



Chargeur de batterie solaire

MC Solar Boost

Charly VINCENT - Yoann KERAMPRAN
2^{ème} Année-P2
Promotion2006/2008

Enseignants
M. Thierry LEQUEU



Chargeur de batterie solaire MC Solar Boost

Charly VINCENT - Yoann KERAMPAN
2ème Année-P2
Promotion2006/2008

Enseignants
M.Thierry LEQUEU

Sommaire

| | |
|--|----|
| Introduction..... | 4 |
| Cahier des charges..... | 5 |
| 1.Composant existant..... | 6 |
| 1.1.Les panneaux solaires..... | 6 |
| 1.1.1.La cellule photovoltaïque..... | 6 |
| 1.1.2.Caractéristique Tension- courant..... | 7 |
| 1.1.3.L'influence de l'éclairement..... | 8 |
| 1.2.Le montage BOOST..... | 8 |
| 1.3.Les Batteries..... | 11 |
| 2.Régulation et Optimisation de la charge des batteries..... | 12 |
| 2.1.L'intégrateur R-C..... | 12 |
| 2.2.Le générateur MLI..... | 14 |
| 2.3.Le comparateur de signaux..... | 15 |
| 2.4.Le micro contrôleur Atméga..... | 16 |
| 2.4.1.Acquisition de la tension..... | 16 |
| 2.4.2.Acquisition du courant..... | 17 |
| 2.4.3.Configuration du micro-contrôleur..... | 18 |
| 3.Programmation du micro-contrôleur..... | 19 |
| Conclusion..... | 23 |
| Annexe..... | 24 |

Introduction

L'énergie solaire photovoltaïque provient de la transformation direct des rayonnements solaire en énergie électrique à partir de cellule photovoltaïque. La tension générée par les panneaux solaire est directement proportionnels aux taux de rayonnement, elle n'est donc pas toujours constante. L'association de plusieurs cellules photovoltaïque forme un générateur photovoltaïque dont la caractéristique tension-courant représente une courbe non linéaire ayant un point de puissance maximale.

La caractéristique tension-courant dépend principalement du niveau d'éclairement et de la température des cellules. De plus son point de fonctionnement dépend directement de la charge qu'il alimente. L'objectif de notre projet étant d'alimenter des batteries afin de les recharger en recherchant le point de fonctionnement optimale. Nous avons donc choisi d'utiliser un régulateur utilisant le principe MPPT, Maximum Power Point Tracking tout en reprenant le montage Buck Boost réalisé antérieurement.

Nous rappelleront pour cela le fonctionnement des différents composants à notre disposition comme les panneaux solaires, le montage Buck Boost ainsi que les batteries à recharger puis dans une seconde partie nous étudierons le montage utilisé pour la régulation et l'optimisation de la charge des batteries et enfin nous expliquerons les différentes fonctions que doit réaliser le programme du micro-contrôleur.

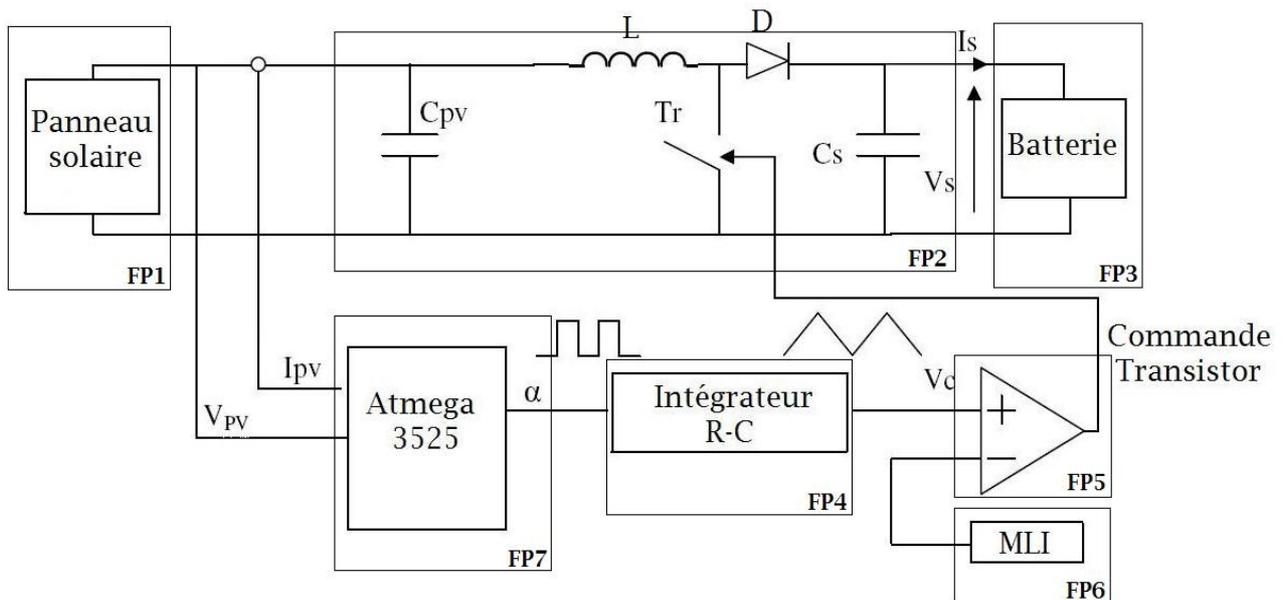
Cahier des charges

Descriptif :

L'étude proposée consiste à charger quatre batteries de 12V via un panneau solaire.

Cahier des charges :

- Panneau solaire 12v/50w
- Hacheur de type BOOST (élevateur de tension)
- 4 batteries de 12v/48Ah
- $40v < \text{tension batterie} < 64v$
- Carte de puissance existante
- Régulation en courant
- Contrôle de la tension de sortie



Étude :

Le but de ce projet est d'étudier et de mettre en œuvre un montage conformément au cahier des charges. A noter, que nous poursuivons un projet déjà existant dans lequel la partie puissance a été réalisée. C'est pourquoi, nous ciblerons uniquement nos études sur la partie régulation et optimisation du chargeur de batterie.

1. Composant existant

1.1. Les panneaux solaires

Les panneaux solaires sont constitués de cellules photovoltaïques reliées soit en série soit en parallèle en fonction du mode de fonctionnement que l'on souhaite. Ces cellules ont été découvertes en 1839 par Antoine Becquerel mais ont commencé à être vraiment développées en 1954 dans les laboratoires de la BELL téléphone. Ce sont des composants optoélectroniques qui transforment directement la lumière solaire en électricité et sont réalisées à l'aide de matériaux semi-conducteurs.

Le rayonnement de la lumière permet de fournir une énergie afin que le semi-conducteur produise du courant. En revanche, la lumière n'est pas entièrement utilisée, une partie est réfléchiée, une autre traverse le matériau et enfin une est absorbée. Seul cette partie permet la conversion de l'énergie solaire en énergie électrique.

1.1.1. La cellule photovoltaïque

Une cellule photovoltaïque est constituée par un matériau semi-conducteur de type P-N. La taille de chaque cellule va de quelques centimètres carrés jusqu'à 100cm² ou plus.

Dans le cas où les cellules sont branchées en série, les électrons générés par une cellule sont repris directement par la suivante. Le but est d'avoir une différence de potentiel entre 6 et 24 volts.

Chaque cellule peut être modélisée par le schéma électrique suivant:

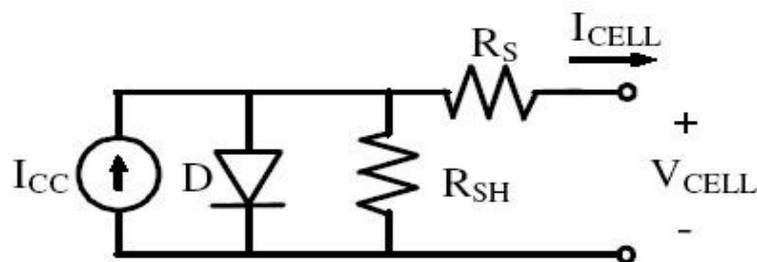


Figure 1: Schéma équivalent d'une cellule photovoltaïque

Les résistances R_S et R_{SH} permettent de tenir compte des pertes liées aux défauts de toute sorte. R_S caractérise les diverses résistances de contact et de connexion tandis que R_{SH} représente les courants de fuite.

1.1.2. Caractéristique Tension- courant

La figure ci dessous représente la courbe $I=f(v)$ d'un panneau photovoltaïque typique dans les conditions constantes d'isolation et de température :

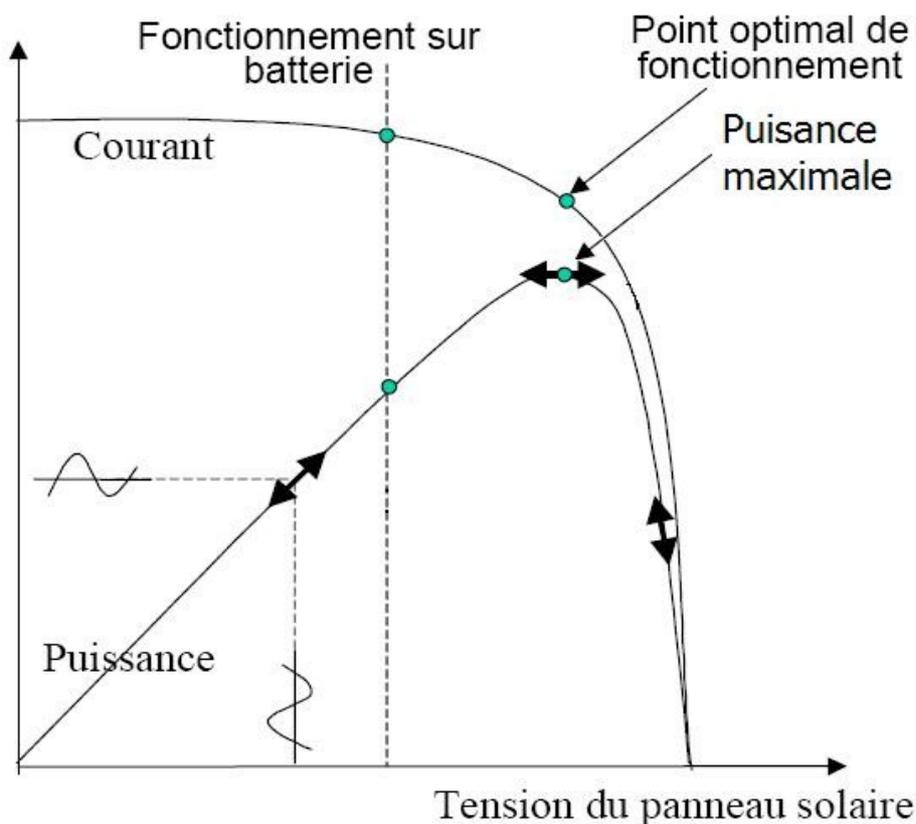


Figure 2: Caractéristiques courant-tension

On remarque que l'on ne peut pas donner un caractère source de courant ou source de tension indépendante à un panneau photovoltaïque sur toute l'étendue de la caractéristique courant-tension mais plutôt le considérer comme une source de puissance. On peut aussi voir que la charge de la batterie commence uniquement lorsque le courant délivré par les panneaux est suffisamment importante. De plus, on s'aperçoit de l'existence d'un point P_m où la puissance est à son maximum. Il serait intéressant de se placer autour de ce point afin de tirer le maximum de puissance des panneaux solaires et donc d'optimiser la charge des batteries. C'est ce qu'on appelle le Maximum Power Point Tracking (MPPT). Nous reviendrons sur cette technique par la suite.

1.1.3. L'influence de l'éclairement

La figure suivant représente des courbes en fonction du niveau de rayonnement solaire :

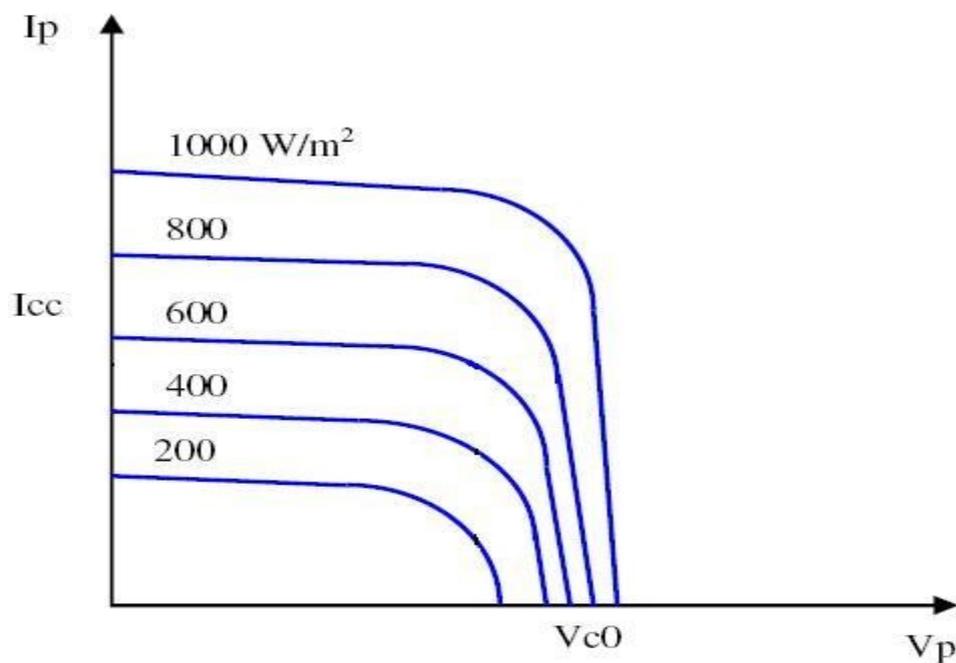


Figure 3: Caractéristiques des différents panneaux solaires

On remarque que le courant de court-circuit I_{cc} est directement proportionnel à l'intensité de rayonnement. En revanche, la tension en circuit ouvert V_{c0} reste, quant à elle, quasiment identique même à faible éclairement.

Au contraire, l'influence de la température extérieur sur la caractéristique Courant- tension a tendance à faire varier la tension en circuit ouvert. En effet lorsque la température augmente la tension V_{c0} diminue alors que le courant I_{cc} reste le sensiblement le même. Il est importante de savoir que la puissance des panneaux solaire diminue d'environ 0,5% par degré d'augmentation au delà de 25°C.

1.2. Le montage BOOST

En ce qui concerne cette partie, nous nous sommes contenté de récupérer les travaux fournis par les étudiants de l'année précédente. Cela dit, nous expliquerons brièvement qu'elles sont les caractéristiques d'un montage BOOST.

Tout d'abord, comme son nom l'indique, le hacheur de type BOOST permet d'élever la tension. Ici, notre tension d'entrée est continue est mesure 24V et nous voulons obtenir en sortie une tension approximant les 60V. Soit :

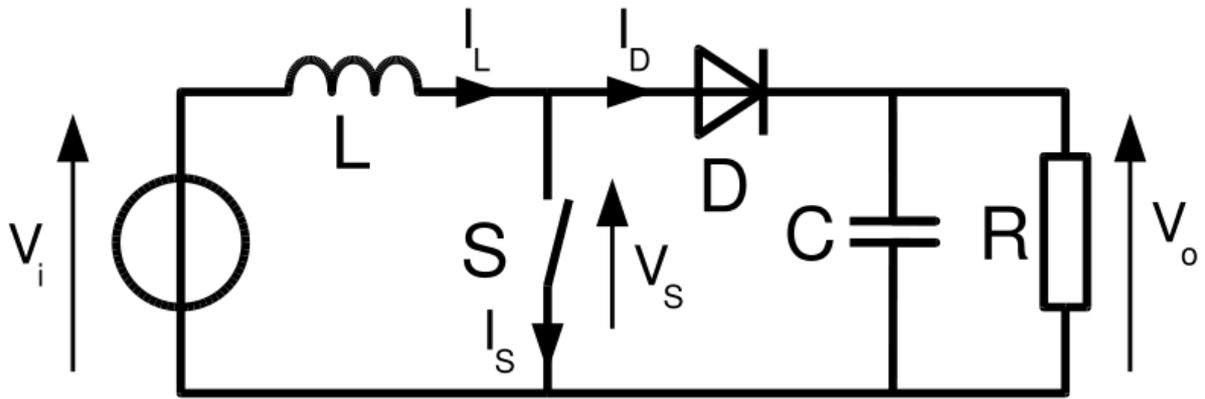


Figure 4: Hacheur élévateur

Ce montage peut être divisé en deux phases distinctes selon l'état de l'interrupteur S.

- Une phase où l'inductance se charge sous $+V_i > 0$
- Une phase où l'inductance se décharge sous $V_i - V_o < 0$ ($V_o > V_i$)

Interrupteur passant

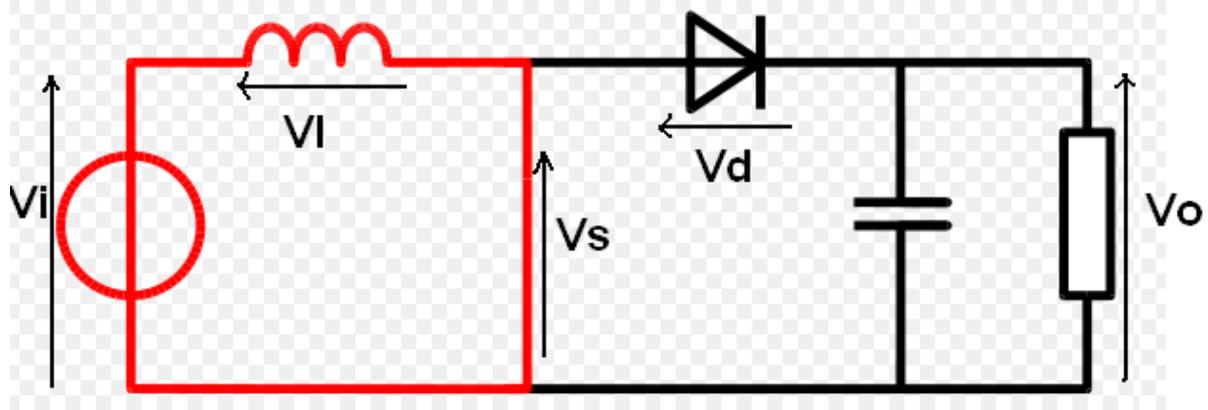


Figure 5: Interrupteur passant

$$V_i = V_i$$

$$i_i = +I_L$$

$$V_L = V_i - V_s = V_i$$

$$V_L = L \cdot (di_L(t)/dt)$$

$$I_{LC} \text{ variable}$$

$$V_s = 0$$

$$i_s = i_L$$

$$i_s = 0$$

$$V_d = V_s - V_o = -V_o$$

$$i_d = 0$$

Interrupteur bloqué

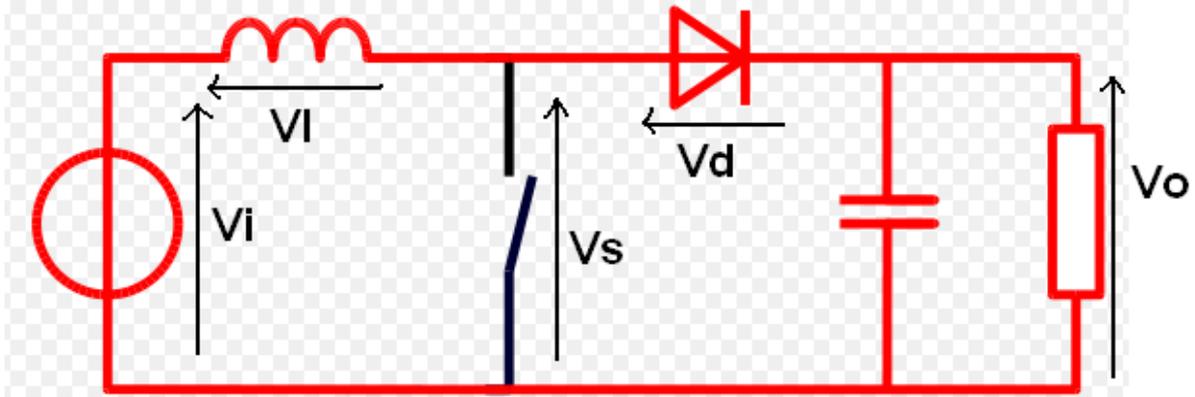


Figure 6: Interrupteur bloqué

$$V_i = V_L + V_o$$

$$V_L = L \cdot (di_L(t)/dt)$$

$$i_i = i_L$$

$$i_L = \text{variable}$$

$$V_s = V_d + V_o = V_o$$

$$i_s = 0$$

$$V_d = 0$$

$$i_d = i_L$$

$$V_s = V_s$$

$$i_s = i_L$$

Une fois toutes les variables déterminées nous allons exprimer $V_o = f(V_i, \alpha)$

Pour tout t compris sur l'intervalle $[0; \alpha T]$:

$$i_L(t) = \frac{V_i}{L} * t + I_{lmin}$$

Pour tout t compris sur l'intervalle $[\alpha T; T]$:

$$i_L(t) = \frac{(V_i - V_o)}{L} * (T - \alpha T) + I_{lmax}$$

Pour avoir $V_o=f(V_i,\alpha)$, il nous faut calculer $\langle V_L \rangle$

$$\langle V_L \rangle = \frac{[aire]}{T} = \frac{(V_i * \alpha T + (V_i - V_o) * (T - \alpha T))}{T}$$

$$\langle V_L \rangle = V_i * \alpha + (V_i - V_o)(1 - \alpha)$$

En régime permanent $\langle V_L \rangle = 0$ car $\frac{di}{dt} = 0$

$$V_i * \alpha + V_i - \alpha * V_i - V_o + \alpha * V_o = 0$$

$$V_i - V_o * (1 - \alpha) = 0$$

$$V_o = \frac{V_i}{(1 - \alpha)} =$$

Aussi, nous calculons l'ondulation du courant dans l'inductance

$$\Delta I_L = I_{Lmax} - I_{Lmin}$$

$$I_L(t) = \frac{V_i}{L} * t + I_{Lmin}$$

On sait qu'à l'instant αT $I_L(t) = I_{Lmax}$

$$\text{d'où } I_{Lmax} = \frac{V_i}{L} * \alpha T + I_{Lmin}$$

$$\text{donc } \Delta I_L = \frac{V_i * \alpha}{F} \text{ pour } F = 1/T$$

1.3. Les Batteries

Nous abordons dans cette partie le sujet des batteries de notre chargeur de batterie. Ceux sont quatre batteries au plomb, ayant pour caractéristiques une tension de 12V ; une puissance de 50W ; et une intensité de 2A, qui emmagasinent l'énergie.



Figure 7: Batterie au plomb

Une batterie au plomb est constituée d'un empilage de plaques de plomb et de séparateurs. Il y a deux sortes de plaques de plomb, l'une est constituée d'alvéoles remplies d'une pâte poreuse de peroxyde de plomb (on appelle cette plaque l'électrode positive), l'autre est constituée d'alvéoles remplies d'une pâte de plomb métallique très poreuse (c'est l'électrode négative). Cet empilage est plongé dans une solution d'acide sulfurique, ce qui permet aux réactions chimiques de se produire.

2. Régulation et Optimisation de la charge des batteries

2.1. L'intégrateur R-C

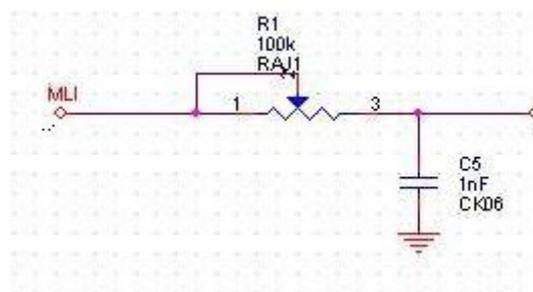


Figure 8: Intégrateur RC

Pour réaliser un montage de ce type, à savoir un circuit RC, nous disposons d'une résistance ajustable de 220k Ω et d'un condensateur d'100pF montés en filtre passe bas.

Soit f , la fréquence apportée par l'ATMEGA $f=20\text{kHz}$ d'où $\omega = 2\pi f$

En sachant que f et C sont des valeurs fixes et connues, d'après la formule suivante, nous pourrions déterminer la valeur fixe de R :

$$\text{Soit } f = \frac{1}{(2 * \Pi * RC)} \quad (\text{Hz})$$

$$\text{donc } R = \frac{1}{(2 * \Pi * C * f)} = 80 \text{ k} \Omega$$

Calcul des fonctions de transferts (avec V_c la tension appliquée au condensateur, V_r la tension appliquée à la résistance et V la tension de l'ATMEGA) :

$$\text{On sait que } Z_c = \frac{1}{(jC\omega)} \quad (\Omega)$$

On cherche $T_c(\omega)$ et $T_r(\omega)$ donc on calcule dans un premier temps V_c et V_r étant donné que :

$$T_c(\omega) = \frac{V_c}{V} \quad \text{et} \quad T_r = \frac{V_r}{V}$$

Calcul des tensions propre au condensateur et à la résistance :

$$V_c = \frac{Z_c}{(Z_c + R)} * V = \frac{1}{(1 + jRC\omega)} * V \quad \text{et} \quad V_r = \frac{R}{(R + Z_c)} * V = \frac{(jRC\omega)}{(1 + jRC\omega)} * V \quad (\text{V})$$

d'où F.T :

$$T_c(\omega) = \frac{1}{(1 + jRC\omega)} \quad \text{et} \quad T_r(\omega) = \frac{(jRC\omega)}{(1 + jRC\omega)}$$

de ces expression nous pouvons en découlé le gain et la phase de notre diagramme de Bode.

Calcul du gain et de la phase du condensateur :

$$G_c = \frac{1}{(\sqrt{1 + (RC\omega)^2})} = 95,24 * 10^{-2} \quad \text{et} \quad \varphi_c = \arctan(-RC\omega) = -0,31$$

Calcul du gain et de la phase de la résistance :

$$G_r = \frac{(RC\omega)}{(\sqrt{1 + (RC\omega)^2})} = 30,48 * 10^{-2} \quad \text{et} \quad \varphi_r = \arctan\left(\frac{1}{(RC\omega)}\right) = 1,26$$

Au final, l'intégrateur R-C nous proposera un signal de ce type :

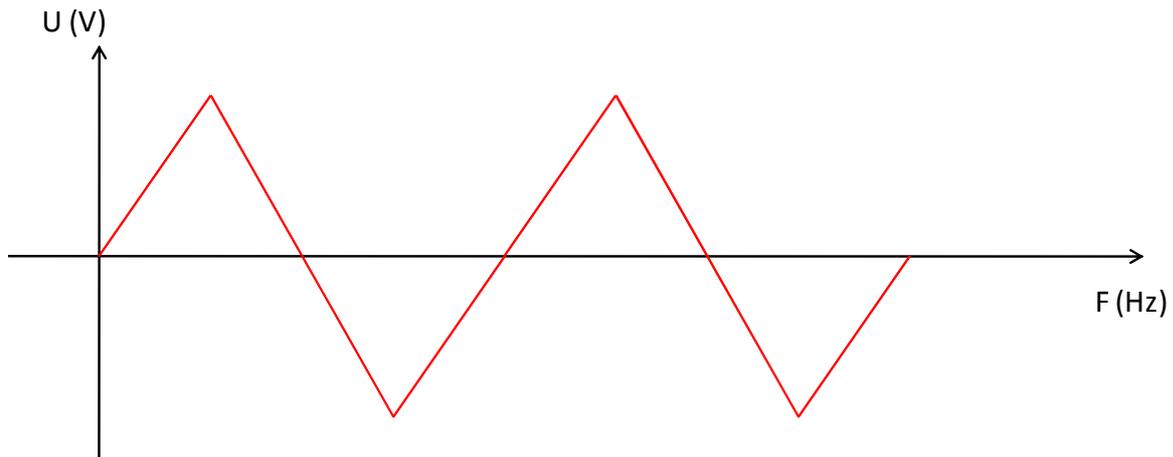


Figure 9: Signal de sortie de l'intégrateur RC

2.2. Le générateur MLI

Le générateur MLI n'est autre que le NE555 :

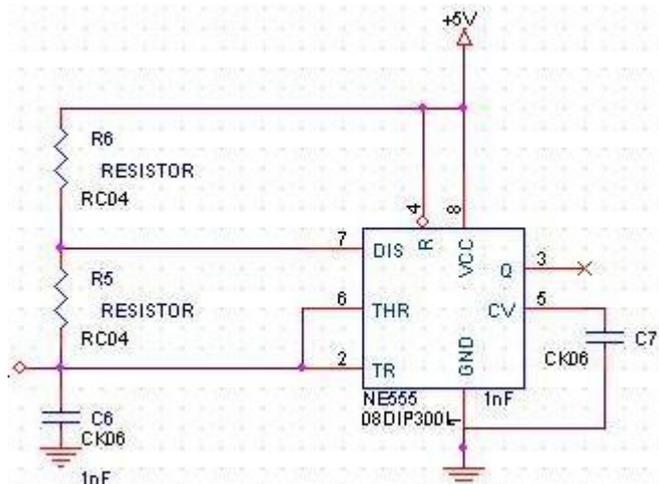


Figure 10: Configuration du NE555

Le NE555 est alimenté par la broche 8 d'une alimentation 5Volts et est raccordé à la masse par la broche 1.

Dans ce montage les résistances R5 et R6 ont respectivement pour valeurs 10kΩ et 1kΩ. Aussi nous avons pour fréquence $f=250\text{kHz}$ donc nous possédons les paramètres nécessaires pour calculer le condensateur C6 :

$$\text{Soit } f = \frac{1,44}{(C1 * (R1 + 2R2))} \quad \text{d'où } C1 = \frac{1,44}{(f * (R1 + 2R2))}$$

$$C1 = \frac{1,44}{(250 * 10^3 * (10^3 + 2 * 10^4))} = 274,3 \text{ pF}$$

D'autre part, nous voyons la présence d'un condensateur entre la broche 1 et 5. Celui-ci est un condensateur de découplage.

Au final, le NE555 nous propose un signal de ce type :

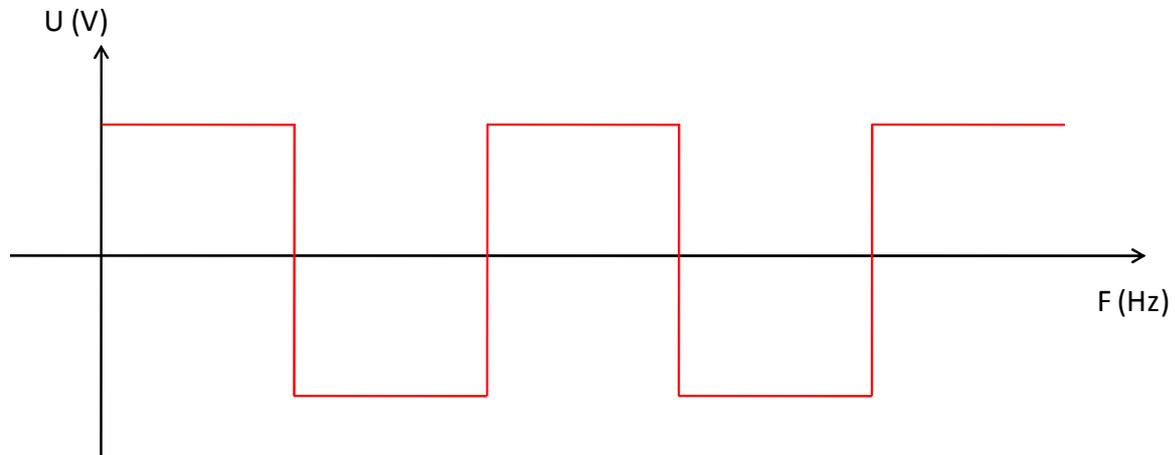


Figure 11: Signal de sortie du NE555

2.3. Le comparateur de signaux

Le comparateur de signaux est géré par le LM311 :

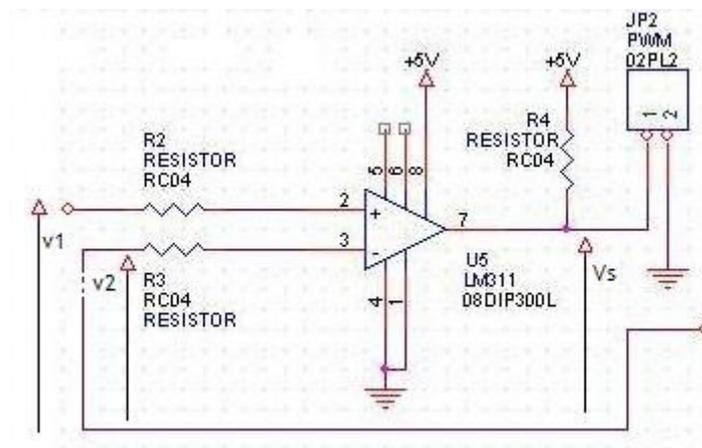


Figure 12: Le comparateur de signaux

Ce montage est alimenté en +5V à partir de la broche 8 et reçoit une masse sur la broche 1 et 4. Ici, les résistances R2 et R3 sont des résistances de protection.

Aussi en sortie nous avons placé un bornier pour commander un thyristor.

Le LM311 nous permet de dire que si $V_1 > V_2$ on a $V_s = +V_{sat}$ et si $V_1 < V_2$ on a $V_s = -V_{sat}$. Soit V_1 est le signal créneau du MLI et V_2 est le signal triangulaire de l'intégrateur RC. D'où :

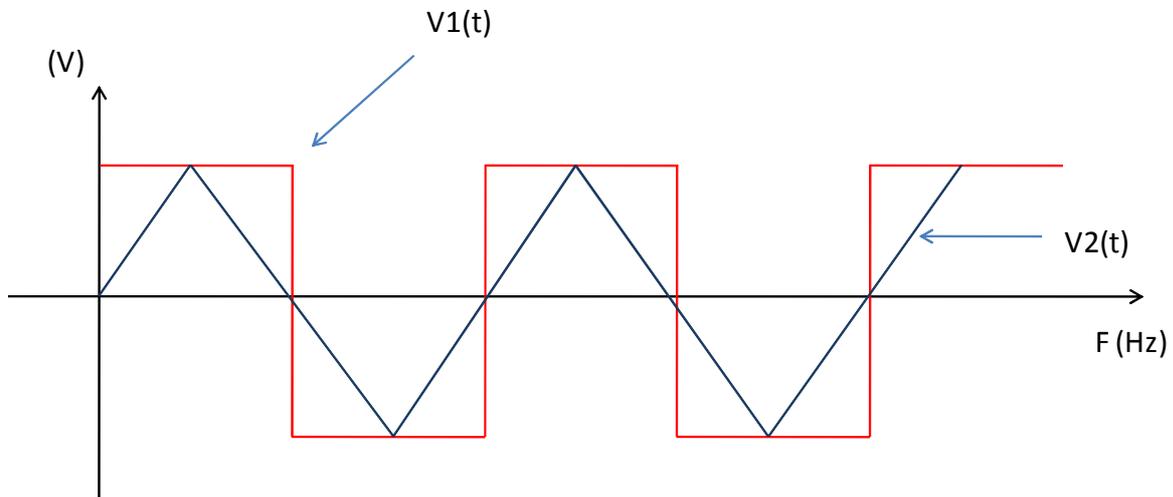


Figure 13: Visualisation de V_1 et V_2

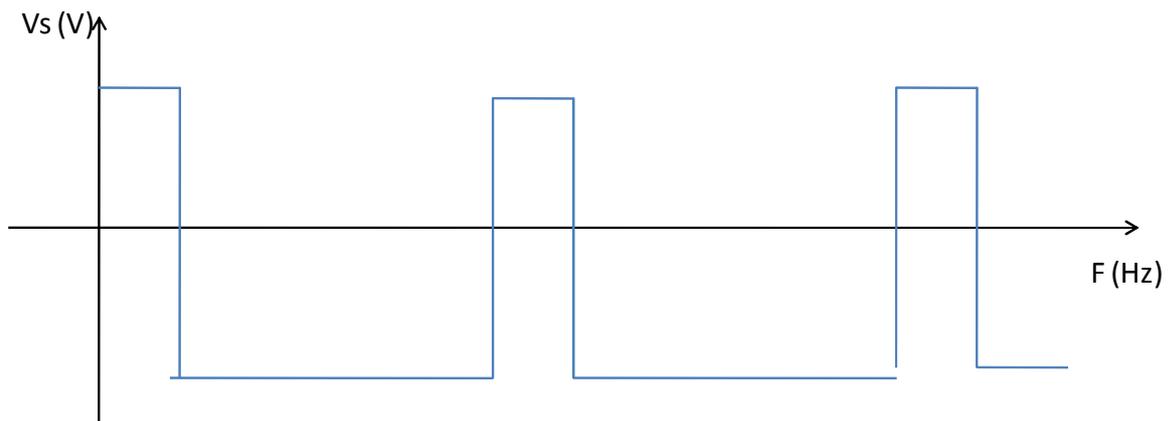


Figure 14: Visualisation de la sortie du LM311

2.4. Le micro contrôleur Atmég

2.4.1. Acquisition de la tension

L'acquisition de la tension se fait grâce à un pont diviseur de tension réalisé par deux résistances placées entre la sortie des panneaux solaires et la masse.

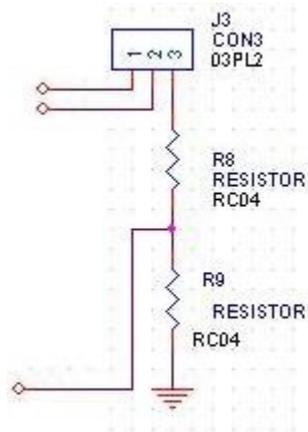


Figure 15: Acquisition de la tension

Ce diviseur de tension est obligatoire afin d'ajuster la tension fournie par les panneaux solaire (qui peut varier autour de 12 volts) à l'entrée de notre micro-contrôleur qui, lui, accepte une tension uniquement positive avec une valeur maximale de + 5volts. On relie pour cela la liaison entre les deux résistances à une entrée analogique de l'atméga. Les entrées analogiques sont présente sur les boches 33 à 40 du composant programmable et sont indépendante les unes des autres.

Pour effectuer l'adaptation de tension, on utilise un rapport de 7/5ème pour déterminer les valeurs des deux résistances utilisées afin d'obtenir au maximum 5 volts lorsque le panneau solaire fonctionne de façon optimale.

Si le panneau solaire fourni 12 volts en sortie la tension qui sera présente aux bornes de l'atméga sera de 5 volts de même que si la tension du panneau est plus faible alors la tension aux bornes du micro-contrôleur sera elle aussi plus faible. Cette tension ne pourra donc jamais dépasser +5 volts et risquer d'endommager le composant.

2.4.2. Acquisition du courant

L'acquisition du courant est réalisée par un capteur à effet hall LTS 25-NP qui délivre une tension proportionnel au courant qui passe dans le composant. La documentation technique définit le rapport entre la tension et le courant par la relation suivante :

$$V_{out} = 2,5 \pm (0,625 \times I_p / I_{pn})$$

- I_p représente la plage de mesure du courant primaire, elle peut aller de 0 à ± 80 Ampères
- I_{pn} représente le courant primaire efficace nominal, elle est de 25 Ampères

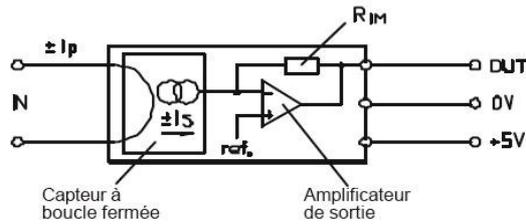


Figure 16: Schéma de principe du LTS25-NP

Le capteur LTS 25 NP possède 9 broches dont 6 sont associées à la configuration du nombre de spires du capteur afin d'adapter l'intensité du courant qui va circuler dans la boucle fermée. Il existe trois configurations possible qui sont affichées ci-dessous. Les trois autres broches du capteur sont : la sortie OUT, la masse et l'alimentation 5 Volts. Dans notre cas, le courant en sortie des panneaux sera de 4,2 Ampères sachant que la tension maximal est de 12 Volts et que la puissance qu'ils fournissent est de 50 Watts. On pourra donc utiliser la 3ème configuration qui accepte un courant primaire efficace maximal de 8 Ampères, ce qui permettra d'obtenir une tension de sortie de $2,5 \pm 0,6$ volts au maximum et donc ne présentant aucun risque de sur-tension au niveau des entrées analogique de l'atméga. Ce capteur sera relié comme le diviseur de tension sur une des entrées analogique du micro-contrôleur.

| Nombre de spires primaires | Courant primaire efficace nominal I_{PN} [A] | Tension de sortie nominale V_{OUT} [V] | Résistance primaire R_P [$m\Omega$] | Inductance d'insertion primaire L_P [μH] | Raccordement recommandé |
|----------------------------|--|--|---|---|-------------------------|
| 1 | ± 25 | 2.5 ± 0.625 | 0.18 | 0.013 | |
| 2 | ± 12 | 2.5 ± 0.600 | 0.81 | 0.05 | |
| 3 | ± 8 | 2.5 ± 0.600 | 1.62 | 0.12 | |

Figure 17: Configuration du capteur effet hall

2.4.3. Configuration du micro-contrôleur

Le micro-contrôleur utilisé est un atméga 8535, nous utiliserons que certaines des entrées et sorties disponible sur ce composant.

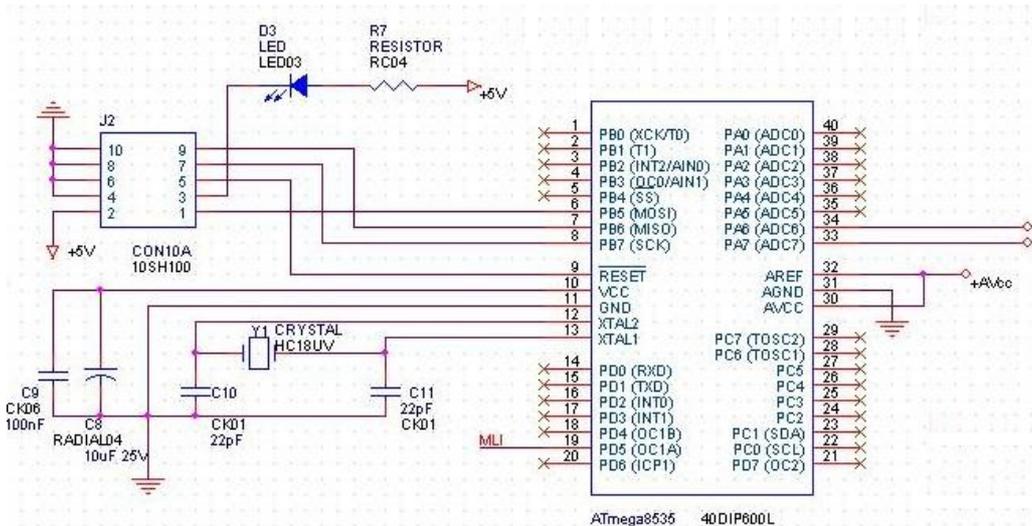


Figure 18: Configuration de l'ATMEGA

Comme nous l'avons vu précédemment, les broches 33 à 40 (ADC0 à ADC7) sont des entrées analogiques. C'est sur ces broches que nous avons relié le capteur à effet hall et le diviseur de tension afin d'acquérir les données nécessaires au fonctionnement de ma MPPT, c'est-à-dire la tension et le courant de sortie des panneaux solaires.

On retrouve sur les broches 6, 7, 8 et 9, le connecteur permettant de programmer le micro-contrôleur à partir du langage C++. Ce composant est alimenté en + 5 volts et une LED permet de vérifier si la tension est bien présente. Une résistance est mise en série de cette LED afin de le montage de toutes détériorations.

De plus, les entrées 12 et 13 permet de générer une horloge à partir du quartz. L'atméga peut aussi générer un signal MLI mais de fréquence moyenne, nous avons donc préféré créer ce signal à partir d'un autre composant, Le N555 vue précédemment, afin d'obtenir une fréquence d'environ 250 Khz pour augmenter la rapidité du système. Il est important de rappeler que les entrées du micro-contrôleur accepte une tension maximale de +5volts et aucune tension négative.

Enfin les broches 18 et 19 (OC1A et OC1B) sont les sorties de l'atméga, nous avons donc utilisé OC1A pour aller directement à la suite de notre montage.

3. Programmation du micro-contrôleur

La programmation de l'atméga est réalisé grâce à un programme en C et doit suivre une chronologie bien précise que nous allons développer. Chaque étape du chronogramme ci-dessous fera l'objet d'une partie du programme totale.

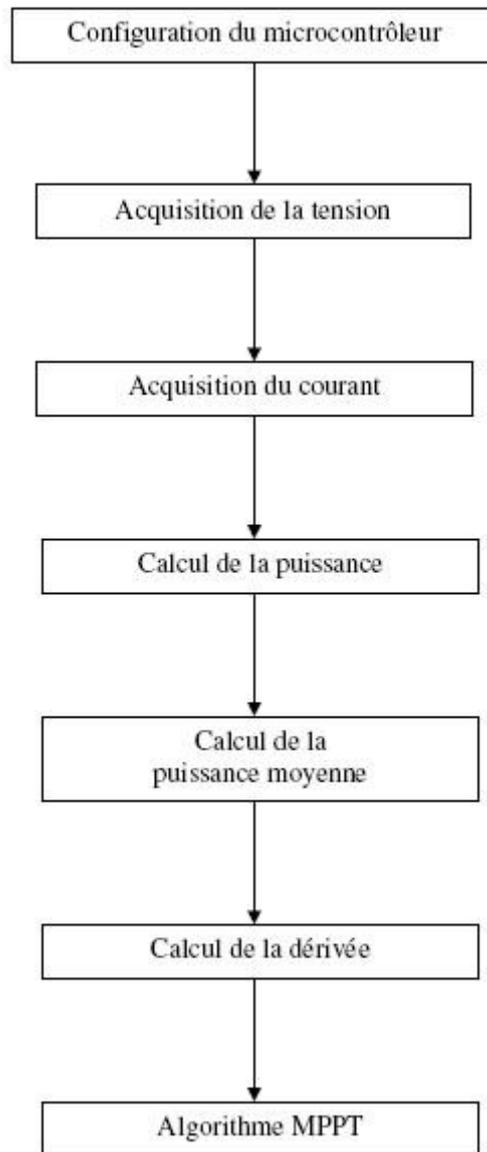


Figure 19: Chronogramme du programme

On remarque 7 étapes indispensable que doit exécuter le programme. On commence tout d'abord par configurer les registres de l'atméga puis part faire l'acquisition de la tension et du courant à partir des entrées analogiques. Dans le cas où le micro contrôleur ne possède qu'un convertisseur analogique-numérique (CAN), l'acquisition de ces variables se fera de manière séquentielle.

Une fois que nous avons obtenu la valeur de ces deux variables, nous les multiplions pour obtenir une image de la puissance fourni par les panneaux solaire à un instant précis. Cette opération est réalisée à l'aide d'une instruction de type hardware qui dure un cycle d'horloge. Il est donc important d'avoir des cycle d'horloge assez court afin que le calcul et l'acquisition de la valeur de la puissance instantanée soit le plus rapide possible.

Pour obtenir une valeur plus précise de puissance, on calculera la puissance moyenne fourni par les panneaux à partir de 4 ou 5 valeurs de la puissance instantanée.

A partir de cette puissance moyenne, nous calculons la dérivée de cette puissance par rapport au temps afin de connaître les variations de la puissance des panneaux. Ainsi nous pourrons déterminer avec précision si la puissance augmente ou si elle diminue, de manière à savoir si l'on s'approche ou si l'on s'éloigne du point de puissance maximum. Le signe de la dérivée nous permettra de déterminer le sens de recherche du point de puissance maximum à l'aide de l'algorithme MPPT.

On retrouve ci dessous le schéma bloc des différents modules que doit exécuter le programme et les liaison entre les blocs.

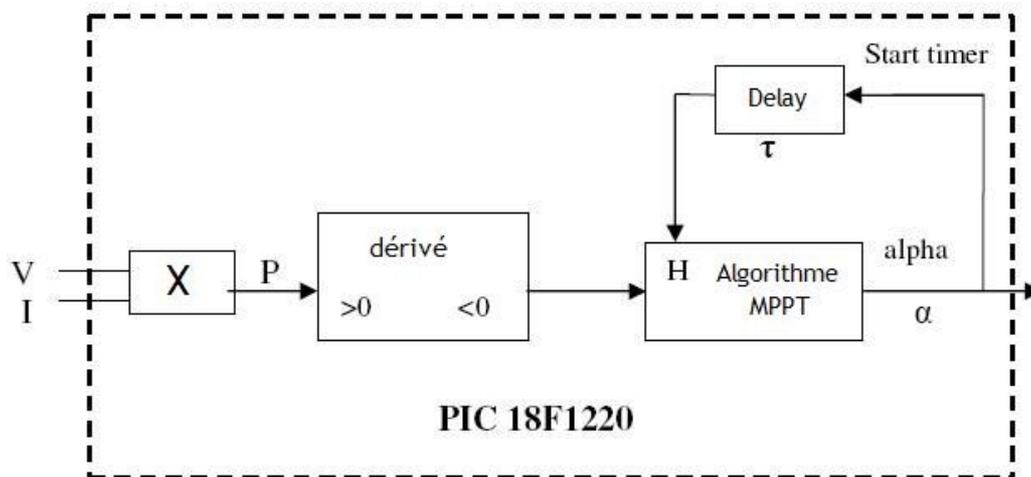


Figure 20: Schéma bloc du programme

L'algorithme MPPT est le cœur du programme, c'est lui qui va généré alpha afin d'optimiser le chargement des batteries en se rapprochant du point de puissance maximum. c'est le signe de la dérivée de la puissance qui permet d'exécuter cette algorithme.

Si la dérivée est positive et la variable alpha (qui nous indique le sens de la recherche du point de puissance maximum) est au niveau haut. La variable alpha reste identique car le signe positif de la dérivée nous indique que nous nous rapprochons du point de fonctionnement maximum

Lorsque la dérivée est négative, nous pouvons conclure à un dépassement du point de fonctionnement maximum. Dans ce cas, une nouvelle variable intervient, H, cette variable nous indique si le timer est écoulé. Cette valeur a été choisi préalablement est correspond à la valeur du Delay du schéma précédent. La

variable H passe donc à « 1 » lorsque le Delay c'est écoulé depuis le dernier changement de sens de la recherche du point de fonctionnement maximum. Ainsi, lorsque la valeur de H vaut « 1 » nous inversons le sens de recherche en changeant la valeur de la variable alpha et réinitialisons le timer et la variable H.

Cette algorithme permet donc de toujours osciller autour du point de fonctionnement maximum. De plus, plus la valeur du timer sera faible plus l'oscillation sera, elle aussi, faible.

Voici, en détail le diagramme de l'algorithme MPPT :

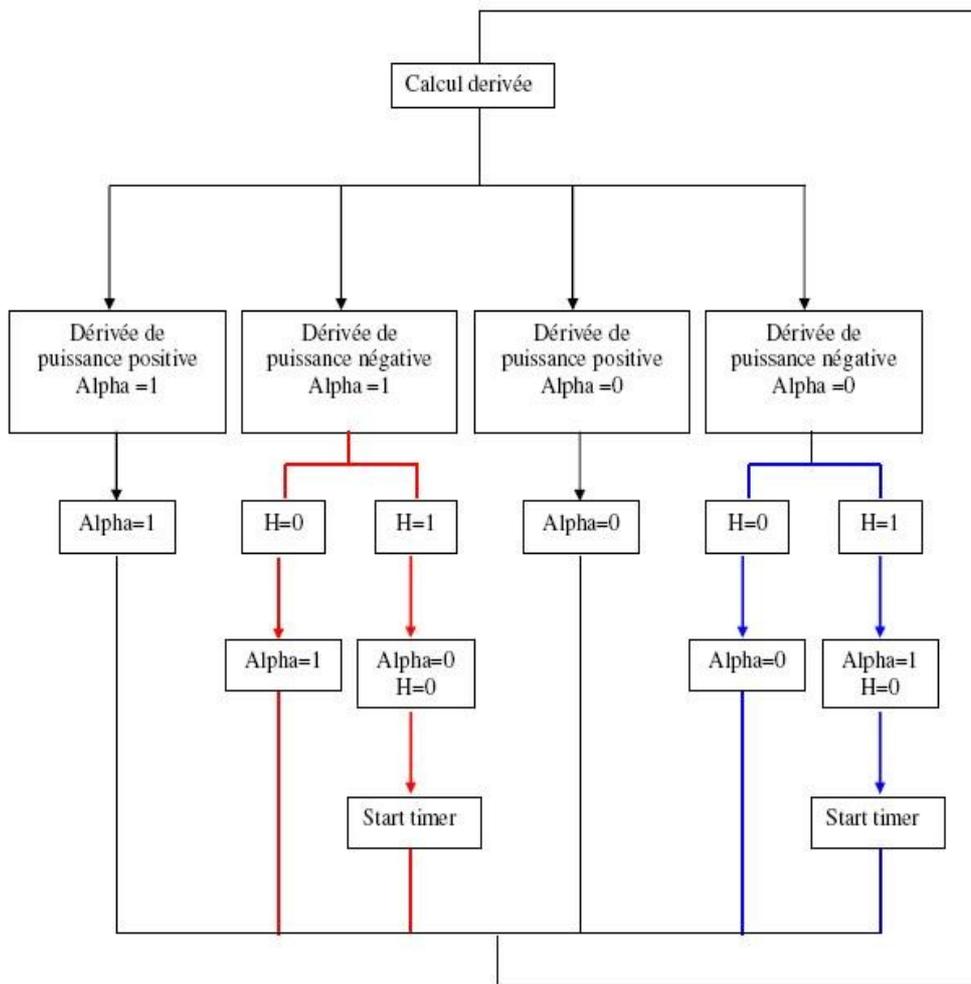


Figure 21: Principe de l'algorithme MPPT

Conclusion

Pour conclure, nous sommes parvenu à réaliser une carte prenant en compte la charge d'une batterie de panneaux solaires.

Nous obtenons une carte qui traite tout d'abord l'acquisition de tension courant en sortie des panneaux solaires à partir d'un capteur à effet hall et d'un diviseur de tension. Ces acquisitions sont ensuite traitées dans l'ATMEGA pour obtenir un signal créneaux de rapport cyclique variable. Une fois ce signal intégré, nous obtenons une rampe que l'on compare avec une MLI, le signal qui en résulte sera directement appliqué sur le thyristor afin de pouvoir le commander. Cette carte permet donc de toujours avoir le meilleur rapport courant tension afin de pouvoir obtenir la meilleure puissance en sortie des panneaux solaires.

En revanche, nous n'avons pas eu le temps de réaliser le programme de l'ATMEGA 8535 faute de temps. Il devra donc être réalisé par la suite, on trouvera précédemment les explications détaillées des fonctions que doit réaliser le programme.

Ce projet nous à permis de découvrir le composant programmable ATMEGA qui est assez complet puisqu'il permet de générer directement une MLI. De plus, nous avons pue découvrir comment réaliser une alimentation a découpage 15Volts – 5Volts.

Pour finir, il était intéressant d'être dans la continuité d'un projet déjà réaliser.

Annexe

Annexe 1 : Nomenclature

| N° | Référence | Quantité | Désignation | Empreinte | Prix U.H.T | Prix H.T |
|----|----------------|----------|-------------|-----------|------------|----------|
| 1 | C1 | 1 | 22nF 25V | Radial 08 | 0,02 € | 0,02 € |
| 2 | C2 | 1 | 470uF | Radial 08 | 0,02 € | 0,02 € |
| 3 | C3, C8 | 2 | 10uF 50V | RADIAL 04 | 0,02 € | 0,04 € |
| 4 | C4, C9 | 2 | 100nF | CK06 | 0,02 € | 0,04 € |
| 5 | C5, C6, C7 | 3 | 1nF | CK06 | 0,02 € | 0,06 € |
| 6 | C10, C11 | 2 | 22pF | CK01 | 0,02 € | 0,04 € |
| 7 | D1 | 1 | 1N4007 | DO41 | 0,02 € | 0,02 € |
| 8 | D2 | 1 | 1N5819 | DO35 | 0,02 € | 0,02 € |
| 9 | D3 | 1 | LED | LED03 | 0,02 € | 0,02 € |
| 10 | R1 | 1 | 100K | RAJ1 | 0,01 € | 0,01 € |
| 11 | R2, R3, R4, R6 | 4 | 1K | RC04 | 0,01 € | 0,04 € |
| 12 | R5 | 1 | 2,5K | RC04 | 0,01 € | 0,01 € |
| 13 | R7 | 1 | 1,5K | RC04 | 0,01 € | 0,01 € |
| 14 | R8 | 1 | 70K | RC04 | 0,01 € | 0,01 € |
| 15 | R9 | 1 | 50K | RC04 | 0,01 € | 0,01 € |
| 16 | L1 | 1 | 10uH | RADIAL08 | 0,05 € | 0,05 € |
| 17 | L2 | 1 | 47uH | RADIAL08 | 0,05 € | 0,05 € |
| 18 | Y1 | 1 | 16Mhz | HC18UV | 0,10 € | 0,10 € |
| 19 | J1 | 1 | Alim 15V | 02PL2 | 0,20 € | 0,20 € |
| 20 | J2 | 1 | CON10A | 10SH100 | 0,20 € | 0,20 € |
| 21 | J3 | 1 | CON3 | 03PL2 | 0,20 € | 0,20 € |
| 22 | JP1 | 1 | LTS25 | LTS25-NP | 9,05 € | 9,05 € |
| 23 | JP2 | 1 | 02PL2 | PWM | 0,20 € | 0,20 € |
| 24 | U3 | 1 | ATmega8535 | 40DIP600L | 5,93 € | 5,93 € |
| 25 | U4 | 1 | LM2574-5 | 08DIP300L | 2,85 € | 2,85 € |
| 26 | U5 | 1 | LM311 | 08DIP300L | 0,46 € | 0,46 € |
| 27 | U6 | 1 | NE555 | 08DIP300L | 0,22 € | 0,22 € |
| | | | | | Total en € | 19,88 € |

Annexe 2 : Planning

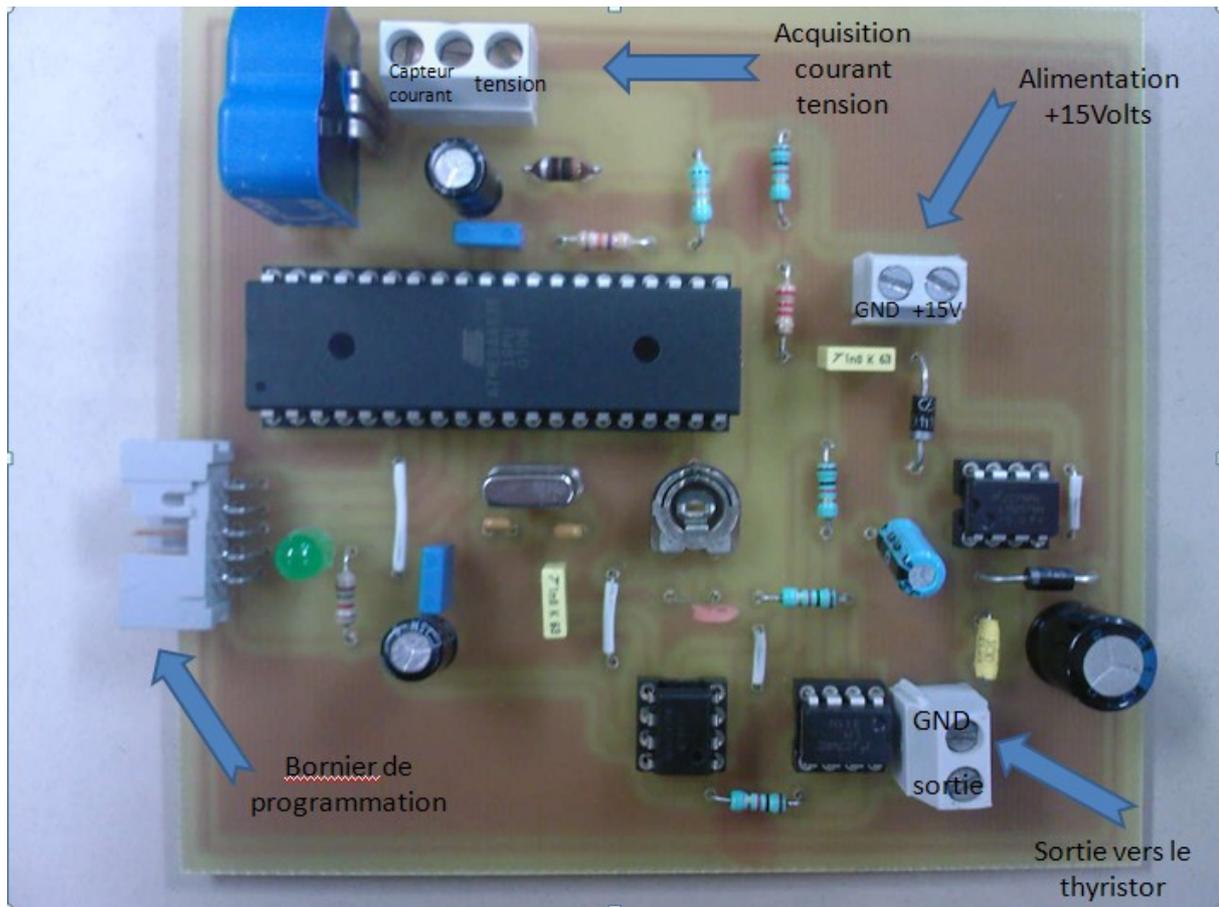
| | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| Définition d'un cahier des charge Création d'un planning prévisionnel et recherche d'informations | ■ | | ■ | | | | | | |
| Étude de la partie puissance déjà réalisée | | ■ | ■ | | | | | | |
| Étude d'un régulateur en courant | | ■ | | ■ | ■ | ■ | | | |
| Étude d'un hacheur type BOOST | | | ■ | | | | | | |
| Réalisation d'une carte imprimée | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Réalisation du programme de l'ATmega | | | | | | | | ■ | ■ |
| Test de fonctionnement | | | | | | | | | ■ |
| Réalisation du dossier | | | | | | | | | ■ |

Planning Prévisionnel

Planning Réel



Annexe 3 : schéma de la carte



Bibliographie

[N°1] Thierry LEQUEU, Atméga 8535, Consulter le 19/02/08
URL < <http://www.thierry-lequeu.fr/data/AT-MEGA-8535.pdf> >

[N°2] Thierry LEQUEU ,*Mc solar Boost*, Consulter le 19/02/08
URL < <http://www.thierry-lequeu.fr/data/DATA328.HTM> >

[N°3] Thierry LEQUEU, Capteur à effet hall, Consulter le
19/02/08 URL <<http://www.thierry-lequeu.fr/data/LTS25-NP.pdf>>

[N°4] Valérie POMMIER, MPPT, Consulter le 26/02/08
URL < <http://mfca.ups-tlse.fr/cetsis/Docs/Articles/> >

Index des illustrations

| | |
|--|----|
| Figure 1: Schéma équivalent d'une cellule photovoltaïque..... | 6 |
| Figure 2: Caractéristiques courant-tension..... | 7 |
| Figure 3: Caractéristiques des différents panneaux solaires..... | 8 |
| Figure 4: Hacheur élévateur..... | 9 |
| Figure 5: Interrupteur passant..... | 9 |
| Figure 6: Interrupteur bloqué..... | 10 |
| Figure 7: Batterie au plomb..... | 12 |
| Figure 8: Intégrateur RC..... | 12 |
| Figure 9: Signal de sortie de l'intégrateur RC..... | 14 |
| Figure 10: Configuration du NE555..... | 14 |
| Figure 11: Signal de sortie du NE555..... | 15 |
| Figure 12: Le comparateur de signaux..... | 15 |
| Figure 13: Visualisation de V1 et V2..... | 16 |
| Figure 14: Visualisation de la sortie du LM311..... | 16 |
| Figure 15: Acquisition de la tension..... | 17 |
| Figure 16: Schéma de principe du LTS25-NP..... | 18 |
| Figure 17: Configuration du capteur effet hall..... | 18 |
| Figure 18: Configuration de l'ATMEGA..... | 19 |
| Figure 19: Chronogramme du programme..... | 20 |
| Figure 20: Schéma bloc du programme..... | 21 |
| Figure 21: Principe de l'algorithme MPPT..... | 22 |