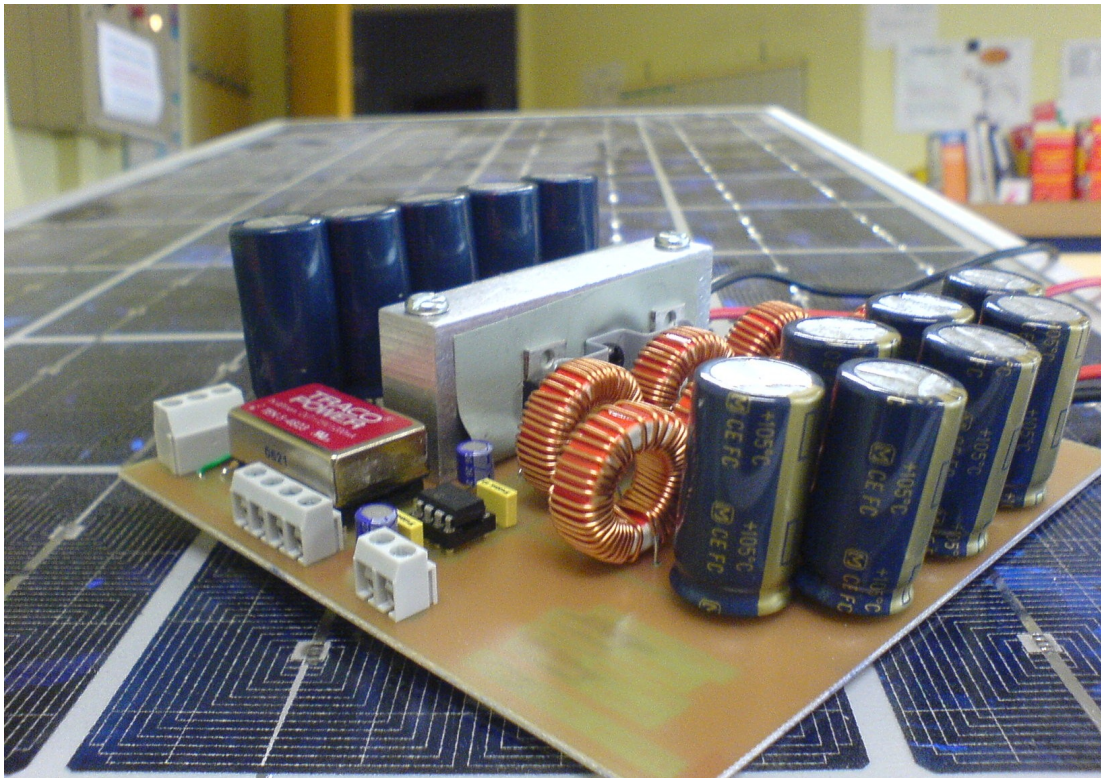




Département Génie Électrique et Informatique Industrielle

Projet Études & Réalisations MC ER-EDP

MC SOLAR BOOST PROJECT



Micro-controlled Solar Boost

Anthony TROUVÉ
Damien MARTINON
Promotion 2005/2007 Grp P2

Enseignant : Thierry LEQUEU

Université François Rabelais

Institut Universitaire de Technologie de Tours

Département Génie Électrique et Informatique Industrielle

Projet Études & Réalisations MC ER-EDP

MC SOLAR BOOST PROJECT

Anthony TROUVÉ

Damien MARTINON

Promotion 2005/2007 Grp P2

Enseignant : Thierry LEQUEU

Sommaire

1.Présentation du projet.....	6
1.1 Présentation du projet dans son environnement.....	6
1.2 Cahier des charges.....	7
2.Fonctionnement du montage.....	7
2.1 Schéma bloc du montage.....	7
2.2 Calcul des caractéristiques du montage.....	8
2.3 Analyse du montage.....	9
3. Tests du montage.....	10
4.Mise en ouvre de l'étude.....	10
4.1 Planning et coûts prévisionnels.....	10
4.2 Exploitation ultérieur du dossier.....	12

Introduction

Dans le cadre des travaux pratiques d'études et réalisations du module électronique de puissance, l'étude et la réalisation d'un projet technique nous a été demandé, afin de mettre à profit nos connaissances techniques et de les affirmer dans un cadre pratique.

Le projet que nous avons choisis est la réalisation d'une carte permettant de recharger des batteries 12V par le biais d'une source d'alimentation photo-voltaïque. Ce sujet nous permettra également d'approfondir nos connaissances dans le domaine des énergies renouvelables.

Dans une première partie nous allons mettre en avant la présentation du sujet et les objectifs à atteindre, présenter le cahier des charges ainsi que la solution que nous avons adoptée. Une seconde partie sera l'objet de l'étude théorique préalable, incluant le dimensionnement des composants, ainsi que l'explication du montage, nous réaliserons le typon du circuit demandé à l'aide des logiciels ORCAD et nous expliciterons ceux-ci en détail. En troisième partie, nous mettrons en avant les difficultés rencontrées au cours de la partie pratique et les tests sur le montage d'essai. Dans une dernière partie nous conclurons par un planning détaillé du travail effectué ainsi qu'une nomenclature complète afin d'en connaître le coût.

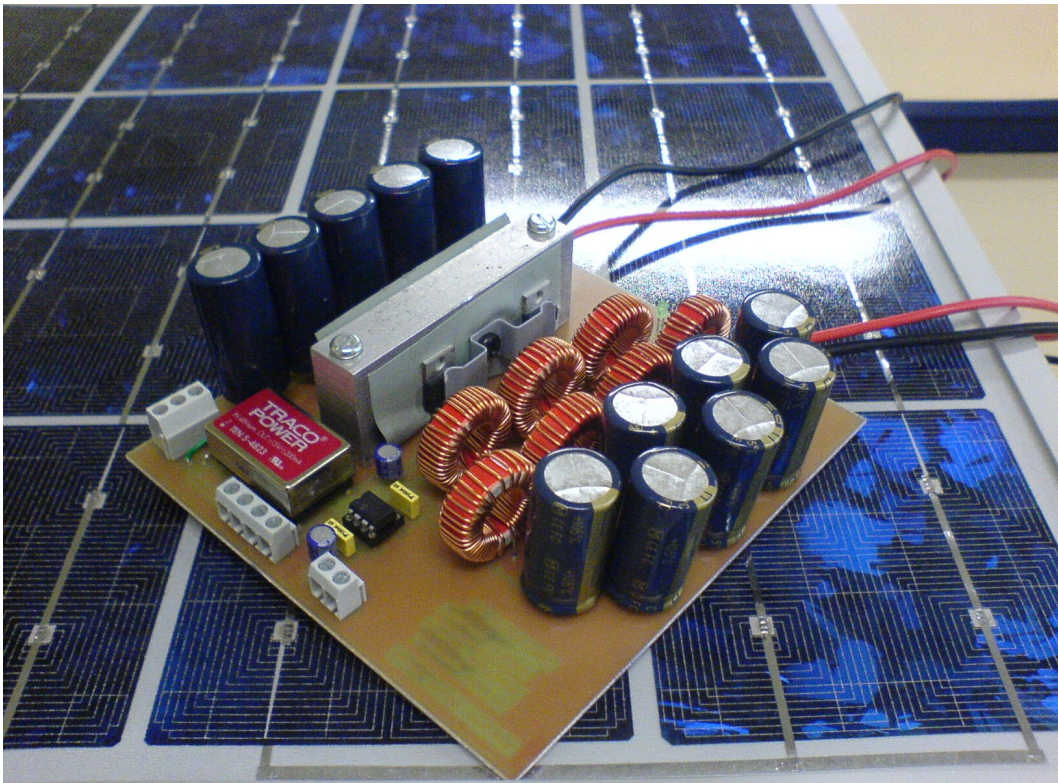


Illustration 1: le MC SOLAR BOOST

1. Présentation du projet

Cette première partie va présenter le sujet choisi et détailler le cahier des charges qui nous a été fixé. Nous ferons aussi une description du fonctionnement global du montage, par le biais d'un schéma bloc.

1.1 Présentation du projet dans son environnement

Dans ce projet nous avons réalisé un montage permettant la charge de batteries au plomb de 12V 48A/h à l'aide d'une source d'énergie photo-voltaïque composé de 4 panneaux solaires de 100W chacun pour un total de 480W. On place ceux-ci deux à deux afin de limiter la tension d'entrée à 24V au maximum, pour faciliter le dimensionnement du dispositif et rendre plus prévisible les performances maximales de ces panneaux. Les batteries que nous souhaitons rechargées sont de type plomb et sont placées en série, nous savons d' hors et déjà que celles-ci acceptent un courant allant de 1 à 300A ainsi qu'une tension de 10 à 16V. On choisit une tension moyenne de sortie de 14,7V pour nos calculs, nous donnant un V_s théorique de 58,8V une fois placées en série. Nous choisissons un rendement arbitraire de 80% pour notre montage, donc, en prenant en compte que la puissance d'entrée étant théoriquement de 480W pour un éclaircissement maximum des panneaux nous obtenons alors une puissance de sortie de 380W.

Les bases du projet sont ainsi définies, Il nous faut alors un dispositif permettant de convertir une tension continue de 24V au maximum en une tension de 58,8V. Nous nous sommes donc dirigés vers le hacheur élévateur de tension BOOST que nous avons étudié en cours et qui permettra d'atteindre cet objectif. La question se pose de l'existence de ce produit sur le marché, nous avons constaté que de nombreuses alimentations à découpage de type BOOST existent mais celles-ci ne sont pas dimensionnées pour les puissances qui vont être mises en jeu dans notre montage. Il va donc falloir dimensionner chacun des composants du système afin de pouvoir le mettre en oeuvre. Dans notre cas, l'asservissement d'un tel montage est nécessaire car la tension d'entrée va fluctuer en fonction du taux d'ensoleillement durant la journée. Il faut donc que le montage règle en permanence la valeur de alpha qui définit la fréquence de découpage et donc la valeur de la tension de sortie (les batteries préférant être rechargées à tension fixe). Nous mettrons en oeuvre la partie asservissement uniquement si le temps nous le permet, celui-ci pourra éventuellement se faire soit par microcontrôleur qui réalisera un réglage précis de la tension, soit en analogique à l'aide d'un correcteur. Étant donné le temps imparti pour finaliser ce projet, nous préférons nous concentrer sur la partie puissance du montage, l'asservissement pourra toujours être réaliser ultérieurement car la carte principale sera dotée d'un bornier permettant le raccord d'une autre carte laissant alors le choix de la technologie d'asservissement (numérique ou automatique).

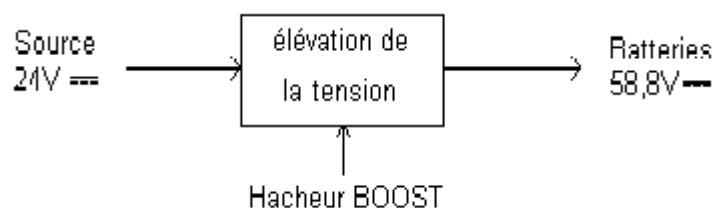


Illustration 2: diagramme sagitale

1.2 Cahier des charges

Dans ce projet nous nous devons de concevoir un montage permettant la recharge de batteries au plomb à l'aide d'une alimentation photo-voltaïque. Pour ce faire nous avons à disposition 4 panneaux solaires de 100W fournissant une tension de 12V au maximum ainsi que des batteries de 12V 48A/h. Ces dernières doivent être rechargées sous une tension moyenne de 14,7V qui s'avère être la tension optimale de charge de celles-ci. Aucune contraintes d'encombrement et de coûts ne nous est imposé, le système sera placé dans une salle donc aucune contrainte environnementale n'est liée non plus au projet.

2.Fonctionnement du montage

Après des recherches approfondies, une seule solution a été sélectionnée pour le fonctionnement désiré, nous allons donc effectuer l'étude complète du montage choisi. Dans un premier temps nous analyserons le fonctionnement global du système à l'aide d'un schéma bloc. Dans un second temps nous mettrons en avant les calculs effectués nécessaire au dimensionnement. Enfin nous ferons l'étude des composants présents et la présentation du typon réalisé à l'aide des logiciels ORCAD .

2.1 Schéma bloc du montage

Nous allons donc voir dans un premier temps le fonctionnement global du montage, un schéma bloc facilitera la compréhension de celui-ci.

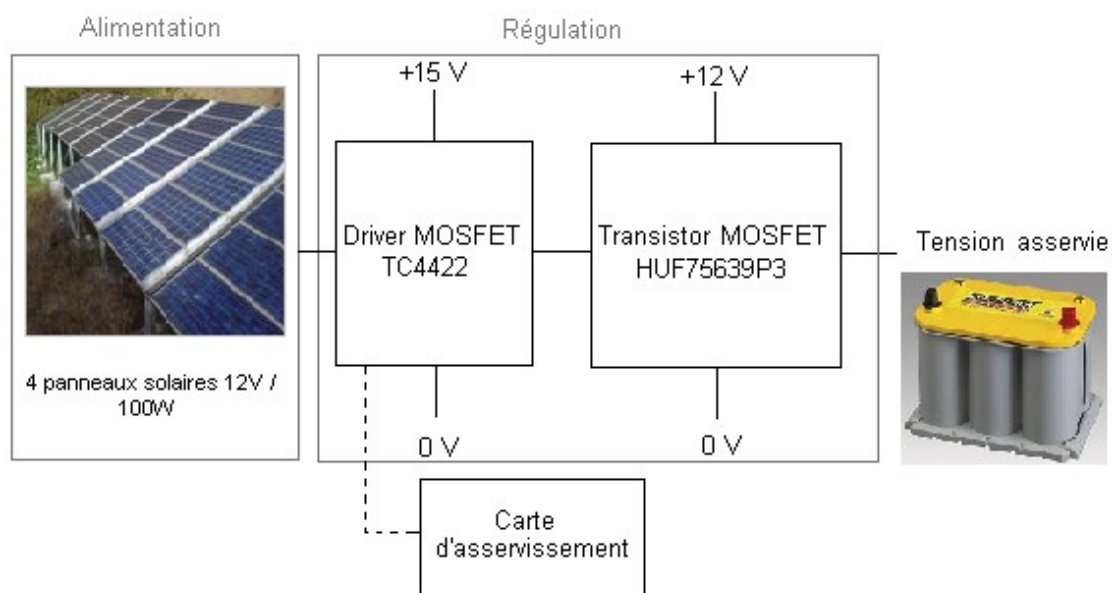


Figure 1: Schéma bloc du montage

Sur ce schéma nous pouvons observer le fonctionnement simplifié du montage, l'alimentation étant fournie par les panneaux photo-voltaïque est élevée à la tension désirée via le driver TC4422 et son transistor associé, nous obtenons alors en sortie une tension optimale pour la recharge des batteries et ce, quelque soit l'éclairage du soleil.

La carte d'asservissement sera placée hors de celle que nous mettons au point et gèrera le rapport cyclique commandant les transistors.

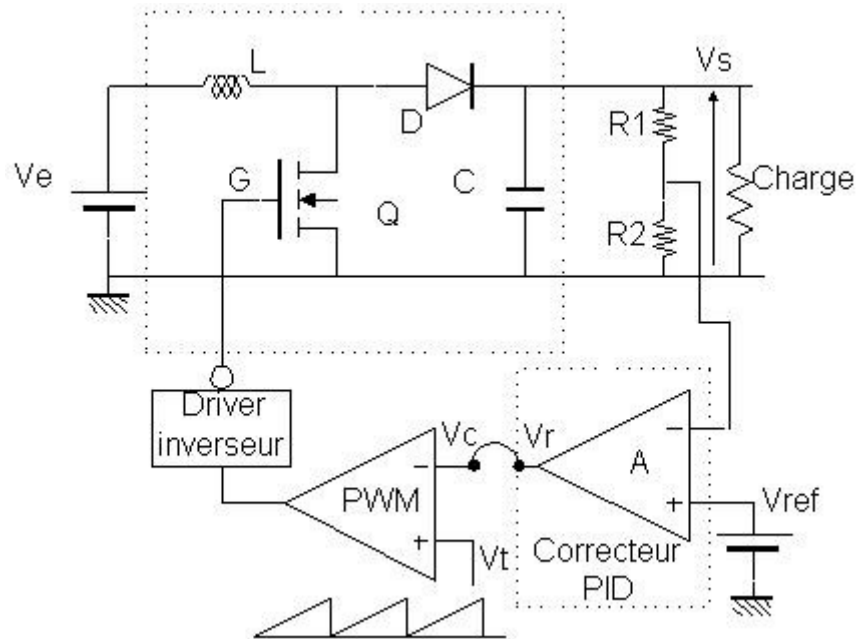


Illustration 3: schéma pincipe

2.2 Calcul des caractéristiques du montage

Après des recherches de montage boost typique sur internet ainsi qu' auprès d'autres sources, notamment les cours T. Lequeu, nous avons trouvé nombre de formules permettant de calculer les valeurs des tensions, courants, puissances et pertes mis en jeu dans notre montage (Voir Feuille de calcul en annexe). Sur cette même feuille nous avons aussi calculé la valeur que devra avoir chaque composant (ou groupement de composants). Dans un souci de place et de temps nous procéderons pas à la saisie de tout ces calculs dans ce dossier mais seulement à ceux qui semblent être les plus important.

Pour ces calculs nous avons réalisé une feuille de calcul fournie avec le cd-rom , pour pouvoir redimensionner le montage il suffit d'en changer les caractéristiques.

Sachant que :

$$V_e = 24 \text{ V}$$

$$I_e = 20 \text{ A}$$

$$\eta = 80 \% \text{ (rendement fixé arbitrairement)}$$

$$F = 50 \text{ kHz (fréquence fixé arbitrairement)}$$

$$V_s = 14,7 \text{ V (par batterie)}$$

Nous obtenons :

$$P_e = V_e * I_e$$

$$P_s = P_e * 0,8$$

$$V_s = 4 * 14,7$$

$$I_s = \frac{P_s}{V_s}$$

$$C = \frac{\left(\frac{I_e}{F} * \alpha * (1 - \alpha)\right)}{\Delta V_{ce}}$$

avec : $\alpha = \frac{(V_s - V_e)}{V_s}$

$$L = \frac{V_e * \alpha * T}{I_{lmax}}$$

avec : $I_{lmax} = \frac{V_s * 2 * I_s}{V_e}$

2.3 Analyse du montage

L'explication simplifiée du montage étant effectuée nous allons maintenant définir en détail le montage mis au point.

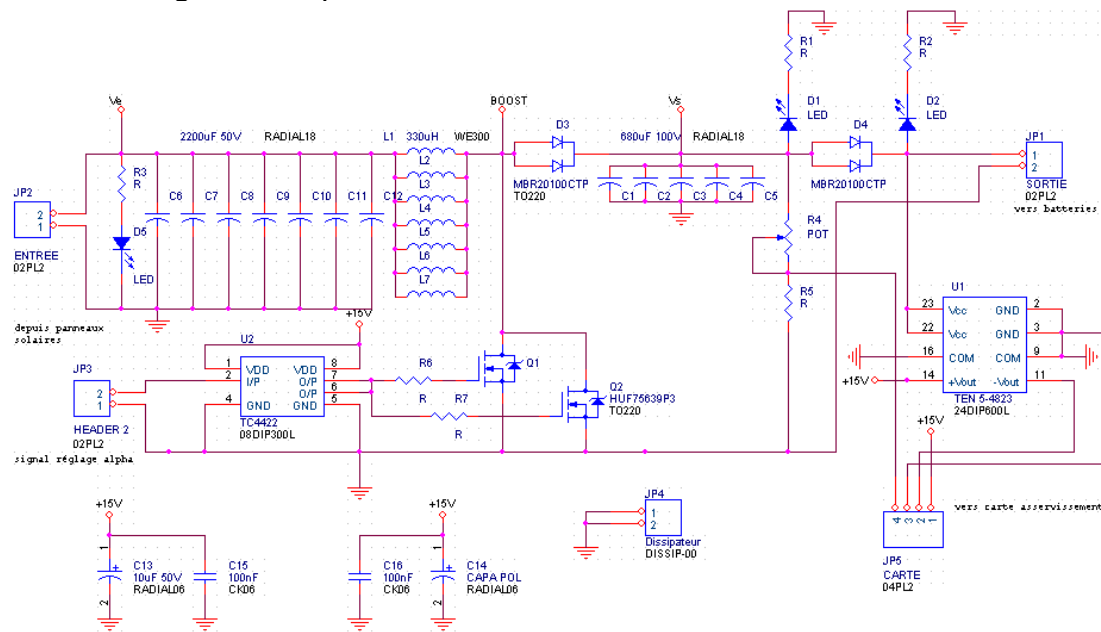


Figure 2: Schéma du montage sélectionné (ORCAD)

C'est le montage final que nous allons expliquer tout au long de ce rapport. On peut voir que la tension que délivreront les panneaux solaires devra arriver sur le « header 2 » d'indice JP2, cette tension sera filtrée par une batterie de condensateurs et d'inductances qui réalisent au total la valeur définie dans les calculs de dimensionnement, ces inductances permettent avant tout de stocker une énergie afin de pouvoir la restituer lorsque le transistor conduit.

Pour des questions de coût on préfère mettre en parallèle 7 condensateurs et les 7 inductances d'entrées pour répartir équitablement entre ces composants les 20A que l'on peut avoir dans le meilleur des cas.

On peut aussi observer un driver TC4422 qui commande les deux transistors Mosfet (dont 1 ne sert qu'à faire joli sur le montage car 1 seul transistor peut supporter le courant d'entrée) qui permettent de hacher la tension.

Le Bornier à 2 broches JP3 fournira la valeur de réglage de alpha du driver par le biais d' une carte annexe, fonctionnant de manière analogique ou numérique (suivant le choix de l' utilisateur).

La première diode Shottky permet quant à elle de stopper la diffusion de la tension en aval du montage si le transistor ne conduit pas et la deuxième et en sécurité pour les batteries.

Un convertisseur de tension TEN 5-4823 permet de fournir une tension de +15V nécessaire au fonctionnement du driver cité précédemment.

Le transistor ne conduira que si la tension d' entrée devient inférieure à la tension de sortie, l'inductance se décharge alors linéairement dans la batterie de condensateurs de sortie placé en parallèle avec les batteries.

Le TEN 5-4823 est donc embraqué directement sur la carte pour tirer sa puissance des panneaux solaires . En effet il aurait été stupide de développer un système de recharge de batteries par panneaux solaires si il faut à côté alimenter des parties de circuit avec des alimentations externes tirant leurs puissance du réseau... EDF!

Les tensions +15 et -15V qui en sortiront pourront de plus alimenter la carte d'asservissement qui peut venir se greffer ultérieurement à notre projet .

Les LED présentent en entrée et en sortie du montage sont là pour indiquer la présence de courant . Mais nous avons omis d'en mettre sur le TEN 5-4823 pour vérifier son bon fonctionnement.

Les différents condensateurs présents en bas du schéma sont à implanter au plus près du driver TC 4422 pour le découpler .

Notre carte sera aussi équipée d'un gros dissipateur thermique qui est représenté sur le schéma par un header simplement raccordé à la masse. Sur celui-ci viendront se coller les diodes schottky et les mosfet de manière symétrique pour obtenir la carte la plus harmonieuse possible niveau placement des composants.

Enfin on peut apercevoir en toute fin du montage un pont diviseur de tension constitué d'une résistance et d'un potentiomètre. Son rôle est lié à l'asservissement de la carte . Il jouera le rôle de capteur pour la carte . La tension à ces bornes sera de 5 V max pour la faire accepter par un microcontrôleur par exemple . Ensuite cette tension image de la tension réelle de sortie du boost sera comparée à une tension référence et le système d'asservissement commandera alpha en conséquence . Mais si on suit ce principe ce pont diviseur de tension peut avoir un deuxième rôle : celui de commander le alpha par

l'intermédiaire du potentiomètre qui modifiera la tension image perçue par le système d'asservissement et permettra l'élévation ou la baisse de la tension en sortie du montage.

A noter qu'il aurait également fallu penser à mettre des résistances entre les grilles de transistors et la masse .

3. Tests du montage , protocole de test

– Le démarrage du montage :

On simule la présence des batteries par une alimentation fournissant 48V . Nous avons donc 48V d'injecté en sortie du montage . En effet le boost n'est pas encore démarré il n'y a que la tension issue des « batteries » qui est présente ici.

Avec un GBF on envoi un signal carré de fréquence 50KHz et de 5V d'amplitude sur le driver avec un rapport cyclique de $\frac{1}{2}$.

On vérifie maintenant plusieurs choses comme le fait que l'alimentation +15/-15V embarquée fonctionne bien . Elle doit tirer correctement sa puissance du montage.

Le driver retransmet bien sur les transistors le signal de commande issu du GBF .

On place en entrée une alimentation débitant une tension . Les batteries sont alors simulées par une alimentation débitant 40V en parallèle avec une résistance . Pour des niveaux de tension assez bas en entrée on voit que les batteries fournissent la puissance mais plus on monte en tension en entrée et plus le boost prend le relais et on observe alors un mode de conduction discontinue du fait qu'il n'y ai que très peut de courant . Avec un rapport cyclique de $\frac{1}{2}$ est une tension de 24V en entrée on observe à peut près 48V en sortie , le montage fonctionne donc très bien en conduction discontinue tout du moins. Car il faudrait réaliser d'autres tests mettant en jeu plus de courant pour observer une conduction en continue .

En jouant sur alpha on règle bien la tension de sortie.

– Pour éteindre le montage :

Il faut éteindre l'alimentation qui fait office de « panneaux solaires » puis débrancher l'alimentation qui fait office de « batterie ».

– Regrets :

Ne pas avoir eu le temps de réaliser une étude complète du MC SOLAR BOOST comme en TP MC ET2 pour en observer toutes les grandeurs caractéristiques .

4. Mise en oeuvre de l'étude

4.1 Planning et coûts prévisionnels

Pour mettre en oeuvre ce projet nous allons suivre un planning prédéfinis, celui ci se déroulera sur un intervalle de 9 semaines correspondant au temps qui nous est octroyé pour mener la réalisation à son terme.

Figure 3: Planning du projet de réalisation

Séance	Travail réalisé
16.01	Prise de connaissance du sujet et analyse des différentes solutions technologiques
23.01	Étude du montage et recherche de toutes les données
30.01	Calcul des caractéristiques du montage
06.02	Dimensionnement des composants
13.02	Réalisation du schéma sous ORCAD + Dossier
20.02	Réalisation du routage sous LAYOUT + Dossier
13.03	Finalisation du montage
20.03	Gravure, perçage et soudage de la carte
27.03	Suite de la précédente
3.04	Finalisation des tests et du dossier

- ✓ Séance 1 : Au cours de cette première séance nous avons pris connaissance du sujet et de la fonction du montage à réaliser ainsi que de cahier des charges, de ce fait nous avons choisi une solution technologique adaptée et fait des recherches afin d'obtenir un schéma valable.
- ✓ Séance 2 : Une fois le schéma en notre possession nous avons réalisé son étude, ceci afin de déterminer le rôle de chaque composant. Nous avons aussi obtenu les caractéristiques des panneaux solaires auprès de Benoît Bidoggia ce qui nous a permis d'évaluer les puissances mis en jeu.
- ✓ Séance 3 : Une étude complète des courants et tensions du montage a permis d'apprécier les valeurs de chacun des composants à implanter dans le circuit. Un rendement a été aléatoirement fixé permettant quant à lui de ce faire une idée des pertes relatives à chacun des composants.
- ✓ Séance 4 : Suite de la séance précédente, finalisation de l'étude et des calculs. Sélection des composants par le biais de celle-ci (voir nomenclature).

- ✓ Séance 5 : Dans cette séance nous avons réalisé, à l'aide du logiciel ORCAD, le schéma à mettre en oeuvre. Le dossier a aussi été commencé afin d'optimiser le travail dans le temps imparti.
- ✓ Séance 6 : Par le biais du logiciel LAYOUT, nous avons effectué le routage du circuit, le placement des composants a été fait en fonction de son rôle (puissance ou commande) pour optimiser le fonctionnement global.
- ✓ Séance 7 : Au cours de cette séance nous avons prévu de graver, percer et souder les composants mais suite à différentes difficultés rencontrées sur les logiciels mis à notre disposition nous avons décalé le planning. Donc suite et fin du typon.
- ✓ Séance 8 : Gravure, perçage et soudage des composants sur la carte.
- ✓ Séance 9 : Suite de la séance précédente.
- ✓ Séance 10 : Finalisation du dossier et exécution des tests afin de s'assurer du fonctionnement désiré.

Afin d'avoir un aperçu des coûts que vont engendrer la réalisation de ce projet, nous avons effectué la nomenclature des composants que nous allons utiliser pour réaliser ce montage incluant le prix approximatif de chacun d'eux :

Nomenclature				
Désignation	Référence	Quantité	U.H.T	H.T
Condensateur 2200 μ F / 50V	315-0928	7	2,59	18,13
Condensateur 680 μ F / 100V	315-1117	5	3,28	16,4
Inductance 330 μ H / 5A	334-9162	7	2,33	16,31
Alimentation à découpage +15V / -15V	293-2915	1	42,95	42,95
Transistor MOSFET HUF75639P3	329-1013	2	3,8	7,6
Diode Schottky	357-4122	2	4,11	8,22
Résistance 22k Ω	132-810	3	0,41	1,23
Driver MOSFET TC4422	207-0168	1	4,9	4,9
LED	2509-2057	3	0,1	0,3
Diode MBR20100CTP	544-6158	1	5,68	5,68
			TOTAL H.T	121,72
			TVA 19,6%	23,86
			TOTAL TTC	145,58

Figure 4: Nomenclature

4.2 Exploitation ultérieure du dossier

Ce dossier ainsi que toutes les informations annexées (typon, différents schémas, etc...) pourra être utilisé afin de mettre en oeuvre les cartes réalisées dans les conditions normales d'utilisation prévues. Par manque de temps cela n'a pu être fait par nos propres soins mais cela pourra être fait ultérieurement. Précisons que l'étude qui a été faite est spécifique aux données réunies tel que le type des batteries, les caractéristiques des panneaux solaires ainsi que les niveaux de tensions adaptés. Une autre carte, devant être conçue, permettra l'asservissement de la tension de sortie, celle-ci sera soit de technologie numérique, soit analogique, cette dernière offrant un niveau de précision moindre que la première.

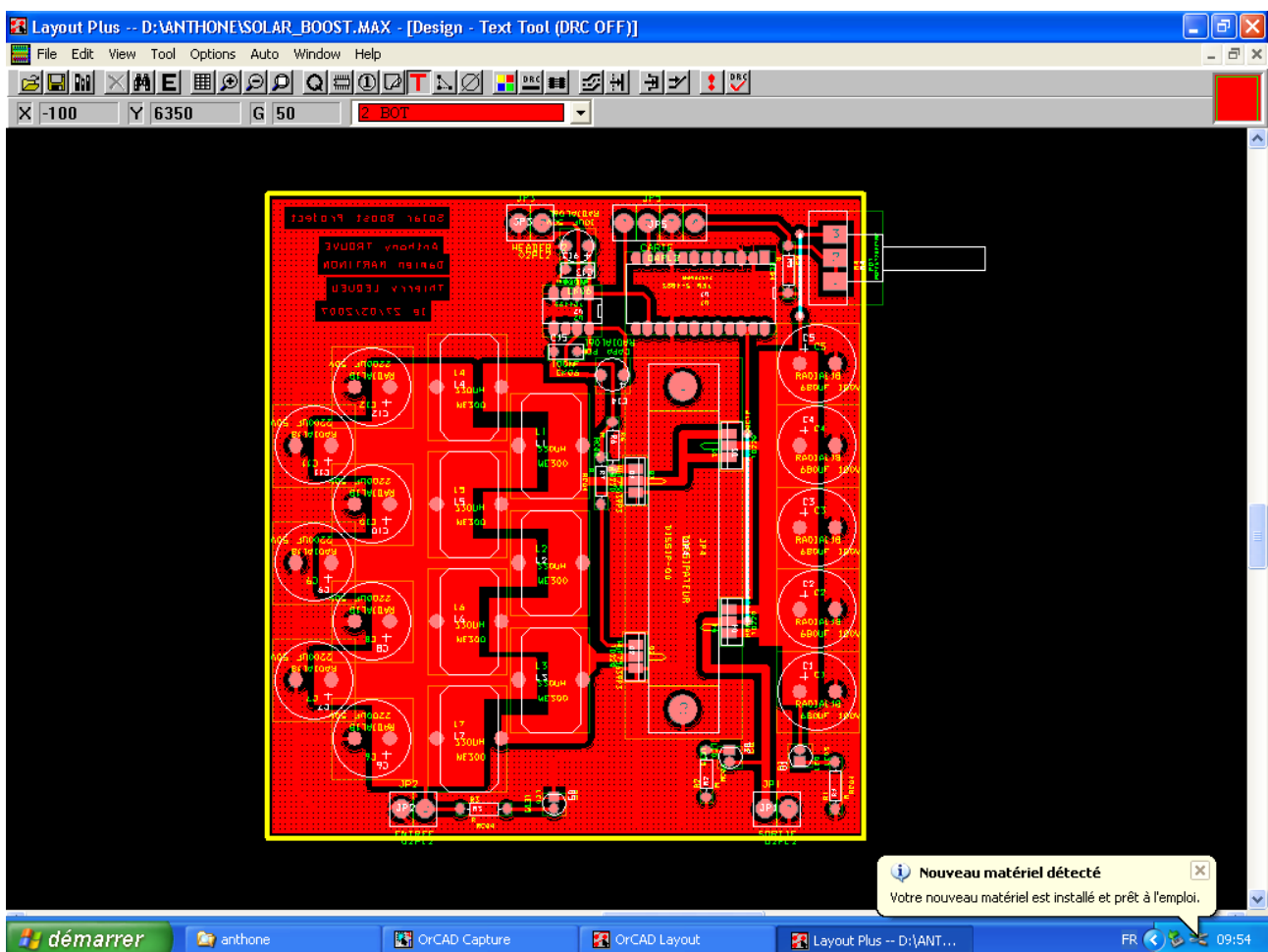


Illustration 4: layout plus

CONCLUSION

Nous avons donc réussi à réaliser la partie puissance du MC SOLAR BOOST mais il reste à accomplir tout les tests que nous n'avons pas eu le temps de faire . La carte d'asservissement reste également à réaliser , peut – être par la prochaine promotion ?

RÉSUMÉ

Dans le cadre des travaux pratique d'étude et réalisation, un cahier des charges nous a été imposé dont le sujet est la conception d'une carte permettant la charge de batteries via une alimentation photo-voltaïque. Après avoir effectué les recherches afin de trouver un montage pouvant réalisé ce fonctionnement ainsi que le rassemblement de toutes les données, le dimensionnement de tous les composants à mettre en oeuvre a été fait. Nous avons ensuite pu passer à une réalisation pratique. Les logiciels ORCAD mis à notre disposition nous ont permis de concevoir un typon de cette carte et de la réaliser, puis d'implanter les composants sélectionnés. Les tests se sont révélés concluants.

Ce projet nous a permis de mettre à profit nos connaissances techniques, de réaliser une étude afin de répondre à un cahier des charges et enfin d' étoffer notre culture personnelle relative aux énergies renouvelables.

Index des illustrations

Illustration 1: le MC SOLAR BOOST.....	5
Illustration 2: diagramme sagitale.....	6
Illustration 3: schéma pincipe.....	8
Illustration 4: layout plus.....	14

BIBLIOGRAPHIE

Thierry LEQUEU.*Cours d'MC ET2 Convertisseurs et association aux machines à courant continu.*

Ph Dondon.ALIMENTATION A DECOUPAGE BOOST ELEVATEUR.
<http://www.enseirb.fr/~dondon/puissance/boost/ALIMBoost.html> le 30/03/2007

ANNEXES

ALIMENTATION A DECOUPAGE BOOST ELEVATEUR.

<http://www.enseirb.fr/~dondon/puissance/boost/ALIMBoost.html> le 30/03/2007

Feuille de calcul des grandeurs caractéristiques du MC SOLAR BOOST

Schéma électrique réalisé sous Capture

Typon

straps

implantation des composants

HUF75639G3 ... datasheet

MBR20100CTP datasheet

TEN 5-4823 datasheet

self datasheet