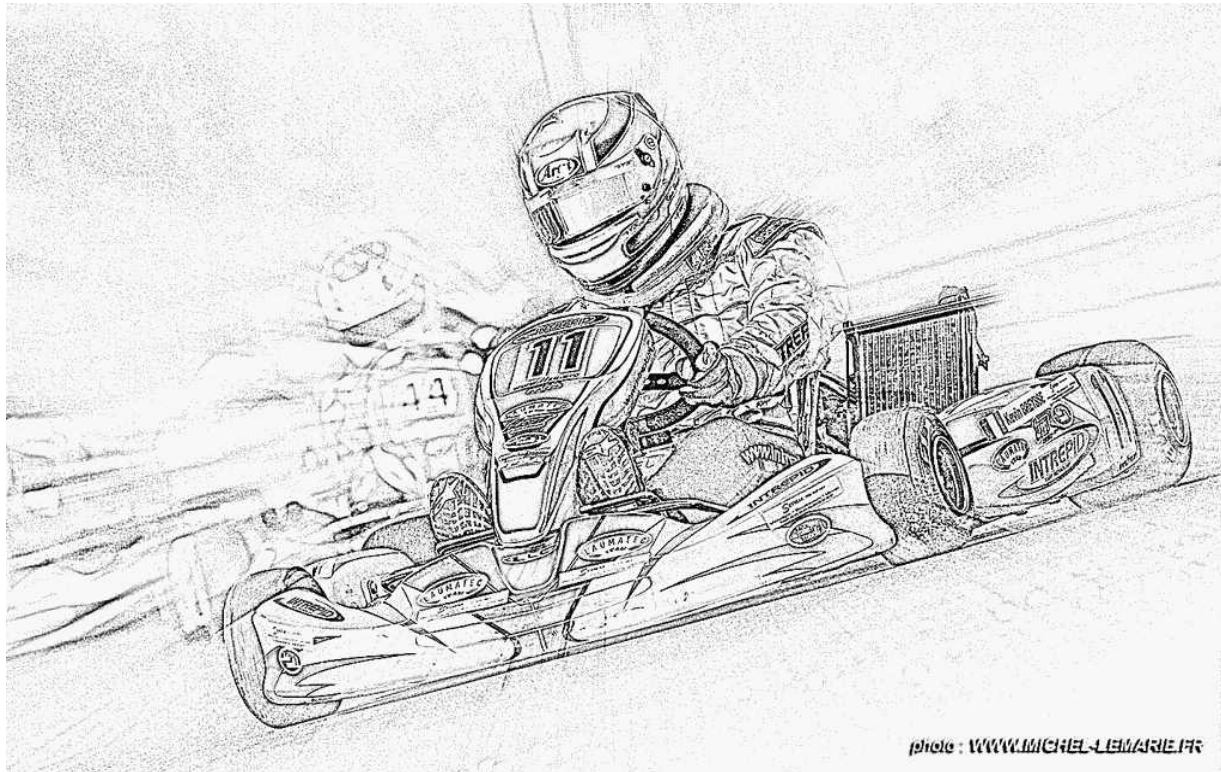


Université François-Rabelais de Tours

Institut Universitaire de Technologie de Tours

Département Génie Électrique et Informatique Industrielle



Projet Hacheur 4 quadrants de direction assistée d'un Kart

George SUNTOURIAN
Théo CHAMPION BODIN

2ème année GEII
Groupe K4A
Année 2014-2015

Étude et Réalisation
Professeurs :

Thierry LEQUEU
Philippe AUGER

Sommaire

1. Cahier des charges et planning

- i. Présentation et but du projet
- ii. Les tâches principales
- iii. Présentation du planning

2. Analyse technique

- i. Moteur et alimentation
- ii. Le principe du Hacheur 4 quadrants

3. Le circuit de puissance et ces composants

- i. Les composants principaux
- ii. Les composants secondaires

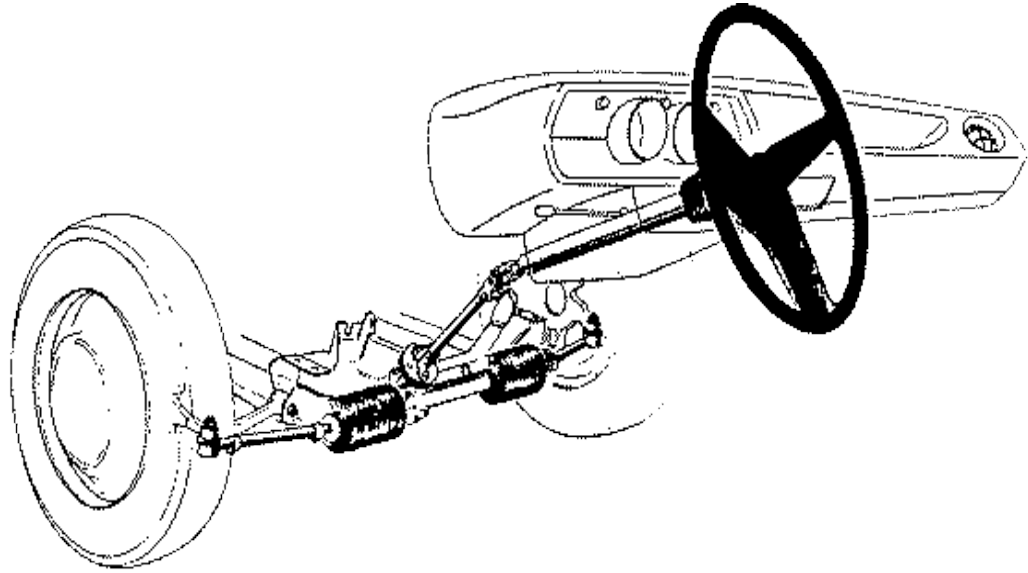
4. Création du circuit de puissance par le logiciel « KiCad »

- i. Introduction au logiciel KiCad
- ii. La réalisation du schéma sur KiCad par « Eeschema »
- iii. La réalisation de la carte sur KiCad par « PcbNew »
- iv. La carte imprimée, la gravure, la soudure et les tests

5. Le circuit de commande

6. Conclusion

7. Sources



1. Cahier des charges et planning

i. Présentation et but du projet

- **Mettre en œuvre** un système Hacheur 4 quadrants qui contrôlera le fonctionnement d'un moteur de direction assistée d'un Kart.

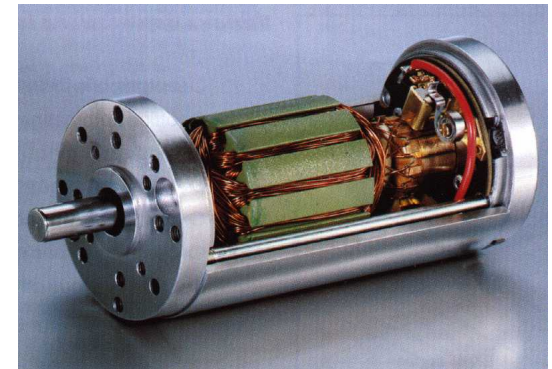
- **14 séances de 3,5 heures** pour mener à terme le cahier des charges

- **Partie puissance** → hacheur 4 quadrants. Commander le sens de rotation, ainsi que la vitesse d'un moteur à courant continu.

- **Partie commande** → permettra de commander le hacheur par un signal de commande à l'aide d'un microcontrôleur (générateur d'un signal MLI).



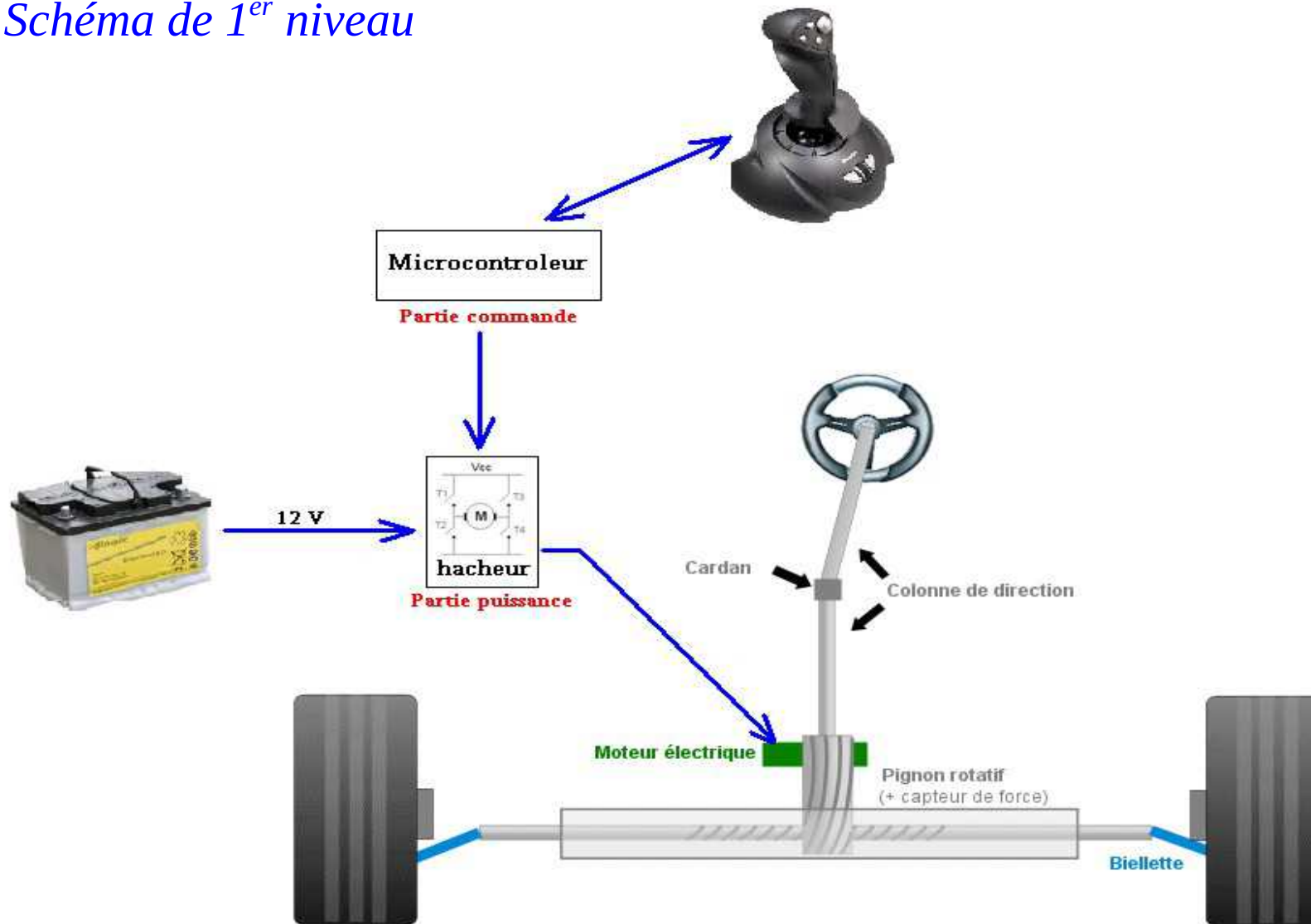
Kart GELI



Moteur à courant continu

1. Cahier des charges et planning

Schéma de 1^{er} niveau



1. Cahier des charges et planning

ii. Les tâches principales

1. Partie puissance :

- Compréhension du projet, rédaction du cahier des charges et du planning.
- Choisir les composants de la carte Hacheur.
- Création du circuit Hacheur 4 quadrants, le schéma bloc et le typon (carte réelle) par le logiciel KiCad.
- Gravure, Soudure et tests pour la partie puissance (circuit Hacheur).

2. Partie commande :

- Récupérer le module du circuit de commande.
Commande des transistors mosfets en permanence pour créer l'ondulation Hacheur.
- Gravure, Soudure et tests pour la carte partie commande.

3. Tests finaux. Vérifier le bon fonctionnement du montage.



1. Cahier des charges et planning

iii. Présentation du planning

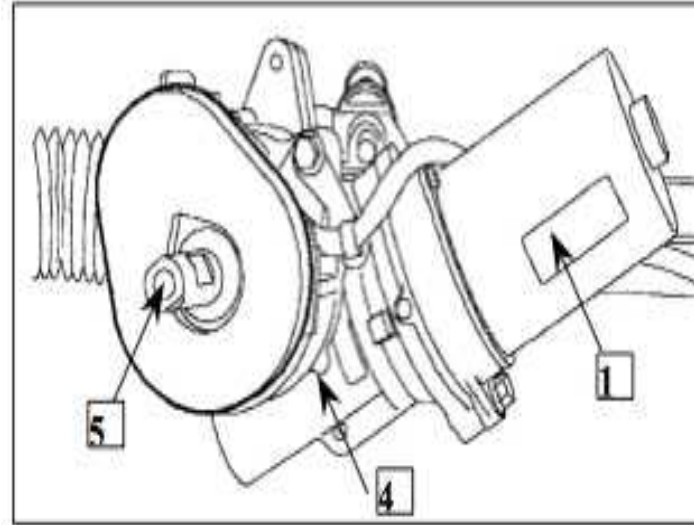
Semaine		38		39		40		41		42		43		44		45		46		
		Séance 1	Séance 2	Séance 1	Séance 2	Séance 1	Séance 2	Séance 1	Séance 2	Séance 1	Séance 2	Séance 1	Séance 2	Séance 1	Séance 2	Séance 1	Séance 2	Séance 1	Séance 2	
partie puissance	Compréhension du projet Rédaction Du cahier des charges et du planning	Yellow	Yellow									Grey	Grey	Grey	Grey					
	Choix des composants	Blue	Yellow	Yellow	Yellow							Grey	Grey	Grey	Grey					
	Création du circuit Hacheur 4 quadrants				Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow			Grey	Grey	Grey	Grey					
	gravure, Soudure et tests						Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Grey	Grey					
	Création du circuit de commande avec microcontrôleur										Yellow	Yellow	Grey	Grey	Grey	Grey				
partie commande	gravure, Soudure et tests										Blue	Blue	Grey	Grey	Grey	Blue	Blue			
	Programmation du microtroleur À l'aide d'un joystick															Grey	Grey			
	Tests finals																Yellow	Blue	Blue	
	Rédaction du rapport			Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Grey	Grey	Yellow	Yellow		
	Soutenance																		Yellow	Yellow
Planning prévisionnel																				
Planning réel		à compléter au faire et à mesure D'avancement de projet																		
Vacances																				

2. Analyse technique

i. Moteur et alimentation

- Moteur à balais à courant continu

- Intensité de 60A.
- Tension supérieure à 9V
- Régime supérieur à 285 tr/min



Repère	Désignation
1	Moteur d'assistance
2	Roue du réducteur
3	Vis sans fin
4	Ensemble réducteur
5	Vers volant de direction
6	Arbre de sortie

Module d'un moteur de direction assistée

- Alimentation par 4 batteries de 12V / 48A.H au plomb OPTIMA jaune.



Batterie 12V

2. Analyse technique

ii. Le principe du Hacheur 4 quadrants

- Quatre transistors avec des diodes en antiparallèle → forment les deux bras d'un montage en pont.
- Réversible en courant et en tension
- Il permet de faire tourner le moteur dans les deux sens de rotation.
- Il permet d'autoriser la récupération d'énergie pendant les phases de freinage.

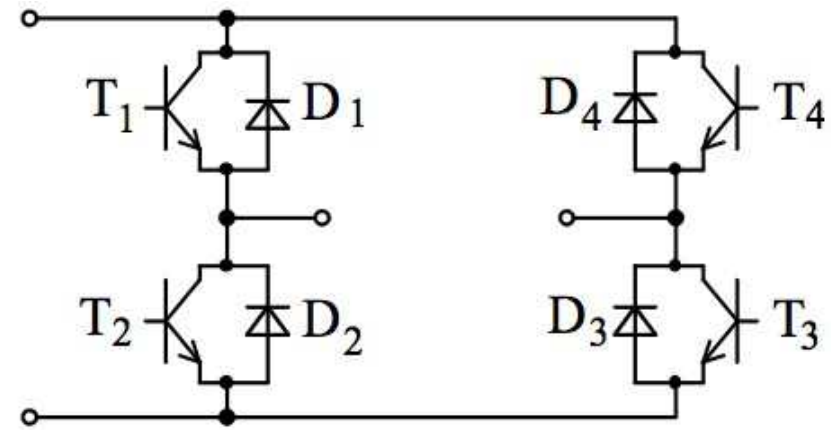
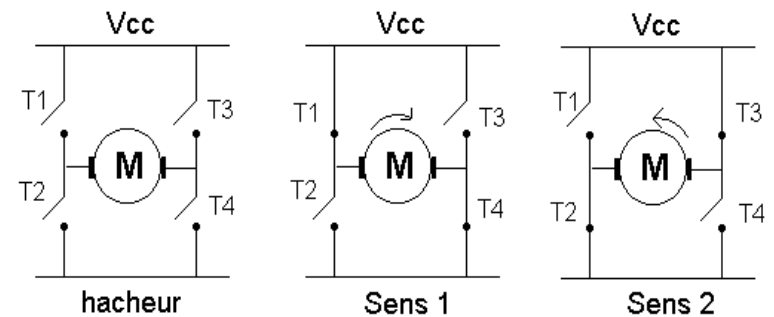


Schéma d'un Hacheur 4 quadrants



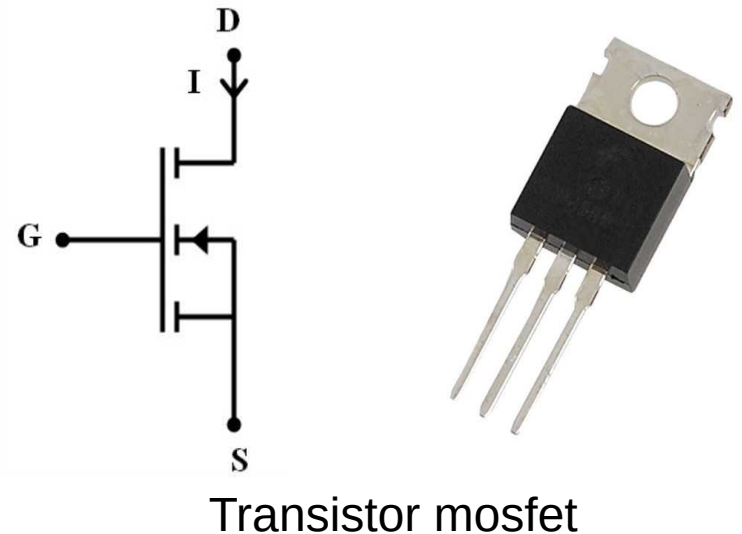
Principe de fonctionnement

3. Le circuit de puissance et ces composants

i. Les Composants principaux

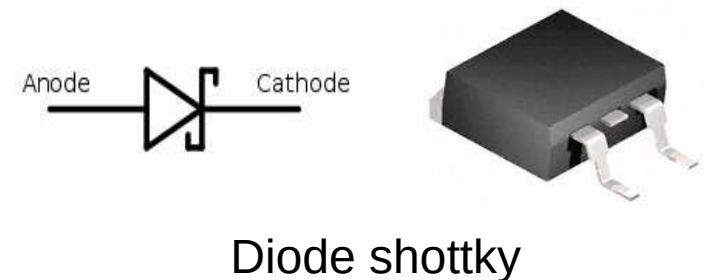
• **Le transistor mosfet :**

- Transistor mosfet référencé IRL380PbF
- Résistance interne la plus petite possible de 6 m Ohm (R_{ds}).
- $V_{dss} = 30\text{ V} > 12\text{V}$, et $I_d = 140\text{ A} > 120\text{ A}$



• **La diode shottky :**

- Diodes schottky pour limiter les pertes par conduction et par commutation.
- Elle doit supporter un courant de 120A



La diode shottky référencée : MBRB4030T4G de On-Semiconductor.

3. Le circuit de puissance et ces composants

i. Les Composants principaux

- **Le filtre capacitif**

- Condensateur électrolytique - en parallèle avec le hacheur (transistor + diode)
- Avoir une source de tension parfaite en entrée
- Condensateur de référence : PEH200HA5150MU2 du constructeur Kemet.



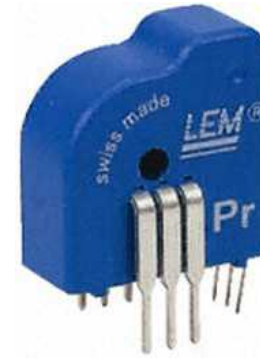
Condensateur KEMET

3. Le circuit de puissance et ces composants

ii. Les composants secondaires

- **le capteur de courant :**

- protéger le moteur contre les surintensités
- "LEM" multi-calibre LTS 25-NP.



LEM – capteur de courant

- **Les LED de signalisation :**

- Même fonctionnement qu'une diode
- LED en 2 mA avec une résistance de protection en série.

- **les connecteurs :**

- 4 connecteurs à vis de deux broches → commander chaque transistor
- 1 connecteur à vis à trois broches → alimentation du capteur de courant
- 4 embases femelles de sécurité → 2 pour le moteur et 2 pour la batterie de 12V.



Connecteurs

4. Création du circuit de puissance par le logiciel «KiCad »

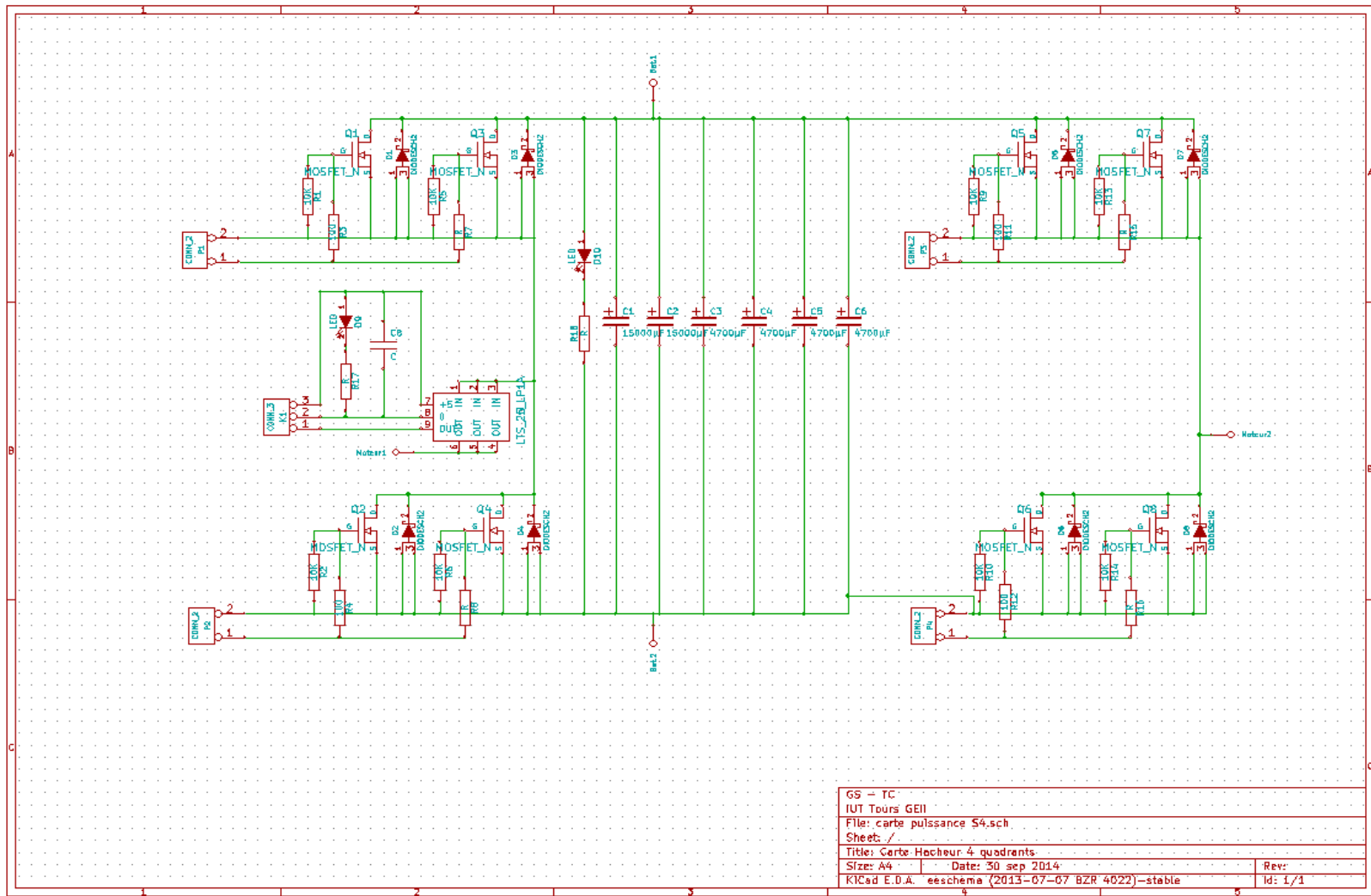
i. Introduction au logiciel « KiCad »

- Ensemble des logiciels
- Destinés à la réalisation des cartes électroniques
- Faire le schéma électrique → Générer une netliste → Réaliser le typon.



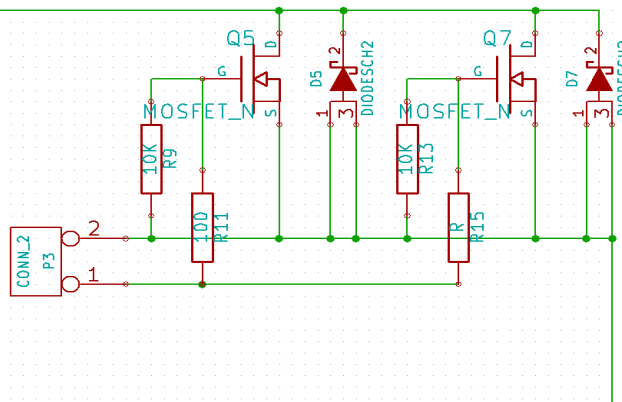
ii. La réalisation du schéma sur KiCad par « Eeschema »

- Réalisation du schéma bloc de la carte
- Par la Data base → Choisir les bonnes empreintes des composants
- Relier les blocs par les liaisons type "wire".



GS - TC		
IUT Tours GELI		
File: carte puissance S4.sch		
Sheet: /		
Title: Carte Hacheur 4 quadrants		
Size: A4	Date: 30 sep 2014	Rev:
KICad E.D.A. eeschema (2013-07-07 BZR 4022)-stable		Id: 1/1

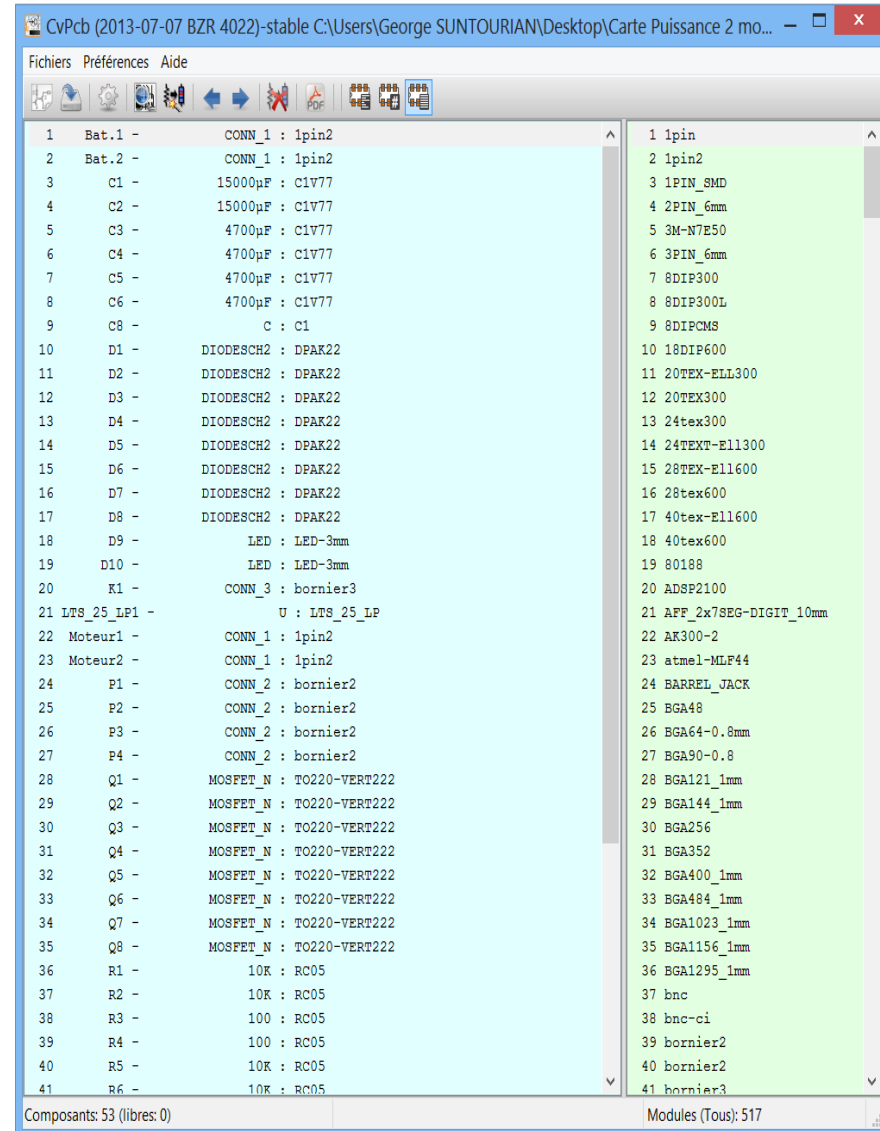
Schéma électrique de la carte de puissance



4. Création du circuit de puissance par le logiciel «KiCad »

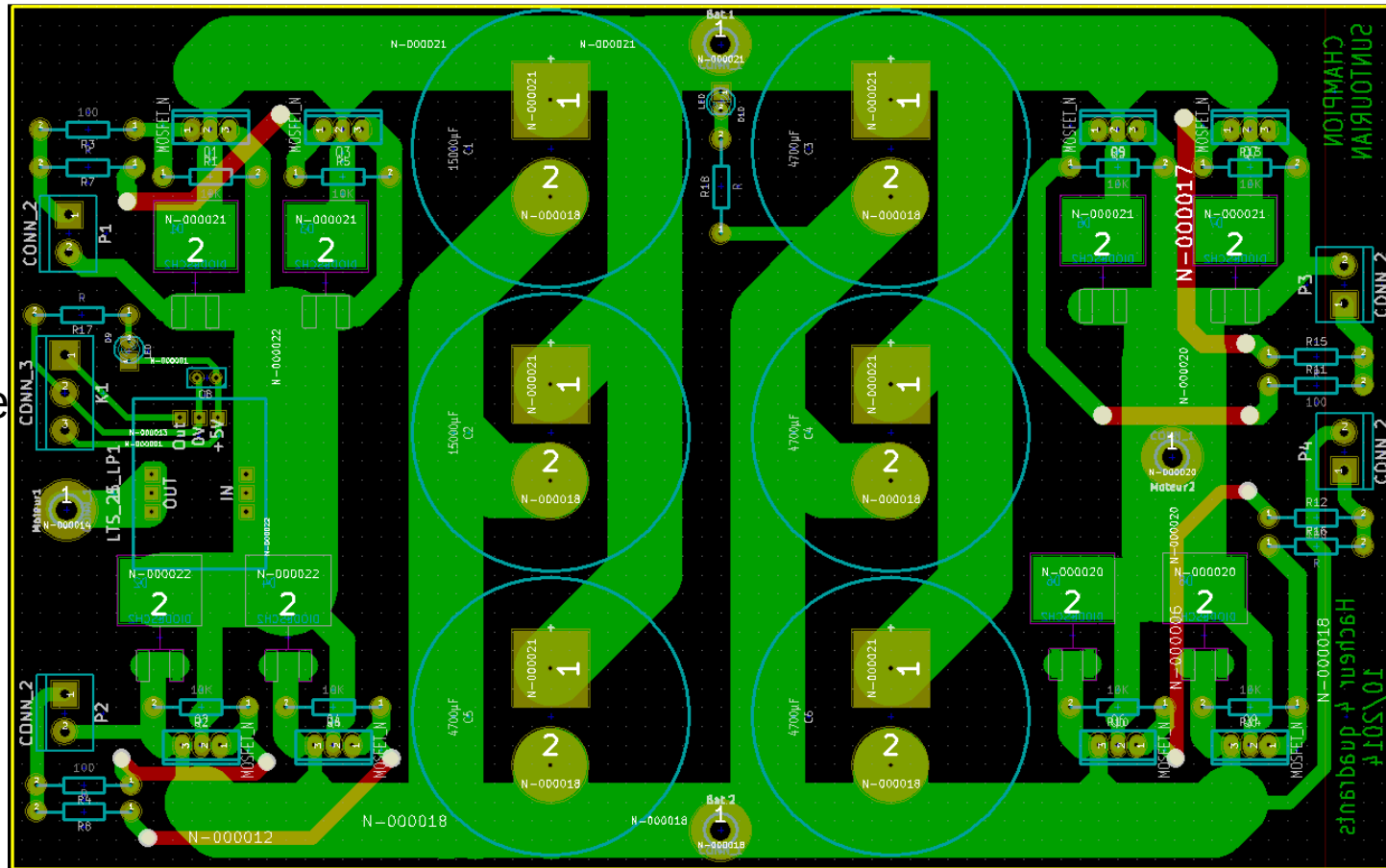
iii. La réalisation de la carte sur KiCad par « PcbNew »

- Génération de netliste → transfert le schéma bloc vers une liste des composants.
- choisir les empreintes physiques de chaque composant
- Le sous-logiciel « PcbNew » → modifier ou créer des nouvelles empreintes
- la fonction "pcb calculator" → calculer la largeur des pistes de cuivre



Génération de netliste

Carte de puissance



Pcb Calculator

Regulators Epais. Piste Electrical Spacing TransLine RF Attenuators Color Code Board Classes

Parameters:

**Valid max values:
35A for external traces and 17.5A for internal.
400mil widths.
Maximum temperature rise of 100 deg C.**

Current: 80 A

Temperature rise: 10.0 deg C

Cu thickness: 0.035 mm

Conductor length: 20 mm

The formula (from IPC 2221) is:
 $I = K \cdot dT^{0.44} \cdot (W \cdot H)^{0.725}$
 Internal traces : $K = 0.024$
 External traces: $K = 0.048$
 where:
 I = maximum current in Amps
 dT = temperature rise above ambient in deg C
 W,H = Width and Thickness in mils

Tracts Characteristics (External Layers):

Required trace width: 126,658 mm

Cross-section area: 4,43303 mm x mm

Resistance: 7,75994e-005 Ohm

Voltage drop: 0,00620795 Volt

Loss: 0,496636 Watt

Tracts Characteristics (Internal Layers):

Required trace width: 329,493 mm

Cross-section area: 11,5322 mm x mm

Resistance: 2,98294e-005 Ohm

Voltage drop: 0,00238635 Volt

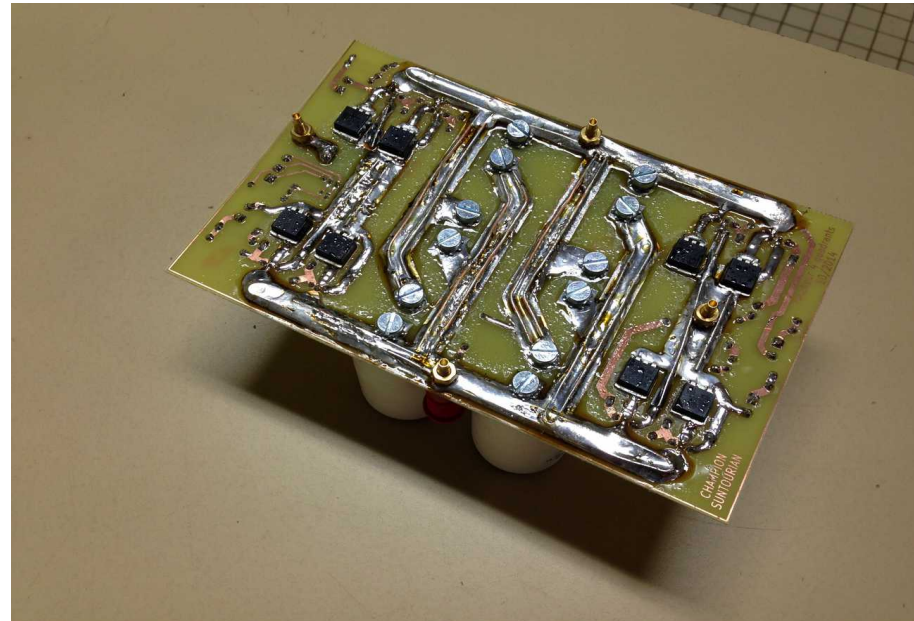
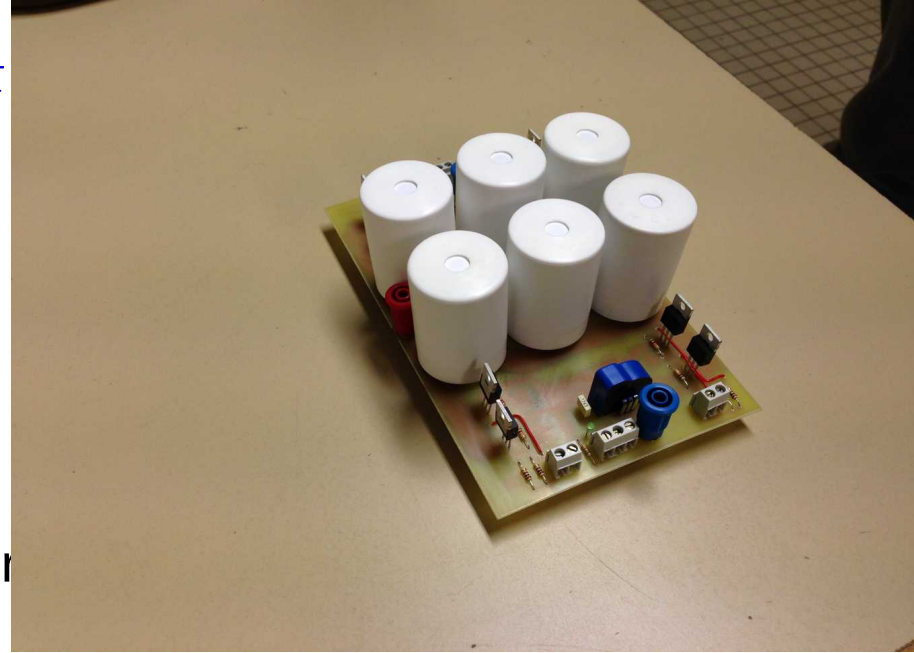
Loss: 0,190908 Watt

Fonction "pcb calculator"

4. Création du circuit de puissance par le logiciel «KiCad »

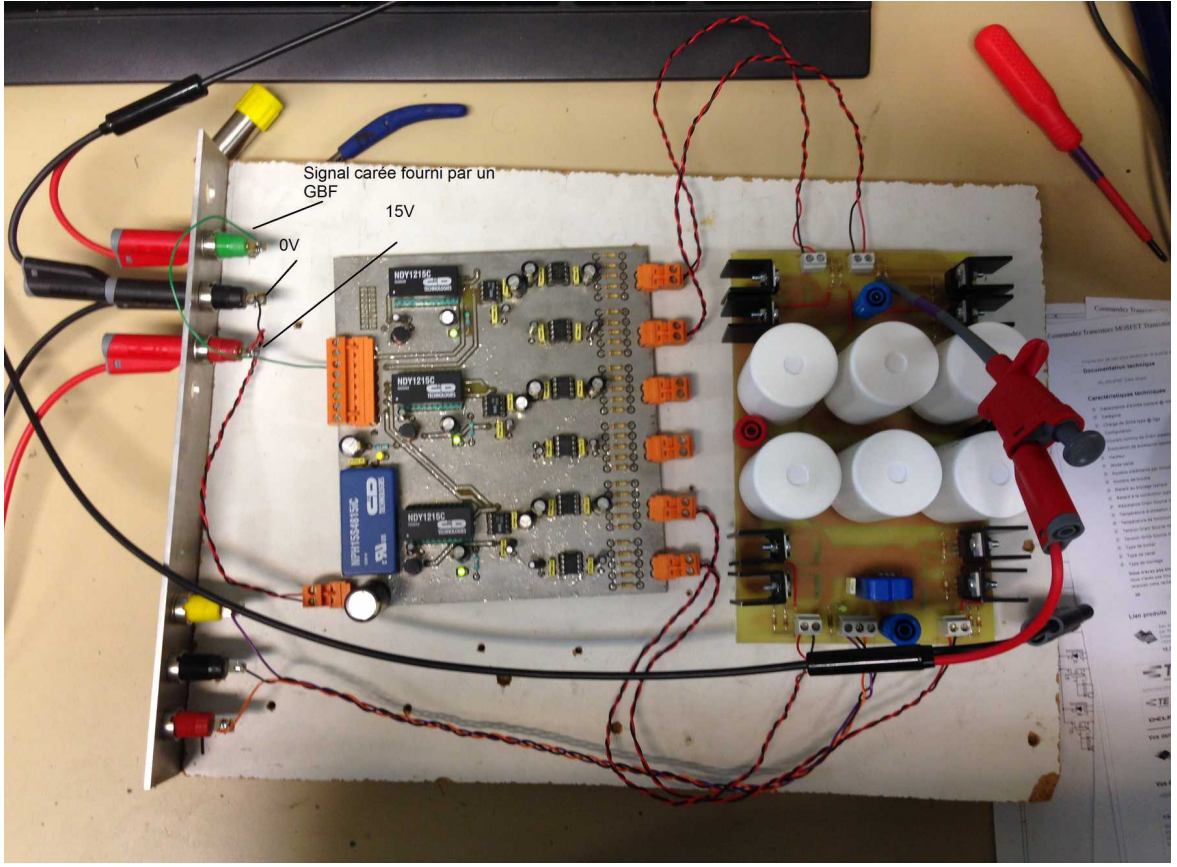
iv. La carte imprimée, la gravure, la soudure et les tests

- Imprimer le module de la carte finale sur un "calque"
- La procédure de la gravure :
 - la plaque de la carte passe par l'insoléeuse, le révélateur, la gravure, l'éliminateur
- Percer les pastilles pour placer les composants THT.
- Placer + souder les composants THT
- Les tests : courts-circuits, tension d'alimentation.

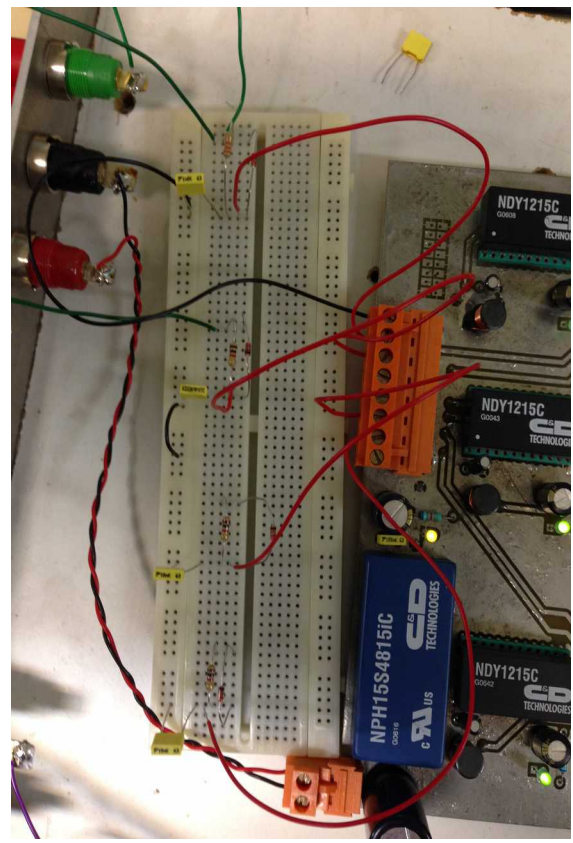
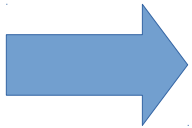


5. Le circuit du commande

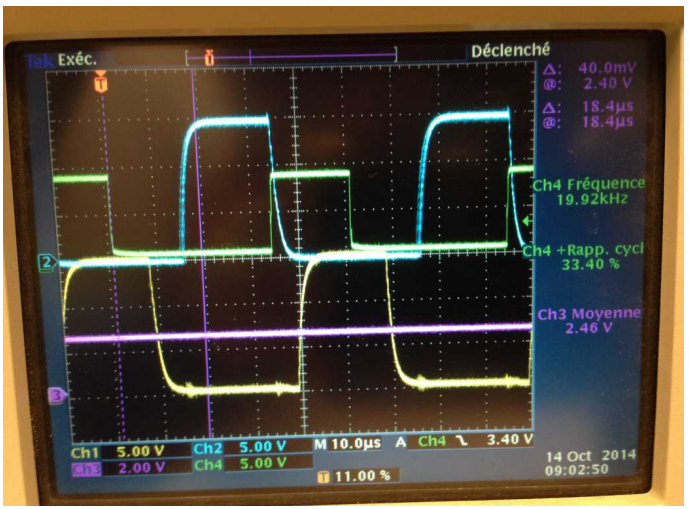
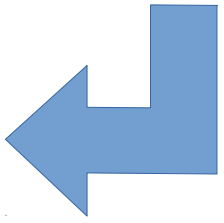
- ***La carte de commande est pour le principe suivant :***
 - contrôler le fonctionnement de chaque bras du Hacheur
 - Délivrer un signal inversible par un microcontrôleur
 - Commande de blocage (saturation) et déblocage de chaque bras → inverser le sens de rotation
 - Varier la fréquence de commutation (rapport cyclique) des transistors → varier la vitesse de rotation



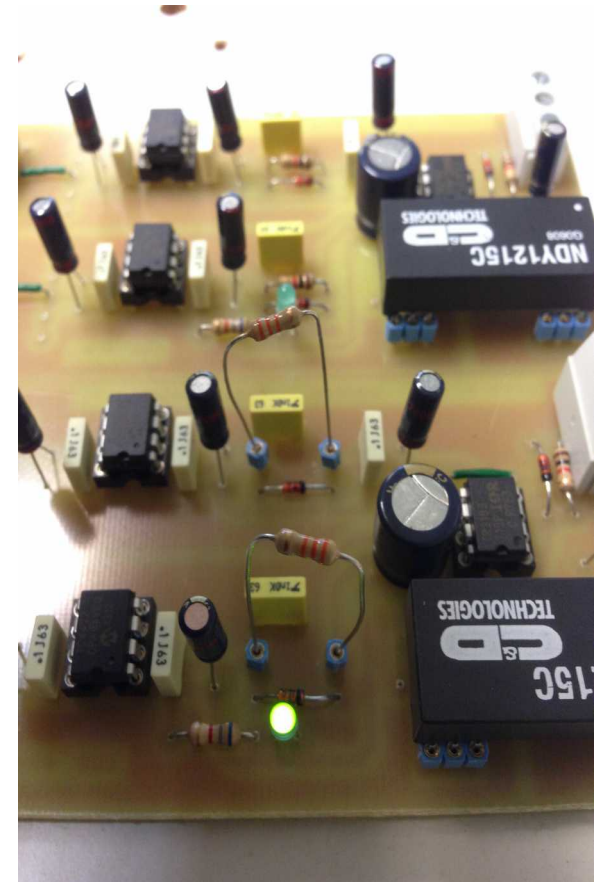
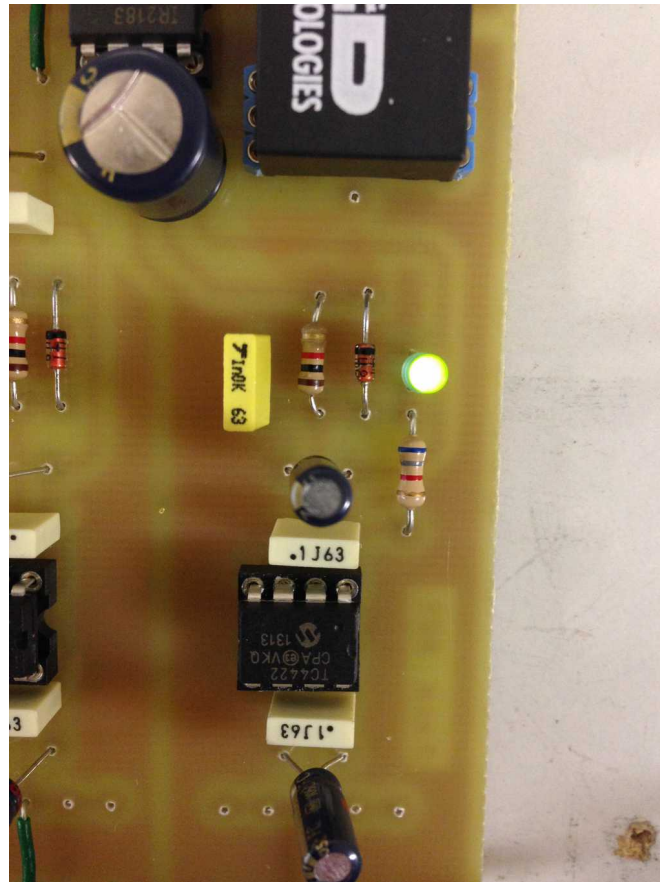
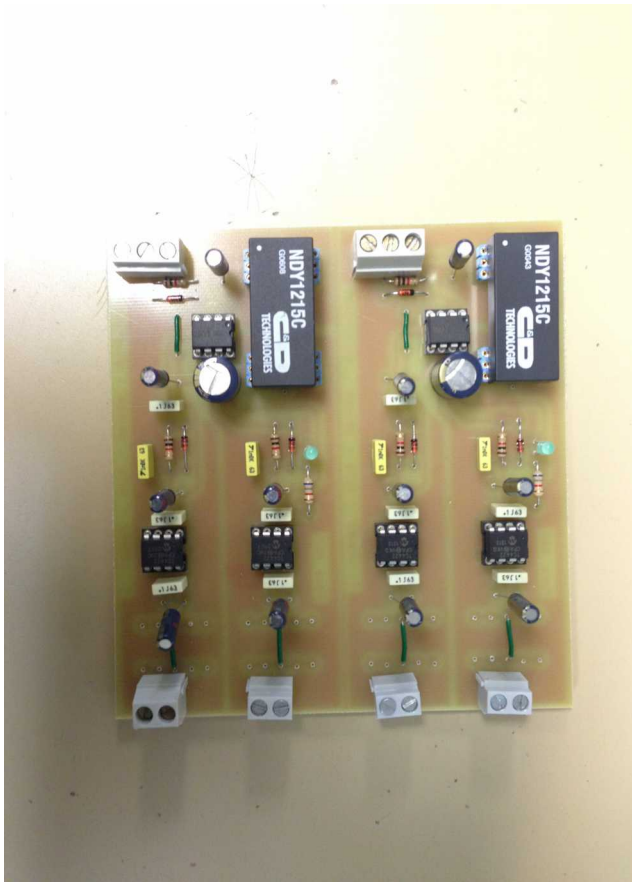
Carte de commande n°1 + carte de puissance



Pont RDC rajouté à la carte de commande

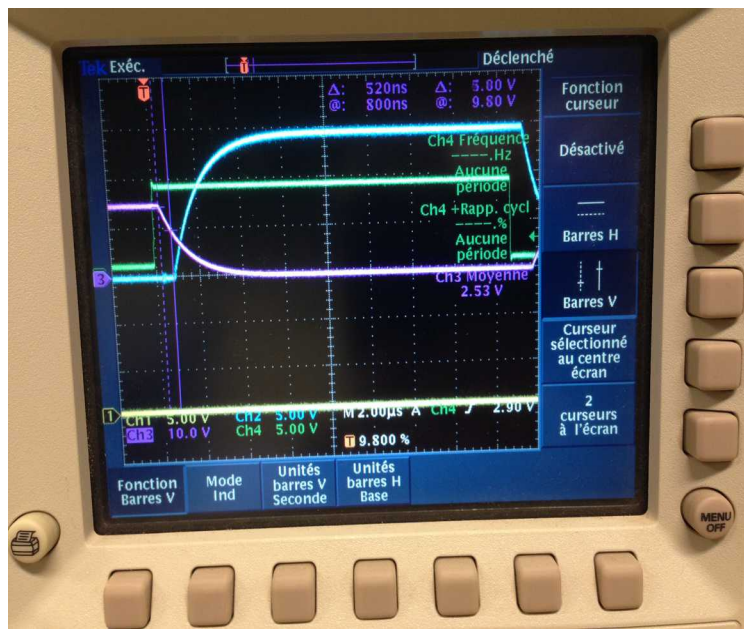


Signal décalé obtenu

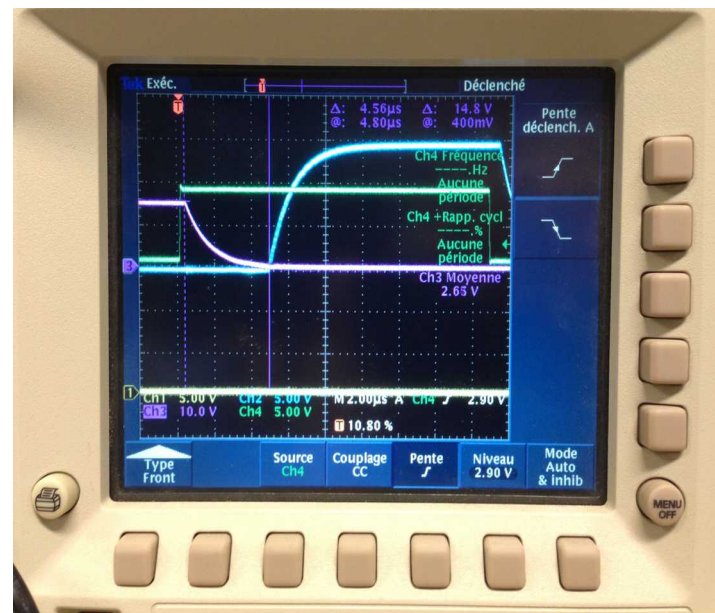


Carte de commande réalisé n°2

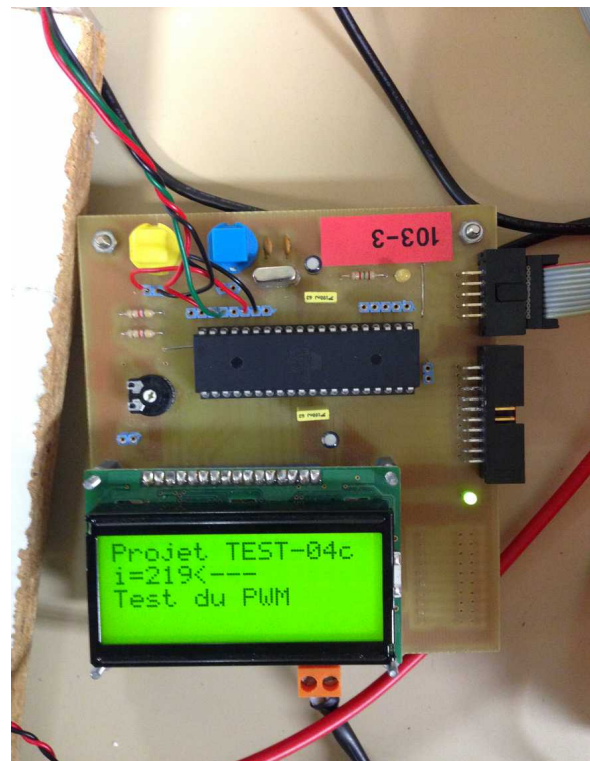
- **4 sorties de puissances** → contrôler les 4 regroupements des transistors.
- **Pont RDC** → décalage de temps entre les signaux de commutation des transistors.
- **Pour éviter le court-circuit entre les commutations** → changer la valeur des résistances afin d'avoir le décalage demandé.



Signaux entre deux commutations R = 1K



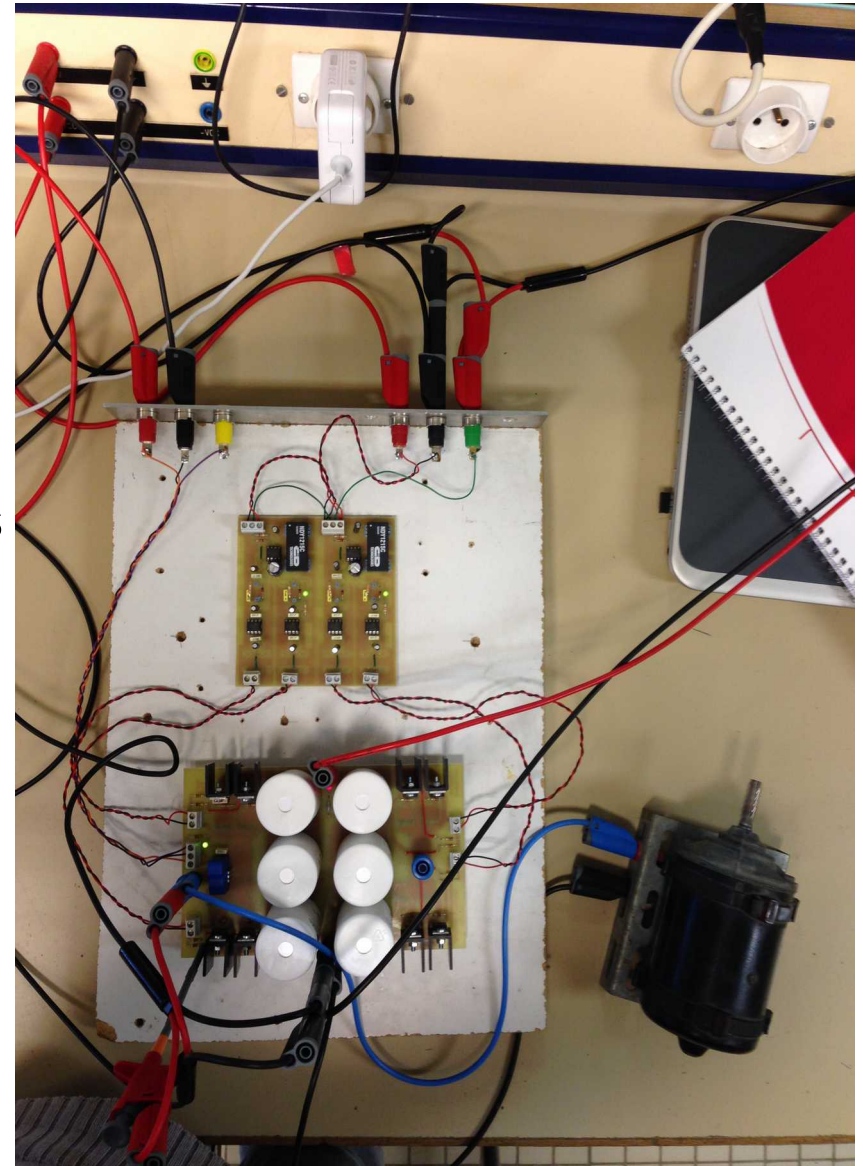
Signaux entre deux commutations R = 33K



Carte de commande de signal MLI

6. Conclusion

- Grand projet à réaliser
- Le travail d'équipe
- Le but commun et les tâches complémentaires
- Mettre en oeuvre une carte de puissance (Hacheur)
- Exemple concret et vivant d'une situation de travail





8. Sources

- <http://4.bp.blogspot.com/z1JeiB5Xc/UTnyJZyv6xI/AAAAAAAAABCQ/NAqClWCnzE/s1600/moteurcc1.gif>
- http://www.ekart.fr/index.php?option=com_content&task=view&id=809&Itemid=2
- <http://img-europe.electrocomponents.com/images/D2PAK-03.jpg>
- http://www.ilereunion.org/louispayen/cours/hacheur_principe.gif
- <http://www.thierrylequeu.fr/data/DATA395b.pdf>
- http://www.google.fr/imgres?imgurl=http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c9/Schottky_diode_symbol.svg/250px-Schottky_diode_symbol.svg.png&imgrefurl=http://fr.wikipedia.org/wiki/Diode_Schottky&h=107&w=250&tbnid=AlumZOuHkLreAM:&zoom=1&tbnh=85&tbnw=198&usg=__83ZLvkR
- www.conrad.fr
- <https://lists.launchpad.net/kicad-developers/pngCuldih9yYP.png>
- <http://www.ile-reunion.org/>
- <http://www.ile-reunion.org/louispayen/cours/hacheur4-quadrants.htm>

