



GEII
Département Génie Électrique
& Informatique Industrielle
IUT Belfort-Montbéliard

Projet Home-trainer

RAPPORT

Claudiel Romain
Varescon Charles

Licence professionnelle VEGA



GEII

Département Génie Électrique
& Informatique Industrielle
IUT Belfort-Montbéliard

Tables des matières

Remerciement

- 1. Introduction**
- 2. Présentation du projet**
- 3. Mise en place**
- 4. Simulation et essais**
- 5. Le hacheur**
- 6. Acquisition de la puissance générer par l'utilisateur**
- 7. Algorithme de la PWM**
- 8. Algorithme de la conversion analogique numérique**
- 9. Affichage de la puissance**

Conclusion



GEII

Département Génie Électrique
& Informatique Industrielle
IUT Belfort-Montbéliard

Remerciement

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribuées au bon déroulement du projet

Tout d'abord nous adressons nos remerciements à notre enseignant tuteur de projet, Monsieur HILAIRET qui nous à beaucoup aidé dans la réalisation du projet avec ses conseils et son implication.

Nous remercions monsieur HIEBEL pour son aide au lancement du projet et son conseil sur le redressement.

Nous remercions aussi monsieur Hubert pour la réalisation de notre carte électronique et ses conseils tout au long du projet.



GEII

Département Génie Électrique
& Informatique Industrielle
IUT Belfort-Montbéliard

Introduction

Définition d'un home-trainer : Un home-trainer permet d'utiliser un vélo sur un support et de simuler son utilisation sur route lorsque le temps est défavorable pour ne pas avoir une seule vitesse de disponible il existe différentes technologies qui permettent de freiner plus ou moins la roue afin de simuler plusieurs situations.

Différent type de home-trainer :

Le home-trainer à transmission direct : il permet de relier directement la chaîne du vélo à la machine équipée d'une cassette et non à la roue arrière complète. Il peut simuler des pentes jusqu'à 18% et ce de manière discrète.

Le home-trainer à rouleaux : il permet de travailler l'équilibre, la technique de pédalage et la vitesse. Le vélo est posé sur des rouleaux mais n'est pas fixé. Il ne permet donc pas de simuler des pentes ni de travailler la force et la puissance

Le home-trainer à résistance : il permet de fixer la roue arrière du vélo directement sur le home trainer on peut régler le niveau de résistance en ajustant le frein électromagnétique



GEII

Département Génie Électrique
& Informatique Industrielle
IUT Belfort-Montbéliard

1. Présentation du projet :

Dans le cadre du projet nous devons développer un prototype de home trainer permettant de faire varier le couple de pédalage pour simuler plusieurs types d'inclinaisons de route.

Nous sommes parti d'un vélo électrique en utilisant le moteur positionné sur la roue arrière en alternateur. Nous utilisons ensuite une charge alimentée par l'alternateur suivant sa résistance nous impactons le couple développé.

Le vélo sera positionné sur un châssis qui a été amélioré pour pédaler dans de meilleures conditions

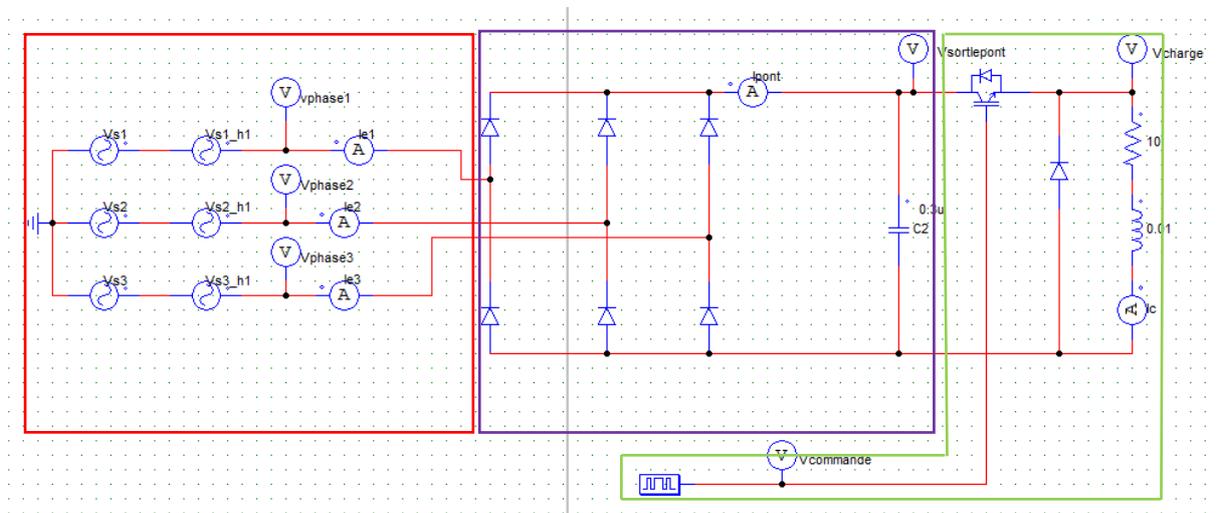
L'avantage de ce système comparé à un home trainer type frein mécanique (pression sur la roue arrière) est de gagner en fluidité de pédalage et il ne subira pas d'usure mécanique dans le temps car nous utilisons un moteur brushless (sans balais).

L'utilisateur pourra observer la puissance instantanée grâce à un afficheur tactile et changer le couple. Nous avons imaginé une sorte de classement qui affichera les puissances max de chaque utilisateur.



2. Mise en place

La mise en place du projet a commencé par l'étude des documents fournis par notre professeur et des discussions sur la façon de procéder, après ceci nous avons effectué des simulations sur le logiciel PSIM pour étudier le comportement du système (voir ci-dessous).



On remarque trois parties :

- création d'énergie (triphase)
- redressement (convertisseur AC\DC)
- Hacheur série (convertisseur DC\DC) avec commande PWM et charge.

Ici nous utilisons 2 générateur de tension en série pour reproduire l'allure de la tension par l'alternateur

Fonctionnement :

L'utilisateur agit sur le pédalier, cela produit une puissance mécanique transmise par la chaîne à l'alternateur. L'alternateur triphasé va produire un courant qui sera ensuite converti par un pont redresseur.

A la sortie du pont le courant est plus ou moins continu, la variation de tension dépend de la capacité du condensateur, la bobine en série avec la charge lisse le courant.

La diode de roue libre permet d'évacuer le courant lorsque le transistor s'ouvre.

La charge dimensionne le courant.



3. Simulation et essai

Avant de se lancer dans la réalisation d'une carte électronique nous avons voulu tester la faisabilité du projet. Ci-dessous la maquette démonstrative, elle comprend le vélos le pont redresseur, le hacheur et la charge.

Après plusieurs essais nous avons retiré la bobine de la maquette car le lissage sur le courant n'était pas flagrant sur la fluidité de pédalage.

Le condensateur est intégré dans le boîtier du hacheur.



Nous avons remarqué que la valeur de la résistance avait un impact direct sur le couple et sur l'intensité de cette dernière. En choisissant une résistance de 1ohm on limite le courant à 15A.

La vitesse de pédalage agit sur l'amplitude de la tension et du courant.

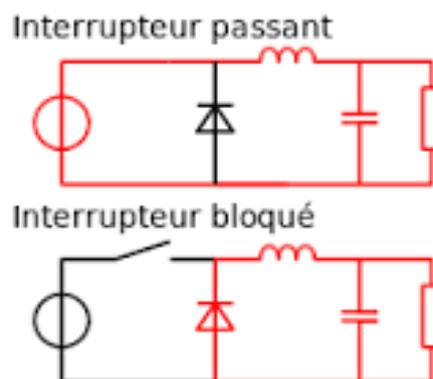


4. Le hacheur

Notre simulation fonctionnait mais pour une question de confort (pouvoir pédaler et ne pas avoir à faire varier la résistance) et pour pouvoir Controller le couple de freinage informatiquement nous avons décidé d'y ajouter un hacheur série.

Notre hacheur se compose d'un transistor mosfet irf540 et d'une diode de commutation rapide qui sont capable d'accepter l'ampérage et la tension fournit par l'utilisateur. Le driver TC 4426 permet le pilotage du transistor MOSFET en haute fréquence.

Le rapport cyclique ($\alpha = t_h/T$) va commander l'ouverture et la fermeture de l'interrupteur, il va fixer la tension de sortie ($v_s = v_e * \alpha$), α varie entre 0 et 1.





5. Acquisition de la puissance générée par l'utilisateur

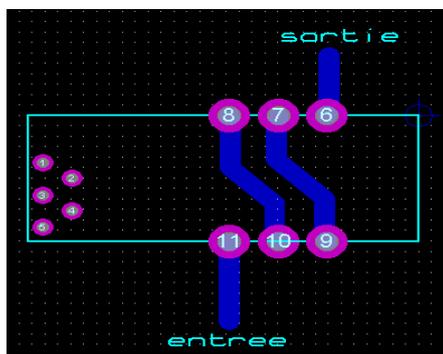
Pour acquérir la puissance générée par l'utilisateur nous avons besoin de mesurer le courant dans la charge pour pouvoir utiliser la formule ($P=RI^2$).

Nous avons choisi un capteur à effet HALL car ils ont une grande bande passante.

Nous avons sélectionné le LEM HO 10 P car il correspond en courant en en tension.

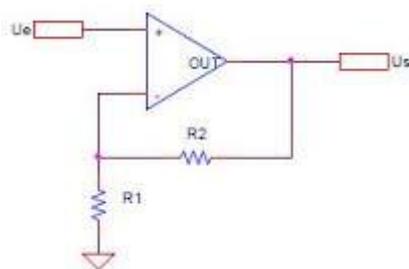
Il faut appliquer une tension de 0.5V sur la borne Vref pour positionner la plage de mesure entre 0 et 50 A. L'alimentation se fait en 5V.

Il est possible de tripler le courant $I_s=N*I_e$ (N =Nombres de spires), le courant max est de 15A, en faisant 3 tours nous adaptons la bande passante.



Le courant entre sur la borne 11 et sort sur la 6.

Nous avons prévu un AOP non-inverseur pour pouvoir modifier la plage pour une future évolution.



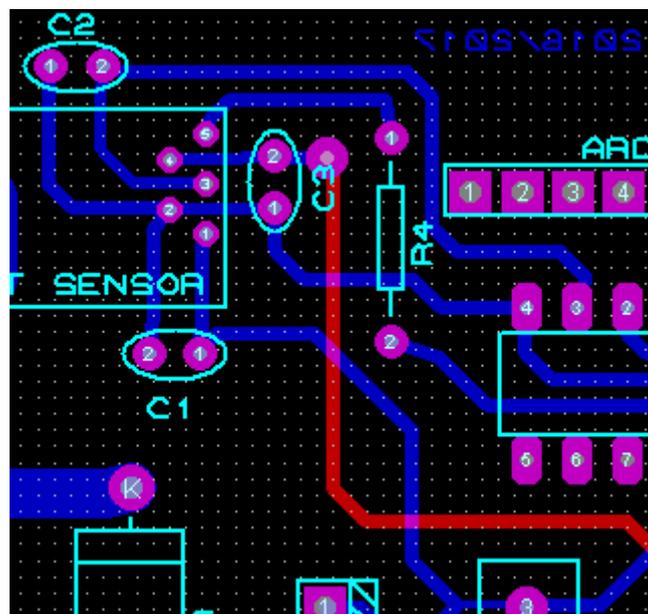
$$U_s = (1 + R_2/R_1)U_e$$



6. Réalisation de la carte électronique

Après avoir prouvé la faisabilité de notre projet, nous avons conçu une carte électronique comprenant les composants cités précédemment ainsi que des broches pour pouvoir le brancher à un arduino nous utiliserons l'arduino pour acquérir et traiter la valeur du courant il s'occupera aussi de créer la pwm variable.

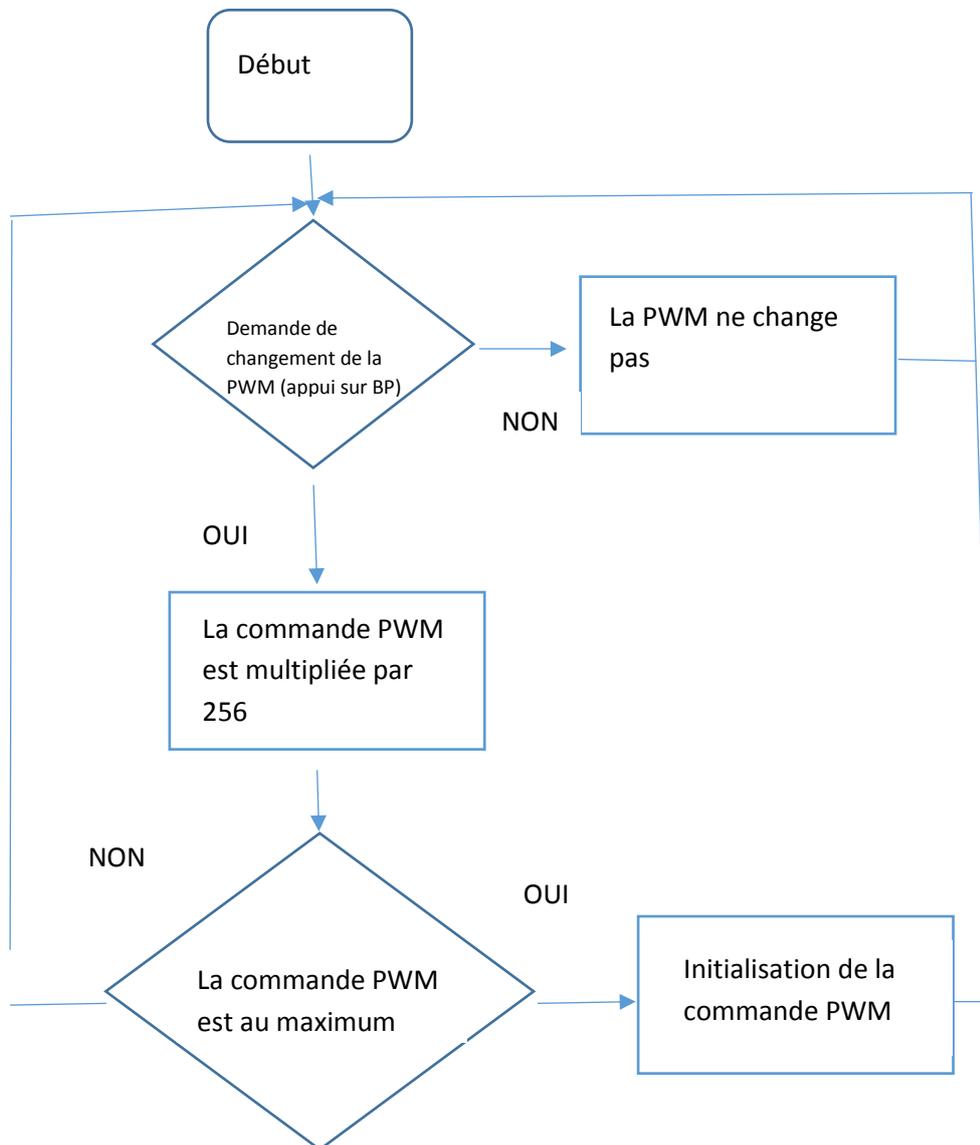
Le pont de diode, la charge et le condensateur seront connectés par des borniers.





7. Algorithme de la PWM

Le programme utilise le timer 1 de l'arduino, il est sur 16bits. Le rapport cyclique plus élevé sera envoyé par la commande 65536. La modification de la MLI se fait par un bouton poussoir sur une entrée TOR, le programme va compter le nombre d'appui. Ce système est temporaire, L'idéale serait de pouvoir modifier la PWM grâce à un écran tactile.





GEII

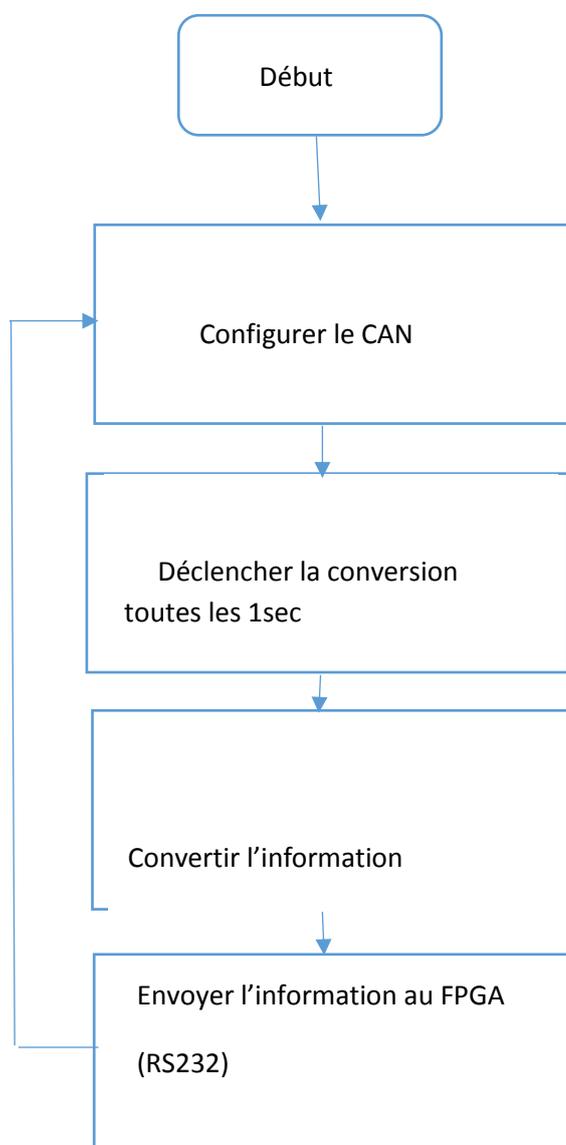
Département Génie Électrique
& Informatique Industrielle
IUT Belfort-Montbéliard

8. Algorithme de la conversion analogique numérique

La configuration se fait par : L'indication de la PIN à convertir

La déclaration de la variable de stockage

Il est nécessaire de faire un produit en croix pour ramener la variable à sa valeur en courant
 $\text{courant} = \text{valeurLue} * 50 / 1023$; Ensuite il faut diviser la variable par 3





GEII

Département Génie Électrique
& Informatique Industrielle
IUT Belfort-Montbéliard

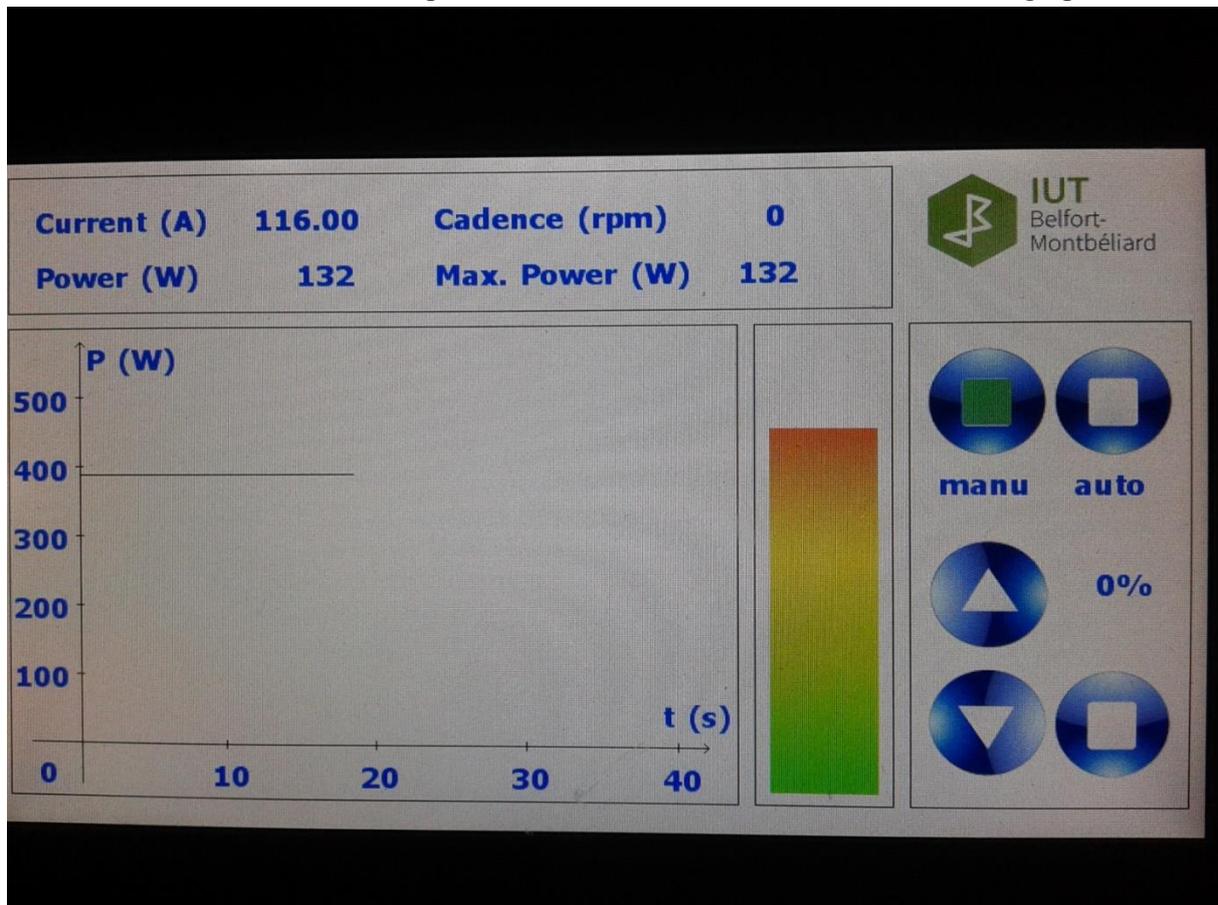
9. Affichage de la puissance

Cette partie n'a pas pu être réalisée mais elle permettra d'afficher la puissance et le courant sur un écran tactile placé sur le guidon. L'utilisateur change directement la PWM depuis l'écran. L'écran est contrôlé par un FPGA qui communique via la liaison RS232 de l'arduino. Il sera sûrement nécessaire d'ajouter un MAX RS232 pour adapter les tensions de ligne car la norme impose des tensions négatives.

L'alimentation de l'arduino se fera par le FPGA.

Les utilisateurs auront la possibilité de rentrer leurs noms et seront classés dans un tableau en fonction de la puissance développée.

L'écran mesure 7 '' et la puissance sera affichée sous la forme d'un barographe.





Conclusion

Dans le cadre notre projet, nous devons réaliser un prototype de Home-trainer permettant la modification du couple de pédalage et l'affichage de la puissance. Dans un premier temps nous avons dû nous informer sur les technologies disponibles et réaliser des simulations informatiques pour montrer la faisabilité du projet.

Ensuite la deuxième partie était plus expérimentale, grâce à la maquette nous avons tester différentes possibilités (ajout d'un condensateur, bobine, dimensionnement de la résistance de charge) pour savoir l'effet qu'elles allaient apportés à la fluidité de pédalage. Dans cette partie nous avons fait des mesures de puissance et de courant.

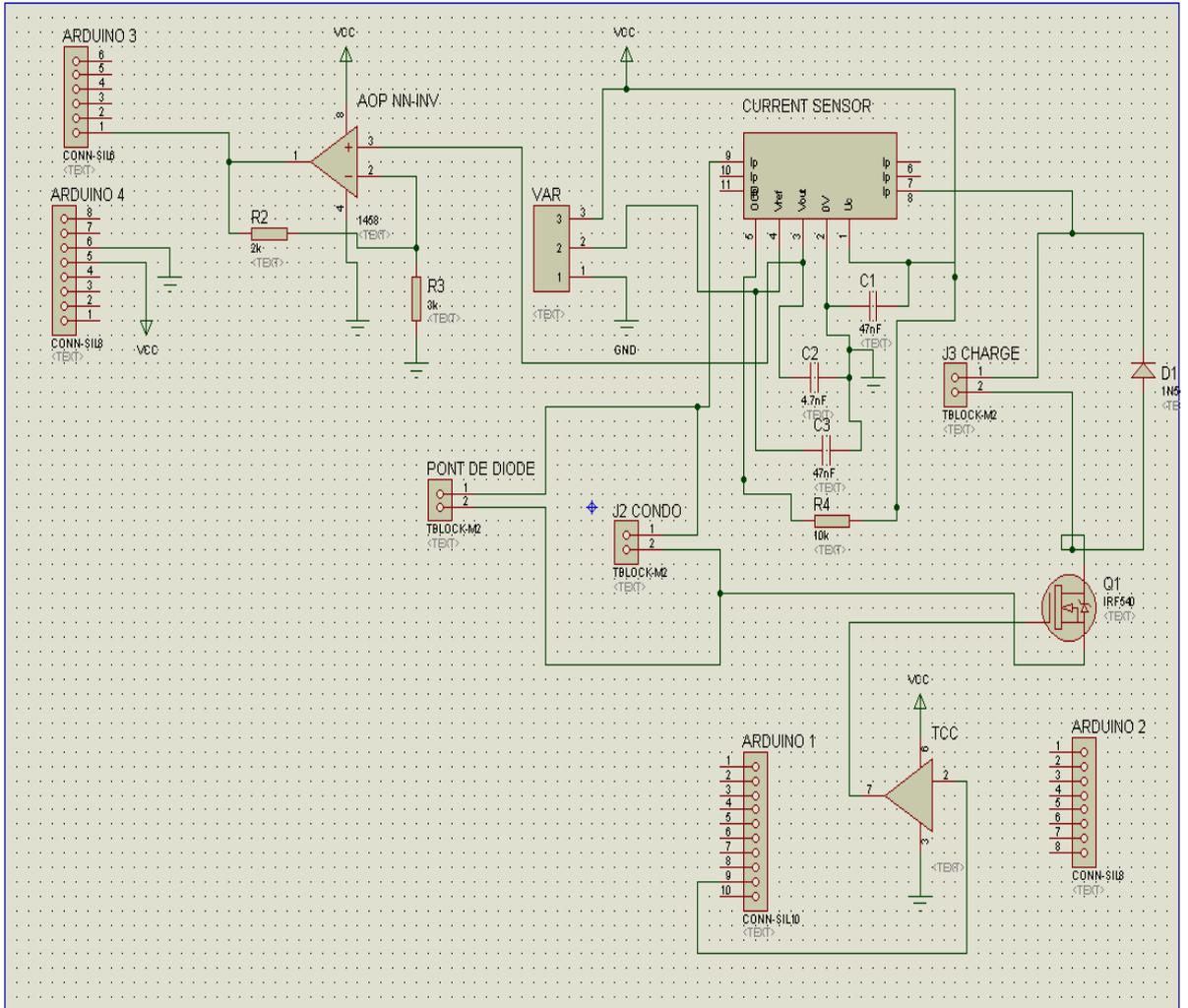
La troisième partie était la réalisation de la carte, nous avons rencontré plusieurs difficultés dans le choix des composants. La diode de roue libre en parallèle avec la charge doit pouvoir fonctionner à la vitesse du hachage. Nous pensions utiliser un transistor qui imitera le fonctionnement de celle-ci mais nous avons pu récupérer une ancienne diode de Schottky. Pour pouvoir connecté la carte directement sur l'arduino nous avons mesuré précisément les borniers de l'arduino. Les connecteurs doivent avoir le même espacement entre 2 pins.

Du point de vue humain, le travail en groupe a été une bonne expérience.



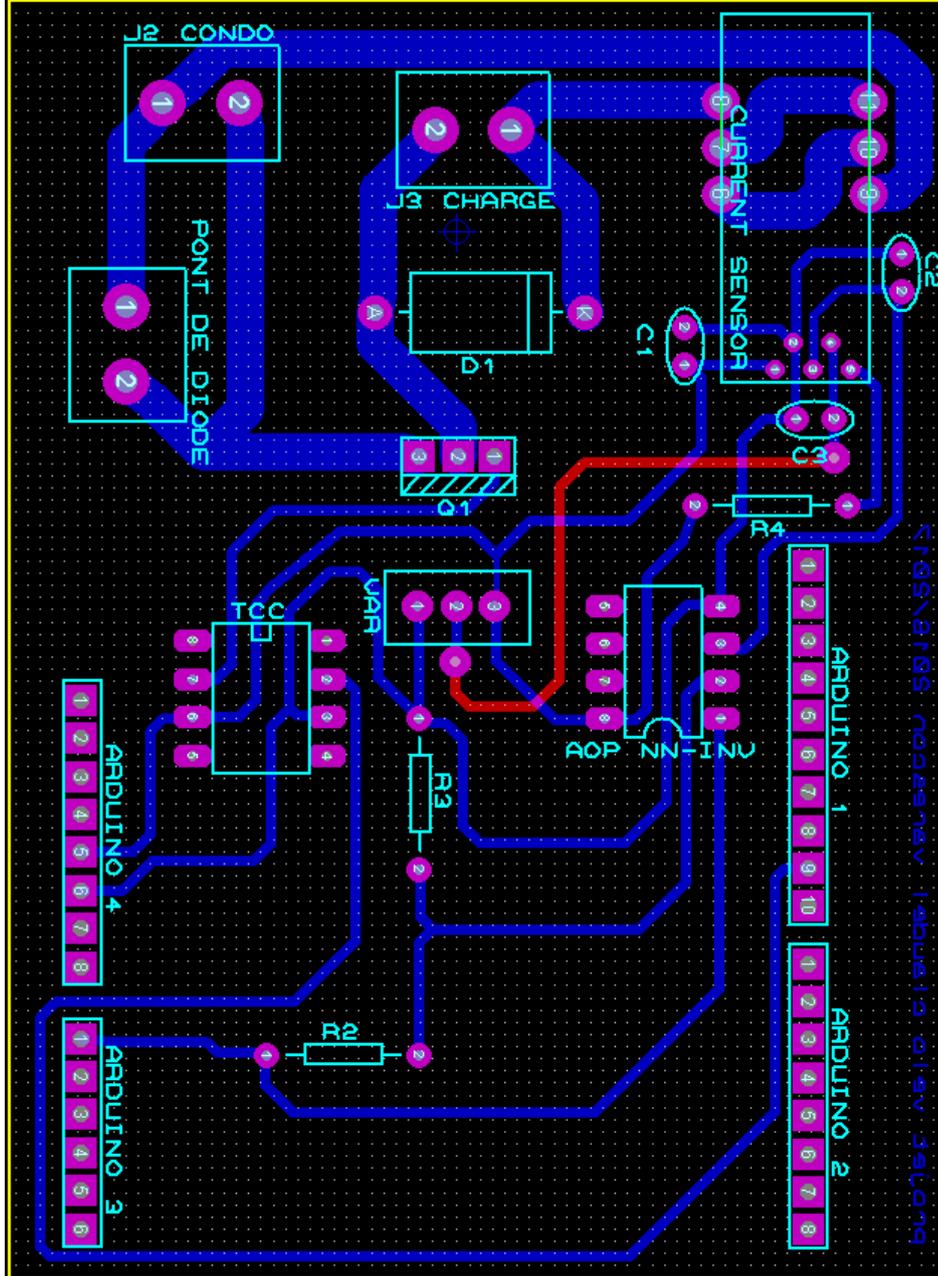
Annexe

1.shema structurel électronique





2. Typon de la carte électronique



**GEII**Département Génie Électrique
& Informatique Industrielle
IUT Belfort-Montbéliard

3. composant commander

Bill Of Materials For Projet Velo.DSN

Design Title : projet velo.DSN
Author :
Revision :
Design Created : lundi 28 novembre 2016
Design Last Modified : mardi 7 mars 2017
Total Parts In Design : 19

3 Resistors

<u>Quantity:</u>	<u>References</u>	<u>Value</u>
1	R2	2k
1	R3	3k
1	R4	10k

3 Capacitors

<u>Quantity:</u>	<u>References</u>	<u>Value</u>
2	C1, C3	47nF
1	C2	4.7nF

1 Transistors

<u>Quantity:</u>	<u>References</u>	<u>Value</u>
1	Q1	IRF540

1 Diodes

<u>Quantity:</u>	<u>References</u>	<u>Value</u>
1	D1	1N5404

11 Miscellaneous

<u>Quantity:</u>	<u>References</u>	<u>Value</u>
1	AOP NN-INV	1458
1	ARDUINO 1	CONN-SIL10
2	ARDUINO 2, ARDUINO 4	CONN-SIL8
1	ARDUINO 3	CONN-SIL6
3	CURRENT SENSOR, TCC, VAR	
3	J2 CONDO, J3 CHARGE, PONT DE DIODE	TBLOCK-M2



GEII

Département Génie Électrique
& Informatique Industrielle
IUT Belfort-Montbéliard

4. bibliographie des composants utilisé

Capteur de courant :

http://www.lem.com/docs/products/ho-p_series.pdf

Transistor :

<http://www.vishay.com/docs/91021/91021.pdf>

Driver de mos :

<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/20001422G.pdf>

**GEII**Département Génie Électrique
& Informatique Industrielle
IUT Belfort-Montbéliard

5. programme

Le programme réalisé ci-dessous fonctionne avec des Library

```
#include "TimerOne.h"
#define DELTA_ALPHA 1

//const int buttonPin = 2;
#define buttonPin 2

char buttonPushCounter = 1; // variable pour le comptage du nombre d'appuis sur le bouton poussoir
char buttonState = 0; //Variable pour l'état actuel du bouton poussoir
char lastButtonState = 0; // Variable pour l'état précédent du bouton poussoir
//int couple;
float commande;
unsigned short int alpha, alpha_pwm;

void setup()
{
  pinMode(buttonPin, INPUT);
  Serial.begin(9600);
  Timer1.initialize(100); // initialize timer1, and set a 1/2 second period
  Timer1.pwm(9, 0); // setup pwm on pin 9, 50% duty cycle
  Timer1.attachInterrupt(callback); // attaches callback() as a timer overflow interrupt
}

void loop()
{
  buttonState = digitalRead(buttonPin);

  if ( (buttonState == LOW) && (buttonState != lastButtonState) )
  {
    // si l'état du bouton poussoir a changé et est HAUT, on incrémente la variable de comptage

    buttonPushCounter++;
    //couple = buttonPushCounter;
    alpha_pwm = buttonPushCounter * 256;

    Serial.println("APPUI");
    Serial.print("nombre d'appuis: ");
    Serial.println(buttonPushCounter, DEC); // affiche la valeur au format décimal

    if (buttonPushCounter > 3)
    {
      buttonPushCounter = 0;
      //couple = 0;
    }
    lastButtonState = buttonState;
    delay(500);
  }
  alpha_pwm = 500;
}

void callback()
{
  //interrupts();
  Timer1.setPwmDuty(9, alpha_pwm); // utilisation du pin 9 comme une sortie pour PWM
}
```