



Pré projet

Commande d'un hacheur BUCK avec régulation de courant



SOMMAIRE

<i>Introduction</i>	4
<i>1. Cahier des charges</i>	5
1.1. Le X-trium	6
1.2. Câblage de puissance	7
1.3. Historique	8
1.4. Hacheur BUCK	9
<i>2. Recherche pour le montage</i>	11
<i>3. Schémas fonctionnels</i>	13
3.1. Schéma fonctionnel de niveau 1.	13
3.2. Schéma fonctionnel de niveau 2	13
3.2.1. Fonctionnement	14
<i>4. Schéma structurel</i>	15
4.1. Le brideur	15
4.2. Le 1 ^{er} comparateur	16
4.3. Le correcteur PI	16
4.4. Le limiteur de tension	17
4.5. L'ensemble oscillateur, 2 ^{ème} comparateur	18
4.6. Tableau de commande	18
<i>5. Planning</i>	19
5.1. Planning pré projet	19
5.2. Planning Annuelle	19
<i>Conclusion</i>	20
<i>Tables des illustrations</i>	21
<i>Bibliographie</i>	22
<i>Annexes</i>	23

Introduction

Mon projet d'étude et réalisation de deuxième année de DUT GEII, est de concevoir une carte électronique permettant de commander un hacheur de type BUCK. Cette carte sera réunie par la suite, avec d'autres cartes pour aboutir à un projet final : le X-trium et le variateur de vitesse pour le kart électrique.

Cette carte électronique a déjà été commencée l'année dernière, mais pour certaines raisons elle n'a pas pu être finie avant la fin de l'année.

Mon travail est donc de terminer cette plaque et d'y apporter quelques améliorations. Cela c'est réparti sur 5 séances de TP d'étude et réalisation.

Tout d'abord nous allons voir le cahier des charges qui regroupe toutes les conditions auxquels doit répondre ma carte, puis nous verrons le fonctionnement du hacheur BUCK. Ensuite, nous verrons l'étude de la carte électronique et ces différentes fonctions. Nous finirons par le planning pour effectuer la réalisation de la carte.

1. Cahier des charges

Motorisation électrique d'un kart



Figure 1 : Le karting électrique

Mon travail en étude et réalisation est de concevoir la partie commande d'un hacheur BUCK, avec d'autres binômes qui ont chacun une plaque à réaliser. Au final, nous assemblerons nos cartes pour les monter sur le nouveau projet : le X-trium.

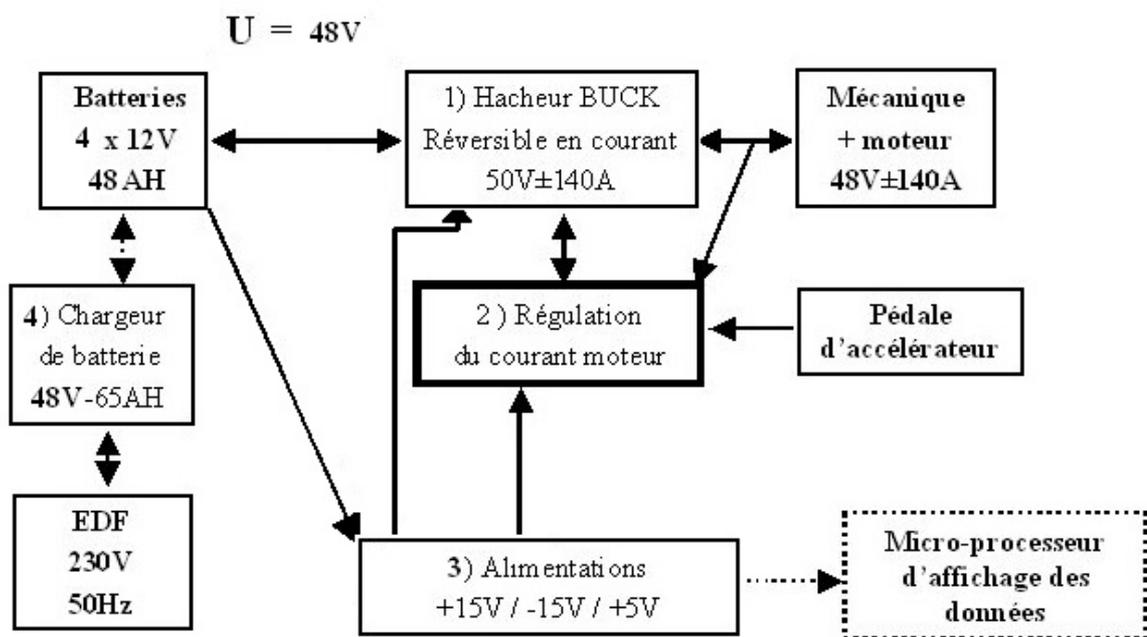


Figure 2: Synoptique du X-trium

On peut s'apercevoir que c'est un vrai projet de groupe et qu'il y a beaucoup d'interaction avec les autres binômes, d'où le fait d'être deux fois plus vigilant au entrées et sorties des cartes électroniques.

1.1. Le X-trium



Le X-trium, qui est tiré de : **aXes TRiples** pour le **maxImUM**, est en faite un nouveau concept de karting conçu par Alain Devez, qui a reçu le premier prix du concoure LEPINE 2005 pour cette invention. Le X-trium est un karting possédant 4 roues placées en losanges et dont 3 sont directrices. Ainsi, grâce à ce placement des roues, le X-trium permet d'avoir une maniabilité et une mobilité incomparable.

Notre projet 2005/2006 est de reprendre le même principe de fonctionnement que pour le karting électrique (voir photo ci-dessus), et de l'adapter au X-trium. Sachant que le X-trium avec son design nous permet de stocker 4 batteries de 12V en série. Cela nous permet d'obtenir directement une tension continue de 48V, nous évitant ainsi d'utiliser un hacheur élévateur du type BOOST pour élever la tension à 48V (ce qui été le cas sur le karting de l'année précédente), pour alimenter le moteur qui fonctionne à cette tension.



Moteur :
 $U_n = 48V$
 $I_n = 140A$ (300A max)
 $N_n = 3200tr/min$
 $P_n = 6720w$
 $C_n = 18 Nm$ (30Nm max)

Figure 1: Moteur à courant continu

1.2. Câblage de puissance

Le nouveau schéma électrique de la commande du moteur sur le X-trium devient :

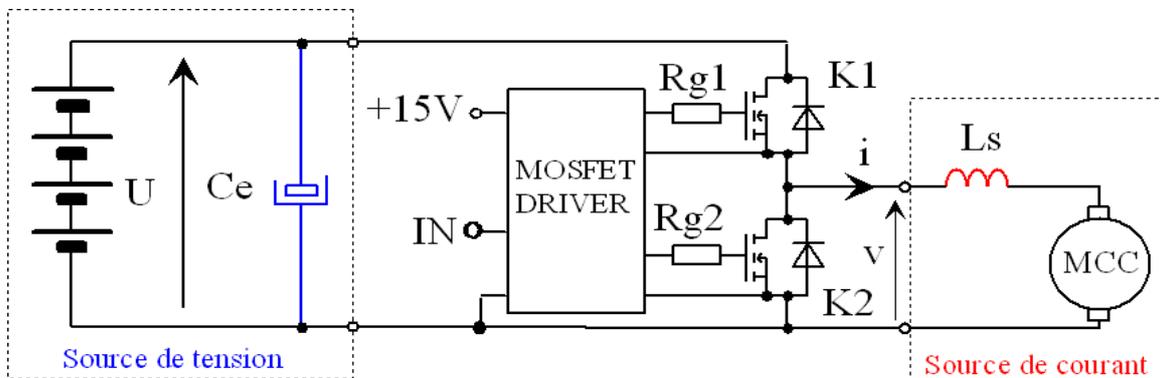


Figure 2 : Schéma global

La nouveauté de cette année vient du nouveau hacheur BUCK que l'IUT à acheter qui minimise les pertes, ainsi nous pourrons augmenter les capacités du karting et notamment de pouvoir accepter un rapport cyclique de 1.

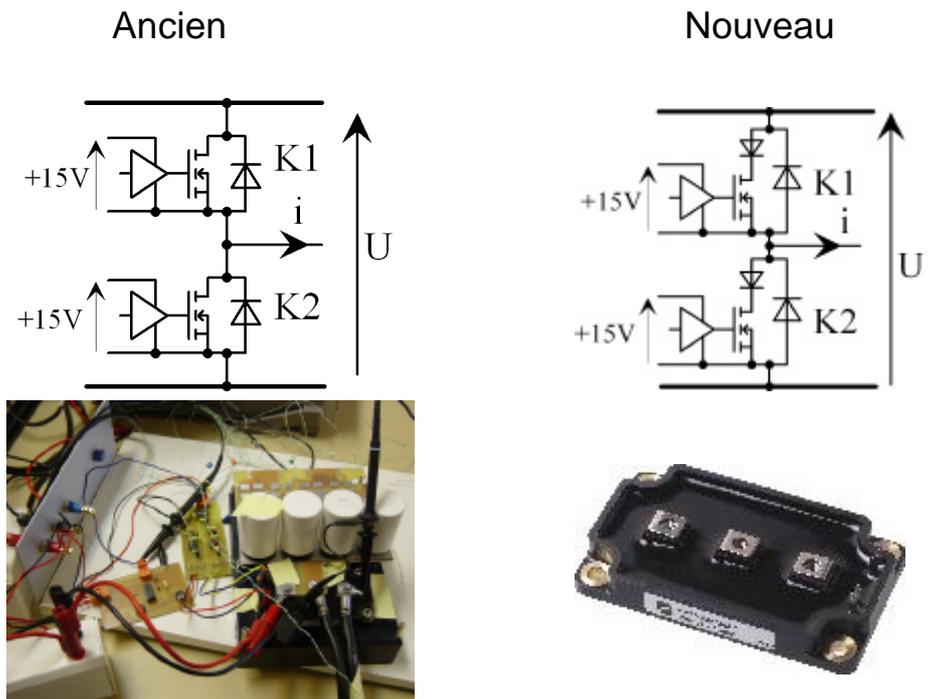


Figure 3 : Module de puissance du hacheur BUCK

Cette année, mon projet consiste toujours à fournir un rapport cyclique variable selon la tension de commande venant de la pédale d'accélération, mais aussi de reprendre la partie du montage à asservir, donc de récupérer le courant moteur et le comparer avec celui d'entrer de la carte. Mais la nouveauté est de fabriquer un montage pour brider le karting en fonction de la personne montant dessus (Adulte, Novice, pilote confirmé), Cela offrants différentes possibilités de puissances au karting.

1.3. Historique

La partie commande du hacheur BUCK a déjà été étudiée depuis 2 ans, mais à chaque fois le projet ne pouvait être terminé pour différentes raisons. Il y 2 ans, le montage fonctionné sous 10KHz et il n'a pas fonctionné a cause de la fiabilité du composant intégré utilisé (UC3637), mais aussi a cause de la faible fréquence utilisée, ce qui rendait l'inductance du hacheur bruyante. L'année dernière, le binôme chargé de cette plaque n'avait pas pu finir la carte dans le temps impartie du

planning fournie. Il n'avait pas pu tester et mettre en place le correcteur PI et le soustracteur. L'année dernière, la plaque fonctionnait en 50KHz, cette année, nous essaierons de la baisser en accord avec la section Power Buck .

1.4. Hacheur BUCK

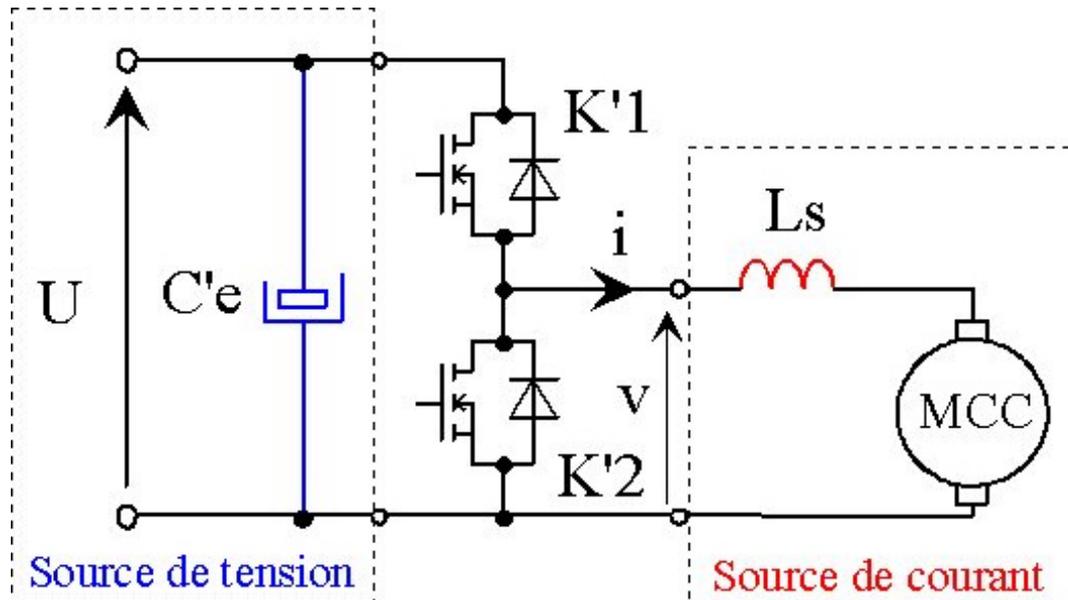


Figure 4 : Hacheur réversible en courant de type BUCK

Le hacheur de type BUCK est un hacheur abaisseur, permettant par l'intermédiaire de l'inductance Ls de fournir une tension moyenne variable.

Le hacheur BUCK est composé de 2 interrupteurs, $K'1$ et $K'2$, qui sont complémentaires. Chacun de ces interrupteurs est constitué d'un transistor MOSFET et d'une diode en parallèle. Ces 2 interrupteurs doivent être commandés par un signal provenant de ma carte (rapport cyclique).

Phase de 0 à $T/2$:

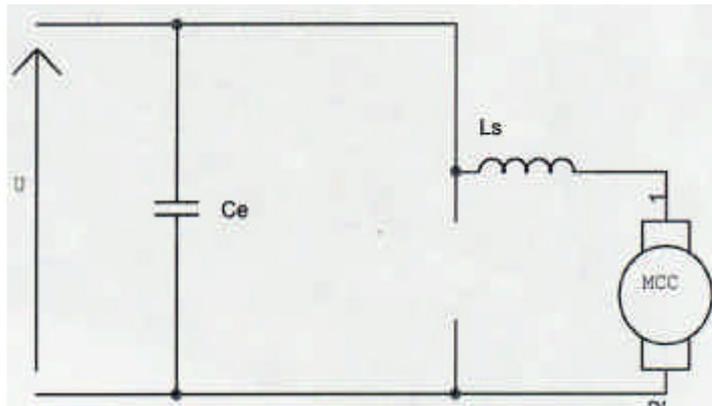


Figure 5 : Schéma équivalent de 0 à $T/2$

Pendant cette phase, l'interrupteur $K'1$ est fermé donc le moteur voit à ses bornes la tension U soit 48V. L'inductance est alimentée, le courant augmente progressivement.

Phase de $T/2$ à T :

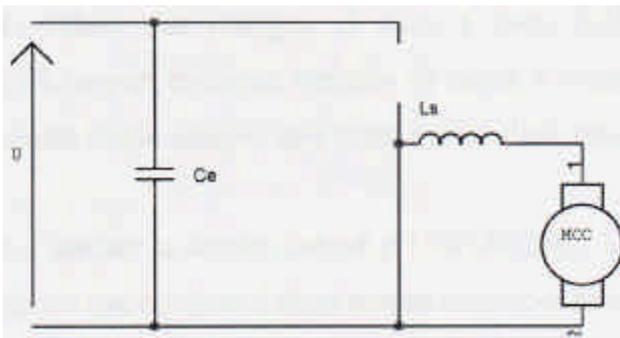


Figure 6 : Schéma équivalent de $T/2$ à T

Pendant cette phase, l'inductance n'est plus alimentée, on dit qu'elle est en roue libre.

On peut donc facilement en déduire que plus le rapport cyclique sera important, plus $K'1$ conduira et donc plus le moteur tournera vite.

Ma carte devra répondre aux conditions suivantes :
résister à des températures variant de -10°C à 50°C ,
résister aux vibrations mécaniques du X-trium,
tenir dans l'emplacement prévu à cet effet,
être munie d'un système de fixation.

2. Recherche pour le montage

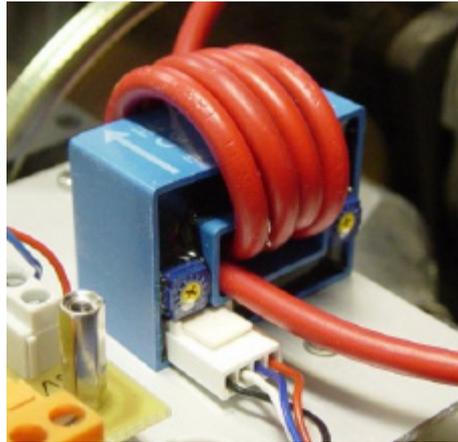
Au début, ne sachant pas exactement par où commencer, j'ai décidé de regarder le travail du binôme de l'année précédente pour m'en inspirer. Après avoir bien pris conscience du sujet, de l'état d'avancement de leur projet et de bien l'avoir compris, j'ai commencé à faire mes recherches pour pouvoir améliorer leur montage, et de trouver des solutions pour le finir.

Après plusieurs recherches sur Internet et sur catalogue, j'ai donc décidé de conserver leur Modulateur de Largeur d'Impulsion (MLI), qu'ils avaient trouvé, le SG3524N de chez Texas Instruments (voir doc en Annexe). Ils avaient déjà effectué des tests dessus et il correspondait bien à l'application. De plus, ce composant est disponible au magasin de l'IUT.

Ensuite, j'ai porté mes recherches sur le correcteur PI, ces recherches furent difficiles car nous n'avions pas encore étudié les correcteurs en cours d'automatique. Avec l'aide d'un professeur, nous avons décidé de mettre un montage intégrateur comme correcteur PI, par la suite, je verrai pourquoi nous avons choisi ce montage et pourquoi nous avons mis telle valeur à chaque composant.

Puis, pour la boucle de retour, il faut un comparateur : j'ai décidé de mettre un montage inverseur pour annuler l'inversion faite par le montage intégrateur. Ainsi, mon montage inverseur fait la comparaison entre la tension qui arrive de la pédale d'accélérateur et la tension mesurée aux bornes du moteur par le capteur de courant.

Le capteur de courant



Capteur de courant :

HAS 200

+/-200A \leftrightarrow +/-4V

Figure 7 : Capteur de courant

Accélérateur

Cette année, sur le X-trium ainsi que sur le karting, nous avons décidé de mettre un potentiomètre sur la pédale d'accélération, qui sera adapté à l'application, et qui possède une résistance variable allant de 0 à 5KO. Il remplacera ainsi un autre petit potentiomètre qui n'était pas approprié pour cette application et qui n'était pas très précis.



Figure 8 : Ancien potentiomètre

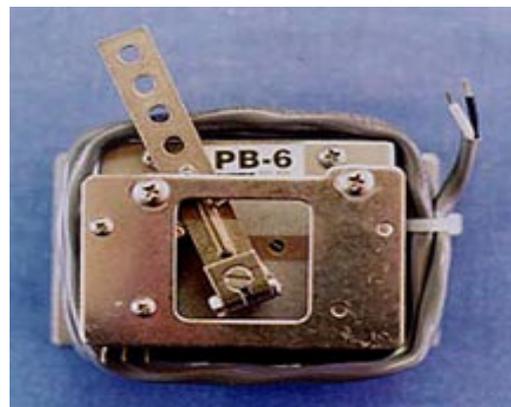


Figure 9 : Nouveau potentiomètre

3. Schémas fonctionnels

Le système doit fournir un rapport cyclique variable en fonction de l'entrer, et être asservi et brider la pédale d'accélération

3.1. Schéma fonctionnel de niveau 1.

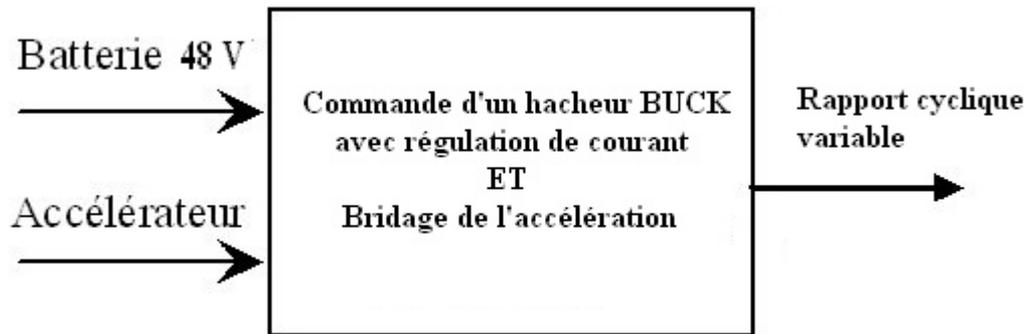


Figure 10 : Schéma fonctionnel de niveau 1

3.2. Schéma fonctionnel de niveau 2

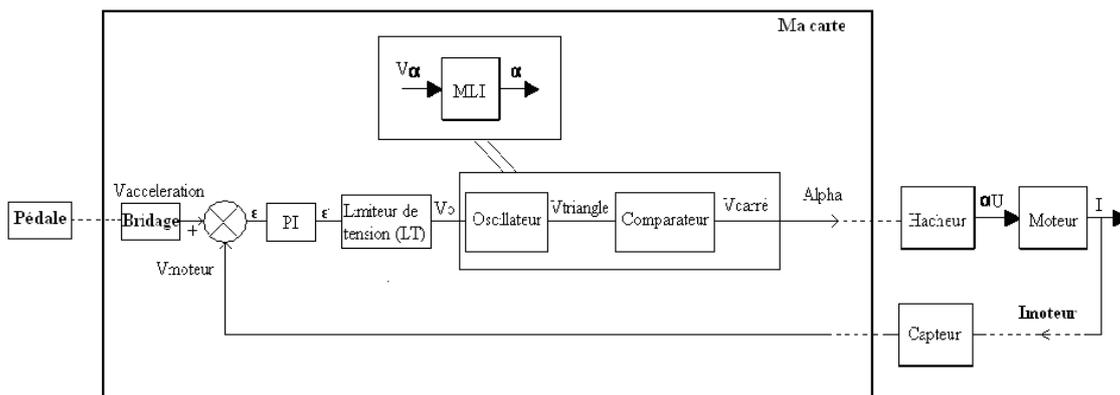


Figure 11 : Schéma fonctionnel de niveau 2

3.2.1. Fonctionnement

Mon système se compose de 6 éléments :

un brideur

un comparateur entre $V_{accélération}$ et V_{moteur}

un correcteur PI (Proportional Integral)

un limiteur de tension

un oscillateur

un comparateur de seuil

Le brideur

Il sert à contrôler et à limiter la tension produite par la pédale d'accélération, grâce à un jeu de résistance mise en parallèles et en séries.

Le 1^{er} comparateur

Il doit faire la différence entre la tension de commande $V_{accélération}$ et la tension de retour V_{moteur} , pour en fournir l'erreur : "e" qui passe dans le correcteur PI.

Le correcteur PI

Il reçoit la tension comparer "e" et il a pour fonction de linéariser ces écarts, c'est-à-dire qu'il reçoit une tension nulle à son entrée et il doit fournir une tension non nulle pour pouvoir obtenir un asservissement parfait.

Le limiteur de tension

Le limiteur de tension a pour but, comme son nom l'indique, de limiter la tension aux bornes de la MLI pour que le composant ne soit pas détruit par une surtension provenant du correcteur.

L'oscillateur

Il fabrique deux rampes, l'une croissante et l'autre descendante sur sa tension de sortie.

Le 2^{ème} comparateur

Il a pour but de comparer la tension d'entrée fourni par le limiteur, avec la tension de sortie de l'oscillateur. Si la tension d'entrée est supérieur à la tension de sortie de l'oscillateur, alors la tension de sortie du comparateur sera égale à $+V_{sat}$, et inversement lorsque la tension d'entrée est inférieure. On obtient ainsi un signal carré avec un rapport cyclique.

4. Schéma structurel

Tous les schémas qui vont suivre n'ont pas de composants avec des valeurs concrètes

4.1. Le brideur

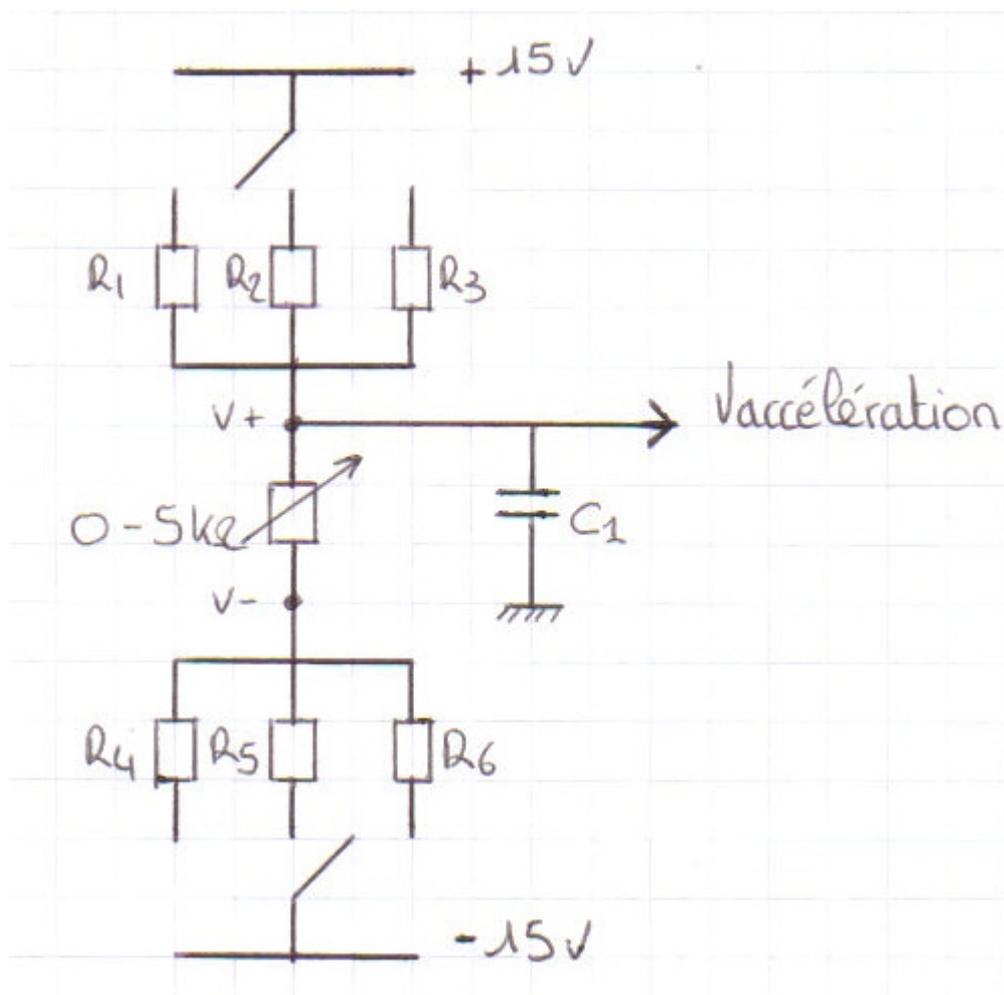


Figure 12 : Montage du brideur

4.2. Le 1^{er} comparateur

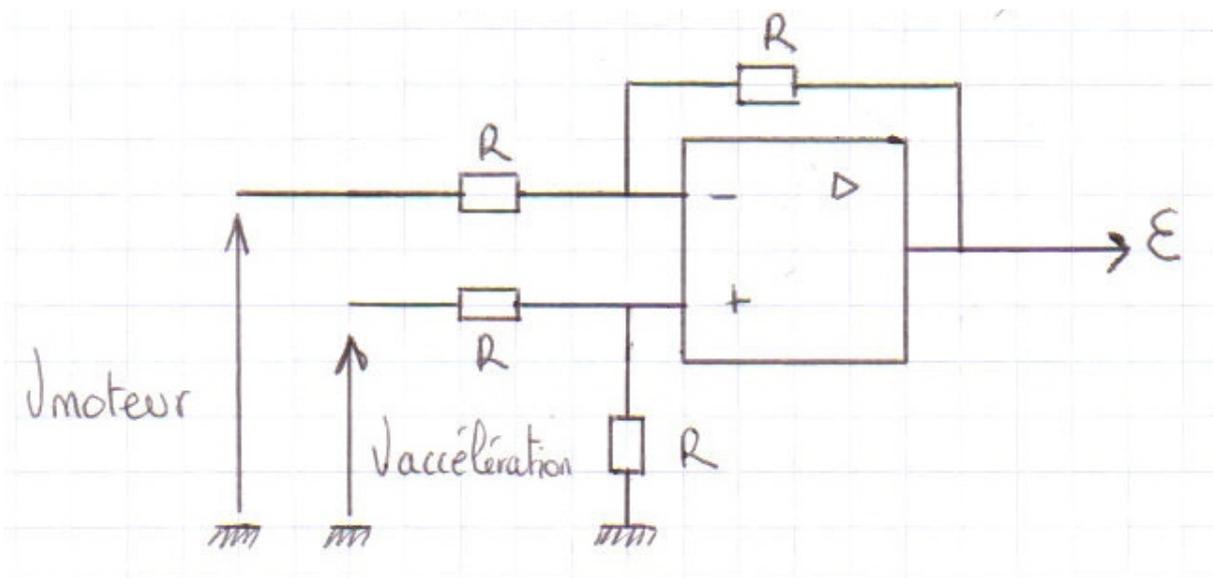


Figure 13 : Montage du comparateur

4.3. Le correcteur PI

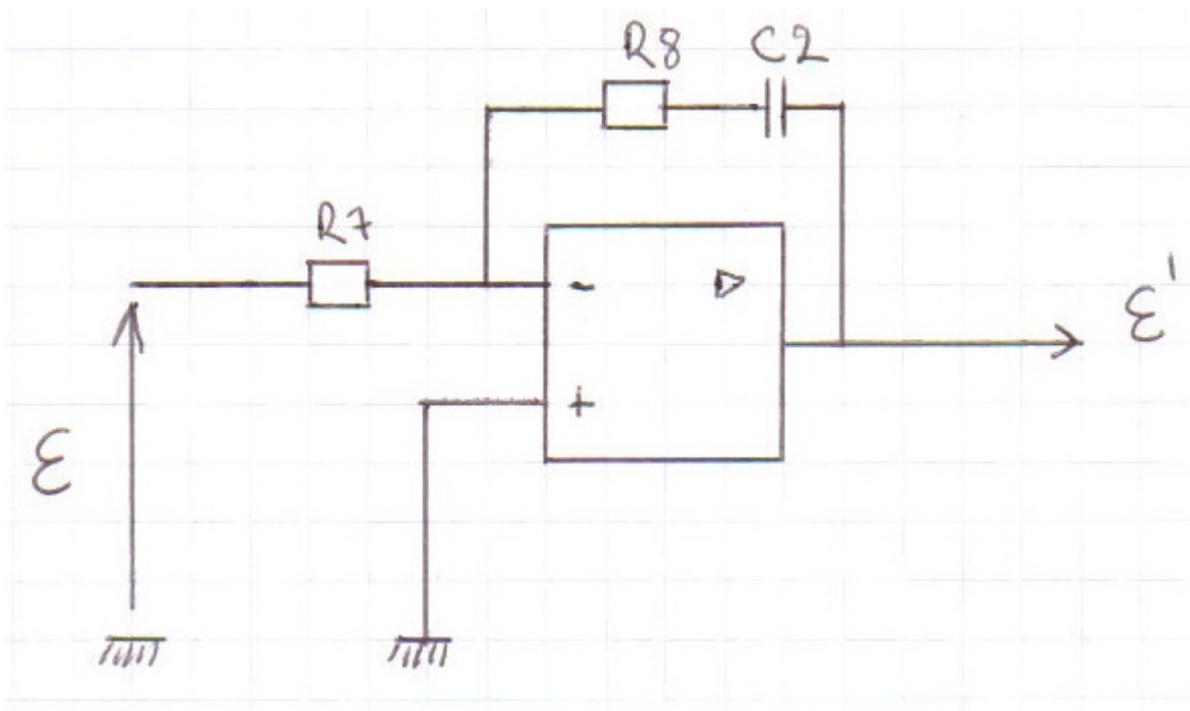


Figure 14 : Montage du correcteur PI

4.4. Le limiteur de tension

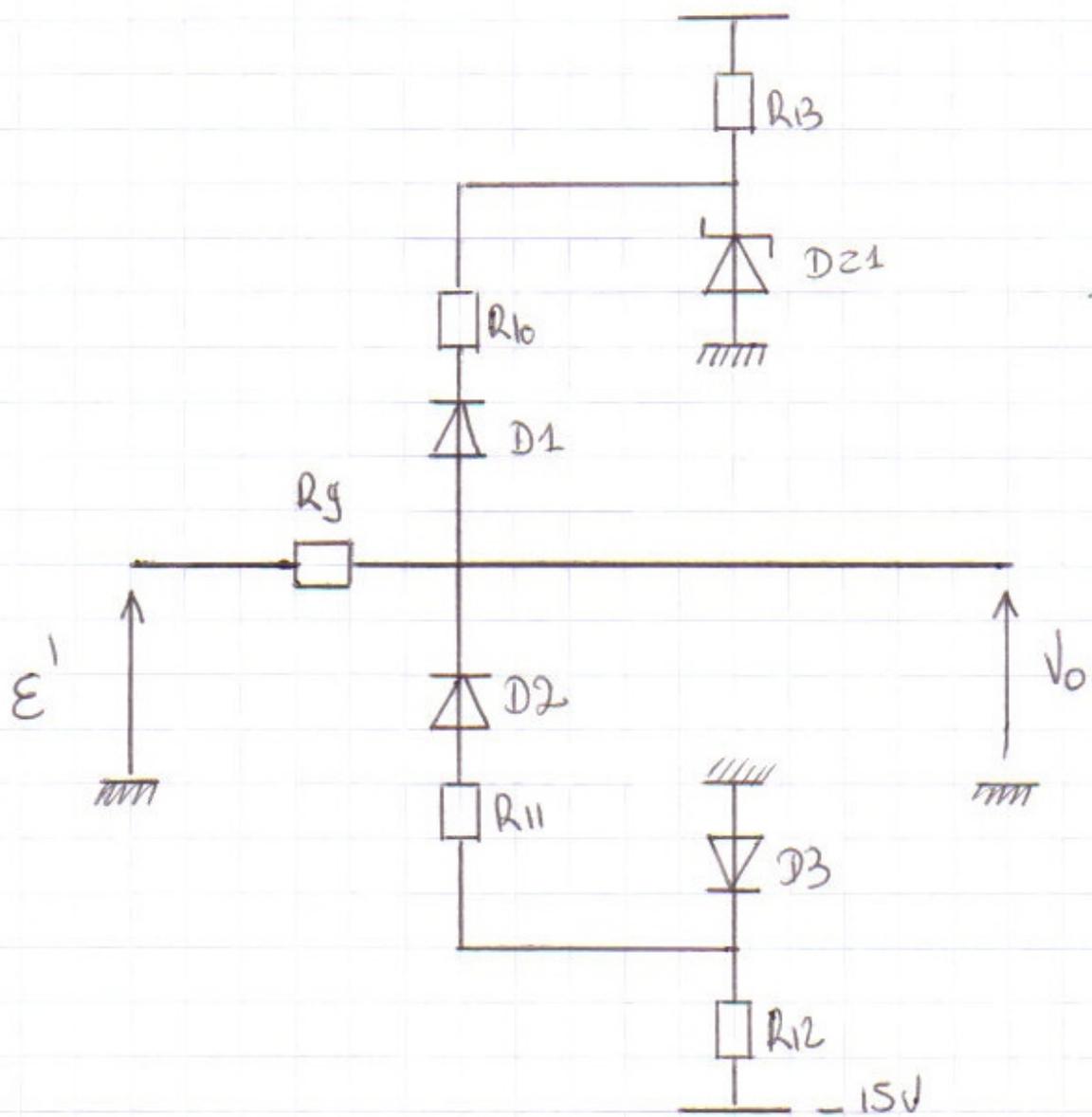


Figure 15 : Montage du limiteur de tension

4.5. L'ensemble oscillateur, 2^{ème} comparateur

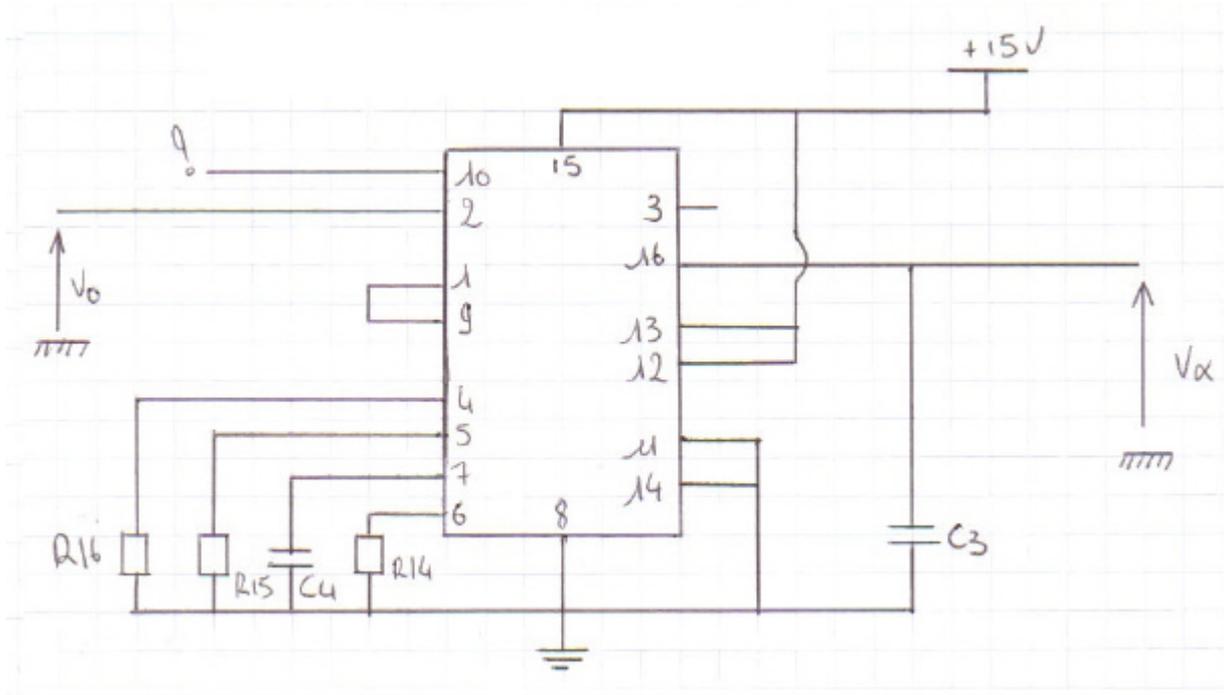


Figure 16 : Montage de la MLI

4.6. Tableau de commande

Le tableau qui suit est juste à titre indicatif.

Composants	Résistances	Condensateurs	Diodes	Diodes zener	Aop	Circuit intégrer
Quantités	20	3	3	1	2	1

5. Planning

5.1. Planning pré projet

	21/09	23/09	28/09	5/10	12/10	19/10	Vacance
Semaine	S39	S40	S41	S42	S43	S44	
Découverte et choix du sujet							
Analyse du sujet							
Essais du karting							
Recherche sur le sujet							
Rédaction du rapport							

Figure 17 : Planning du pré projet

5.2. Planning Annuelle

	21 septembre 2005	28 septembre 2005	5 octobre 2005	12 octobre 2005	19 octobre 2005	2 novembre 2005	9 novembre 2005	16 novembre 2005	23 novembre 2005	30 novembre 2005	7 décembre 2005	14 décembre 2005	21 décembre 2005	4 janvier 2006	11 janvier 2006	18 janvier 2006	25 janvier 2006	1 février 2006	8 février 2006	1 mars 2006	8 mars 2006	15 mars 2006	22 mars 2006	29 mars 2006	5 avril 2006				
	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	S11	S12	S13	S14
Pré-projet : recherche	1 & 2	3	4	5																									
Pré-projet : rédaction					X																								
Formation Orcad							1	2																					
Prototype									1	2	3	4	5	6															
Prototype : rédaction													X																
Projet final															1	2	3	4	5	6				7	8	9			
Projet final : rédaction																							X	X					

Figure 18 : planning annuelle

Conclusion

Durant ces 5 séances de pré projet, j'ai pu analyser, comprendre et améliorer le sujet que j'ai choisi. Cela m'a permis de mettre en pratique les notions que j'avais vut en cours, et d'approfondir ce que je n'avais pas forcément compris, voir même d'apprendre des choses que je n'avais pas encore étudiées en cours.

N'ayant pas encore calculé toutes les valeurs des composants, je n'ai pas pu donner une approximation du prix que ma carte coûtera, mais cela ne me retardera pas et n'empêchera pas que ma plaque fonctionne correctement avant la fin de l'année.

Tables des illustrations

<i>Figure 1: Synoptique du X-trium.....</i>	<i>5</i>
<i>Figure 2 : Le karting électrique.....</i>	<i>5</i>
<i>Figure 3: Moteur à courant continue.....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 4 : Schéma globale.....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 5 : Hacheur BUCK.....</i>	<i>8</i>
<i>Figure 6 : Hacheur réversible en courant de type BUCK.....</i>	<i>9</i>
<i>Figure 7 : Schéma équivalent de 0 à T/2.....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 8 : Schéma équivalent de T/2 à T.....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 9 : Capteur de courant.....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 10 : Ancien potentiomètre.....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 11 : Nouveau potentiomètre.....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 12 : Schéma fonctionnel de niveau 1.....</i>	<i>13</i>
<i>Figure 13 : Schéma fonctionnel de niveau 2.....</i>	<i>13</i>
<i>Figure 14 : Montage du brideur.....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 15 : Montage du comparateur.....</i>	<i>16</i>
<i>Figure 16 : Montage du correcteur PI.....</i>	<i>16</i>
<i>Figure 17 : Montage du limiteur de tension.....</i>	<i>17</i>
<i>Figure 18 : Montage de la MLI.....</i>	<i>18</i>
<i>Figure 19 : Planning du pré projet.....</i>	<i>19</i>
<i>Figure 20 : planning annuelle.....</i>	<i>19</i>

Bibliographie

- Site de documentation de Mr Lequeu.
- Documents de cours d'EDP sur le hacheur BUCK.
- Documents de cours d'automatique sur l'asservissement.
- Dossier de 2^{ème} année de l'année précédente.

Annexes

Documentation du SG3524N