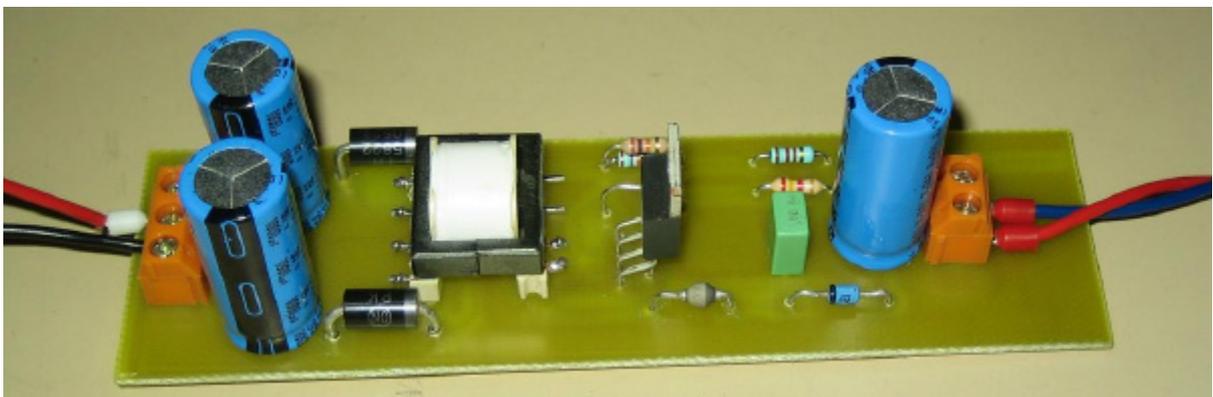


Institut Universitaire de Technologie de TOURS
Département de Génie Electrique et Informatique Industrielle

Rapport de projet

Alimentation à découpage isolée +15V et non isolée $\pm 15V$



Auteurs : Benjamin DELESCLUSE, Mindessè PADONOU, groupe EEP1, promotion 2004/2006

Enseignant technique : M. Thierry LEQUEU

Enseignant de formation générale : M. Paul OLIVIER



Institut Universitaire de Technologie de TOURS

Département de Génie Electrique et Informatique Industrielle

Rapport de projet

Alimentation à découpage isolée +15V et non isolée $\pm 15V$

Auteurs : Benjamin DELESCLUSE, Mindessè PADONOU, groupe EEP1, promotion 2004/2006

Enseignant technique : M. Thierry LEQUEU

Enseignant de formation générale : M. Paul OLIVIER

Sommaire

1	Cahier des charges de l'alimentation (rappel)	5
1.1	Présentation globale du projet	5
1.2	Description des fonctions principales	5
1.3	Place au sein du projet X'trium	6
2	Schémas et analyses	6
2.1	Synoptique général du kart X'trium	6
2.2	Analyse fonctionnelle	7
2.3	Synoptique de l'alimentation	8
2.4	Schéma électrique de la solution retenue	8
2.5	Détermination des principaux composants	9
2.5.1	Calcul du pont diviseur	10
2.5.2	Choix du condensateur C2	10
2.6	Nomenclature du montage	11
2.7	Circuit imprimé (Layout Plus)	12
2.7.1	Face BOT	12
2.7.2	Face AST	12
2.7.3	Face DRD	12
3	Tests et relevés	13
3.1	Objectif des tests	13
3.2	Configuration de mesure	13
3.3	Premier test	13
3.4	Second test	14
3.5	Solution de secours	15

Introduction

Dans ce deuxième rapport portant comme le précédent sur la mise au point d'un kart électrique plus précisément le X'trium, nous allons essentiellement centrer notre étude sur la partie pratique de notre projet à savoir la mise au point d'une carte d'alimentation à découpage capable de fournir les tensions +15V isolée ainsi que + et - 15V non isolées.

A partir du prototype de la carte nous effectuerons les différentes mesures et relevés afin de nous fixer sur l'efficacité de la solution retenue. De ces différents tests, plus précisément de leur caractère rétractif ou appratif nous procéderons à la mise sur pied définitive de nos cartes.

La suite de notre rapport traitera de la procédure utilisée pour effectuer les tests nécessaires.

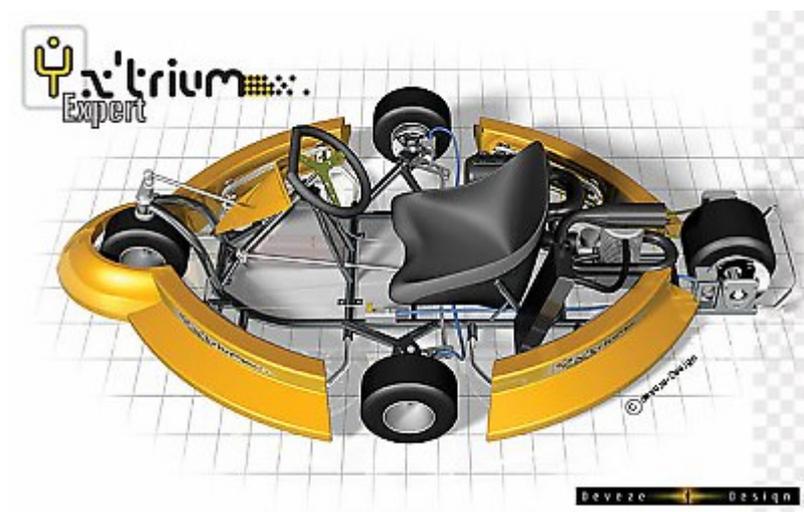


Figure 1 : Vue générale du X'trium

1 Cahier des charges de l'alimentation (rappel)

Voici un rappel du cahier des charges concernant la conception de l'alimentation au sein du projet de kart électrique basé sur le châssis X'trium.

1.1 Présentation globale du projet

Notre projet consiste à mettre sur pied la carte d'alimentation des différents systèmes de commande et circuits logiques présents sur le kart. Plus précisément un convertisseur continu/continu de type « Flyback » travaillant à partir des batteries présentes sur le Kart.

La tension disponible aux bornes des 4 batteries montées en série peut varier de 36V à 72V. En effet, la tension de charge maximale aux bornes d'une batterie est de 18V, soit avec 4 batteries : $18V \times 4 \text{ batteries} = 72V$, de même, lorsqu'une batterie est totalement déchargée on observe une tension de 9V à ses bornes soit 36V pour les 4, d'où l'utilité d'abaisser la tension pour alimenter les circuits des différentes autres cartes.

Pour résumer, notre but est d'obtenir à partir d'une tension comprise entre 36V et 72V les tensions suivantes :

- +15V isolé sous un courant d'au moins 500 mA ;
- + et - 15V non isolés sous un courant d'au moins 500 mA.

1.2 Description des fonctions principales

Notre but initial est d'obtenir en sortie de notre alimentation une tension V_s de +15V isolée et une tension de + et - 15V avec une tension d'entrée typique V_e de 48V.

Suite à nos recherches menées dans un premier temps et présentées précédemment, nous avons retenu une solution utilisant une tension d'entrée V_e limitée à celle du point milieu des 4 batteries (soit prise entre 2 batteries) c'est à dire 24V.

Notre carte d'alimentation aura principalement pour fonction l'alimentation des circuits de commande de 2 autres cartes mises sur pied par nos collègues. Ces cartes réalisent les fonctions suivantes:

- Hacheur réversible en courant 140A/50V (drivers des MOSFET : +15V isolé);
- Commande du hacheur (circuits logiques : + et - 15V non isolés).

A terme, elle servira également à alimenter le microprocesseur d'affichage de données.

1.3 Place au sein du projet X'trium

L'alimentation que nous avons à concevoir occupe une surface précontrainte sur la carte globale du kart. Les dimensions de cette carte sont elles-mêmes contraintes par la taille du dissipateur qui occupera toute sa surface.

Voici l'implantation des différents montages présents sur la carte globale :

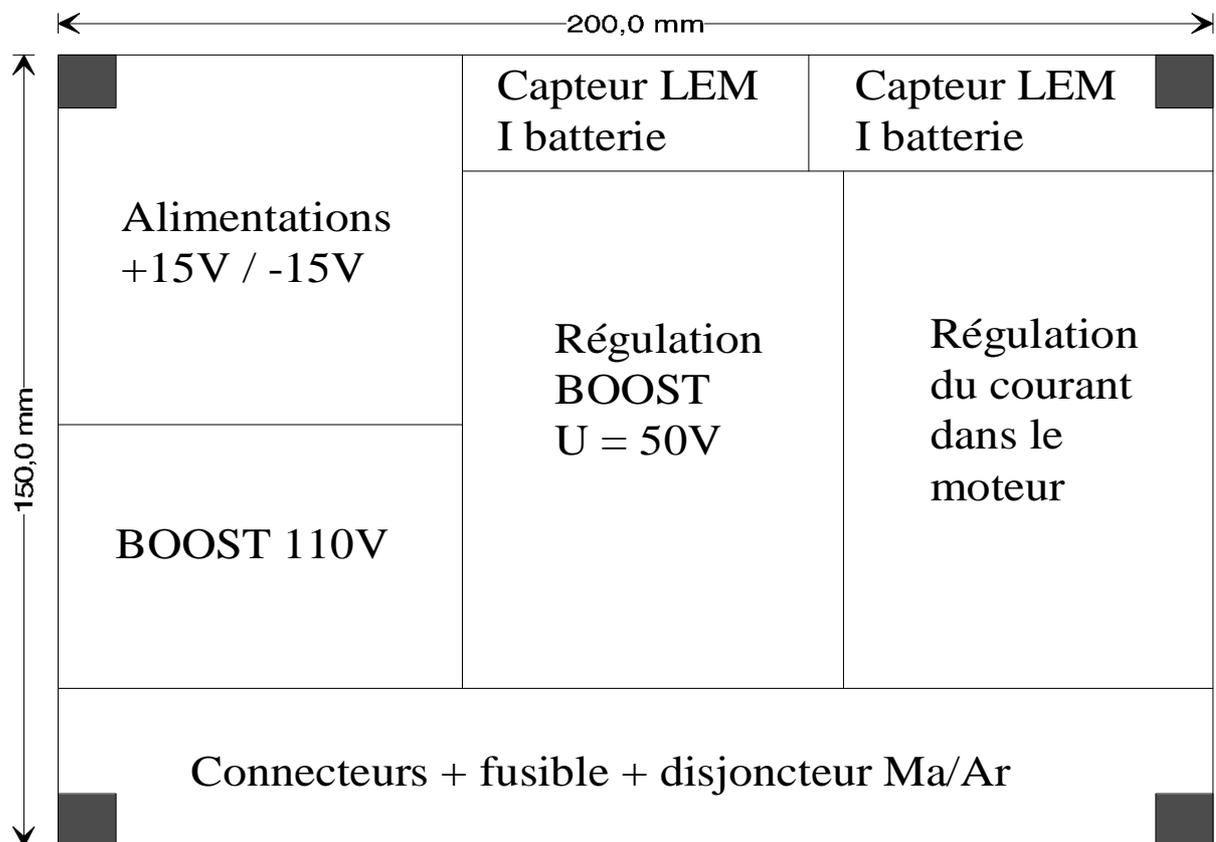


Figure 2 : Implantation des différents montages sur la carte générale

2 Schémas et analyses

Le cahier des charges initial est fourni par le professeur responsable du projet. Ces contraintes ont été appelées à évoluer au cours du projet suite aux différents problèmes rencontrés.

2.1 Synoptique général du kart X'trium

On peut voir sur ce synoptique général la place de l'alimentation au sein du système :

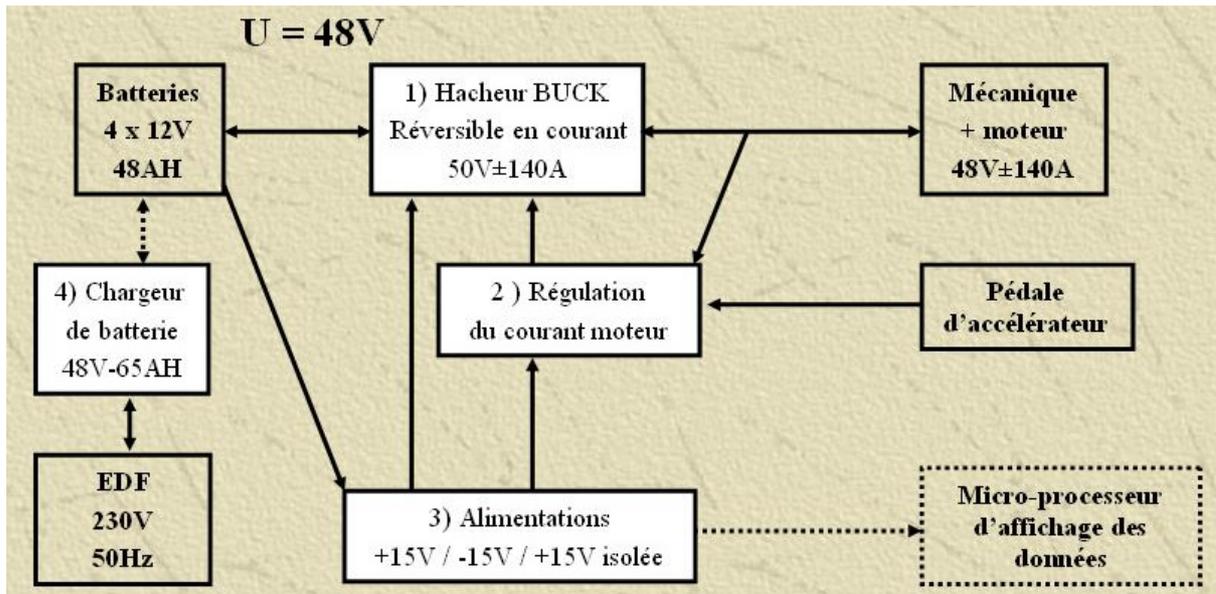


Figure 3 : Synoptique général du kart X'trium

2.2 Analyse fonctionnelle

Une alimentation de type Flyback peut réaliser les fonctions d'un hacheur inverseur utilisé en mode Buck ou Boost. C'est à dire qu'il est en mesure de produire des tensions positives et négatives ainsi que d'élever ou d'abaisser la tension d'entrée suivant la configuration du montage dans lequel elle est intégrée.

Notre solution consiste donc à utiliser un régulateur Flyback afin de générer plus efficacement les 3 tensions attendues. Comme nous l'avons étudié cette année en électronique de puissance, une alimentation Flyback met en jeux des inductances couplées aussi appelées « transformateur HF ».

Comme la technologie Flyback nous le permet, nous utiliserons un transformateur permettant d'obtenir deux tensions de sortie (une positive et l'autre négative). Cette configuration de transformateur nous permet également de produire une tension isolée sur une sortie et régulée grâce à l'autre, ce qui laisse entendre que nous effectuerons deux cartes sensiblement identiques dans leur structure, à savoir :

- Une carte pour le + et -15V ;
- Une carte pour le +15V isolé.

La tension de sortie sera déterminée par le rapport cyclique a du régulateur suivant la formule $V_s = m \times V_e \times a / (1 - a)$.

2.3 Synoptique de l'alimentation

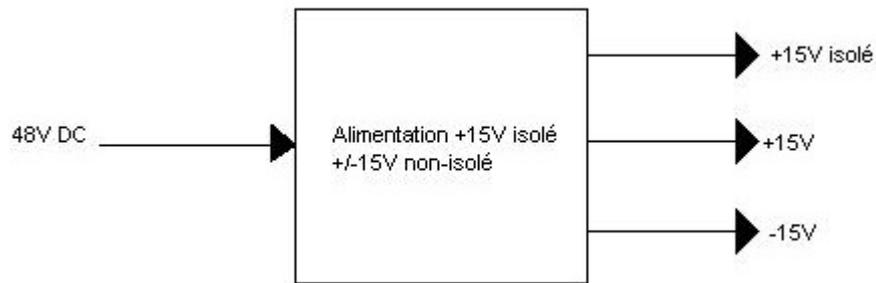


Figure 4 : Synoptique de l'alimentation (premier degré)

Le synoptique du premier degré de l'alimentation est plutôt simple. Il ne possède en effet qu'une entrée et trois sorties le tout sans commande extérieure. Le montage doit donc fonctionner en autonomie du point de vue de la commande. C'est le rôle du régulateur qui intègre la gestion d'une boucle de retour pour fiabiliser au maximum la valeur de la tension de sortie qui doit être stable malgré les variations de tension sur l'entrée du montage dû aux différents niveaux de charge des batteries. Cette boucle est visible sur le synoptique du second degré :

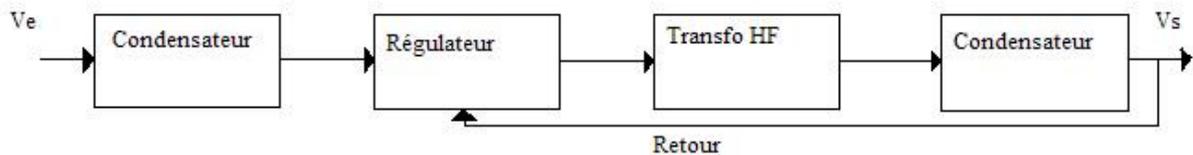


Figure 5 : Synoptique d'une ligne d'alimentation asservie

Des condensateurs de filtrage sont placés à l'entrée et à la sortie du montage pour réduire au maximum l'ondulation des tensions. Le régulateur quant à lui se charge de découper la tension sous une fréquence de 100 kHz tandis que les inductance couplées emmagasinent et restituent l'énergie suivant le principe de fonctionnement d'une alimentation flyback.

2.4 Schéma électrique de la solution retenue

Le schéma suivant est le schéma électrique du montage produit par le logiciel Switchers Made Simple 6.24® de chez National Semiconductors :

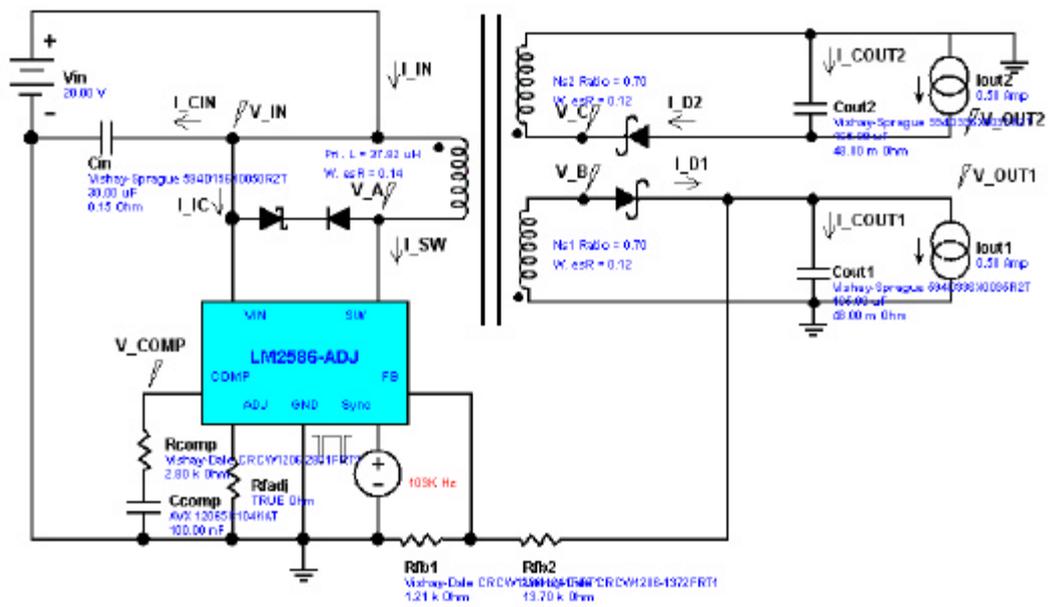


Figure 6 : Schéma électrique suggéré par Switchers Made Simple

Pour pouvoir produire un typon, ce schéma a été transposé sur le logiciel OrCAD et a donné le schéma suivant :

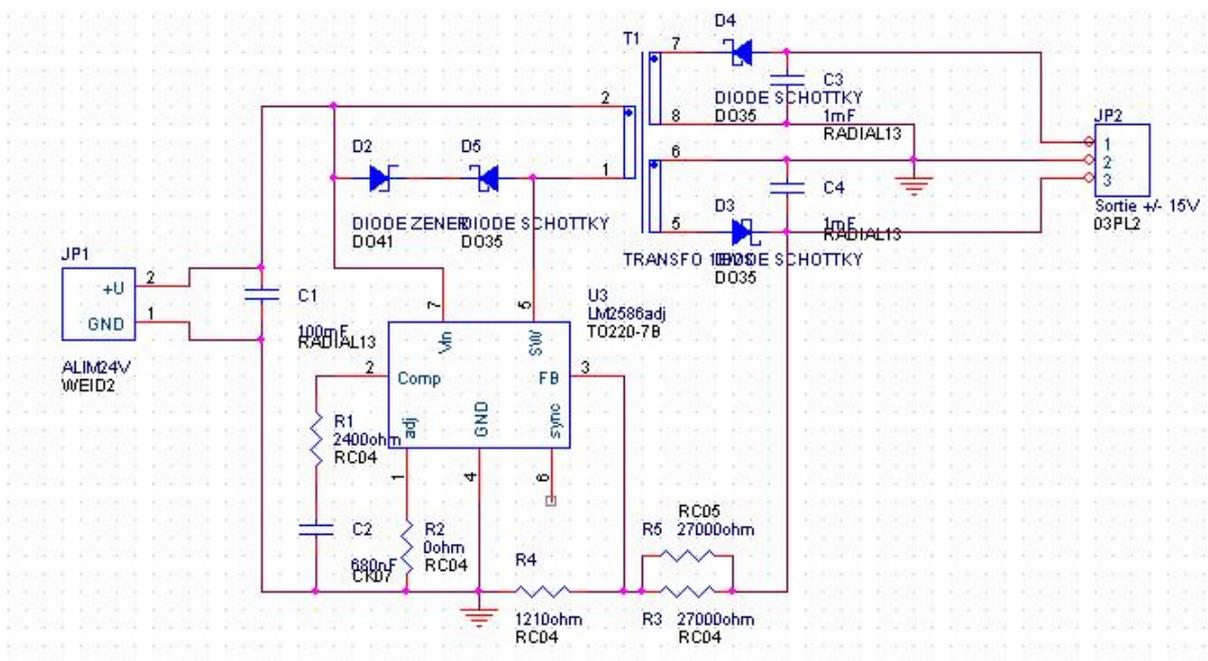


Figure 7 : Schéma électrique produit sous OrCAD

2.5 Détermination des principaux composants

Les valeurs utilisées sont celles données directement par le logiciel **Switchers Made Simple**, on peut également les calculer grâce aux formules fournies par le datasheet.

2.5.1 Calcul du pont diviseur

Le pont diviseur de tension placé sur le « feedback » c'est-à-dire le retour de tension utilisé pour l'asservissement est calculé grâce à la formule : $V_{out} = V_{ref} (1 + ((R3/R5) / R4))$. Sachant que V_{ref} est fixée par le constructeur à 1,23V et qu'on fixe également $R3/R5$ à 13,5k. On obtient alors une valeur de $R4 = (R3/R5) / ((V_{out} / V_{ref}) - 1) = 1206\Omega \sim 1,2k\Omega$.

2.5.2 Choix du condensateur C2

Le condensateur C2 est placé sur la patte « Comp » en série avec une résistance reliée à la masse permettant de limiter le courant. Ce condensateur a pour rôle d'assurer un fonctionnement stable au régulateur.

La valeur de ce condensateur ne se calcule pas et est comprise entre 0,1 et 1,5 μ F.

2.6 Nomenclature du montage

Dans ce tableau sont rassemblés tous les composants nécessaires à la réalisation des 2 blocs d'alimentation.

N°	Référence	Quantité	Désignation	Empreinte	Fournisseur	Code commande	P.H.T.	U.D.V.	P.U. H.T.	P.T. H.T.	P.T. + T.V.A.
1	National Semiconductors LM2586-Adj	2	Flyback 3A		Radiospares	285-4332	9,44 €	1	9,44 €	18,88 €	22,58 €
2	Coilcraft Q4339-B	2	T6 (PC)		Coilcraft	Q4339-B	3 €	1	3,00 €	6,00 €	7,18 €
3	BC Component 2222-13550102	3	1000µF		Radiospares	167-0111	7,34 €	5	1,47 €	4,40 €	5,27 €
4	Vishay Serie MKT 1817/1826	2	0,68µF		Radiospares	166-6033	5,90 €	10	0,59 €	1,18 €	1,41 €
5	BC Component SFR 25 Couche Métal	4	27k? 1/4W		Radiospares	165-1097	1,50 €	50	0,03 €	0,12 €	0,14 €
6	BC Component SFR 25 Couche Métal	2	1,2k? 1/4W		Radiospares	165-0921	1,50 €	50	0,03 €	0,06 €	0,07 €
7	NeOhm Couche carbone	2	2,4? 1/4W		Radiospares	132-589	0,39 €	10	0,04 €	0,08 €	0,09 €
8	Diode ultra rapide	2	1A 200V		Farnell	930994	0,46 €	1	0,46 €	0,92 €	1,10 €
9	Diode de suppression	2	500W 18V		Farnell	1017813	0,67 €	1	0,67 €	1,34 €	1,60 €
10	Plaque présensibilisée 35µm	1	100*160mm		Radiospares	159-6057	3,97 €	1	3,97 €	3,97 €	4,75 €
									TOTAL :	36,95 €	44,19 €

Tableau 1 : Nomenclature générale

2.7 Circuit imprimé (Layout Plus)

A partir du fichier transposé sur le logiciel OrCAD à partir du Schéma suggéré par le logiciel Switchers Made Simple, nous avons routé le circuit sur le logiciel Layout afin d'obtenir un circuit imprimé sur lequel on pourra ensuite souder les composants.

2.7.1 Face BOT

Cette vue appelée « bottom » servira à graver le circuit imprimé et est aussi appelée typon.

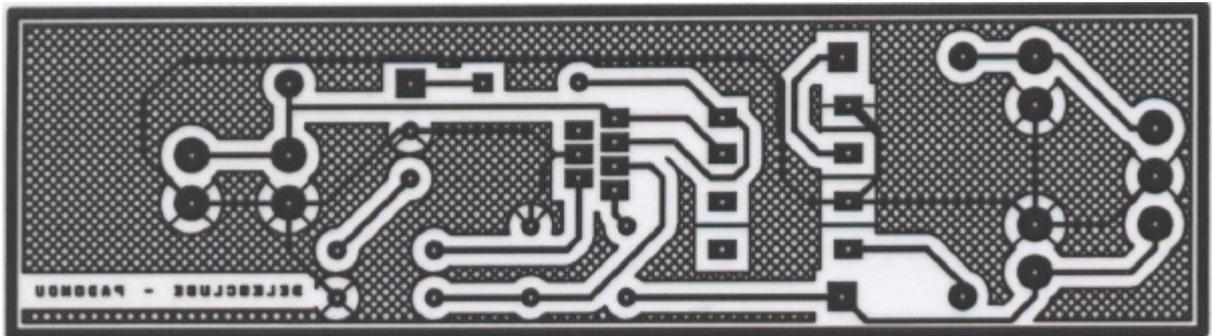


Figure 8 : Face BOT

2.7.2 Face AST

Cette vue permet de voir l'implantation des différents composants sur la carte.

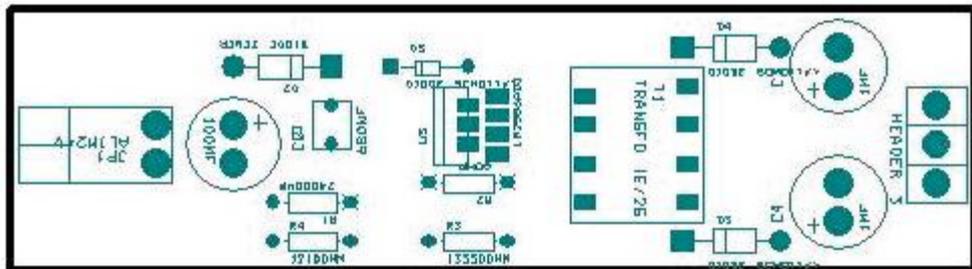
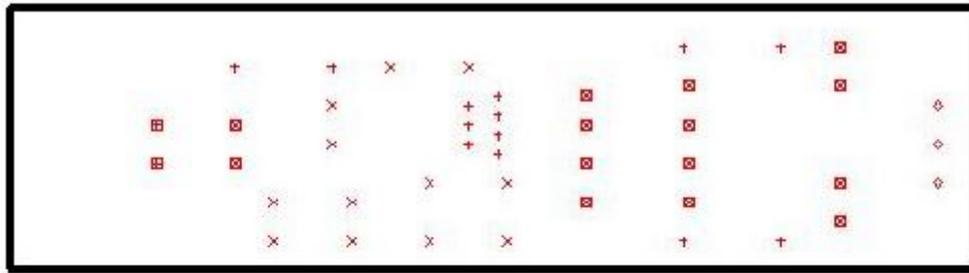


Figure 9 : Face AST

2.7.3 Face DRD

Cette vue est aussi appelée plan de perçage, elle permet de savoir à quel endroit percer (dans le cas d'une machine) mais aussi la taille des trous à réaliser.



DRILL CHART				
SYM	DIAM	TOL	QTY	NOTE
x	0.787 mm		12	
+	0.991 mm		13	
◇	1.000 mm		3	
⊠	1.194 mm		14	
⊞	1.499 mm		2	
TOTAL			44	

Figure 10 : Face DRD

3 Tests et relevés

3.1 Objectif des tests

Les tests effectués ont pour but de mettre en évidence les problèmes ou inversement le fonctionnement parfait du montage et sa conformité au cahier des charges en le soumettant aux conditions de fonctionnement réelles.

Ici, il s'agit de soumettre l'entrée du montage à la tension délivrée par les batteries en conditions réelles, c'est-à-dire une tension continue variant de 20 à 28V environ puis de mesurer la tension obtenue en sortie qui doit être la plus stable possible.

3.2 Configuration de mesure

Pour effectuer les tests, nous avons employé une alimentation de laboratoire délivrant une tension de 24V. Le montage a ensuite été chargé avec un bloc de charge (résistances de puissance) afin de consommer le courant voulu en sortie, c'est-à-dire 0,5A.

La visualisation des tensions a été faite grâce à un oscilloscope numérique.

3.3 Premier test

Le premier test a révélé une anomalie sur le typon avec un problème au niveau du sens du régulateur dont l'empreinte prise dans la bibliothèque était inversée par rapport à l'empreinte réelle. Cela provoquait un court circuit de l'entrée du montage.

Le problème a été résolu en modifiant le typon et en gravant une autre carte.

3.4 Second test

Le court circuit a disparu mais cette fois ci, aucune tension n'est détectée sur la sortie. Le régulateur ne découpe pas.

Nous décidons alors de monter le régulateur en BOOST afin de le tester. Une simple modification du montage permet d'utiliser l'inductance du primaire pour réaliser le stockage inductif.

Nous obtenons alors un fonctionnement parfait. Nous nous intéressons ici au pic de courant provoqué par la mise en fonctionnement du montage qui pourrait être la cause du dysfonctionnement observé précédemment. On observe ceci :

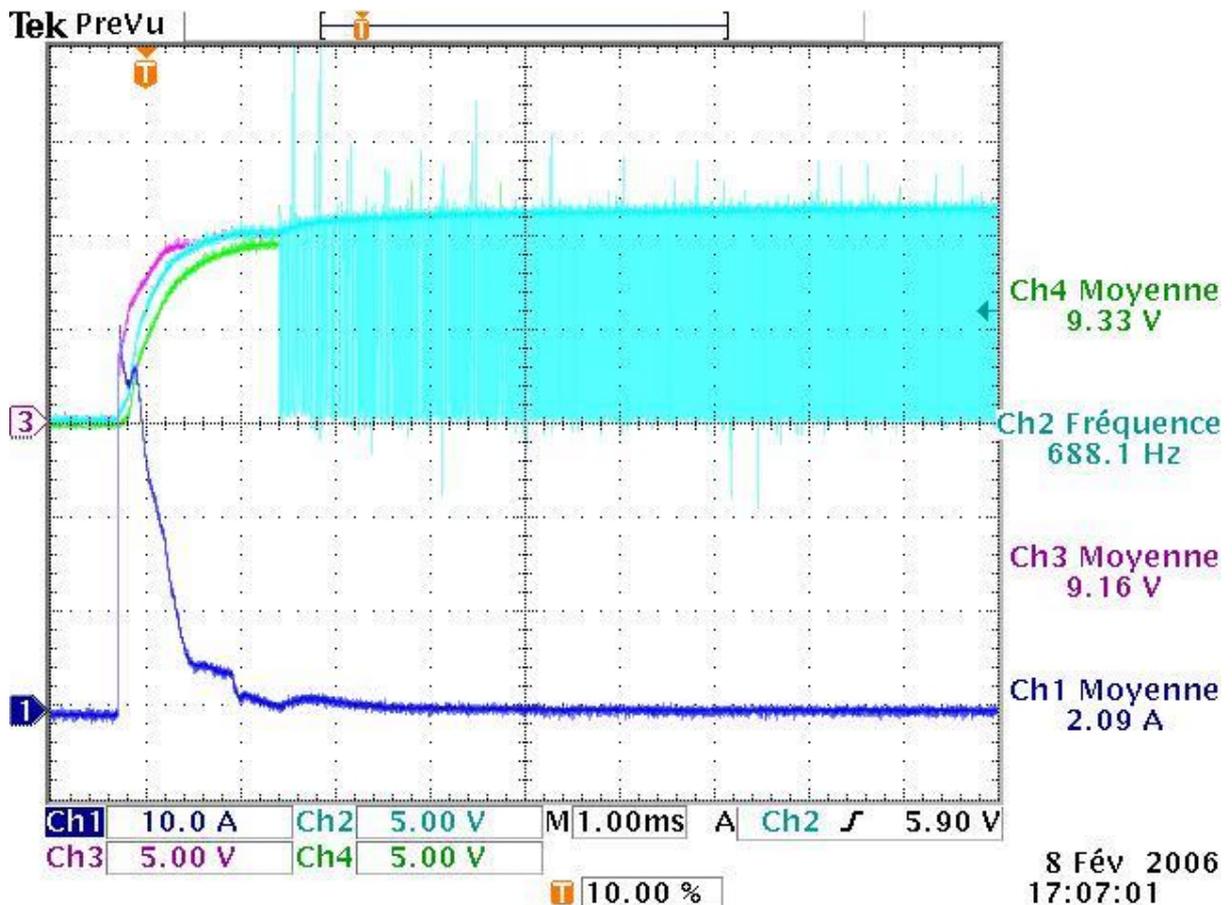


Figure 11 : Visualisation du démarrage du LM2586 monté en BOOST

On observe donc ici un pic de courant atteignant 40A sur environ 500µs. Il pourrait être responsable de ma mise en sécurité du montage ou même de son claquage comme cela a été observé lors des tests précédents.

Nous allons donc chercher à limiter ce pic de courant en ajoutant à l'entrée du montage une inductance de forte valeur montée en série. Le résultat est identique, le problème subsiste au 01/03/2006.

3.5 Solution de secours

Il a été envisagé une solution de secours au cas où notre montage venait à dysfonctionner. Nous avons pour cela opté pour une solution intégrée utilisant les composants suivants :

- Pour les + et - 15V non-isolés : Recom Rec15-4815DRWBZ, référence 459-8769 chez Radiospares pour 43,40€HT;
- Pour le + 15V isolé : Recom Rec10-4815SRWLZ, référence 459-8573 chez Radiospares pour 39,57€HT

Conclusion

Cette étude de projet qui semblait plutôt simple au départ s'est en fait avérée plus compliquée que prévue. En effet, le choix des composants s'est avéré être un réel problème et tout miser sur une seule référence aura été une erreur. Nous sommes actuellement enlisés dans le problème rencontré presque depuis le début des tests et n'avons pas encore un prototype fonctionnel alors que les séances de projet arrivent à leur terme.

Cela démontre qu'il est extrêmement difficile de suivre un planning qui en général est serré. Nous avons donc appris qu'il ne faut jamais se cantonner à une seule issue et toujours en prévoir une de secours.

Table des illustrations

Figure 1 : Vue générale du X'trium	4
Figure 2 : Implantation des différents montages sur la carte générale	6
Figure 3 : Synoptique général du kart X'trium	7
Figure 4 : Synoptique de l'alimentation (premier degré)	8
Figure 5 : Synoptique d'une ligne d'alimentation asservie	8
Figure 6 : Schéma électrique suggéré par Switchers Made Simple	9
Figure 7 : Schéma électrique produit sous OrCAD	9
Figure 8 : Face BOT	12
Figure 9 : Face AST	12
Figure 10 : Face DRD	13
Figure 11 : Visualisation du démarrage du LM2586 monté en BOOST	14

Tableaux

Tableau 1 : Nomenclature générale	11
-----------------------------------	----

Annexes

Annexe 1 : Datasheet du **REC30-4815DRWBZ de chez RECOM** (disponible à l'adresse suivante : http://www.recom-international.com/pdf/econoline/REC30-SRWB_DRWB.pdf);

Annexe 2 : Datasheet du **LM2586-ADJ de chez National Semiconductor** (disponible à l'adresse suivante : <http://www.itc-electronics.com/CD/national%20semiconductor%2010053/pdf/nsc05754.pdf>);

Annexe 3 : Datasheet du **transformateur flyback pour LM258x de chez Coilcraft** (disponible à l'adresse suivante : <http://www.coilcraft.com/pdfs/lm258x.pdf>);