

# *Pré projet*

## *Commande du hacheur de type boost*

# *Pré projet*

## *Commande du hacheur de type boost*

# SOMMAIRE

Introduction .....	3
1 Cahier des charges.....	4
2 Schémas synoptiques.....	6
2.1 Synoptique générale du kart .....	6
2.2 Synoptique de la commande du BOOST .....	7
2.3 Synoptique du relais de puissance.....	8
3 Etude de la partie commande .....	8
4 Etude des solutions.....	9
4.1 Etude du circuit intégré TL494 .....	9
4.2 Les autres solutions .....	12
5 Recherches d'informations.....	13
6 Planning prévisionnel .....	15
Conclusion.....	16
Table des illustrations.....	17
Annexes .....	18
o Support pédagogique pluri technologique : le kart électrique.....	18

## Introduction

Cette année, comme la précédente, l'un des groupes EEP travaille sur le Kart électrique. Chaque binôme se charge d'optimiser le fonctionnement qui se divise en plusieurs parties :

- hacheur entrelacé réversible en courant 3x50A / 48V,

- hacheur réversible en courant 150A / 48V,
- circuit de commande pour un hacheur abaisseur de type BUCK réversible en courant 48V / 150A,
- circuit de commande pour un hacheur de type BOOST 24V-48V-6kW et 24V-110V-80mA,
- alimentations à découpage +15/-15V/+5V à partir d'une batterie de 24V,
- chargeur de batterie au plomb 12V 65AH à partir du secteur 230V 50Hz.

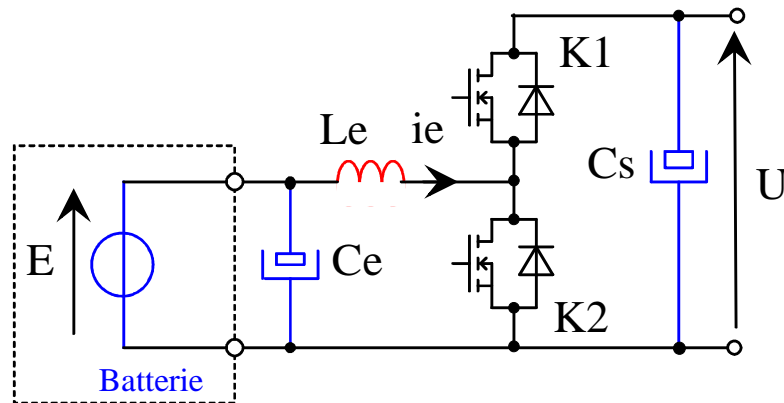
Chaque groupe de l'année dernière avait rempli son contrat sur la conception de la carte, l'objectif de cette année est d'augmenter toutes les caractéristiques du véhicule afin qu'il soit plus rapide en vitesse de pointe, qu'il ait une plus grande accélération... Nous avons choisi de nous occuper de la partie commande du BOOST, la régulation du 50V et de la modification du relais de puissance (24V → 110V). Pour ce faire, nous allons gérer chaque partie séparément ; nous avons du d'ailleurs commencer par étudier le fonctionnement du hacheur BOOST afin de savoir quoi faire.

Dans un premier temps, nous verrons le cahier des charges, qui regroupe toute les conditions auquel doit répondre le produit, ensuite, les schémas synoptiques, qui illustrent tout le fonctionnement du Kart et de notre carte. Puis, une partie détaillée sur l'étude de notre carte de commande expliquera en détail les principes de cette dernière ; la partie suivante traitera de différentes solutions concernant la réalisation notre projet. Pour finir, nous détaillerons toute notre recherche (Livre, Internet...) et enfin le planning prévisionnel qui nous guidera dans la réalisation du projet.

## **1 Cahier des charges**

Le but de notre projet est de réaliser la partie commande du hacheur BOOST.

Reprenons tout d'abord le principe de fonctionnement de ce dernier dont le schéma de principe est le suivant :



☀ pour  $t \in [0 ; \alpha T]$  : l'interrupteur  $K_2$  est fermé et  $K_1$  est ouvert. Pendant ce temps l'inductance  $L_e$  se charge et la charge est alimentée par le condensateur  $C_s$ .

☀ pour  $t \in [\alpha T ; T]$  : l'interrupteur  $K_2$  est ouvert et  $K_1$  est fermé. On obtient la relation suivante :  $v_{L_e} = E - v_c = E - V_s$ . Or pour un hacheur de type BOOST,  $V_s > E$ , on a donc  $v_{L_e}$  négatif. On en déduit que l'inductance  $L_e$  se décharge et le condensateur  $C_s$  de recharge.

La partie commande que nous devons réaliser a pour but de piloter la fermeture et l'ouverture des transistors qui fonctionnent ici, comme des interrupteurs ( $K_1$  et  $K_2$ ), à une fréquence de découpage  $F_d$ , afin de réguler la tension de sortie  $U$  à 50V. En effet, en fonction des variations de la tension que délivrent les batteries, notre montage permettra d'assurer une tension de sortie constante afin de protéger toutes les autres cartes d'une surtension.

De plus, notre carte devra répondre aux conditions suivantes :

- ☀ résister à des températures variant de  $-10^\circ\text{C}$  à  $50^\circ\text{C}$
- ☀ résister aux vibrations du Kart

- ☀ tenir dans l'emplacement prévu à cet effet (la place est limitée sur le Kart, avec les autres cartes)
- ☀ être munie d'un système de fixation

## **2 Schémas synoptiques**

### 2.1 Synoptique générale du kart

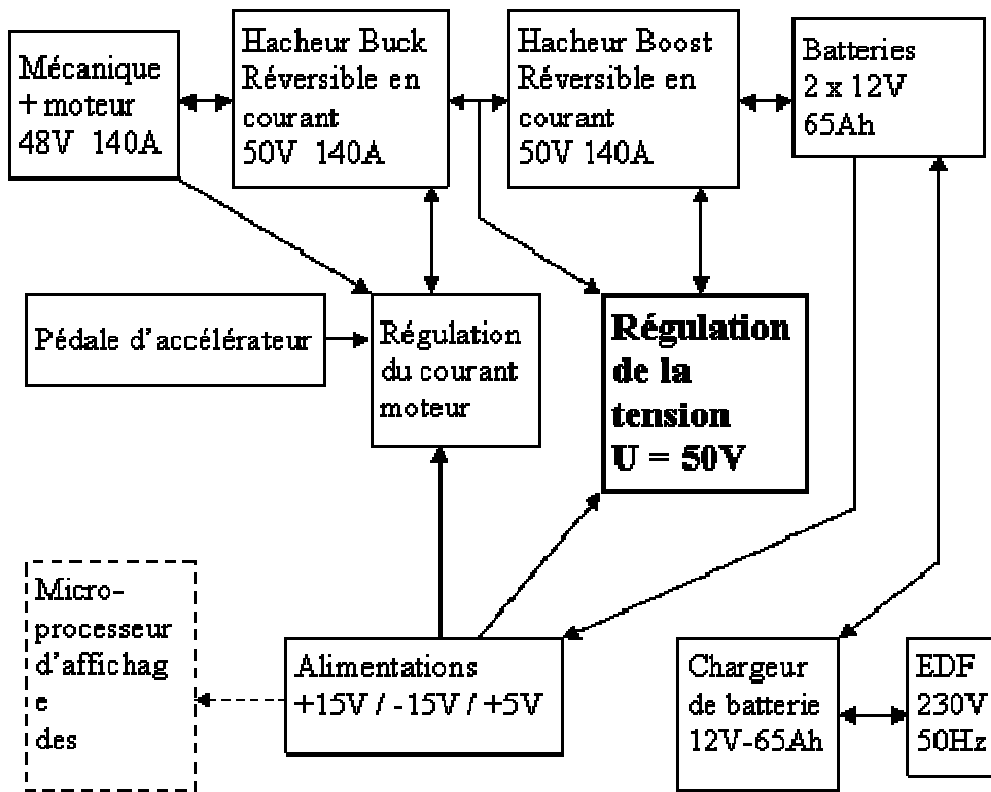
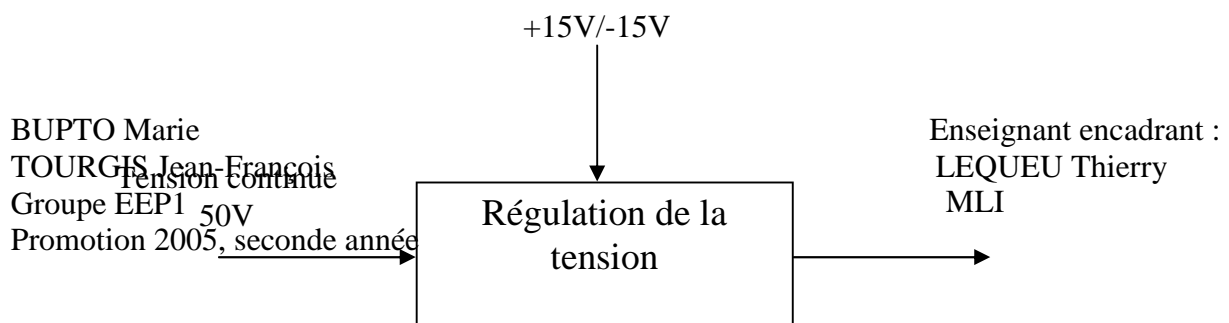


Figure 1

Ceci est le synoptique générale du kart ; chaque rectangle représente le sujet d'un binôme mis à part, celui en pointillé qui représente le microprocesseur d'affichage des données, et les rectangles suivants qui représentent le réseau EDF, la partie mécanique du kart et la pédale d'accélérateur.

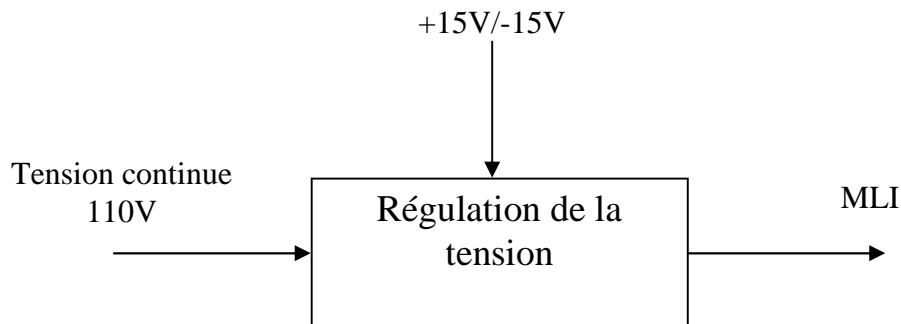
## 2.2 Synoptique de la commande du BOOST



**Figure 2**

Ceci est un schéma également appelé « schéma fonctionnel de niveau 1 ». La grandeur d'entrée est la tension  $U$  de 50 Volts et la grandeur de sortie est une MLI (modulation de largeur d'impulsion). Pour réguler cette tension, nous sommes alimentés par une tension de 15 Volts.

### 2.3 Synoptique du relais de puissance



**Figure 3**

Ce schéma a la même fonction que le précédent mis à part que nous réglons une tension de 110 Volts pour le relais de puissance.

## 3 Etude de la partie commande

Comme nous avons pu voir dans le cahier des charges, notre but est de commander les transistors du hacheur. Pour cela, nous devons régler notre signal de sortie par rapport à un rapport cyclique. Ce signal sera une tension en forme de créneaux.

Pour créer ce signal, nous avons besoin de trois fonctions :

BUPTO Marie  
TOURGIS Jean-François  
Groupe EEP1  
Promotion 2005, seconde année

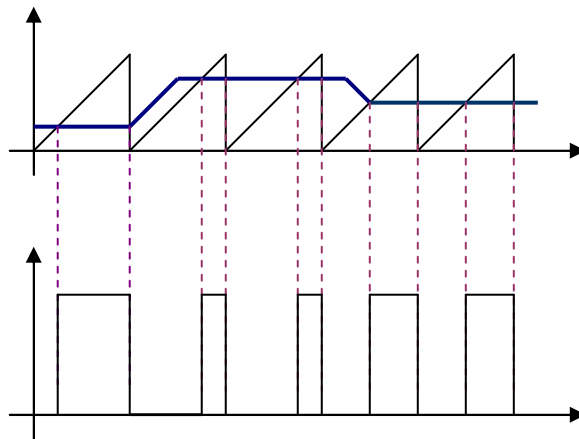
Enseignant encadrant :  
LEQUEU Thierry



- un soustracteur,
- un oscillateur,
- un comparateur.

Le soustracteur a pour rôle de soustraire la tension de sortie du hacheur à une tension de référence. L'oscillateur a pour rôle de générer une tension en forme de rampe. Le comparateur a pour rôle de comparer la tension que l'on a soustrait à la tension de rampe ce qui donne une tension en forme de créneaux.

### *Graphique des tensions*



**Figure 5**

Sur le premier graphique, nous observons en noir la tension de sortie de l'oscillateur en forme de rampe puis en bleu foncé la tension de sortie du soustracteur.

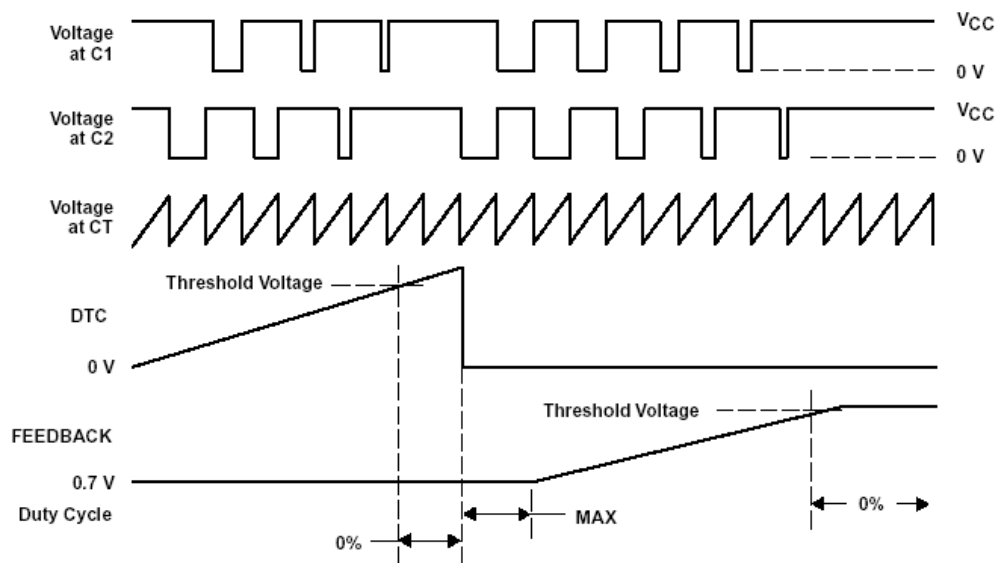
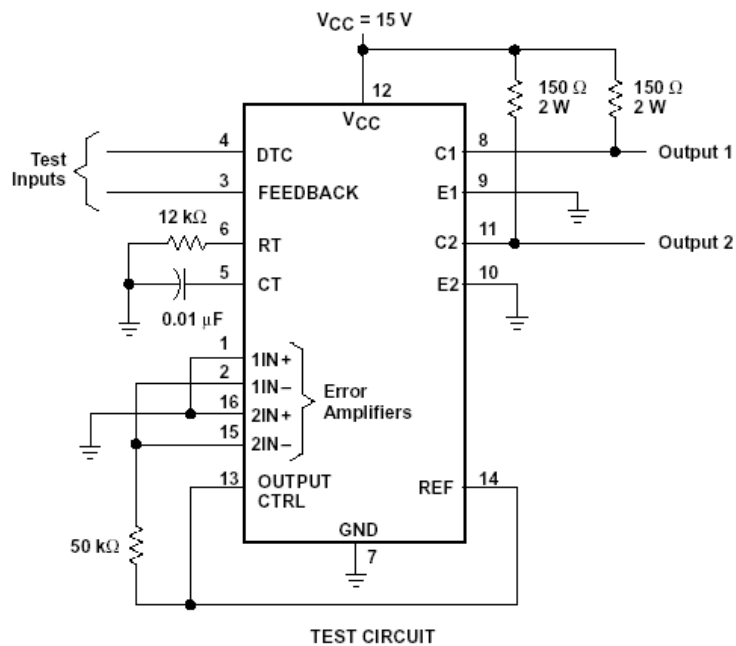
Sur le second graphique, nous observons en noir la tension de sortie rectangulaire du comparateur.

## **4 Etude des solutions**

### **4.1 Etude du circuit intégré TL494**

Pour réguler la tension, nous utilisons un circuit intégré appelé « TL494 », le même que celui utilisé l'année dernière. Notre but, cette année, est de comprendre pourquoi le montage de l'année dernière ne fonctionnait pas et de prouver qu'ils ont bien fait le bon choix. Si ce

dernier ne fonctionnait toujours pas, nous prendrions une solution que nous verrons dans la sous partie suivante. Voici le schéma de câblage du TL494 ainsi que les tensions visibles:



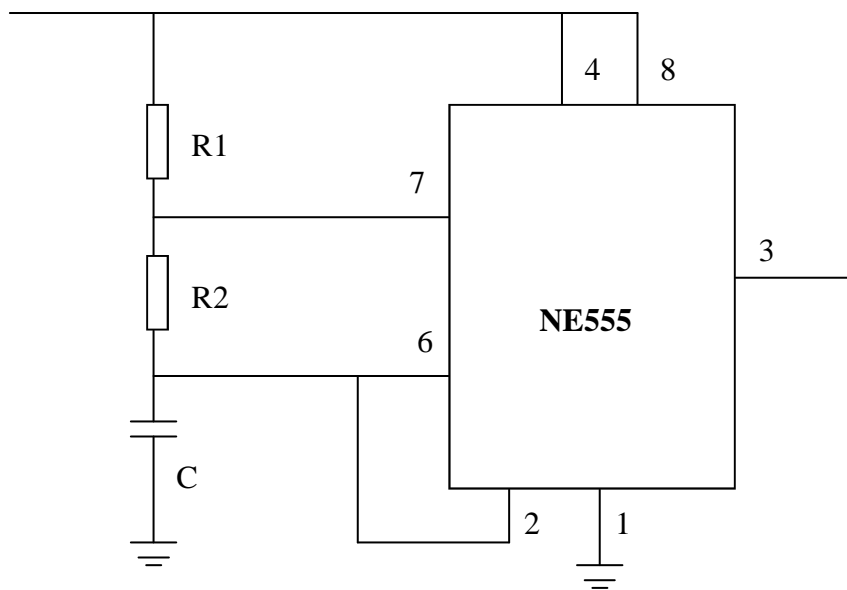
- Les broches **1** et **2** sont les entrées de l'AOp1 (Amplificateur Opérationnel) dont la sortie va au comparateur.
- Les broches **3** et **4** sont appelées « Tests Inputs ». Elles seront reliées à la sortie du hacheur, soit à la tension « U ».

- Les broches **5** et **6** sont les entrées de l'oscillateur, elles sont constituées d'une résistance et d'un condensateur. Ce qui nous permet de fixer le rapport cyclique du signal de sortie du TL494, soit la fréquence. Nous la calculerons avec la formule donnée par le constructeur, soit «  $F_{osc} = 1.1 / (R_f \times C_f)$  ».
- La broche **7** est appelée « GND » ce qui signifie « Ground », soit la masse en français.
- Les broches **8** et **11** sont nommées « C1 » et « C2 » sont reliées aux transistors du hacheur boost, c'est donc notre signal de sortie.
- Les broches **9** et **10** nommées « E1 » et « E2 » sont reliées à la masse.
- La broche **12** est la tension « Vcc », soit notre +15 Volts.
- La broche **13** est appelée « Output Ctrl » ce qui signifie « Output Control » et est reliée à la broche **14** qui est une tension de référence.
- Les broches **15** et **16** sont les entrées de l'AOp2 (Amplificateur Opérationnel) dont la sortie va au comparateur.

## 4.2 Les autres solutions

Il existe plusieurs solutions ; nous pourrions utilisées des circuits équivalents au TL494 qui ont les mêmes fonctions telles que le MB3759, TA76494, KA7500B, IR3MO2, XR-494. Nous pouvons également utilisés un AOp appelé « NE555 ».

Nous choisirons comme solution de secours d'utiliser un AOp, le « NE555 » dont voici le schéma :



**Figure 6**

Pour régler les caractéristiques du rapport cyclique avec cet AOp, il suffit de dimensionner les résistance R1 et R2 qui contrôlent l'amplitude du signal et sa fréquence.

## 5 Recherches d'informations

### Ouvrages consultés pour la compréhension du système

☀ Génie Electrotechnique : Edition NATHAN, écrit par :

- R.MERAT
- R.MOREAU
- L.ALLAY
- J.-P.DUBOS
- J.LAFARGUE
- R.LE GOFF

☀ Electronique De Puissance, Conversion de l'énergie : Edition Educavivre, écrit par :

- M.LAVABRE

☀ Cours de première et deuxième année.

- Electronique
- Electronique de puissance

### Revue d'électronique

☀ Electronique Pratique

## Internet

(Voir annexes)

☀ "Chargeur de batterie" hacheur élévateur de type boost

<http://www.techniques-ingenieur.fr/affichage/DispIntro.asp?nGcmId=E3994>

<http://www.techniques-ingenieur.fr/affichage/DispMain.asp?ngcmId=e3994&file=e3994/e3994-3.htm#I3.3.2>

☀ TL494 Gestion d'un signal de fréquence constante et de rapport cyclique variable

[http://artic.ac-besancon.fr/reseau\\_STL/FTP\\_STL/NIVEAU0502.doc](http://artic.ac-besancon.fr/reseau_STL/FTP_STL/NIVEAU0502.doc)

☀ Les hacheur, fonctionnement général

[http://www.physique.ens-cachan.fr/pagregp/enseignement/elec/electrotech/Cours\\_hacheurs.pdf](http://www.physique.ens-cachan.fr/pagregp/enseignement/elec/electrotech/Cours_hacheurs.pdf)

☀ Prise de contact avec des fournisseurs sur des forums pour la recherche de la solution de secours

## 6 Planning prévisionnel

Ce tableau représente le travail effectué depuis le début de l'année ainsi que ce que nous prévoyons de faire. En ce qui concerne le projet final, le planning devra être complété au fur et à mesure.

<b>Pré projet</b>	S37	Explication sur le fonctionnement du kart	
	S38	Essaie du kart et recherche au CDI	
	S39	Décharge de la batterie du kart et recherche	
	S40	Suite de la décharge de la batterie, test de la carte et début de rédaction	
	<b>S41</b>	<b>Pas de cours</b>	
	S42	Recherche de circuit intégré équivalent au TL494 et suite de la rédaction	
<b>Orcad</b>	S43	Formation Orcad	
	<b>S44</b>	<b>Vacances de la toussaint et fin de la rédaction</b>	
	S45	Formation Orcad	
<b>Prototype</b>	S46	Début de la réalisation du prototype	
	S47	Suite de la réalisation	
	S48	Suite de la réalisation	
	S49	Suite de la réalisation	
	S50	Finalisation du prototype	
	S51	Test de la carte	
	<b>S52</b>	<b>Vacances de Noël et début de rédaction</b>	
	<b>S53</b>	<b>Vacances de Noël et suite de la rédaction</b>	
	<b>Projet final</b>	S01	
		S02	
S03			
S04			
S05			
<b>S06</b>		<b>Vacances de février et suite de la rédaction</b>	
<b>S07</b>		<b>Vacances de février et suite de la rédaction</b>	
S08			
S09			
S10			
S11			

## **Conclusion**

Le projet que nous réalisons est essentiel au bon fonctionnement de tout le Kart, puisque nous envoyons un signal à plusieurs cartes ; de ce fait, il est impératif de mener à bien cette « mission ».

La réalisation de ce pré projet nous donne une idée du travail à accomplir et ce dernier nous parait plus que réalisable ; en effet en suivant à la lettre notre planning prévisionnel, un prototype devra fonctionner d'ici Noël et nous pourrons ensuite travailler sur le projet final.

En ce qui concerne notre solution de rechange, n'ayant trouvé aucun moyen d'acheter dans le commerce un montage de ce type, nous reprendrons le système de l'AOp, bien que ce principe ne nous permette pas de réguler.

La recherche du prix des composants nous permet de constater que le montage reviendra à un moindre prix, environ 10€ tout compris, ce qui est tout à fait abordable pour un tel circuit.

Il est clair que le choix du TL494 est judicieux puisqu'il répond tout à fait à nos attentes et qu'il ne coûte pas cher (maxi 2€). La réalisation du projet a bien commencé, il y a de fortes chances que le circuit fonctionne d'ici la fin de l'année et que l'on puisse voir le Kart rouler à vive allure.



## **Table des illustrations**

**Figure 1** : Schéma fourni dans le document donné en travaux de réalisation

Synoptique générale du kart

**Figure 2** : Schéma crée sous Publisher.

Synoptique de la commande du hacheur

**Figure 3** : Schéma crée sous Publisher

Synoptique du relais de puissance

**Figure 4** : Document fourni sur le site d'étude et réalisation.

Ceci est le principe de fonctionnement d'un hacheur élévateur réversible en courant de type BOOST.

**Figure 5** : Graphique des tensions crée sous Publisher.

**Figure 6** : Schéma crée sous Publisher

Schéma électrique du « NE555 ».

## **Annexes**

- Support pédagogique pluri technologique : le kart électrique
- Datasheet du circuit intégré : TL494
- Datasheet du circuit intégré : KA7500B