

## Mesures et contrôle d'un variateur pour véhicule électrique



Abdelkarim ABARBRI  
Michael LE  
2ème Année Grp S1  
Promotion 2007-2009

Enseignants:  
M. Thierry LEQUEU  
Mme. Sophie LAURENCEAU

Université François-Rabelais de Tours  
Institut Universitaire de Technologie de Tours  
Département Génie Électrique et Informatique Industrielle



# **Mesures et contrôle d'un variateur pour véhicule électrique**

Abdelkarim ABARBRI  
Michael LE  
2ème Année Grp S1  
Promotion 2007-2009

Enseignants:  
M. Thierry LEQUEU  
Mme. Sophie LAURENCEAU

# Sommaire

Introduction.....	4
1. Présentation du sujet.....	5
1.1. Mise en situation et principe général du système.....	5
1.2. Cahier des charges.....	5
1.3. Schéma bloc du système :.....	6
2. Capteurs.....	7
2.1. Capteurs de température :.....	7
2.1.1 Thermocouples :.....	7
2.1.2 Capteur d température LM75 : .....	8
2.2. Capteurs de vitesse .....	9
2.2.1 Détecteur de proximité à commande magnétique.....	9
2.3. Capteur de courant LEM 100A.....	11
3. La tension et l'état de charge de batteries plomb acide et la tension de moteur:.....	12
3.1. Batteries plomb acide .....	12
4. Réalisation de la carte.....	14
5. L'ATMéga 8535.....	16
5.1. Alimentation de l'ATMéga 8535 :.....	18
6. L'afficheur LCD :.....	18
7. Programmation de l'ATMéga 8535.....	19
Conclusion.....	20
Résumé.....	21
Index des illustrations.....	23
Bibliographie.....	24

## **Introduction**

Dans le cadre de l'étude et réalisation du semestre quatre, nous avons eu à choisir un projet à réaliser sur huit semaines. Nous avons donc choisi parmi les divers sujets que M. LEQUEU nous proposait. Nous avons alors décidé d'étudier et de réaliser les différentes mesures que l'on peut effectuer sur une voiture électrique, ainsi que la gestion de la fonction BOOST d'un variateur.

C'est donc pour cela que l'on va vous présenter le sujet ainsi que le cahier des charges, puis on va passer à l'étude des différents capteurs et leur fonctionnements, suivi de la réalisation de la carte et de la programmation de l'ATMega8535, et pour finir le planning .

# **1. Présentation du sujet**

## **1.1. Mise en situation et principe général du système**

Depuis plusieurs années l'IUT G.E.I.I de Tours a investi dans la création d'un club kart .Ce dernier se compose de plusieurs véhicules thermiques et électriques. Dans le soucis d'apporter du confort et des renseignements au sujet de ces véhicules,nous avons décidé de réaliser une carte ainsi qu'un programme qui pourrais renseigner le pilote de la machine au sujet des performances de son véhicule en temps réel.

Tout ça grâce à trois capteurs et un montage électronique, il y a un capteur pour relevé la température du moteur afin d'éviter la surchauffe, un capteur pour relevé la vitesse du kart afin que le pilote puisse voir son allure, un capteur pour relevé le courant batterie afin que le pilote puisse à tout moment voir s' il doit aller recharger sa batterie et pour finir un montage à résistance afin de vérifier si les batteries sont toujours bonnes et qu'il n'y ait pas de problème au niveau du kart .

Toutes les données récupérées par ces capteurs seront par la suite analysées par un microprocesseur (l'ATMéga8535) puis retransférées vers un afficheur LCD qui sera placé derrière le volant pour une bonne visualisation.

## **1.2. Cahier des charges**

Hors de la programmation on va devoir :

- Récupérer des informations sur les capteurs grâce à leur documentations constructeur.
- Réaliser entièrement la carte électronique avant passage à la programmation.

Dans la programmation on va devoir :

- Récupérer la mesure de la température en utilisant un capteur de température LM75.
- Récupérer la mesure de la vitesse en utilisant un capteur de vitesse Celduc PLA137.
- Récupérer les mesures de la tension en utilisant le diviseur de tension.

Récupérer la mesure du courant en utilisant un capteur de courant LEM 100A.

- Limiter la fonction BOOST en cas d'échauffement du moteur.

- Envoyer les informations (vitesse, température, tension, courant, l'état de charge des batteries) à l'afficheur LCD.

### 1.3. Schéma bloc du système :

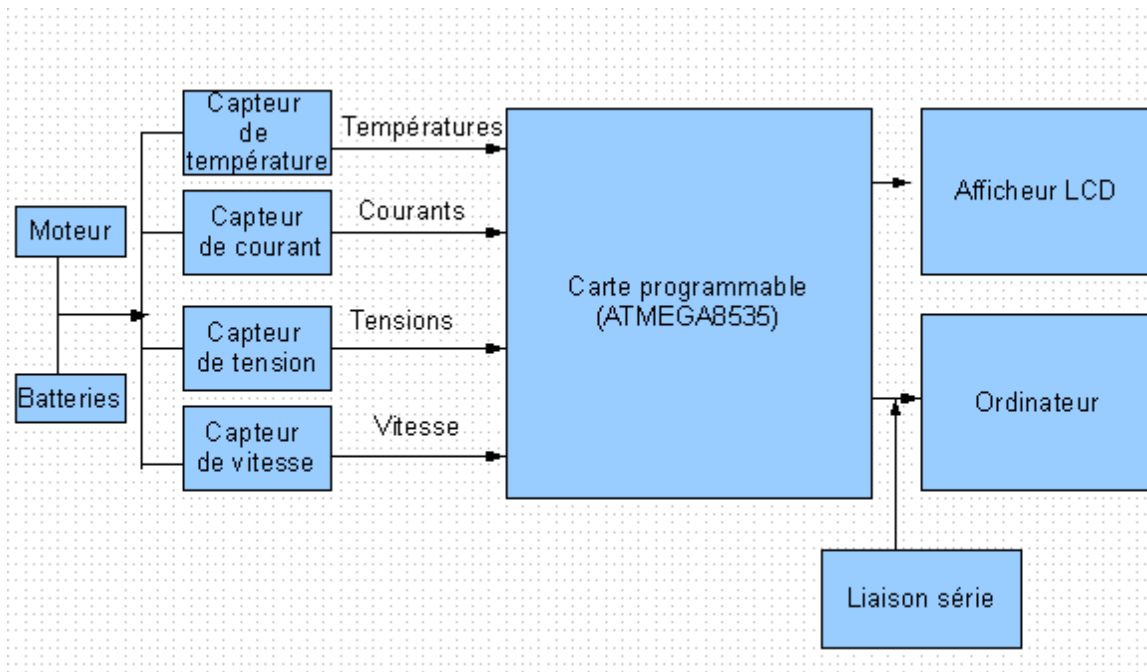


Illustration 1: Schéma bloc du système

On peut visualiser les deux parties du véhicule le moteur et les batteries que l'on souhaite analyser, les quatre sources d'informations « brutes », puis le traitement de ces données par l'ATMéga 8535 qui est programmable par une liaison série via un ordinateur, après la conversion des informations « brutes » l'ATMéga envoie tout cela à un afficheur LCD .

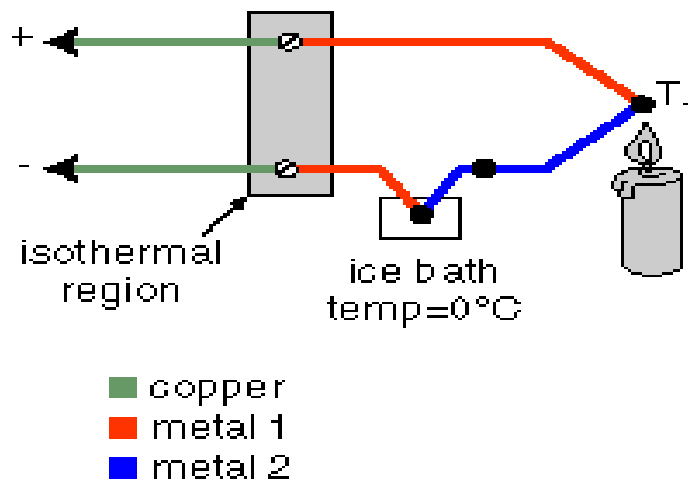
## 2. Capteurs

on utilise différents capteurs pour mesurer la température, la vitesse et le courant.

### 2.1. Capteurs de température :

#### 2.1.1 Thermocouples :

les thermocouples sont des éléments qui utilisent l'effet thermoélectrique c'est-à-dire la f.é.m. qui apparaît dans un circuit lorsque celui-ci est constitué par deux conducteurs de nature différente dont les points de raccordement sont à des températures différentes.



*Illustration 2: Principe de fonctionnement des thermocouples[1]*

Un élément chauffant parcouru par le courant  $I$  à mesurer élève la température de l'une des soudures.

La force électromotrice qui apparaît fait circuler un courant dans un galvanomètre inséré dans le circuit du thermocouple.

La f.é.m. Thermoélectrique est sensiblement proportionnelle avec la température.

En effet  $e = k ( t - t' )$  avec  $k$  est une constante dépende aux deux conducteurs et  $t'$  est la température de référence ( dans ce capteur est de  $0^{\circ}\text{C}$ ).

Il existe deux types de thermocouples :

les thermocouples à contact direct utilisés pour les calibres de 1A à 1000 A.

les thermocouples à contact indirect utilisés pour les calibres de 2mA à 1 A.

les inconvénients de ce capteur sont :

-L'étendue de mesure est faible

-il n'est pas précis

-il faut un convertisseur analogique-numérique pour avoir la valeur de température à partir de la f.é.m.

-il nous permet seulement de mesurer la variation de température, donc il faut savoir toujours sa température initiale avant de l'utiliser.

En revanche son avantage est que nous nous permet de mesurer la température jusqu'à 800°C.

### 2.1.2 Capteur d température LM75 :

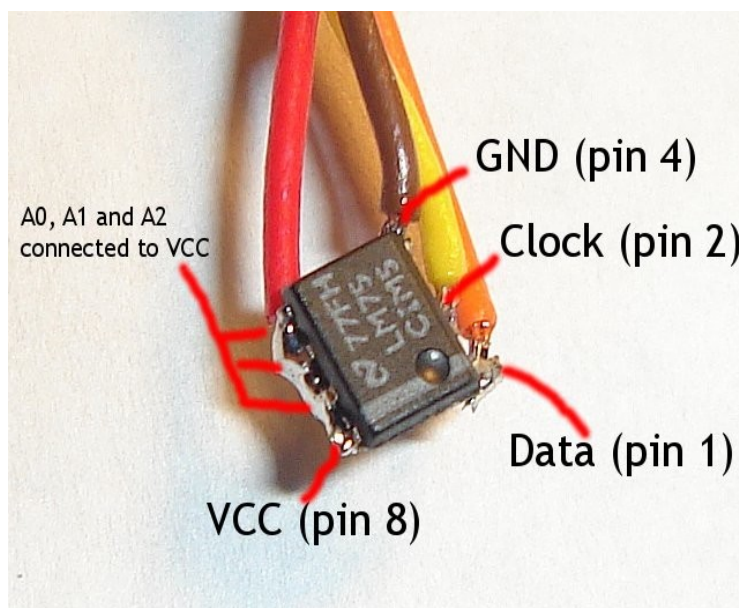


Illustration 3: Le capteur LM75[1]

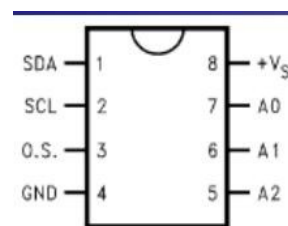


Illustration 4: synoptique de LM75

Le LM75 est une sonde de température.

Le LM75 est un boîtier qui contient toutes les fonctions pour mesurer directement la température en °C.

Il possède 8 broches :

-A0,A1,A2 sont trois broches d'adresse.



-Deux broches d'alimentation(Vs,GND).

-Deux broches pour le bus I2c (SDA, SDL) pour le relier avec le microcontrôleur (L'ATMega8535) .

-La broche OS est une broche de détection, il ne faut pas débiter trop de courant à cette broche pour ne pas fausser la mesure de température.

En fonction de la version, on alimente ce capteur soit par 3V, soit par 5,5V.

Ce capteur nous permet de mesurer la température entre -55°C et 125°C avec une erreur de 3°C seulement.

Il a certains avantages par rapport aux thermocouples, ces avantages sont :

-son étendue de mesure est mieux que le thermocouple.

-il permet de mesurer la température directement, en revanche dans le cas des thermocouples on a besoin d'un convertisseur analogique- numérique pour mesurer la température.

## 2.2. Capteurs de vitesse

### 2.2.1 Détecteur de proximité à commande magnétique



Illustration 5: L'aimant [1]

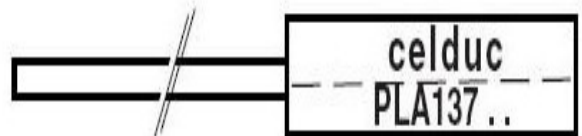
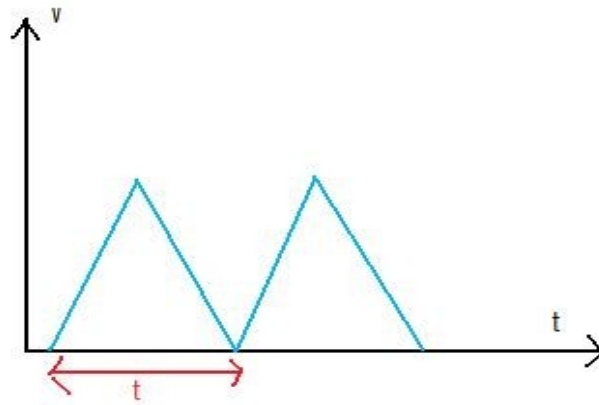


Illustration 6: capteur PLA137[1]

on utilise un capteur à proximité magnétique qui possède deux parties :

Une partie mobile (aimant de type P6250000) fixé sur la roue et une autre partie de type Celduc PLA137 ( voir l'image au dessus) fixé en face de l'aimant.

Le principe de fonctionnement de ce capteur est basé sur la mesure de la tension, en effet quand l'aimant passe devant PLA137, celui envoie une suite des impulsions de ce type :



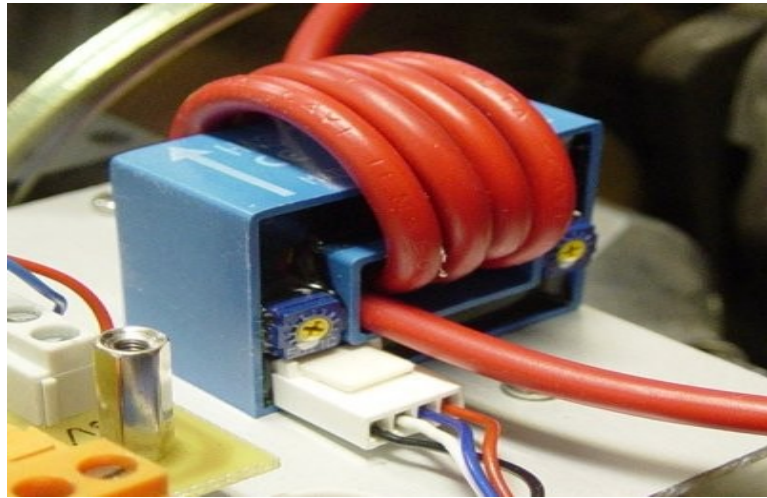
*Illustration 7: La réponse du capteur de la vitesse  
PLA137*

la vitesse se calcule avec la relation suivante  $V = \frac{P}{t}$  avec P est le périmètre de la roue  $P = \pi \times d$  ( d est le diamètre de la roue ).

une autre solution peut être intéressante est le tachymètre, qui nous permette de calculer la valeur de rotation de moteur avec la relation  $V = \frac{d}{t}$ , d est la distance parcourue par la véhicule.

Il faut régler le tachymètre avant de l'utiliser dans certains système pour que soit bien adaptés et capable de mesurer la vitesse d'une façon précis.

### 2.3. Capteur de courant LEM 100A



Dessin 1: capteur de courant à effet hall[2]

Il existe en plusieurs versions, dans notre cas on utilise un capteur à effet de hall de courant LEM 100A .

Le capteur LEM 100A est réalisé avec un matériau semi-conducteur ( silicium ). ce matériau permet de délivrer une tension proportionnelle du courant d'entrée  $V_h = K_h \times I \times B$  .

$K_h$  est la constante de hall dépend de la matériau.

$B$  est le champ magnétique perpendiculaire au mouvement des électrons (voir l'image au dessous ).

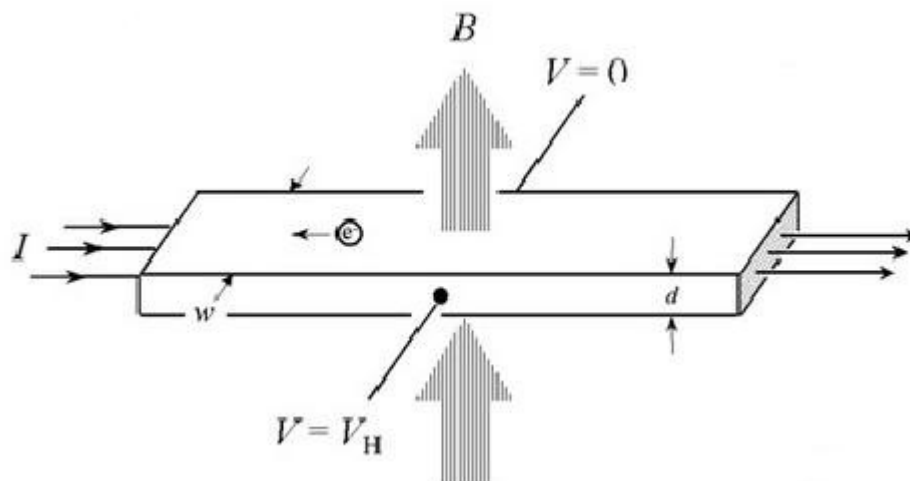


Illustration 8: L'effet hall sous un semi conducteur[1]

La tension de Hall  $V_h$  est ensuite appliquée à l'entrée d'un AOP différentiel, constitué d'un AOP et d'un étage Push – Pull. Cet amplificateur différentiel, globalement a un très fort gain en tension.  $A_v = s / V_h$ .

L'amplificateur débite alors un courant  $I_s$  à travers l'enroulement secondaire de  $N_s$  spires en fils fins dit de compensation. Dans les  $N_s$  spires, le courant  $I_s$  va créer un champ  $H_s$  égale à  $H_p$  tel que le flux résultant soit nul dans le tore. Capteur de courant à flux nul.

$$N_p \cdot I_p = N_s \cdot I_s.$$

D'où  $I_s = N_p \cdot I / N_s = m \cdot I$ ,  $I_s$  dépend donc de  $m$  et de  $I$ ;  $m = N_p / N_s$ .

Cette relation nous permette de calculer la valeur de courant, il suffit de coder celle ci dans le logiciel AVR avec l'ATMéga8535 et de l'afficher sur l'afficheur LCD.

Ensuite il faut afficher la tension et l'état de charge de batteries.

### **3. La tension et l'état de charge de batteries plomb acide et la tension de moteur:**

#### **3.1. Batteries plomb acide**

La batterie plomb-acide est une composante développée depuis le dix-neuvième siècle et son fonctionnement est bien connue.

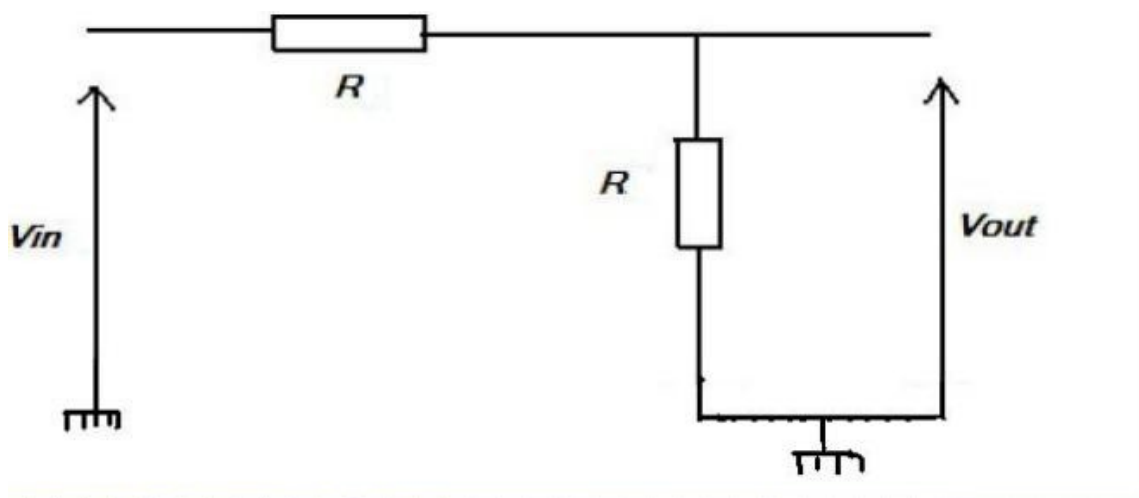


*Illustration 9: batteries au plomb-acide[1]*

Un élément plomb-acide se compose de deux électrodes de plomb sont plongés dans un électrolyte composé d'acide sulfurique dilué. En reliant les deux électrodes à un récepteur externe consommable du courant, elle se transforme en sulfate de plomb et l'acide se dilue.

La phénomène qui permet d'évaluer l'état de charge de la batterie en mesurant la densité d'acide.

En fournissant un courant opposé au système, l'acide se concentre et les deux électrodes retournent à leur états initiaux, donc la batterie est bien chargée.



*Illustration 10: Principe de diviseur de tension*

$V_{in} = 24V$  est la tension aux bornes de deux batteries plomb acide (12V) en parallèle.

$V_{out}$  est la tension aux bornes de l'ATMéga, doit être inférieure à 5 V car l'ATMéga supporte que le 5V. Donc On utilise le diviseur de tension pour mesurer la tension aux bornes de batteries.

On choisit  $R_1$  et on calcule  $R_2$  par la relation  $V_{out} = \frac{V_{in} \times R_2}{(R_2 + R_1)}$ .

on suppose dans notre projet que la décharge de batteries se fait à 20V; si la tension aux bornes des batteries est inférieure à 20V, il faut afficher que la batterie est décharger, sinon la batterie est chargée;

on utilise la même méthode précédente ( diviseur de tension) pour afficher la tension de moteur.

On doit limiter la fonction BOOST en cas d'échauffement du moteur, il faut contrôler aussi le variateur de moteur à partir d'un programme codé sur le logiciel Code Vision AVR.

#### **4. Réalisation de la carte**

Dans la semaine sept, M. LEQUEU nous a donné la carte d'acquisition des données déjà gravée. Il a fallu effectuer cette carte avant de pouvoir attaquer la programmation du microcontrôleur.

Donc dans cette séance nous avons percé la carte électronique et procédé à la recherche des composants se trouvant sur la nomenclature trouvée sur le site internet de M. LEQUEU.

Les composants se trouvaient soit chez le magasinier, soit dans les rangements dans les salles prévues à cet effet, soit dans la salle d'électrotechnique au rez-de-chaussée.

Dans les deux semaines qui ont suivi nous avons soudé la carte et effectué les perçages des boîtes en plastique. Il faut mettre la carte d'acquisition et celle de l'afficheur LCD dans des boîtes en plastique car il faut que ces cartes puissent être protégées contre les différents projectiles se trouvant sur le circuit ou sur la route. Pour finir notre réalisation est presque terminée et pourra être utilisée l'année prochaine pour concevoir le programme et la faire fonctionner.

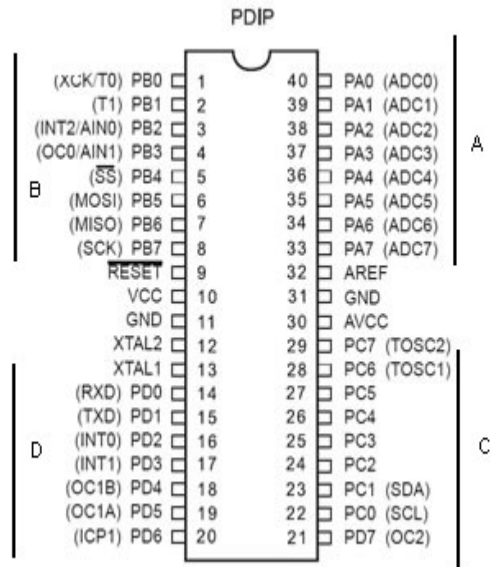
N°	Quantité	Référence	Désignation	Empreinte
1	1	B1	17.3cm	01PR1
2	1	C1	22uF 100V	RADIAL08
3	20	C2,C8,C10,C13..C29	100nF	CK06
4	2	C3,C4	10uF 25V	RADIAL06
5	1	C5	22uF 25V	RADIAL08
6	1	C6	470uF 6.3V	RADIAL06L
7	2	C7,C9	10uF 50V	RADIAL04
8	2	C11,C12	22pF	CK01
9	1	C30	220uF 6.3V	RADIAL10
10	1	D1	1N4007	DO41-2P
11	3	D2,D3,D5	2mA verte	LED03
12	1	D4	1N5819	DO41
13	1	D6	2mA jaune	LED03
14	1	D7	2mA rouge	LED03
15	1	JP1	ALIM	WEID2
16	1	JP3	CON ISP	10SH100L
17	1	JP4	VITESSE	WEID2
18	1	JP5	LCD	10PL1
19	1	JP6	I2C	05PL1
20	1	JP7	HEADER 4	04PL1
21	2	JP8,JP9	HAS200	04PL1C
22	2	JP10,JP11	8x1N4148	09PL1
23	1	JP12	U6-7	WEID2
24	1	JP13	U4-5	WEID2
25	1	JP14	U2-3	WEID3
26	1	JP15	BP	01PL1
27	1	L1	10uH	RADIAL06L
28	1	L2	47uH	RADIAL06L
29	1	Q1	16 MHz	HC18UV
30	2	R2,R1	6.8k	RC04L
31	1	R3	1.5k	RC04L
32	2	R6,R4	1.5k	RC05
33	10	R5,R7,R9,R11,R17,R19,R21,R27,R40,R41	10k	RC04
34	10	R8,R10,R14,R15,R16,R18,R20,R24,R25,R26	100k	RC04
35	2	R12,R22	100k	RAJ10TV2
36	2	R13,R23	10k	RAJ10TV2
37	6	R28,R30,R32,R34,R36,R38	56k	RC04
38	6	R29,R31,R33,R35,R37,R39	4.7k	RC04
39	1	U1	TEN-5-4823	24DIP-TEN-5
40	1	U2	LM2574N-5.0	08DIP300L
41	1	U3	ATmega8535	40DIP600L
42	2	U4,U5	MAX422CPA	08DIP300L
43	1	U6	FM-RRFQ2	FM-RRFQ2
44	1	U7	FM-RTFQ2	FM-RTFQ2
45	8	VIS1...VIS8	VISSERIE	M3

Illustration 11: Nomenclature des composants[2]

## 5. L'ATMéga 8535



Illustration 12: L'ATMéga 8535[1]



Dessin 2: Broches de L'ATMéga 8535[1]

L'ATMéga 8535 est le microcontrôleur (circuit intégré) que nous allons utiliser pour programmer l'affichage des différentes grandeurs à mesurer.

L'ATMéga 8535 est une boîte de 40 broches dont 32 entrées/sorties parallèles, il contient quatre ports (A,B,C,D) et huit bits de 0 à 7, son capacité de mémoire est de 8 Koctets de programme flash. Le port d possède des convertisseurs analogiques-numériques qu'ils nous permette de générer une valeur numérique à partir d'une valeur analogique, le résultat numérique codé sur 10 bits par la relation : résultat numérique = tension d'entrée / tension de référence) x 1024.

L'ATMéga 8535 possède aussi trois timer servent à compter le temps ou les évènements.

horloge est réalisé grâce à un quartz branché entre les broches XTAL1 et XTAL2(voir l'image au dessous)



## L'horloge:

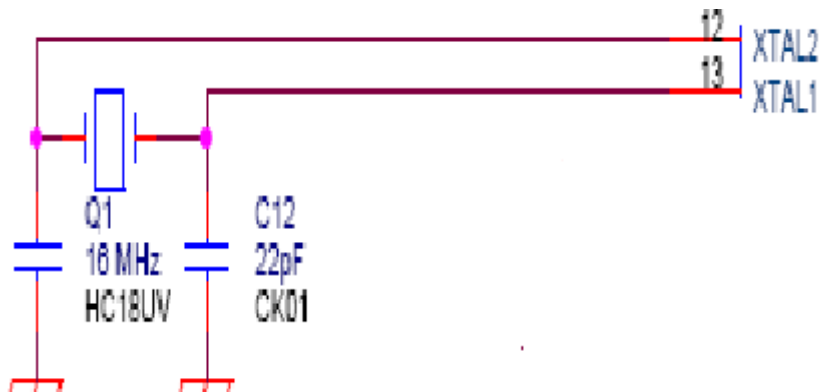


Illustration 13: L'horloge de L'ATMega 8535

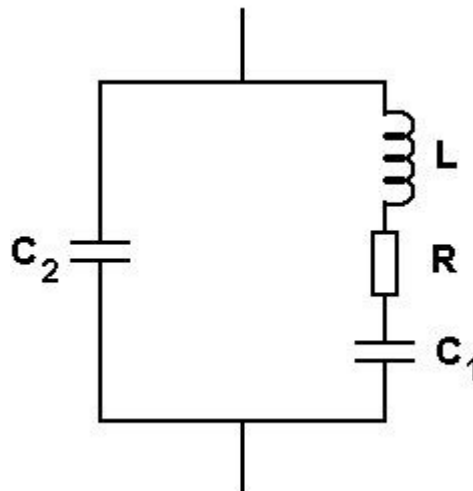


Illustration 14: Schéma équivalent de quartz[1]

Le quartz est équivalent à un circuit R,L,C1 série (R,L,C1 dépendent que des caractéristiques physique de quartz) placé en parallèle avec une capacité C2 qui correspond à la capacité créée par les deux électrodes qui enserrant le morceau de quartz (voir le schéma au dessous ).

## 5.1. Alimentation de l'ATMéga 8535 :

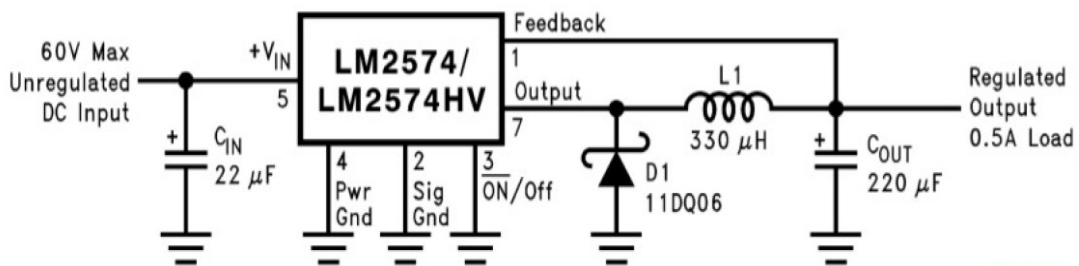


Illustration 15: Le régulateur LM2574[2]

On alimente le microcontrôleur par un régulateur LM2574 -5,0 permettant de fournir une tension de sortie de 5V continue quelque soit la valeur de la tension d'entrée de 7V à 60V.

Le condensateur  $C_{in}$  permet de limiter les variations de tension en entrée.

Le condensateur  $C_{out}$  permet de lisser la tension de sortie pour qu'elle soit constante.

La diode D1 est une diode de protection qui permet de protéger le régulateur contre les surcharges.

L'entrée feedback est un broche de la régulation.

## 6. L'afficheur LCD :

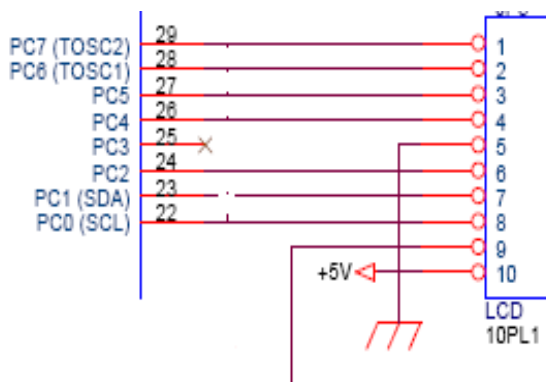


Illustration 17: Branchement de l'afficheur avec le microcontrôleur

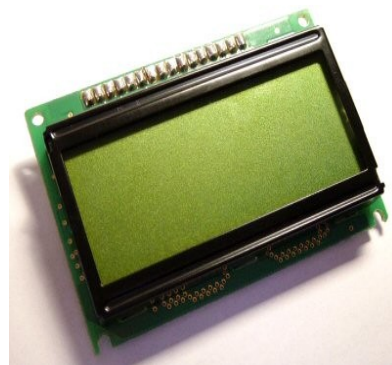


Illustration 16: Afficheur LCD[2]

on connecte un afficheur LCD 16 caractères \*4lignes avec le port C du microcontrôleur (voit au dessus).

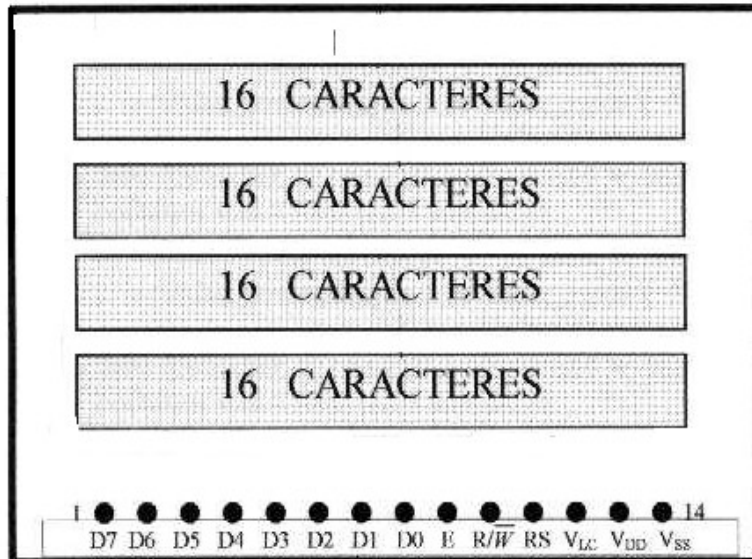


Illustration 18: Synoptique de l'afficheur

## 7. Programmation de l'ATMéga 8535

on programme l'ATMéga 8535 dans le logiciel Code Vision AVR qui les mêmes fonction que le langage C.

### Exemple de programme

```

while (1)
{
// Place your code here
V=read_adc(6);

V=(V*5.0)/1023.0;
sprintf(tampon, "%4d",V);
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_puts(tampon); //on affiche la valeur de V.

};
}

```

ce programme nous permet d'afficher la tension de référence du microcontrôleur sur 10 bits.

## **Conclusion**

Ce projet nous a permis de nous familiariser avec le logiciel Code Vision AVR mis à notre disposition pour la programmation de l'ATMéga8535 . Il nous a permis également d'apprendre des connaissances sur l'utilisation de certains capteurs (vitesse, température, courant, ....). Enfin, il nous a permis de réaliser notre cahier des charges .

## Résumé

Dans ce projet on a choisi de réaliser un projet informatique sert à afficher les différentes grandeurs d'une véhicule (vitesse, température, tensions, état de charge des batteries).

Pour afficher la température, la vitesse et le courant, on a utilisé les différentes capteurs :

-capteur LM75 pour la température.

-capteur PLA137 pour la vitesse.

-capteur LM100A pour le courant.

Pour afficher les tension de moteur et des batteries , on a utilisé le pont diviseur.

Ensuite, on a étudié l'ATMéga8535 qu'il nous permettra de programmer et les différentes grandeurs à programmer en utilisant le logiciel Code Vision AVR.

On utilise aussi un afficheur LCD qui sera fixé derrière le volant pour qu'il soit visible.

Une fois l'étude des différentes capteurs est terminé, on a réaliser notre carte qui va nous aide dans la programmation.

Enfin, il nous reste le test de la carte, et de lancer le programme pour voir s'il marche.

149 mots



## Index des illustrations

Illustration 1: Schéma bloc du système.....	6
Illustration 2: Principe de fonctionnemnt des thermocouples[1].....	7
Illustration 3: Le capteur LM75[1].....	8
Illustration 4: synoptique de LM75.....	8
Illustration 5: L'aimant [1].....	9
Illustration 6: capteur PLA137[1].....	9
Illustration 7: La réponse du capteur de la vitesse PLA137.....	10
Illustration 8: L'effet hall sous un semi conducteur[1].....	11
Illustration 9: batteries au plomb-acide[1].....	12
Illustration 10: Principe de diviseur de tension.....	13
Illustration 11: Nomenclature des composants[2].....	15
Illustration 12: L'ATMéga 8535[1].....	16
Illustration 13: L'horloge de L'ATMéga 8535.....	17
Illustration 14: Schéma équivalent de quartz[1].....	17
Illustration 15: Le régulateur LM2574[2].....	18
Illustration 16: Afficheur LCD[2].....	18
Illustration 17: Branchement de l'afficheur avec le microcontrolleur.....	18
Illustration 18: Synoptique de l'afficheur.....	19

## Bibliographie

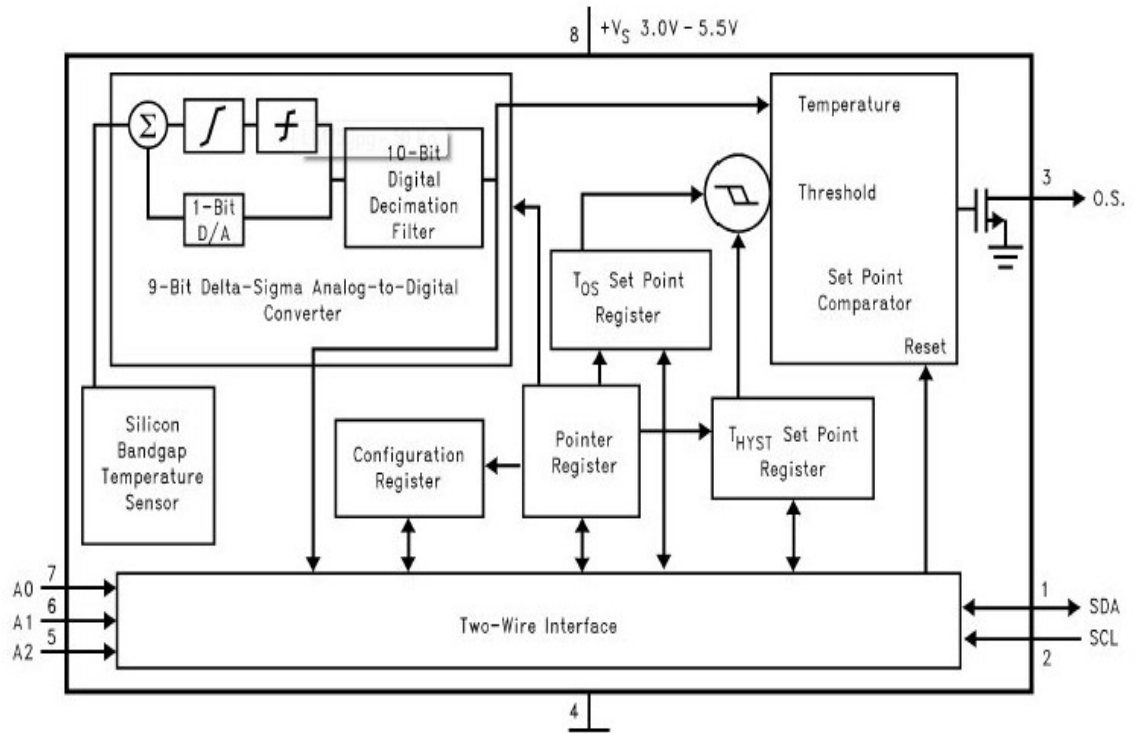
[1] <http://images.google.fr/>, consulté entre le 20 mars et 1 avril 2009

[2] net : *Thierry Lequeu* , mars 2009, <http://thierry-lequeu.fr/>  
net : <http://www.wikipedia.org/>, mars 2009.



Annexes

Annexe1:synoptique de LM75



## Annexe2 : Emplacement des composants de notre carte.

