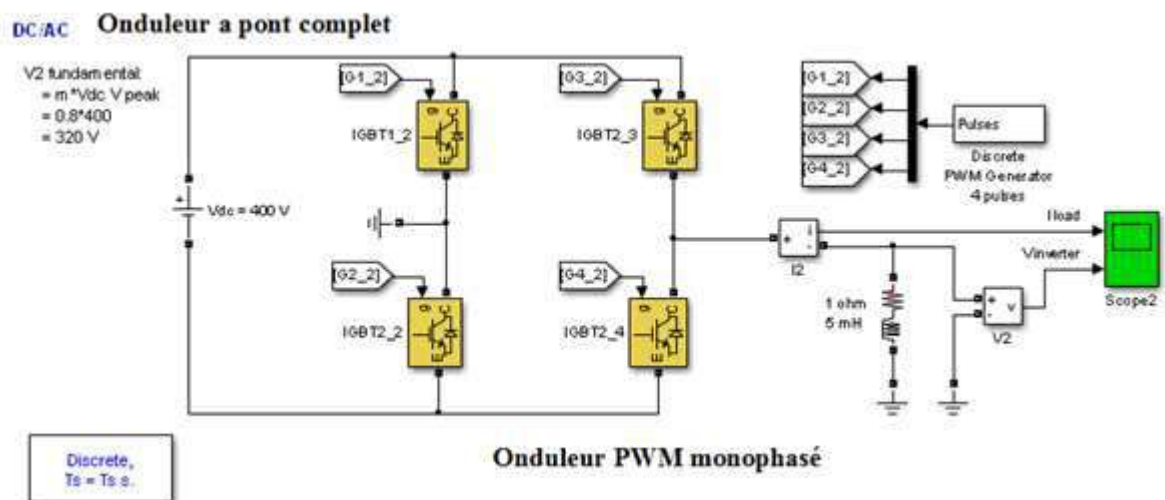


Figure II.6 Simulation d'un onduleur monophasé à pont complet

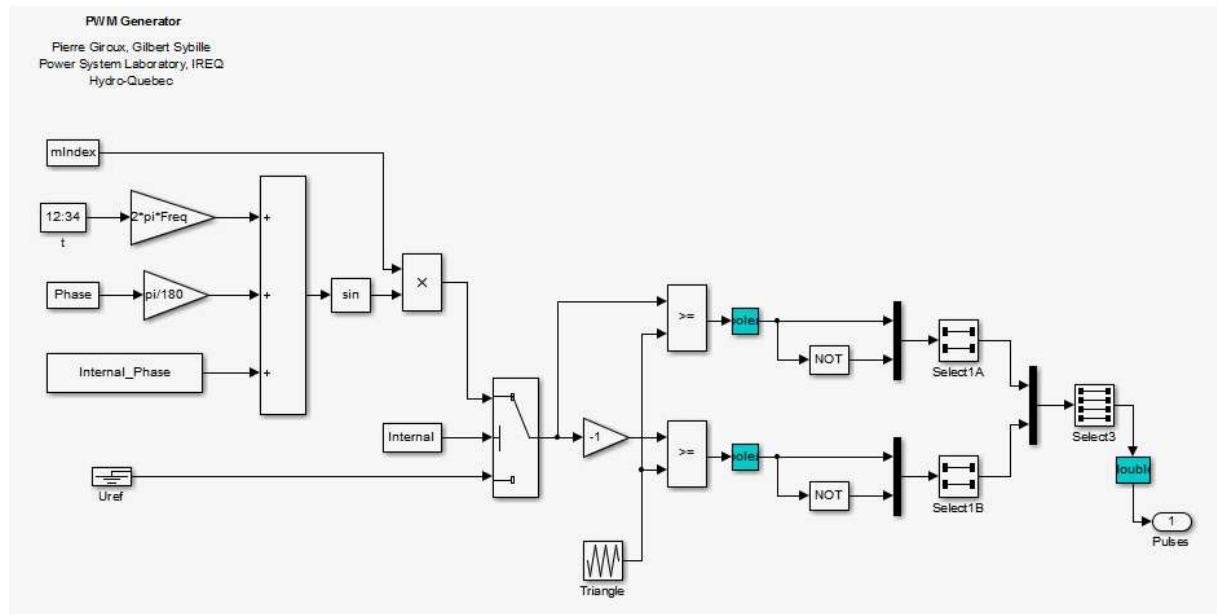


Figure II.7. Simulation détaillé d'un onduleur monophasé à pont complet

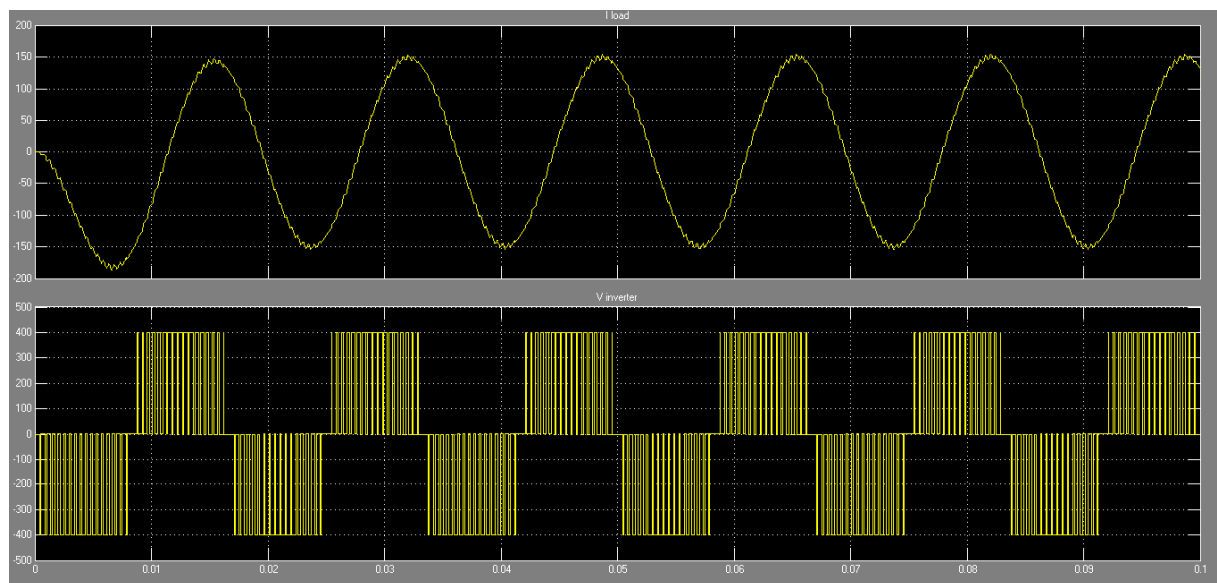


Figure II.8. Résultats simulation d'un onduleur monophasé à pont complet

II. 3. Simulation d'un onduleur triphasé

Pour compléter notre étude il été nécessaire de faire la simulation d'un onduleur triphasé dans ce cas précis un convertisseur PWM triphasés à deux niveaux.

Le système se compose de deux circuits indépendants illustrant deux onduleurs de source de tension PWM triphasés à deux niveaux. Chaque onduleur alimente une charge CA (1 kW, 500 var 60Hz @ 208V rms) via un transformateur

triphasé. Les deux convertisseurs sont contrôlés en boucle ouverte avec le bloc Générateur PWM discret. Les deux circuits utilisent la même tension continue ($V_{dc} = 400 \text{ V}$), la même fréquence porteuse (1080 Hz), l'indice de modulation ($m = 0,85$) et la même fréquence générée ($f = 60 \text{ Hz}$). Le filtrage des harmoniques est assuré par l'inductance de fuite du transformateur (8%) et la capacité de charge (500 var).

Les deux circuits sont:

1. Convertisseur triphasé à deux niveaux (un pont à trois bras; six commutateurs)
2. Convertisseur triphasé à deux niveaux (deux ponts à trois bras; douze commutateurs en configuration H)

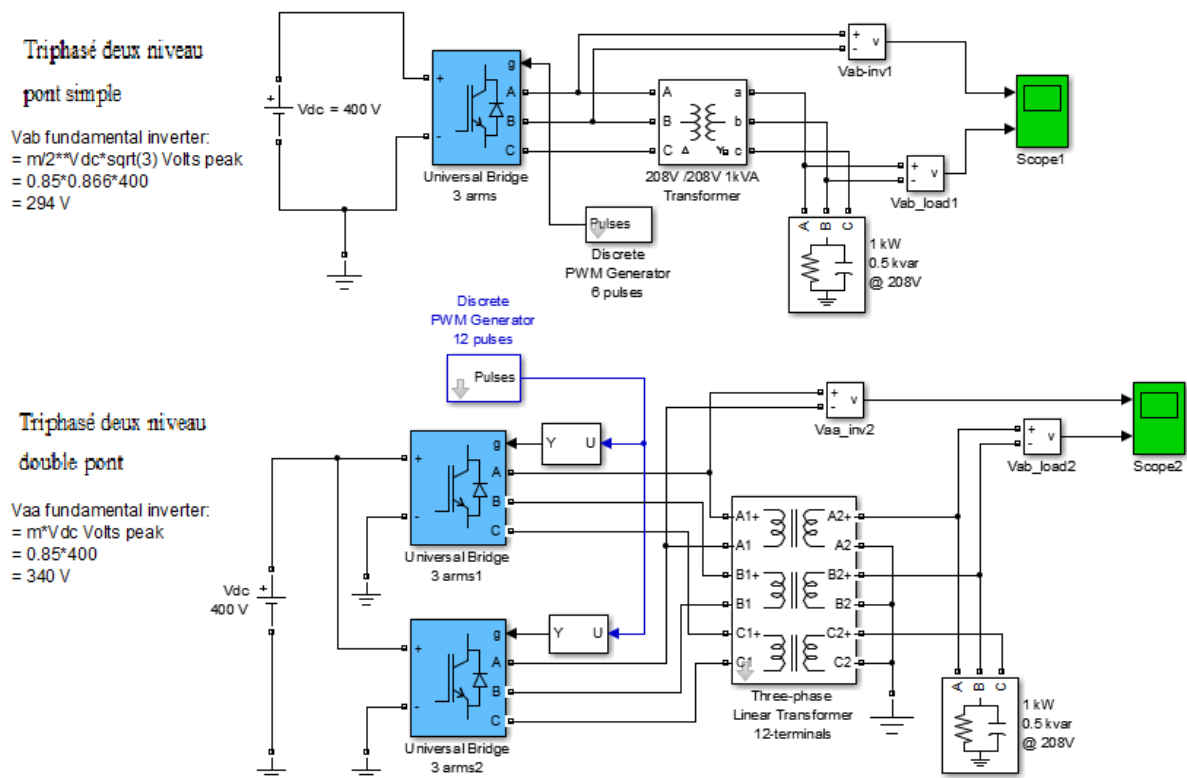


Figure II.9. Simulation d'un onduleur triphasé à demi-pont et à pont complet

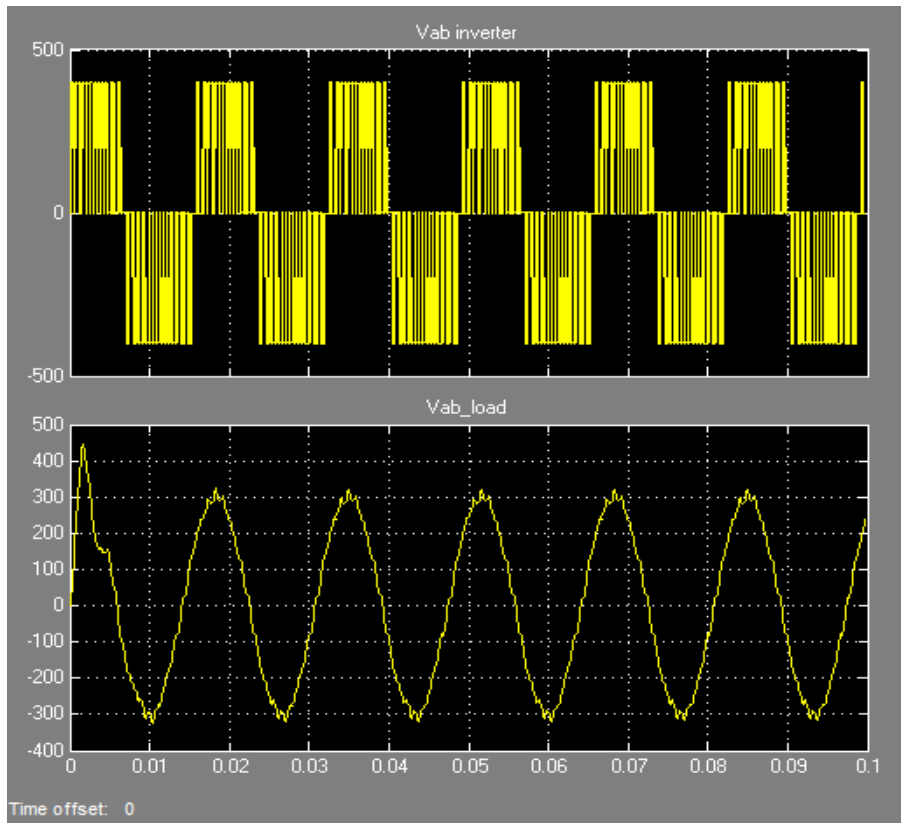


Figure II.10. Résultats simulation d'un onduleur triphasé à demi- pont

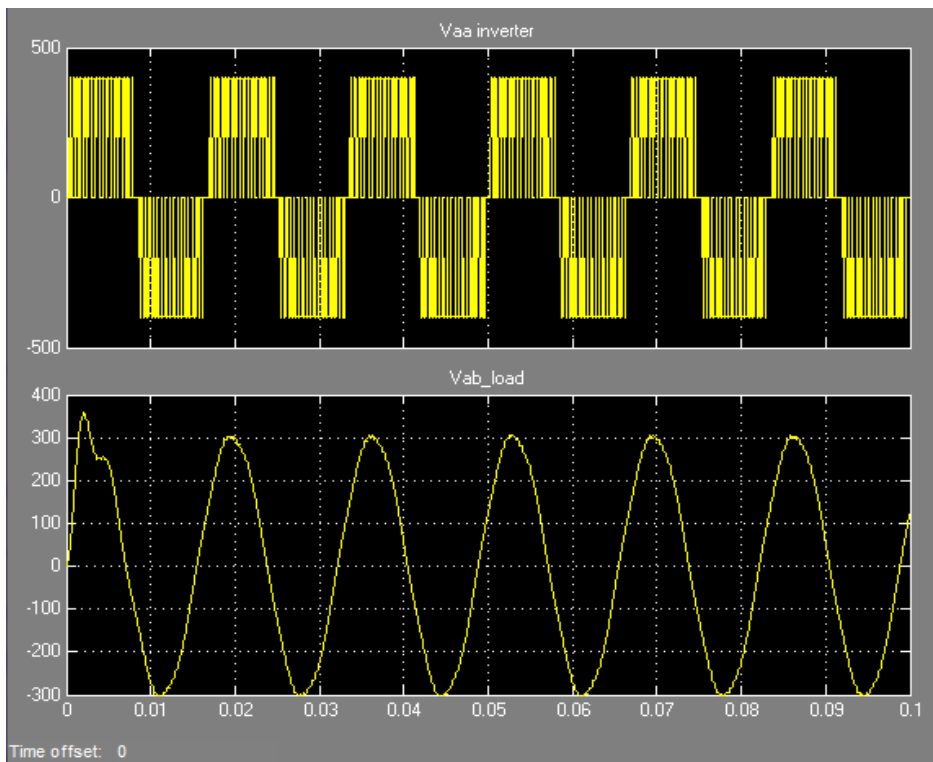


Figure II.11. Résultats simulation d'un onduleur triphasé à pont complet

Les signaux affichés sur les deux blocs Scope (échantillonnés à une fréquence d'échantillonnage de simulation de 3240 échantillons / cycle) sont des ondes Tension générée par l'onduleur PWM (trace 1), tension de charge (trace 2)

En comparant l'amplitude du fondamental de la tension de l'onduleur avec les valeurs théoriques données dans le circuit et en comparant également le contenu harmonique de la tension de l'onduleur pour les onduleurs CC / CA à deux et quatre commutateurs, pour l'onduleur à six commutateurs, les premières harmoniques se produisent autour de la fréquence porteuse ($1080 \text{ Hz} + - k * 60\text{Hz}$) tandis que pour l'onduleur à douze commutateurs, les harmoniques sont plus faibles et apparaissent au double de la fréquence porteuse. En conséquence, la tension de charge est "plus propre" pour l'onduleur à douze commutateurs.

Et en effectuant une FFT sur le signal V_{ab_load} , nous remarquons que le THD est de 4,1% pour l'onduleur à six commutateurs contre seulement 2,1% pour l'onduleur à douze commutateurs.

II.4. CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons présenté la modélisation de l'onduleur et en utilisant le logiciel SIMULINK / Matlab nous avons effectué une simulation d'un onduleur monophasé et triphasé.

Chapitre III
Simulation de
l'oduteur

III.1. Introduction

Nous allons essayer dans ce troisième chapitre de pousser la réalisation de notre onduleur monophasé jusqu'au dessin du circuit imprimé c'est-à-dire la dernière étape avant la soudure des composant et la mesure avec ampèremètre et voltmètre, notre circuit va avoir une sortie conventionnelle de 220V sou une fréquence de 50Hz et démarrant d'une tension de 12V. Nous allons simuler tout le processus de réalisation sous ISIS Proteus dans chaque étapes et partie du circuit. Néanmoins nous avons rencontrés plusieurs problèmes lors de la réalisation a cause de la crise du covide19, plus précisément la difficulté de se procurer divers composant électronique tel que (l'ARDUINO MEGA) essentiel pour la programmation de l'algorithme de l'onduleur. Pour valider notre travail, plusieurs résultats de simulation seront présentés afin de valider tous les étages constituant ce système inverter pour les applications photovoltaïques.

III.2. circuit de l'onduleur monophasé :

Un onduleur conventionnel est avant tout basé sur une structure en pont en H constituée le plus souvent d'interrupteurs électroniques tels que les IGBT, transistors de puissance ou thyristors. Par un jeu de commutations commandées de manière appropriée (généralement une modulation de largeur d'impulsion), on module la source afin d'obtenir un signal alternatif de fréquence désirée.

Il existe différents types d'onduleurs :

- les onduleurs de tension et les onduleurs de courant ;
- les onduleurs autonomes et les onduleurs non autonomes.

Dans notre étude on va s'intéresser à l'onduleur de tension autonome .

III.3. Onduleurs autonomes

Un onduleur autonome délivre une tension avec une fréquence soit fixe, soit ajustable par l'utilisateur. Il n'a pas toujours besoin de réseau électrique pour fonctionner ; utilise le 12 V continu pour générer du 220 V, alternatif en 50 Hz.

Avant de s'intéresser aux relèves des courbes de simulation, il est bon d'établir dans un premier temps quelles sont les formes d'ondes que l'on doit obtenir avec notre structure.

Pour cela, nous nous sommes imaginés un double pont prenant en considération certaines caractéristiques imparfaites des composants. Ceci permettra de voir l'influence de ces derniers sur les formes d'ondes ainsi que sur les performances de la structure.

Afin de tester le circuit réalisé. Nous avons utilisé ISIS Proteus (un logiciel qui permet la conception assistée). Pour le circuit de commande une composition de quatre composant mosfet IRFZ44N .

Pour une simulation d'un simple circuit INVERTER nous avons opté pour un transformateur (230v/12-0-12) 2AMP, des transistors MJ2955, des résistances 68 ohm 3 t 05watt et batterie 12V buld40 watt.

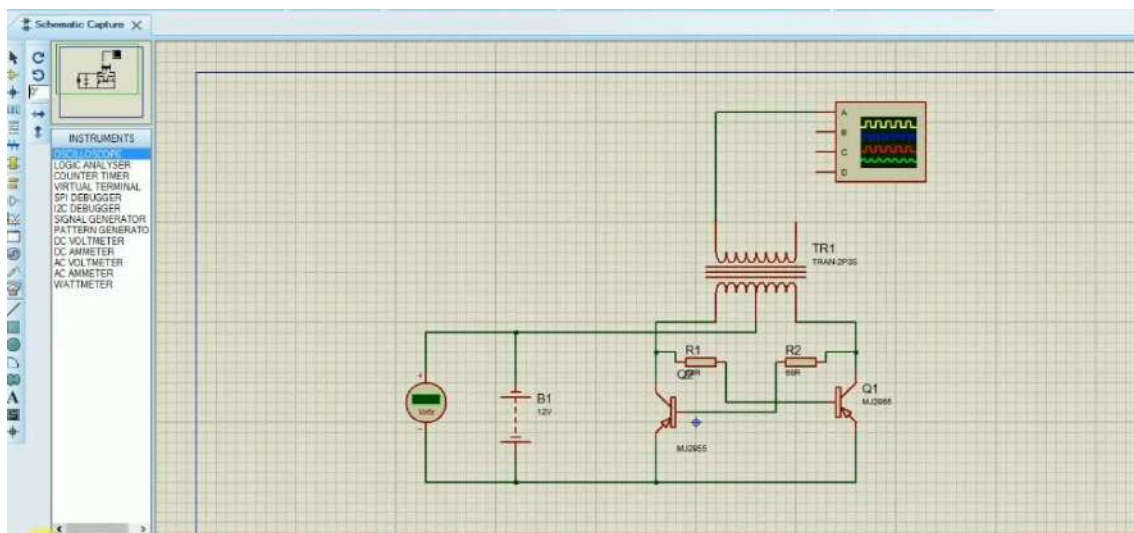


Figure (III-1): Simulation de l'onduleur monophasé

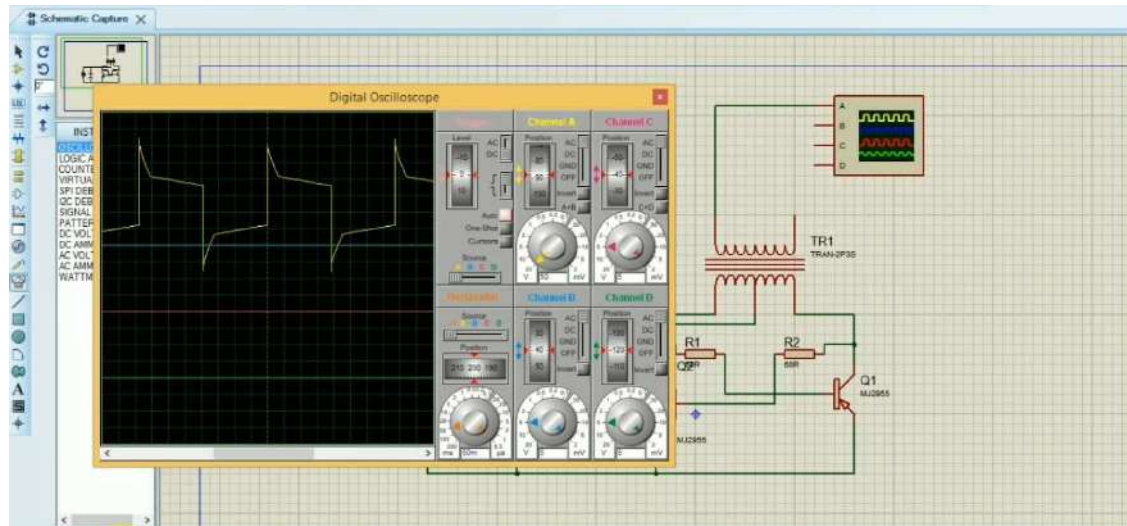


Figure (III-2): signaux de commande et de tension

Les résultats de la simulation montrent des courbes de la figure présentant donc les formes d'ondes caractéristiques de notre circuit lorsque les composants sont idéaux. Les résistances à l'état passant des transistors sont non nulles, le couplage du transformateur est parfait et son inductance magnétisante est infinie. Le rendement de ce circuit est donc unitaire.

Pour les circuits d'onduleur à MOSFET nous avons opté pour une autre configuration se présentant comme suit, 100 watts utilisant circuit intégré MOSFET IRF540.

Le transistor MOSFET est câblé comme un multivibrateur astable produisant deux trains d'impulsions de 0,01 s qui sont déphasés à 180 degrés aux broches du circuit intégré. Les résistances R3 et R4 empêchent le chargement du circuit intégré par les MOSFET. Lorsque l'une des branches est en haute, Q1 conduit et le courant circule dans la moitié supérieure du primaire du transformateur, ce qui représente la moitié positive de la tension alternative de sortie. Lorsque l'autre branche est haute, Q2 conduit et le courant circule à travers la moitié inférieure du primaire du transformateur dans le sens opposé et il représente la moitié négative de la tension alternative de sortie.

Notant que Transformateur 9v-0-9v / 220v 10 ampères pour sortie 100 watts
La batterie peut être une batterie au plomb 12V / 6Ah.

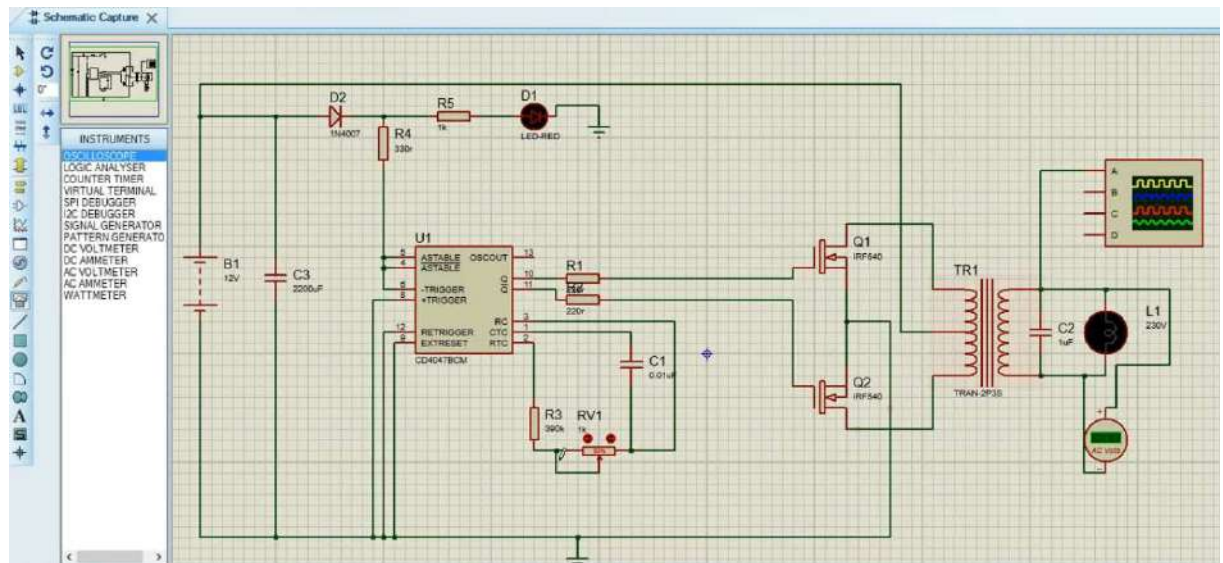


Figure (III-3): Simulation de l'onduleur monophasé

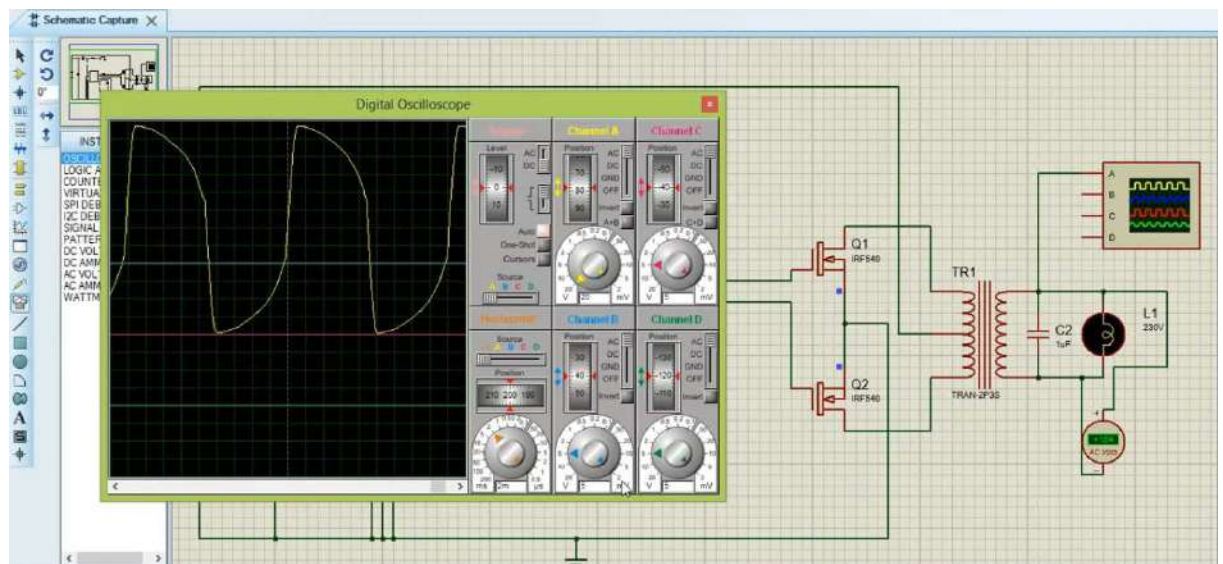


Figure (III-4): signaux de commande et de tension

Les résultats montrent des ondulations beaucoup plus proches du signal sinusoïdal voulu lors de l'utilisation des onduleurs, surtout pour un branchement au réseau quand la source est de type photovoltaïque ou de batteries

Le circuit dont nous allons essayer de réaliser est un Onduleur a pleine onde par la carte ARDUINO.

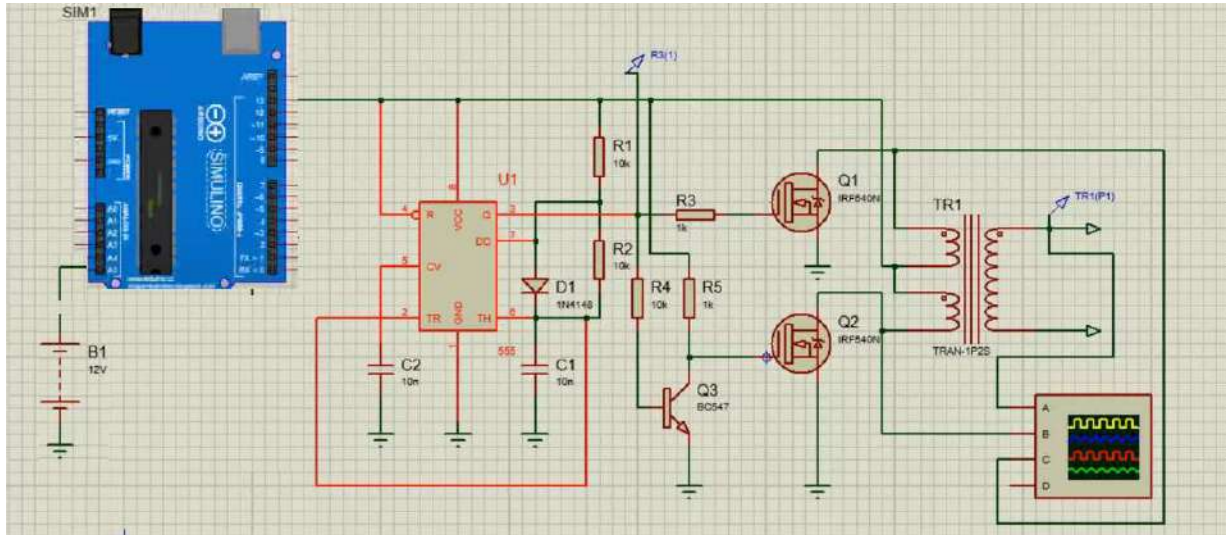


Figure (III-5) : Simulation de l'onduleur par commande pleine onde

Les résultats de la simulation après transformateur sont reportés sur la figure (III-5).

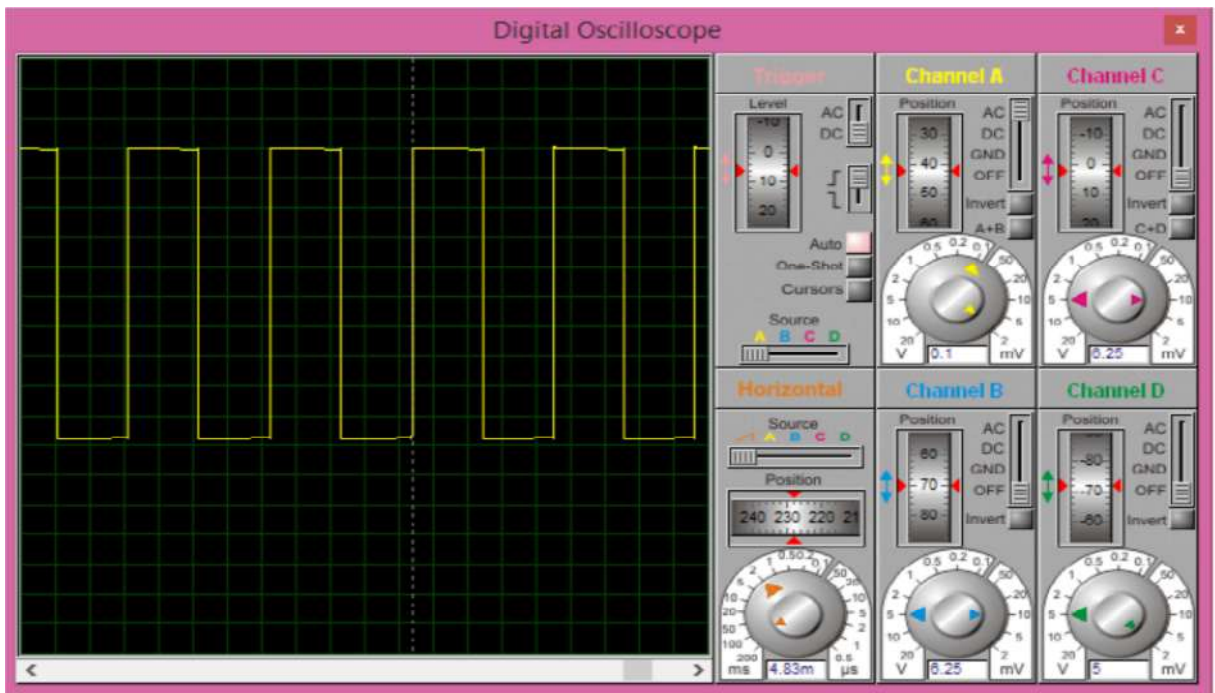


Figure (III-6) : Les résultats de la simulation de la tension après transformateur

Il faut signaler, qu'on a les mêmes signaux par rapport au circuit précédent. Ceci dit que la Carte ARDUINO nous a permis ainsi de générer la commande onde pleine avec des signaux Complémentaires et de fréquence de 50Hz.

III.3. La réalisation de l'onduleur monophasé :

Le logiciel Ares Galaxy est un logiciel libre de peer-to-peer (P2P) intégrant la technologie DHT et fonctionnant sur son propre réseau décentralisé. Un réseau décentralisé n'utilise pas de serveur « central », seuls les utilisateurs permettent au réseau de fonctionner en activant le mode « supernode » sur le logiciel.

Ares est un logiciel communautaire qui possède un système de salons type décentralisé car hébergés par les utilisateurs eux-mêmes, il permet de partager tous types de fichiers, écouter des musiques, visionner des vidéos, entrer en contact avec d'autres personnes sur les salons de discussion et créer votre propre communauté, ce qui explique notamment qu'il y ait très peu de sites communautaires à son sujet. L'atout majeur d'Ares est sa simplicité d'utilisation et ses multiples fonctionnalités. Lorsque le schéma électrique est réalisé sur ISIS on peut facilement l'importer sur ARES afin de réaliser le PCB (printed circuit board) de la carte électronique. Bien que l'édition d'un circuit imprimé soit plus efficace lorsqu'elle est réalisée manuellement. Ce logiciel permet de placer les composants et de réaliser le routage d'une manière automatique.

III.3.1. La réalisation de circuit

Cette étape est consacrée à la réalisation de circuit électronique sous l'environnement ARES et qui nécessite le choix adéquat des composants.

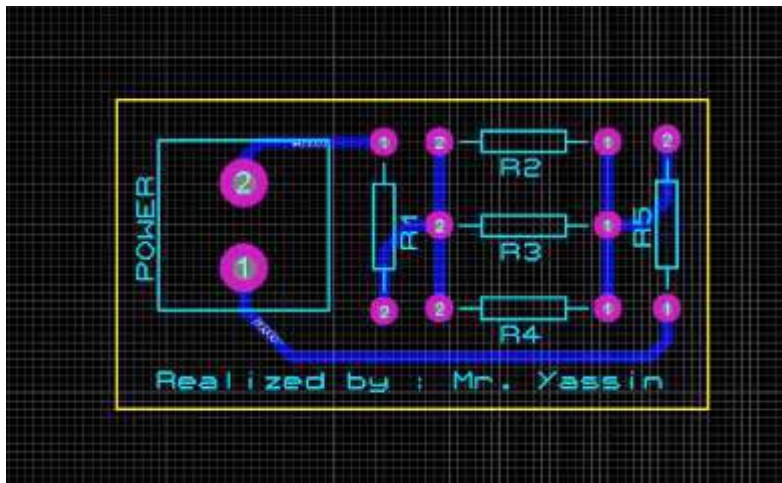


Figure (III-7): Le circuit de alimentation sous Ares

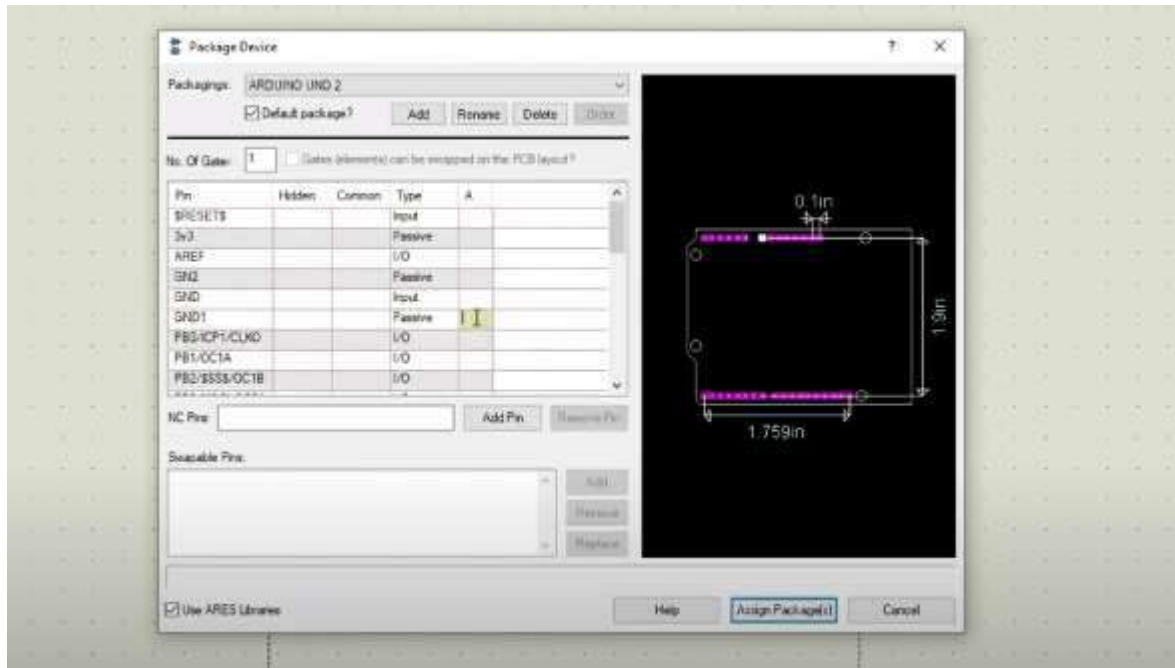


Figure (III-8) : Le circuit ARDUINO sous Ares

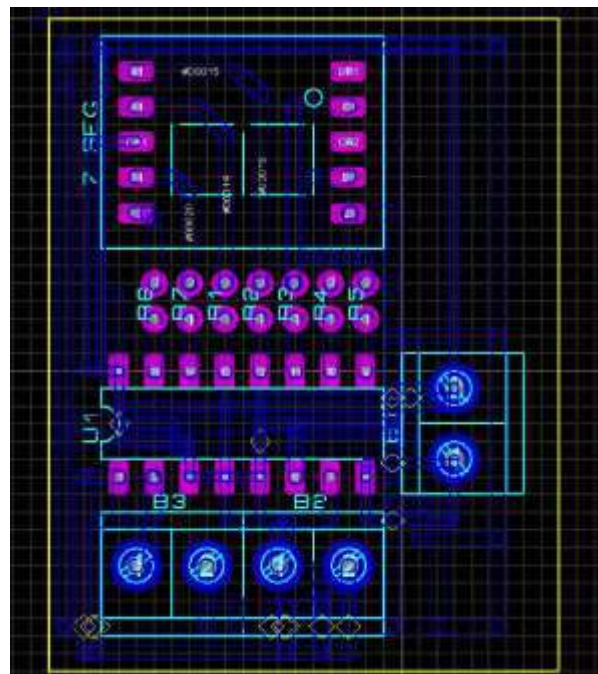


Figure (III-9): Le circuit de puissance sous Ares

III.5. Conclusion :

Nous avons présenté à travers ce chapitre, la simulation d'un onduleur monophasé capable de convertir le courant continu de 12V en une tension alternative de 220V/50Hz.

Conclusion générale

L'objectif de notre étude était de modéliser et de simuler un onduleur monophasé dédié. Il est nécessaire de préciser que le cadre dans lequel s'inscrivait ce mémoire était la conception d'un tel dispositif, vu le contexte il nous a été difficile d'aboutir à notre idée de départ, alors nous avons opté pour une simulation. Cela en appliquant le modèle sur un logiciel et pousser notre travail jusqu'à réaliser quelque partie.

A travers notre étude, le concept de circuit INVERTER a été présenté, les équations du modèle ainsi que les caractéristiques des trois parties qui composent le système en entier : la source d'énergie, l'onduleur (INVERTER) et les batteries.

Nous nous sommes intéressés principalement à l'élaboration des modèles numériques basés sur la plateforme SYMULINK de MATLAB permettant l'étude de la variation de différentes caractéristiques dans un tel système. Ainsi notre travail a consisté aux développements d'un modèle décrivant les interactions entre les différentes parties du système, pour cela il était nécessaire de coupler entre plusieurs équations régissant le système.

Dans un premier lieu, une étude bibliographique a permis de rappeler les théories sur le principe de fonctionnement des onduleurs monophasés et triphasés et leurs applications. En second lieu, nous avons consacré notre travail à la modélisation et à la simulation des caractéristiques onduleur/batterie, avec MATLAB sous l'action de différentes commandes. Au dernier lieu, nous avons présenté les résultats de la simulation du circuit de la commande et le circuit de puissance sous Isis Proteus.

L'élaboration de ce travail nous a permis d'approfondir nos connaissances au niveau de la modélisation et la simulation des systèmes convertisseur d'énergie et d'améliorer le fonctionnement de l'onduleur monophasé en utilisant la carte ARDUINO pour la commande MLI. Comme perspective nous proposons la réalisation d'un onduleur assisté (GRID TIE INVERTER), ainsi que la réalisation

Références bibliographiques

- [1] SALMI Mohamed. Cour de gisement solaire. Université de M'sila. Septembre 2015.
- [2] Zhipeng QU. La nouvelle méthode Heliosat-4 pour l'évaluation du rayonnement solaire au sol. Thèse de doctorat. l'École nationale supérieure des mines de Paris. Octobre 2013.
- [3] BELARBI Mustapha. Contribution à l'étude d'un générateur solaire pour site autonome. Thèse de doctorat. Université d'Oran. Septembre 2015.
- [4] NAIM Houcine. Etude de gestion d'un mini central solaire et mise au point d'un dispositif automatique de mesures, contrôles et régulation de l'énergie électrique. Thèse de doctorat. Université d'Oran 2016.
- [5] AISSOU Said et ZINET Maci. Identification et Caractérisation d'un Système Photovoltaïque. Mémoire de master. Université de Béjaia. Juin 2012.
- [6] FUNK David. L'énergie solaire :circonstances et conditions d'exploitation au Québec .Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env). Université de Sherbrooke, Québec, Canada. Janvier 2010
- [7] Mefti A, BOUROUBI MY et MIMOUNI H. Evaluation du potentiel énergétique solaire. Bulletin des énergies renouvelables, N° 2. Décembre 2002.
- [8] Harouadi F, Mahmah B, Belhamel M, Chader.S ,M'Raouiet A et Etievant C. Les potentialités d'exploitation d'hydrogène solaire en Algérie dans un cadre euro – maghrébin.Partie I: Phase d'étude d'opportunité et de faisabilité. Revue des Energies Renouvelables Vol. 10 N°2 (2007) 181 – 190 181.
- [9] <http://www.energy.gov.dz/francais/index.php?page=potentiels> (consultés le 10 mars 2019).

- [10] <https://portail.cder.dz/spip.php?rubrique66> (consultés le 11 mars 2019).
- [11] BOUCHERITTE Wafa. Convertisseurs multiniveaux dans les systèmes PV Connectés au réseau. Mémoire de magister. Université de Biskra.
- [12] BEN ABDERRAZAK Ghania. Etude par simulation numérique de la Cellule solaire à base de CZTS par SCAPS. Mémoire de master. Université de Miskra. 2014
- [13] Mechouma Rabiaa. Contribution à l'étude des onduleurs dans les systèmes photovoltaïques: Applications pour les charges commerciales. Thèse de doctorat. Université de batna. Mars 2015.
- [14] ZAHAR Soria et MAKHLOUF Cheymaa. Etude et Simulation d'un Générateur Photovoltaïque Muni d'un Convertisseur MPPT pour une Meilleure Gestion Energétique. Mémoire de master. Université de M'sila. 2017
- [15] ADDOU Mekki et BEDDIAF Abderrahim. Dimensionnement d'une installation photovoltaïque autonome pour l'alimentation d'une ferme. Mémoire de master. Université de Tlemcen. Juin /2016.
- [16] https://fr.wikipedia.org/wiki/Cellule_photovolt%C3%A1que (consultés le 20 mars 2019).
- [17] CHEBABHI Ardjouna. Etude d'identification et localisation des défauts d'un générateur photovoltaïque. Mémoire de master. Université de M'sila. Juin 2016.
- [18] IDIR Zahir et ADRAR Amazigh. Etude et simulation du comportement d'un générateur photovoltaïque en présence de problème de désadaptation. Mémoire de master. Université de Bejaia. Juin 2016
- [19] Mr. MOUSSOUNI Nasser Eddine et OUADFEL Sofiane. Etude et réalisation d'un onduleur de tension monophasé. Mémoire de master. Université de Bejaia.2017.
- [20] BENDJAMAA Ibrahim. Modélisation et commande d'un système De stockage photovoltaïque. Mémoire de magister. Université de Tlemcen.2012.

- [21] PANKOW Yann. Etude de l'intégration de la production décentralisée dans un réseau basse tension. Application au générateur photovoltaïque. Thèse de doctorat. Ecole nationale supérieure d'Arts et Métiers. Décembre 2004.
- [22] RESFA Amal. Etude d'un système de pompage photovoltaïque. Mémoire de master. Université de Tlemcen. Juin 2017.
- [23] Kaabeche A, Belhamel M ,Ibtiouen R ,Moussa S et Benhaddadi M. Optimisation d'un système hybride (éolien – photovoltaïque) totalement autonome. Revue des Energies Renouvelables Vol. 9 N°3 (2006) 199 – 209.
- [24] BENAMARA Vincent. Etude et simulation d'un panneau solaire raccordé au réseau avec périphérique de stockage. Mémoire d'ingénieur .Université de Québec. Septembre 2012. [25] BOUTTE Aissa. Identification des paramètres internes d'une batterie pour des applications photovoltaïques. Thèse de doctorat. Université de d'Oran. Juillet 2015.
- [26] EDDAHECH Akram. Modélisation du vieillissement et détermination de l'état de santé de batteries lithium-ion pour application véhicule électrique et hybride. Université bordeaux. 2013.
- [27] HELALI Kamelia. Modélisation d'une cellule photovoltaïque: étude comparative. Mémoire de magister. Université Tizi-Ouzou. Juin 2012.
- [28] FRITZ DUFOUR. Livre des coûts et implications de notre demande d'énergie : une analyse comparée et complète des ressources énergétiques disponibles. Juin 2018.
- [29] AARIDDA Nabil .Etude et simulation des étages DC-DC et DC-AC d'un onduleur photovoltaïque. Mémoire de master. Juin 2014.
- [30] MANSOURI Abdallah. Commande des Onduleurs Multiniveaux. Mémoire de master. Université de M'sila.2016.
- [31] MEKARET Fayssal et ZIDOURI Abdelkhaliq. Etude, simulation et réalisation d'un mini onduleur pour systèmes photovoltaïques. Mémoire de master. Université de Tlemcen. 2018. [32] MECHERI Salah-eddine. Réalisation d'un onduleur de tension

monophasé contrôlé par une carte arduino. Mémoire de master. Université de Constantine.2014.

[33] SLAMA Fateh. Modélisation d'un système multi générateurs photovoltaïques interconnectés au réseau électrique. Mémoire de magister. Université de Sétif.

[34] BOUKAROURA Abdelkader. Modélisation et Diagnostic d'un Onduleur Triphasé par l'Approche BondGraph. Mémoire de magister. Université de Sétif. Décembre 2009.

[35] HIDRI Imed. Cour d'électronique de puissance les convertisseurs DC-DC et DC –AC .Institut supérieur des études technologiques de Nabeul.

[36] FERNANDEZ Sophie .Comparaison des performances électriques d'un onduleur triphasé deux niveaux à commandes directes et indirectes connecté au réseau. Thèse de doctorat. Université de Lille. Octobre 2013.

[37]

http://physiquejv1.free.fr/Documents/STS2/Cours/Source/Cours_STS2_13_Onduleurs.doc (consultés le 18 avril 2019).

[38] CHETTIH Kheireddine. Réalisation d'un onduleur monophasé avec un bras redondant. Mémoire d'ingénieur. Université de Constantine. Juin 2015

[39] HABBATI Bellia, RAMDANI Youcef, MOULAY Fatima. A detailed modeling of photovoltaic module using MATLAB. NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics (2014) 3, 53–61.

[40] Abdul Jaleel J, Nazar A, Omega AR. Simulation on Maximum Power Point Tracking of the Photovoltaic Module using LabVIEW. International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering Vol. 1, Issue 3, September 2012.

[41] MAZOUZ Karim ; Etude d'une batterie de stockage dans un système photovoltaïque. Mémoire de master. Université de Béjaia.2012.

[42] AAkarmi Ayoub et AQACHMAR Zakariae. Modélisation de la batterie au lithium et système de gestion de la batterie. Mémoire de master. Université de FES .Juin 2017.

[43] DEKKICHE Abdelillah. Modèle de batterie générique et estimation de l'état de charge. Mémoire d'ingénieur. Université de Quebec. Mai 2008.

[44] Tremblay, O., Dessaint, L.-A. "Experimental Validation of a Battery Dynamic Model for EV Applications." World Electric Vehicle Journal. Vol. 3 - ISSN 2032-6653 - © 2009 AVERE, EVS24 Stavanger, Norway, May 13 - 16, 2009.

Résumé

L'intérêt porté aux circuits INVERTER électronique de puissance ne cesse de croître, stimulé par leurs nombreuses applications. Au cours de ce mémoire, nous nous sommes intéressés à l'étude d'un onduleur pour l'application photovoltaïque. Ainsi les travaux présentés dans ce mémoire ont consisté aux développements d'un modèle décrivant les interactions entre les différentes parties du système panneaux solaire onduleur batterie ainsi que le point optimal d'utilisation du dispositif à savoir le MPPT, pour cela il était nécessaire de coupler entre plusieurs équations régissant les phénomènes électronique, magnétique et d'électronique de puissance. Nous avons par la suite étudié l'adaptation d'ARDUINO dans notre circuit INVERTER.

L'élaboration des modèles numériques basés sur le logiciel de simulation moyennant SIMULINK de MATLAB a permis d'étudier essentiellement la variation du courant de la tension du temps de charge des batteries ainsi que le point optimal d'utilisation du dispositif (ou le Maximum power point tracking) MPPT. Une interface entre le logiciel SIMULINK de MATLAB a permis d'extraire la structure du modèle et d'afficher les résultats directement sur ordinateur, utilisé ensuite dans des circuits de mesure conventionnel pour la mesure de la point de fonctionnement optimal du système.

Abstract

The interest in power electronic INVERTER circuits is growing steadily, stimulated by numerous applications. During this thesis, we are interested in the study of an inverter for photovoltaic application. Thus the drafting work in this thesis consisted of the development of a model describing the interactions between the different parts of the solar panel inverter battery system as well as the optimal point of use of the device, namely the MPPT, for this it was necessary to couple between several equations governing electronic, magnetic and power electronic phenomena. We then studied the adaptation of ARDUINO in our INVERTER circuit.

The development of digital models based on the simulation software proposed SIMULINK from MATLAB made it possible to study essentially the variation of the current of the voltage of the charging time of the batteries as well as the optimal point of use of the device (or the Maximum power dot tracking) MPPT. An interface between MATLAB's SIMULINK software made it possible to extract the structure of the model and display the result directly on the computer, which is then used in conventional measurement circuits for measuring the optimum operating point of the system.