

Séverine Marien
Maxime Ringard



2^{ème} année GEII

Rapport de projet tuteuré



Régulateur de charge pour station de recharge photovoltaïque

Année 2009/2010



Tuteur : Mr Favier

Sommaire

Introduction

1.Présentation du projet	1
1.1.Description du projet	1
1.2.But du projet	1
1.3.Cahier des charges	2
1.4.Solutions techniques	2
1.5.Travail réalisé	3
2.Etude Préalable	4
2.1.Modules photovoltaïques	4
2.2.Batteries	6
2.3.Ensemble du système	9
3.Electronique	10
3.1.Electronique de commande	10
3.2.Electronique de puissance	18
4.Mécanique	20
4.1.Support	20
4.2.Pupitre	20
5.Programmation	21
5.1.Définition des pattes	21
5.2.Structure du programme principale	22
5.3.Les fonctions	23
6.Résultats	25
6.1.Problèmes	25
6.2.Aboutissement	25
6.3.Calcul du coût	26
Conclusion	
Annexes	
Annexe A : Typon et carte	A
Annexe B : Programme principal du PIC	B
Annexe C : Tables ASCII	C
Annexe D : Liens des Datasheets utilisés	D

Remerciements

Nous remercions tout d'abord notre tuteur, Monsieur Favier, qui nous a suivis tout au long du projet mais également Monsieur Boulmé, qui nous a permis de travailler dans les laboratoires quand nous en avons besoin.

Nous remercions aussi Monsieur Havet, qui nous a fourni certains composants et installé des logiciels que nous avons besoin.

Merci à Monsieur Cresson, Monsieur Maegt, qui nous a aidé dans le domaine de la programmation.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin à la réalisation de notre projet.

Introduction

Premièrement, je cherchais un projet tuteuré en rapport avec l'énergie renouvelable, car ce domaine m'intéresse beaucoup et je pense que les nouvelles énergies se développent de plus en plus. Donc, je me suis renseignée sur les projets disponibles, et Monsieur Favier proposait donc ce projet qui m'a tout de suite attiré, c'était pour moi une opportunité d'apprendre et, donc de mieux comprendre ce domaine. De plus, réaliser un régulateur de charge moi-même comme ceux vendus sur le marché, m'avivait fortement. Ce projet consiste à recharger des batteries à l'aide de panneaux solaires, il comporte une partie programmation qui me faisait, au début, un peu peur mais je me suis dit c'est l'occasion de me perfectionner un peu plus sur ce sujet.

Séverine Marien

Suite aux cours de mon année précédente en énergie renouvelable j'ai découvert un domaine de l'électrotechnique que je connaissais peu mais qui m'a beaucoup plu et c'est dans ce domaine que je souhaiterai travailler plus tard. Cette année j'ai donc décidé de changer de projet tuteuré pour me perfectionner dans ce domaine des énergies renouvelables. Mr Favier nous a proposé ce projet à la fois dans le domaine électrotechnique mais aussi électronique et programmation qui n'est pas ma spécialité mais je trouve que c'est un bon challenge à relever d'autant plus que je risque de retrouver ce domaine plus tard dans l'énergie renouvelable.

Maxime Ringard

1.Présentation du projet

Notre projet s'inscrit dans le cadre des projets tuteurés de deuxième année de DUT Génie Electrique et Informatique Industrielle, il s'agit de réaliser un régulateur de charge électronique pour installation photovoltaïque avec batterie d'accumulateurs.

La réalisation de ce projet comporte un aspect électronique, mécanique et informatique, ces trois parties nous les traiterons indépendamment.

1.1.Description du projet

Notre projet consiste à élaborer un régulateur de charge, il s'étend du dimensionnement des panneaux solaires ainsi que des batteries jusqu'à la conception concrète du système électrique.

Pour ceci, il faut concevoir la structure du système qui sera étudiée dans la partie mécanique, la carte électronique qui est le cœur de notre projet, sera étudiée dans la partie électronique et pour finir la partie informatique traitera de la programmation qui assurera correctement la charge des batteries.

1.2.But du projet

Le régulateur de charge a pour but d'assurer la charge de batteries au plomb connectées à des panneaux solaires. Le principe est de diminuer de façon automatique l'injection du courant dans la ou les batteries quand celles-ci atteignent leur pleine charge. Ce sujet s'intègre dans un projet de réalisation d'une station autonome de recharge solaire pour véhicules électriques.

1. 3. Cahier des charges

Avant de commencer toute étude, nous avons mis en place un cahier des charges qui est le suivant :

⇒ le système doit :

- ~ être autonome, c'est-à-dire sans source de tension extérieur au système
- ~ être adaptable à tout type de batteries
- ~ être accessible en cas de panne
- ~ fonctionner seul, c'est-à-dire que l'utilisateur ne met que le système en marche
- ~ être transportable
- ~ posséder un interface de contrôle, qui doit être simple d'utilisation, pour permettre à l'utilisateur de consulter certaines informations

1.4. Solutions techniques

Dans cette partie, nous verrons les solutions qui répondent au cahier des charges du système.

- * **Il doit être autonome** : on utilise les batteries chargées pour alimenter la partie puissance et la partie commande
- * **Il doit être adaptable à tout type de batteries** : on utilise un commutateur, l'utilisateur peut choisir une charge en 12V ou 24V
- * **Il doit être accessible en cas de panne** : les parties puissance et commande ne sont pas cachées
- * **Il fonctionne seul** : automatisation du processus par programmation
- * **Il est transportable** : pour ceci, il est implanté sur un support en PV blanc
- * **Il doit posséder un interface de visualisation** : utilisation un LCD qui affiche les informations demandées par l'utilisateur grâce à un potentiomètre installé sur le pupitre
- * **Il est simple d'utilisation** : utilisation d'un potentiomètre implanté sur le pupitre, afin d'accéder aux différents menus

1.5. Travail réalisé

Nous avons organisé notre travail effectué sous forme de planning :

<i>SEPTEMBRE</i>	<i>Présentation du projet Dimensionnement des batteries et panneaux solaires</i>
<i>SEPTEMBRE/OCTOBRE</i>	<i>Etude et conception des schémas électriques</i>
<i>NOVEMBRE</i>	<i>Réalisation des cartes Montage des cartes électroniques</i>
<i>DECEMBRE</i>	<i>Programmation</i>
<i>JANVIER</i>	<i>Tests et résolutions des problèmes</i>
<i>FEVRIER/MARS</i>	<i>Rédaction du rapport et préparation de la soutenance</i>

2. Etude préalable

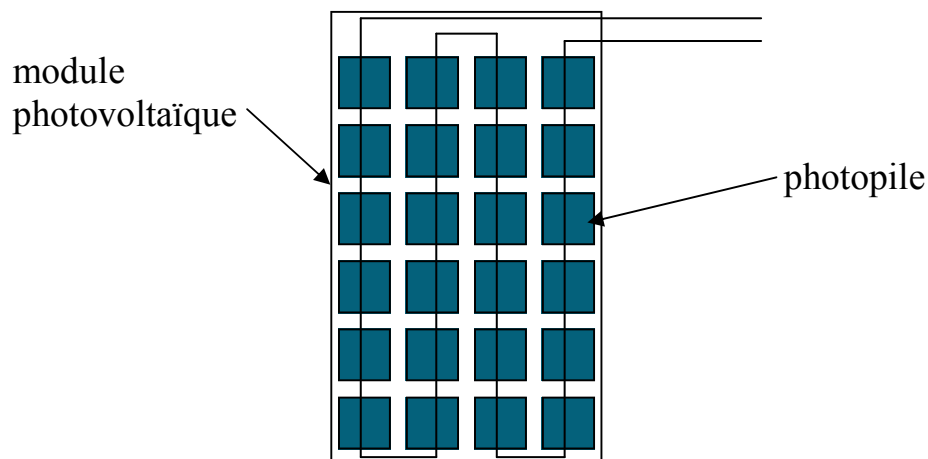
Pour commencer, il a fallu dimensionner les panneaux solaires et les batteries.

2.1. Modules photovoltaïques

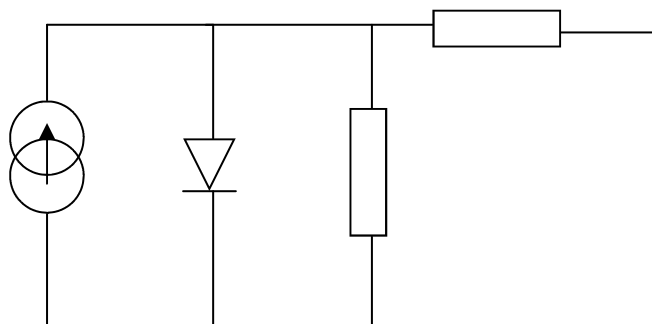
Nous avons fait des recherches sur les panneaux solaire.

Tout d'abord, il faut savoir qu'un panneau ou module photovoltaïque est constitué de plusieurs éléments appelés photopile associés en série qui transforment l'énergie solaire directement en électricité. Un élément de photopile génère une tension assez faible : de 0,5 à 1,5 V. Ils sont en série dans le but de pouvoir délivrer en sortie une tension suffisante pour charger des batteries.

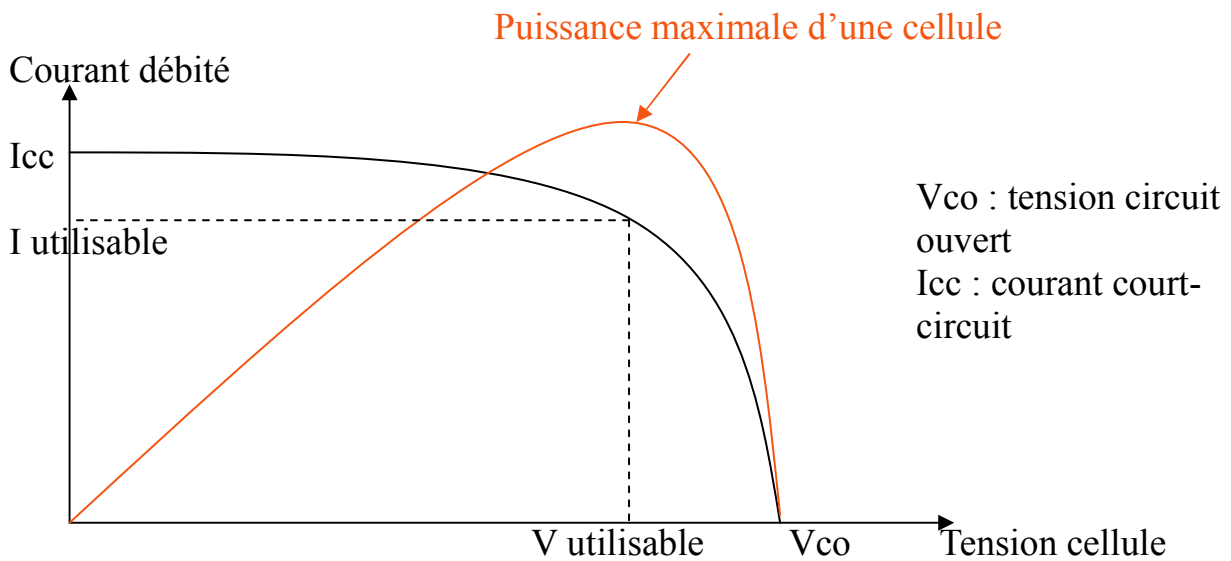
Pour mieux comprendre, voici le modèle d'un module photovoltaïque :



Voici le schéma équivalent d'une cellule photovoltaïque :



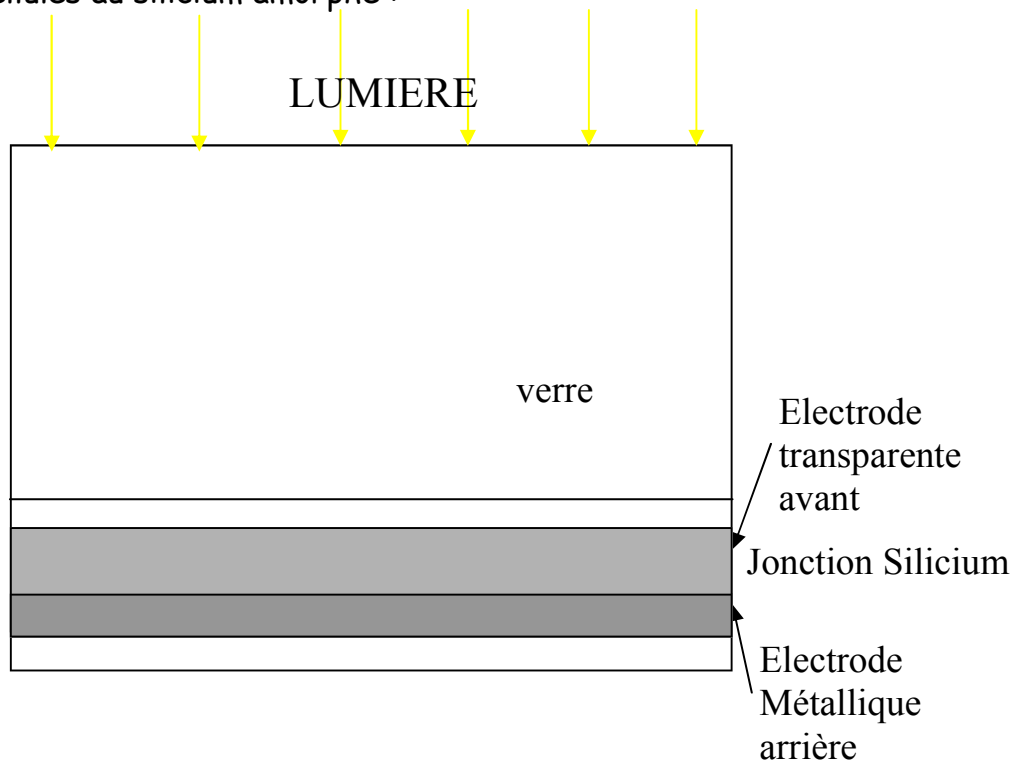
De plus, voici les caractéristiques utiles d'une cellule :



Voyons maintenant la technologie des cellules solaires. Le matériau le plus utilisé pour réaliser les cellules solaires est le Silicium. Deux technologies ont été développées pour la production industrielle : les cellules au Silicium solide cristallisé, les cellules au Silicium amorphe.

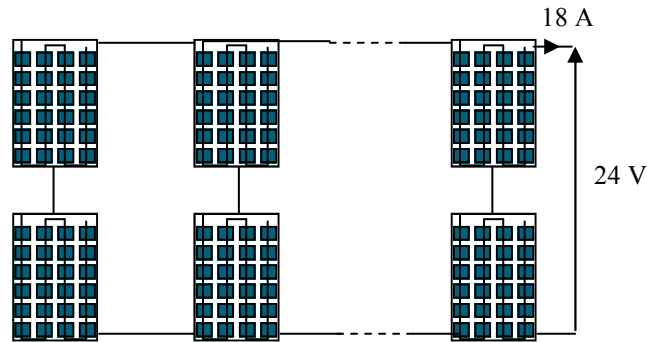
C'est cette dernière que nous prendrons pour notre installation.

Les cellules au silicium amorphe :



Le prix de revient de cette technologie est moindre que celle des cellules cristallines et leur rendement est de 5 à 10%.

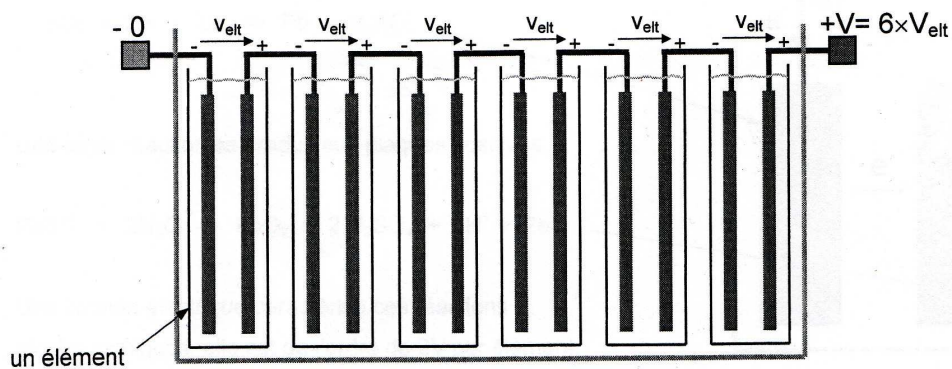
Notre installation est constituée de 24 branches de 2 modules photovoltaïques de type FEE-14-12 :



Un panneau délivre un courant de 0.75A et une tension de 12V, ce qui nous fait au total un courant de 18 A (24 branches x 0.75A) et une tension de 24 V (2 modules x 12V).

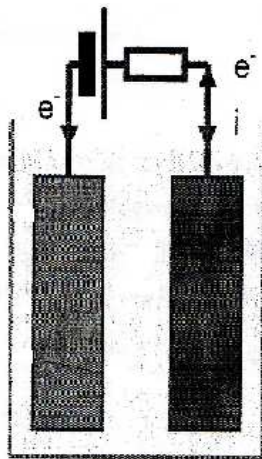
2.2. Batteries

L'énergie photovoltaïque est stockée dans un accumulateur ou batterie d'accumulateurs qui est constitué de plusieurs éléments en série. Chaque élément est un compartiment qui contient la solution électrolytique dans laquelle trempent des électrodes appelées plaques, elles sont de deux types ; des plaques positives et les plaques négatives.

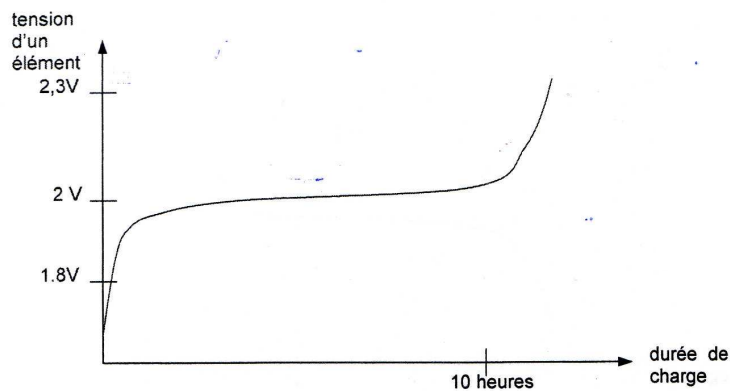


La tension d'un accumulateur est égale à la somme des tensions de tous les éléments. La tension d'un élément V_{elt} est d'environ égale à 2 V.

Voyons le fonctionnement d'un élément au plomb en charge. Pendant la charge, les modules font circuler un courant électrique entrant par la borne positive, ce courant circule dans tout les éléments en série. Il y a transformation d'énergie électrique en énergie chimique stockée dans chaque élément.



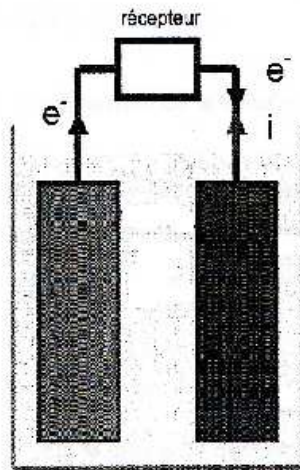
Voici la courbe de charge d'un élément :



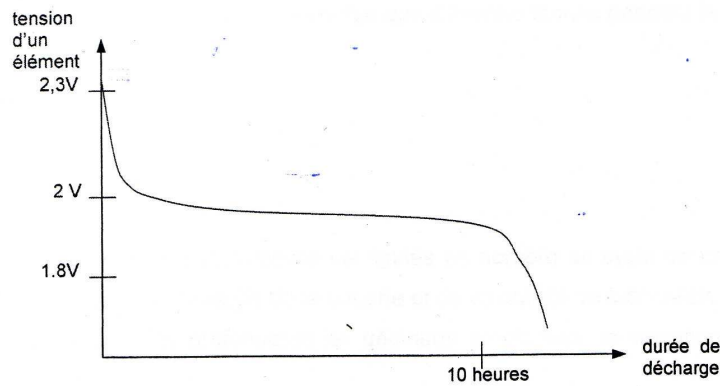
On peut constater que la charge dépasse le seuil de tension de charge qui est de 2 V. Par exemple, une batterie de 12V peut atteindre une tension en charge complète de 14 V environ.

Donc, il faut prendre en compte ce phénomène pour la programmation.

Voyons le fonctionnement d'un élément en décharge. Il y a décharge lorsque celui-ci débite un courant électrique dans un circuit récepteur, l'énergie chimique qui était stockée dans les éléments est transformée en énergie électrique. Le courant circule dans un récepteur sous l'effet de la force électromotrice des éléments en série.



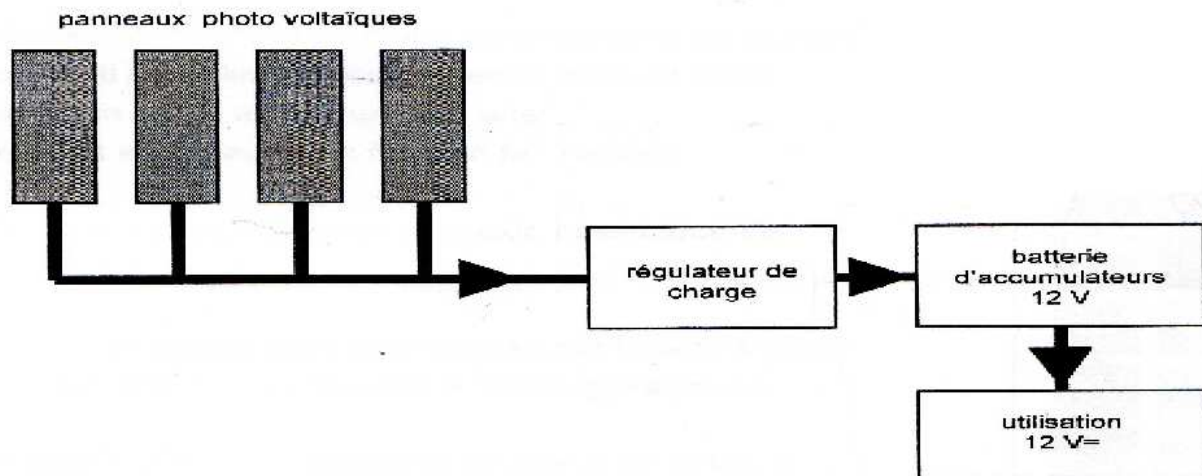
Voici la courbe de décharge d'un élément :



Pour notre installation, nous disposons de 2 batteries de 12V mises en série pour obtenir une tension de 24V.

2.3. Ensemble du système

Voici le schéma général d'une installation :

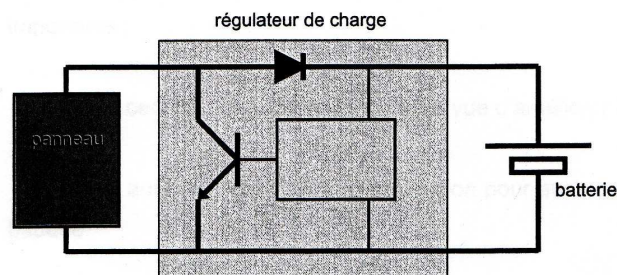


Premièrement, le régulateur de charge est un système automatique dont la fonction principale est d'assurer le contrôle de l'état de charge de la batterie. Quand la batterie est chargée à 100%, il faut arrêter le courant de charge.

Il faut savoir qu'il y a deux types de régulateur :

- régulateur série
- régulateur shunt

Notre objectif est de réaliser un régulateur shunt, le principe est quand la batterie est chargée, l'électronique rend le transistor conducteur, ce qui dérive le courant du panneau, l'énergie est consommée dans le transistor.



Pour cela, il faut :

- une diode
- un transistor
- des éléments de protection
- système de mesure de tension des batteries
- un système d'affichage
- carte de commande

3. Electronique

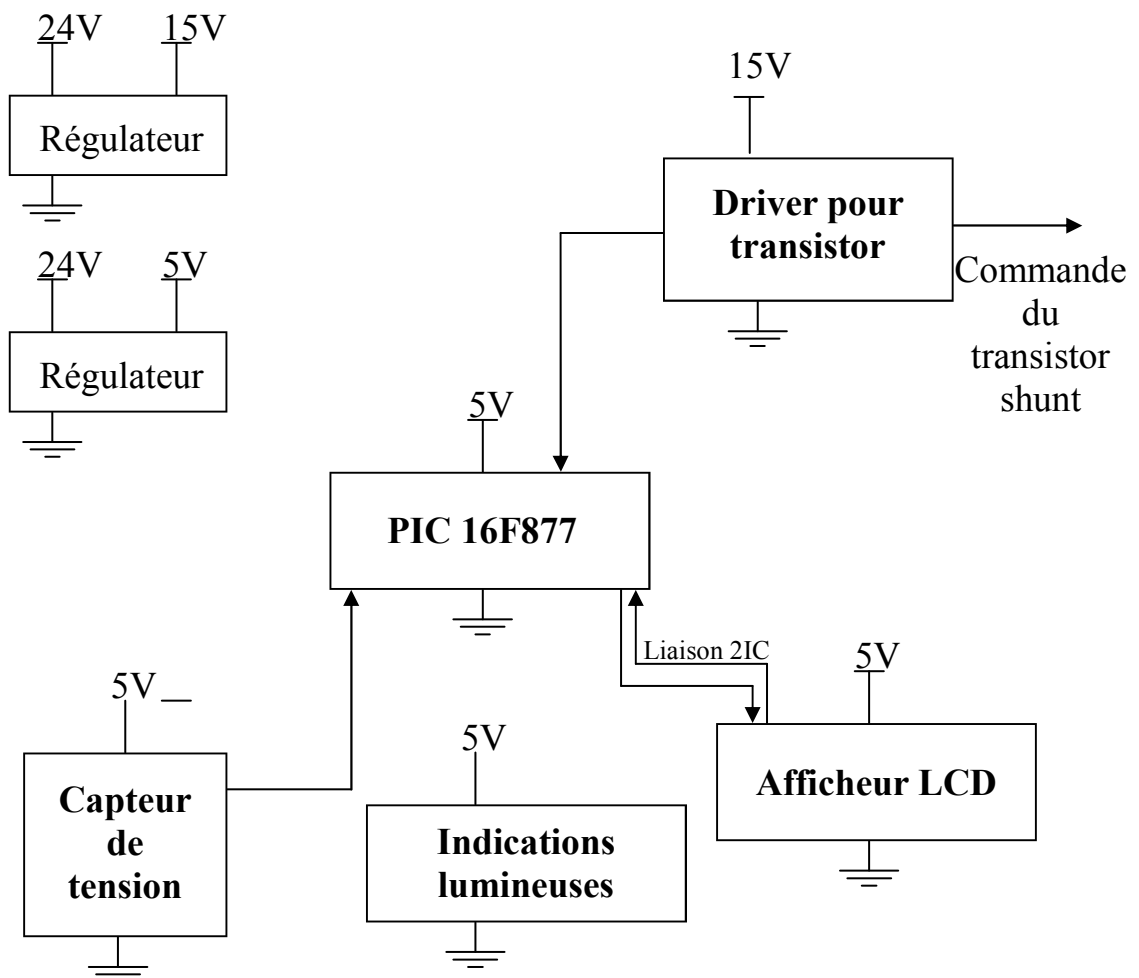
Nous avons vu dans la deuxième partie les composants qu'on avait besoin et les systèmes à réaliser pour concevoir un régulateur de charge.

Commençons d'abord à réaliser la partie électronique de commande.

3.1. Electronique de commande

Notre carte électronique que nous devons concevoir doit principalement réaliser la commande du transistor pour une bonne régulation de charge.

Donc, voyons la structure générale du système :



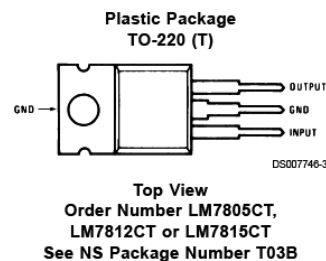
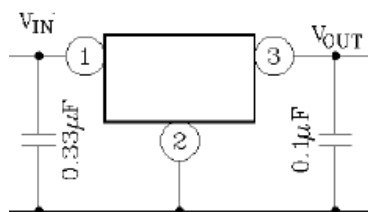
Maintenant étudions de plus près les différents composants qui constituent notre carte électronique.

Les régulateurs

Le premier régulateur est un 7815 qui permet la régulation d'une tension environ égale à 24V en une tension de sortie égale à 15V.

Le second régulateur est un 7805 qui permet la régulation d'une tension environ égale à 24V en une tension de sortie égale à 5V.

Voici le câblage et l'implantation des régulateurs :



Le PIC 16F877

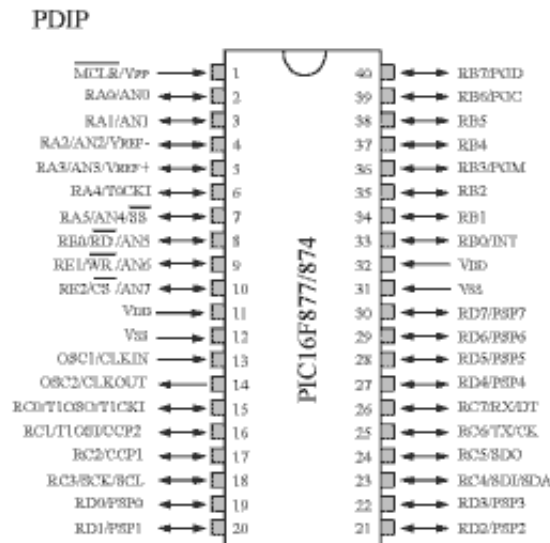
Les microcontrôleurs PIC sont des composants programmables de Microship. Il existe 3 grandes familles de PIC :

- Base-Line (12 bits)
- Mid-Range (14 bits)
- High-End (16 bits)

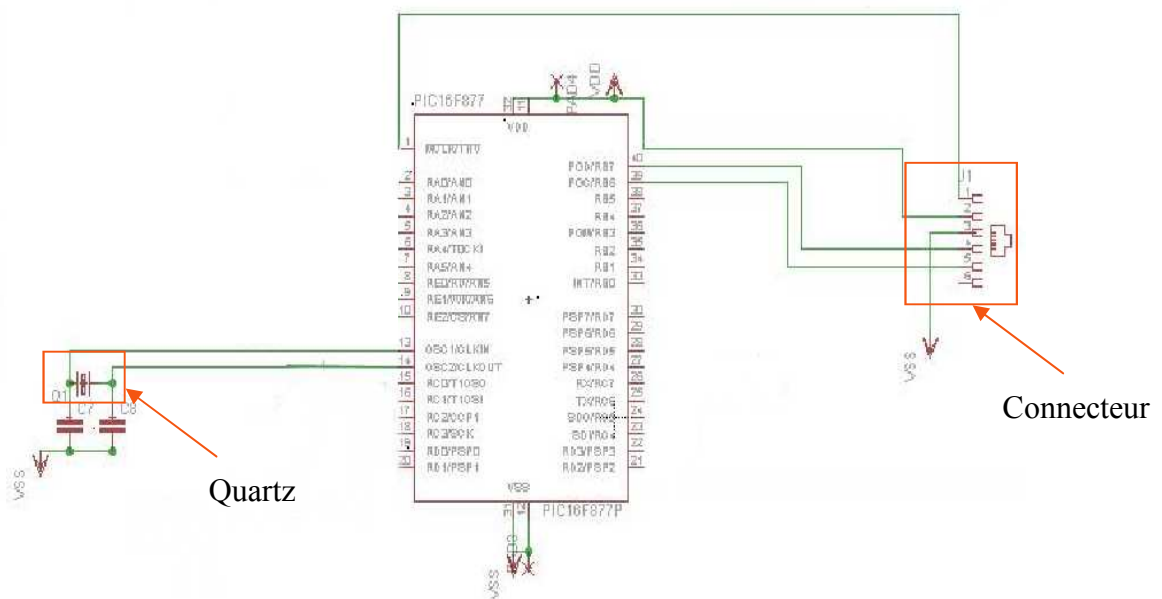
Concernant la classification des microcontrôleurs, il y a 2 niveaux :

- au niveau du processeur :
 - **RISC** : Reduced Instruction Set Computer
 - **CISC** : Complex Instruction Set Computer
- au niveau de l'organisation de la mémoire :
 - Architecture **Von Neumann** : une mémoire unique pour le programme et les données
 - Architecture **Harvard** : le programme et les données sont stockées dans des mémoires physiquement séparées

Celui que nous utilisons est un Mid-Range, RISC, Harvard.



Voici le schéma minimum pour faire fonctionner le PIC :



Nous pouvons apercevoir dans ce schématique qu'il y a un quartz et 2 condensateurs, il sert à gérer l'horloge interne du PIC, nous utilisons un quartz 4MHz.

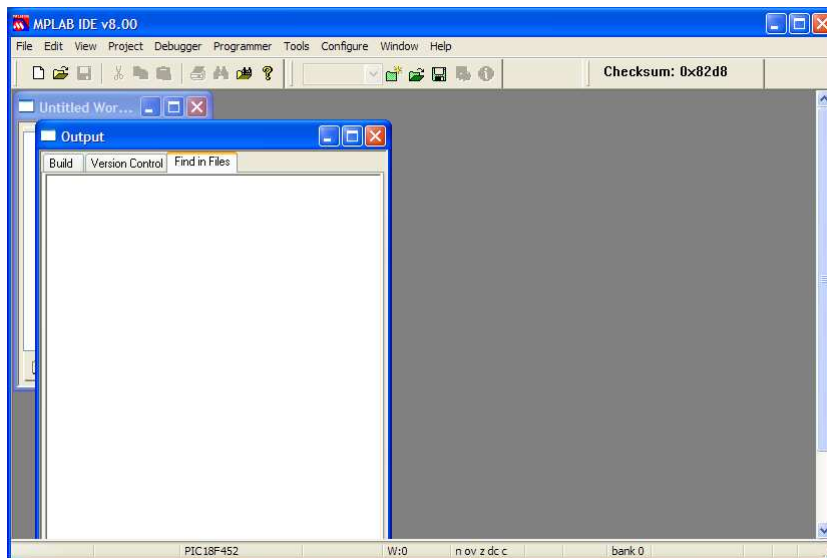
Il y a aussi un connecteur qui sert à communiquer entre l'ordinateur et le PIC pour la programmation via un bit de programmeur ICD2.

Puis, l'alimentation du PIC qui est alimenté en 5V.

La programmation des microcontrôleurs se fait soit en assembleur soit en langage C, nous nous programmons le microcontrôleur en langage C avec un programmeur PIC sous le nom de ICD2 :

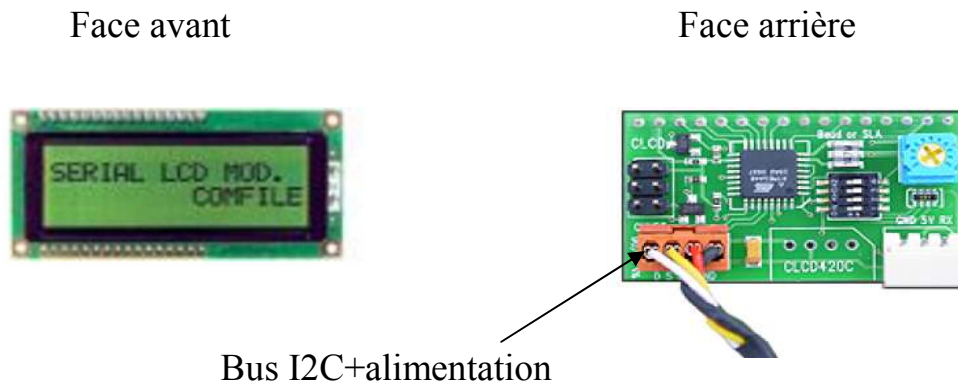


Il programme les PIC via une prise ICSP et permet le débogage d'un programme à l'aide du logiciel MPLAB que voici l'écran d'application :



L'afficheur LCD

Il permet d'afficher des informations diverses. Il s'agit d'un afficheur parallèle 16 caractères 2 lignes avec affichage rétro éclairé vert (LCDD162BL) il est doté d'une liaison I2C ou série. Nous utilisons la liaison I2C.



Nous utilisons l'écran LCD pour afficher différentes informations :

- message d'accueil
- le fonctionnement de notre système
- le niveau des batteries
- l'état de l'installation

Le bus I2C

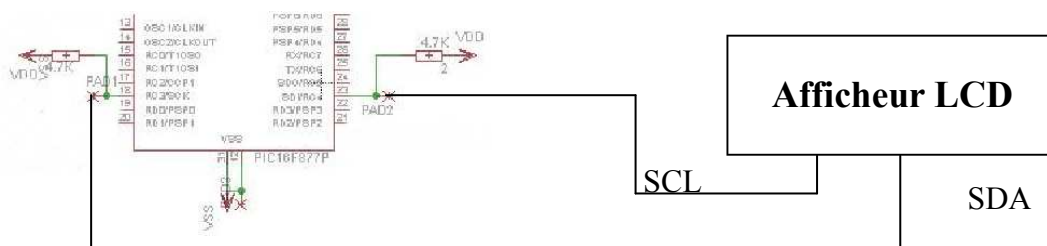
Le bus I2C est une liaison en mode série réalisée à l'aide de 2 lignes :

- SDA : signal de données entre maître et esclave
- SCL : signal d'horloge généré par le maître

Nous utilisons cette liaison pour l'afficheur LCD, ceci permet d'utiliser seulement 2 fils de connexion au lieu de 11 fils pour un LCD qui n'utilise pas la liaison I2C.

Le principe de ce bus I2C est très simple ; le PIC envoie sur le bus l'adresse du LCD (0X00) quand il veut communiquer avec lui, le LCD se reconnaît et répond à son tour par un signal de confirmation par un ACK (acknowledge=acquiescement) et affiche sur l'écran ce que le PIC lui envoie.

Voici le schéma de liaison entre le PIC et le LCD :

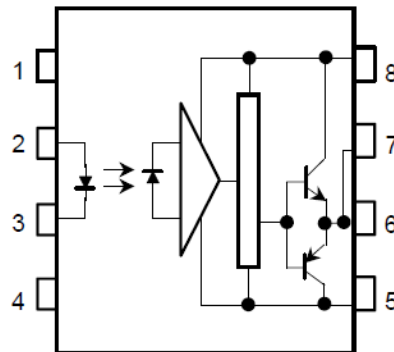


Le TLP250

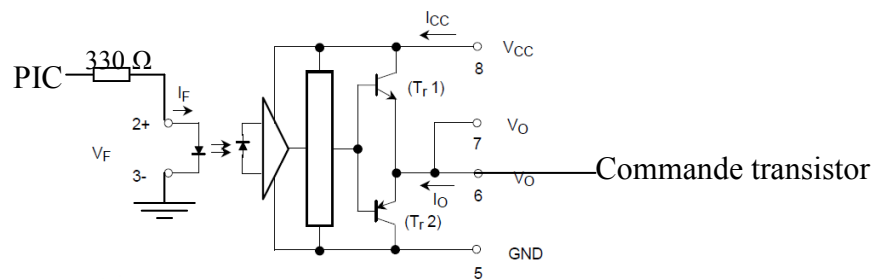
Le TLP250 est un optocoupleur qui permet le transfert d'informations entre deux parties électroniques isolées l'une de l'autre d'un point de vue électrique. La première partie est un émetteur, et la seconde partie est un récepteur. L'émetteur produit donc de la lumière, et le récepteur, qui est sensible à la lumière émise par l'émetteur, réagit plus ou moins en fonction de la quantité de lumière reçue.

Ce composant isole électriquement deux parties électroniques ou électriques entre elles, il s'agit d'une isolation galvanique. En effet les tensions mises en jeux ne sont pas compatibles de part et d'autre, il y a une partie commande qui est alimenté en 5V et un circuit puissance alimenté en 24V.

On utilise ce composant pour la commande du transistor en partie puissance. Voici l'implantation du composant :



Et voici le schéma :

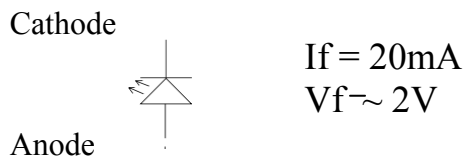


Les leds

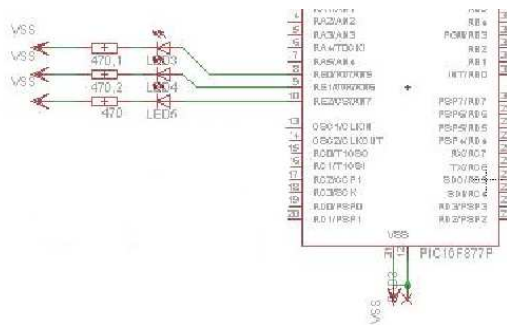
Sur notre carte électronique, il y a 3 diodes électroluminescentes rouge, orange, vert :

- La led vert indique que le fonctionnement du système est en marche
- La led orange indique que le transistor est commandé
- La led rouge indique que le fonctionnement du système est en stop

Voici les caractéristiques de la diode :



Voici le schématique des 3 leds :



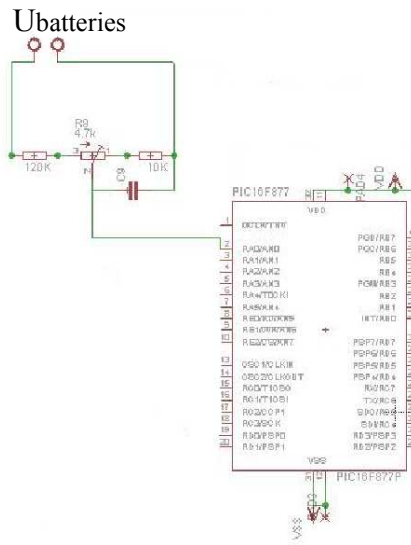
Le capteur de tension

Ce capteur est tout simplement un diviseur de tension constitué de 3 résistances. Il divise la tension aux bornes des batteries par 10. C'est-à-dire, lorsque nous avons 50V en entrée du capteur nous avons en sortie du capteur 5V. Les mesures vont décroître jusqu'à 0V.

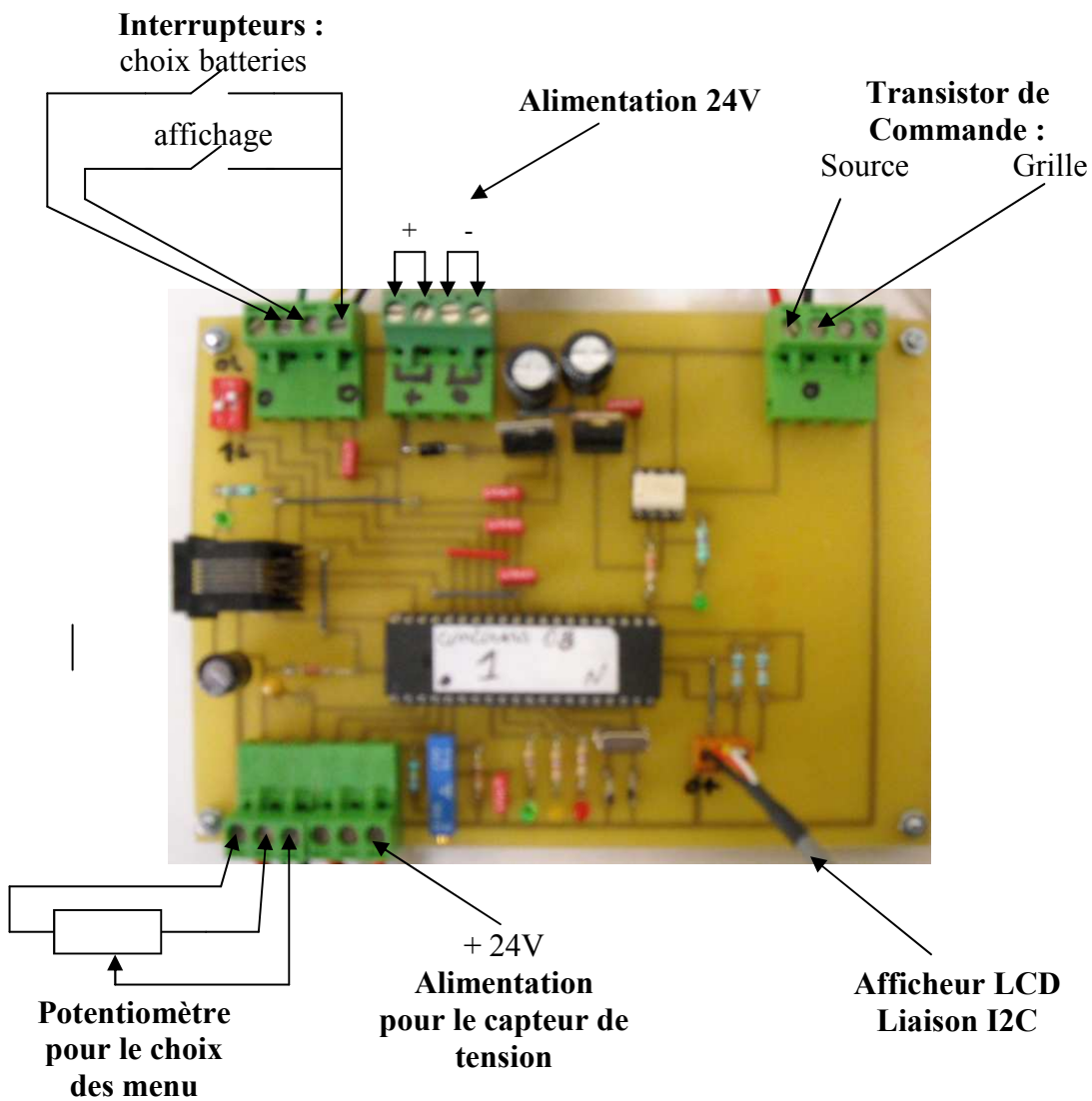
Nous avons des batteries de 24V, mais nous avons commencé à 50V par mesure de sécurité.

Pour déterminer les valeurs des résistances, nous avons effectué des calculs en fixant 2 résistances $R_1=120\text{k}\Omega$ et $R_2=10\text{k}\Omega$ et nous trouvons $R_3=3,3\text{k}\Omega$ qui est un potentiomètre donc nous prenons une valeur normalisée $R_3=4,7\text{k}\Omega$.

Voici le schématique du diviseur de tension :

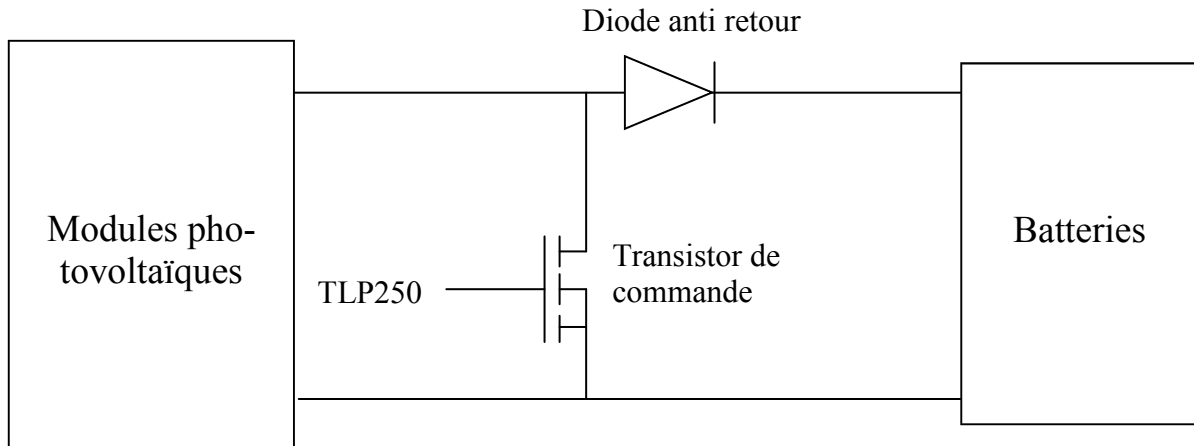


Après, ayant tout les composants réunis, on réalise la carte électronique que voici :



3.2. Electronique de puissance

Notre système est aussi constitué d'une partie puissance dont la structure générale est la suivante :



On peut remarquer que cette partie est simple, il y a une diode anti retour et un transistor de commande. Ces 2 composants sont fixés sur un refroidisseur. Ceci constitue la partie puissance, il y a bien sûr tous les éléments de protection, mais aussi 4 borniers pour l'arrivée des modules et pour la sortie des batteries.

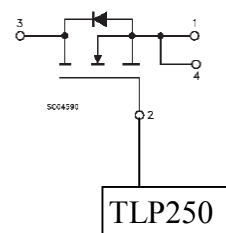
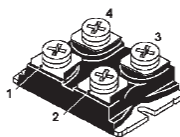
Étudions les composants qui forment cette partie :

Le transistor

Le transistor est un MOSFET de puissance (E53NA50). Il est passant à la demande du PIC lorsque les batteries sont chargées, c'est-à-dire qu'il met en court-circuit les modules photovoltaïques. Il est ouvert lorsque les batteries ont besoin d'être chargées et dans ce cas les modules se retrouvent en parallèles aux batteries.

Voici l'implantation du transistor et le schématisé :

- 1, 4 : source
- 2 : grille
- 3 : drain



Voici les caractéristiques du transistor lorsqu'il est passant (OFF) et bloqué (ON) :

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{case} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ unless otherwise specified)

OFF

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_{(BR)DSS}$	Drain-source Breakdown Voltage	$I_D = 1\text{ mA}$ $V_{GS} = 0$	500			V
I_{DSS}	Zero Gate Voltage Drain Current ($V_{GS} = 0$)	$V_{DS} = \text{Max Rating}$ $V_{DS} = \text{Max Rating}$ $T_c = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$			100 1000	μA μA
I_{GSS}	Gate-body Leakage Current ($V_{DS} = 0$)	$V_{GS} = \pm 30\text{ V}$			± 400	nA

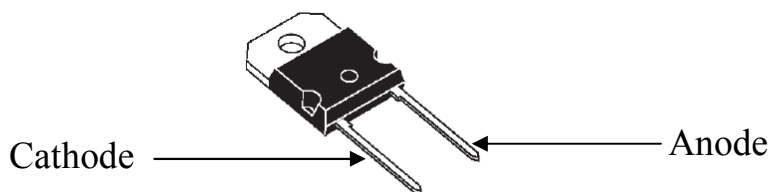
ON (*)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	$V_{DS} = V_{GS}$ $I_D = 1\text{ mA}$	2.25	3	3.75	V
$R_{DS(on)}$	Static Drain-source On Resistance	$V_{GS} = 10\text{ V}$ $I_D = 27\text{ A}$		0.075	0.085	Ω
$I_{D(on)}$	On State Drain Current	$V_{DS} > I_{D(on)} \times R_{DS(on)max}$ $V_{GS} = 10\text{ V}$	53			A

La diode

Il s'agit d'une diode anti retour, c'est-à-dire qu'elle bloque le courant des batteries aux modules photovoltaïques.

Voici l'implantation de la diode :



Ces caractéristiques sont :

- $I_f = 30\text{ A}$
- $V_f = 1,9\text{ A}$

Les éléments de protection

Nous avons mis en place 3 éléments de protection que voici :

- 2 disjoncteurs de 20A



- 1 fusible de 1,6A



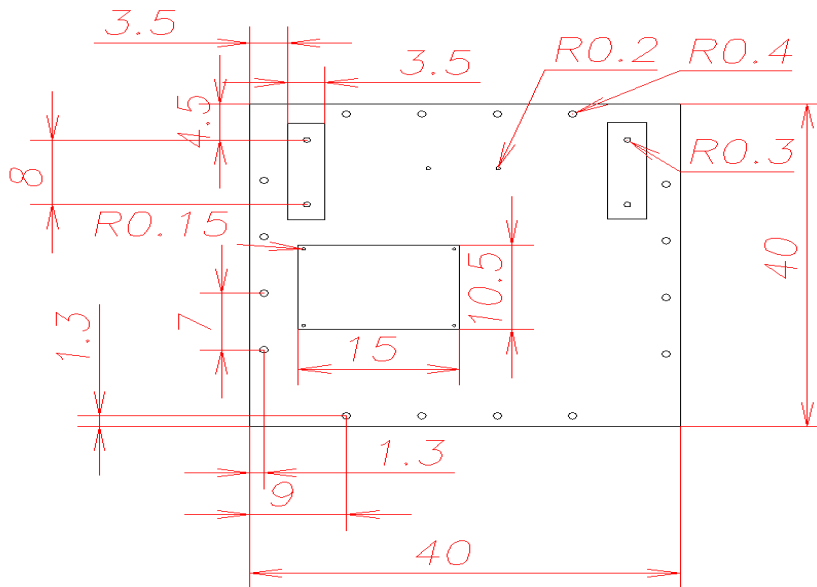
4. Mécanique

Il fallait mettre l'ensemble de notre système sur une structure transportable, nous l'avons donc conçu en plaque PV blanc (matériau anti-feu spécialement créé pour le domaine électrique).

Avant la découpe et la fixation, nous avons réalisé les plans grâce au logiciel AutoCad.

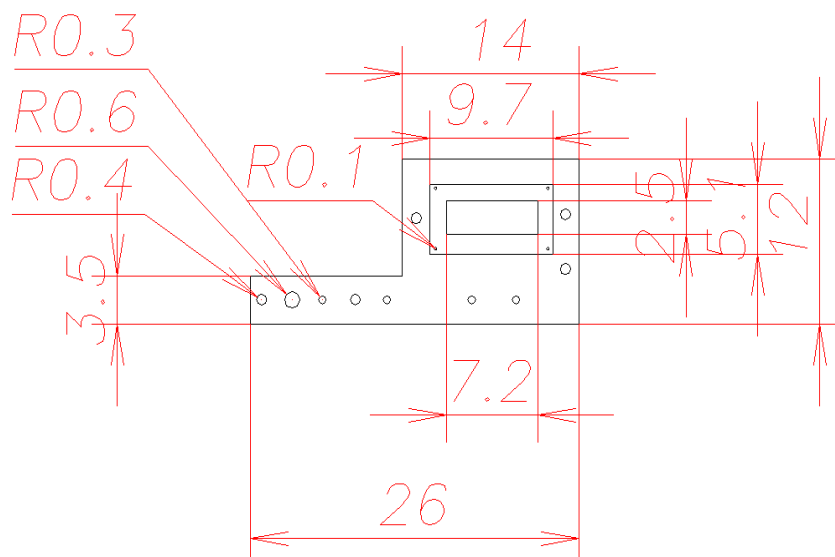
4.1. Le support

Le socle soutient la partie puissance, la partie commande et le pupitre :

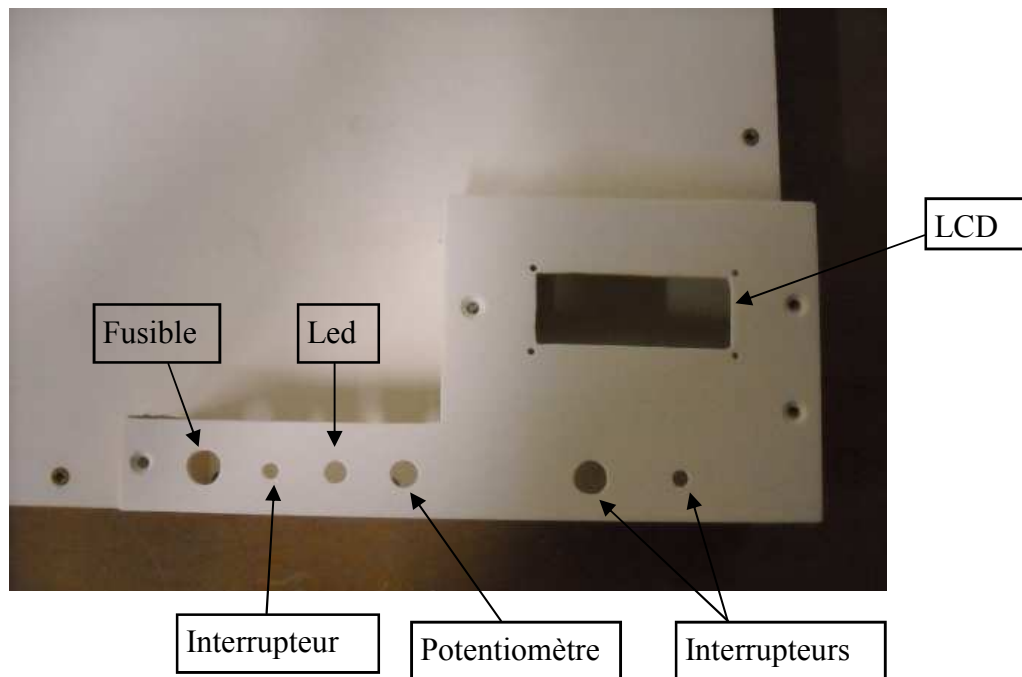


4.2. Le pupitre

Sur le pupitre s'y trouve le LCD et les différents actionneurs :



Voici après réalisation, le socle et le pupitre :



5. Programmation

La programmation se décompose en 1 programme principal et de 11 sous programmes.

5.1. Définition des pattes

Nous avons choisi pour plus de simplicité de nommer les pattes plus explicitement grâce à l'outil de programmation `#define` :

- `#define nom voulu PIN_...`

Voici le tableau des entrées/sorties :

Code	Patte correspondante	Description
<code>#define sw1 PIN_B3</code>	RB3	switch gauche
<code>#define sw2 PIN_B2</code>	RB2	switch droit
<code>#define choi PIN_B1</code>	RB1	interrupteur choix de la batterie
<code>#define retro PIN_B0</code>	RB0	interrupteur rétro-éclairage
<code>#define poten PIN_A0</code>	RA0	potentiomètre
<code>#define ENU1 PIN_A1</code>	RA1	entrée non-utilisé
<code>#define ENU2 PIN_A2</code>	RA2	entrée non-utilisé
<code>#define ledv PIN_E0</code>	RE0	led verte
<code>#define ledo PIN_E1</code>	RE1	led orange
<code>#define ledr PIN_E2</code>	RE2	led rouge
<code>#define trans PIN_D2</code>	RD2	commande transistor
<code>#define mesur PIN_A3</code>	RA3	relevé du niveau de tension des batteries

5.2. Structure du programme principale

Nous avons choisi un programme structuré composé d'un programme principale faisant appel à des fonctions.

Avant de commencer le programme, nous avons choisi de lancer une fonction d'initialisation de l'afficheur LCD ensuite de détecter le choix de batteries de l'utilisateur et de lancer la fonction d'affichage du LCD.

Le programme commence par détecter le mode fonctionnement avant de lancer les fonctions associées à cette demande.

Il y a 4 choix possibles grâce au switch :

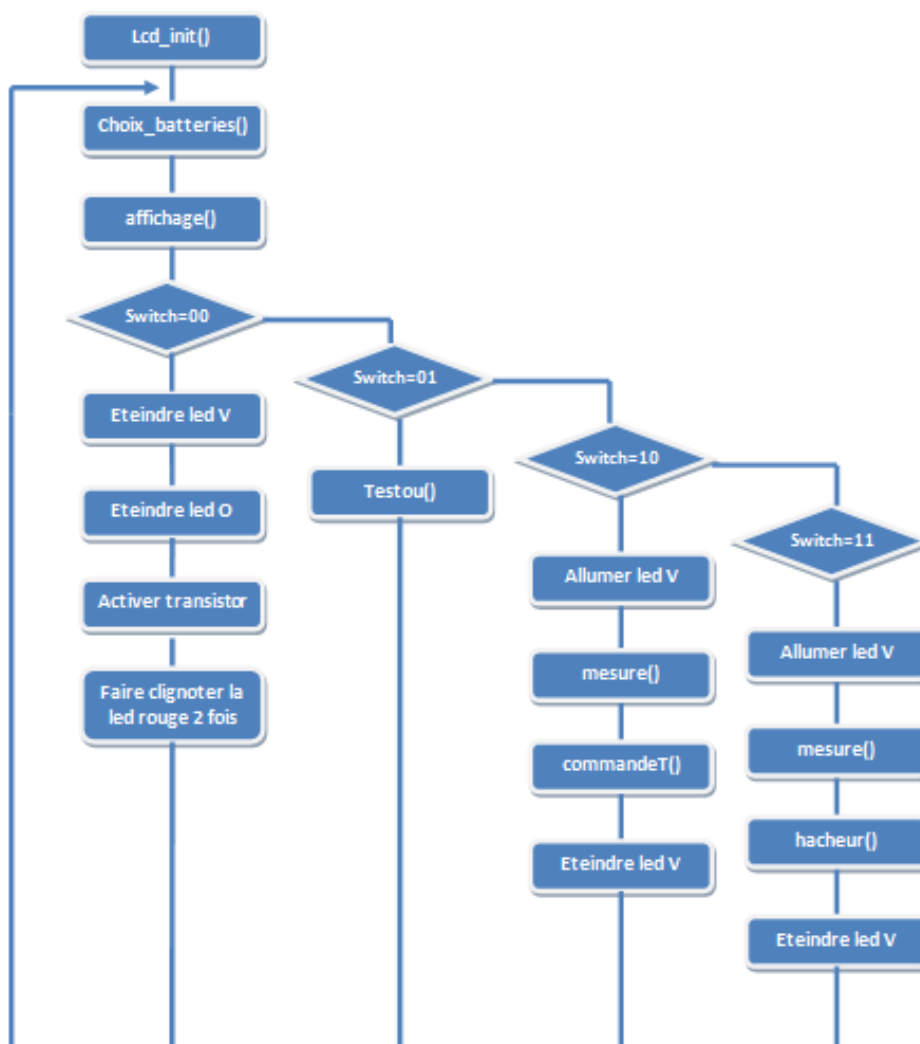
00 : système en fonctionnement **stop**

01 : système en fonctionnement **test**

10 : système en fonctionnement **marche**

11 : système en fonctionnement **marche** (hacheur fin de charge)

Pour mieux comprendre le déroulement du programme principale, nous l'avons présenté sous forme de diagramme :



5.3. Les fonctions

Voici les fonctions dont le programme principale fait appel :

- **VOID testou(void);**

Ce programme est une routine pour tester les sorties des leds et de la commande du transistor.

- **INT16 mesure_niveau_batterie();**

Programme permettant de mesurer le niveau de tension des batteries et de retourner la valeur au programme voulu.

Sortie : niveau des batteries en entier sur 10bits

- **INT16 gestion_menu();**

Programme permettant de retourner à l'affichage le menu demandé par l'utilisateur par le potentiomètre.

Sortie : indice C (numéro du menu correspondant à la demande)

- **VOID commandeT (int16 mesure);**

Ce programme permet de commander le transistor selon le niveau des batteries.

Argument : la mesure des batteries (résultat de la fonction mesure_niveau_batterie)

- **VOID commande_hacheur (int16 mesure);**

Ce programme agit comme le programme commandeT mais en gérant en plus un hacheur à 50% quand la charge des batteries atteint environ 90%.

Argument : la mesure des batteries (résultat de la fonction mesure_niveau_batterie)

- **VOID affichage_LCD(void);**

Programme permettant de gérer l'affichage des différentes informations sur l'afficheur LCD.

- **VOID gestion_LCD(void);**

Programme permettant de gérer si l'afficheur doit oui ou non être en fonctionnement, si oui il doit rafraîchir son affichage.

- **VOID lcd_init(void);**

Ce programme permet d'initialiser l'afficheur.

- **VOID choix_batterie (void);**

Ce programme gère le choix de batteries fait par l'utilisateur grâce à l'interrupteur et met à jour les variables consigne et hacheur pour les programmes commandeT et commande_hacheur.

- **INT16 gestion_dizaine();**

Programme permettant de séparer le chiffre des dizaines de la tension des batteries et de retourner son code ASCII correspondant.

Sortie : code ASCII du chiffre des dizaines.

- **INT16 gestion_unite();**

Programme permettant de séparer le chiffre des unités de la tension des batteries et de retourner son code ASCII correspondant.

Sortie : code ASCII du chiffre des unités.

6. Résultats

6.1. Problèmes

Lors de la réalisation de notre projet, nous avons rencontré plusieurs problèmes.

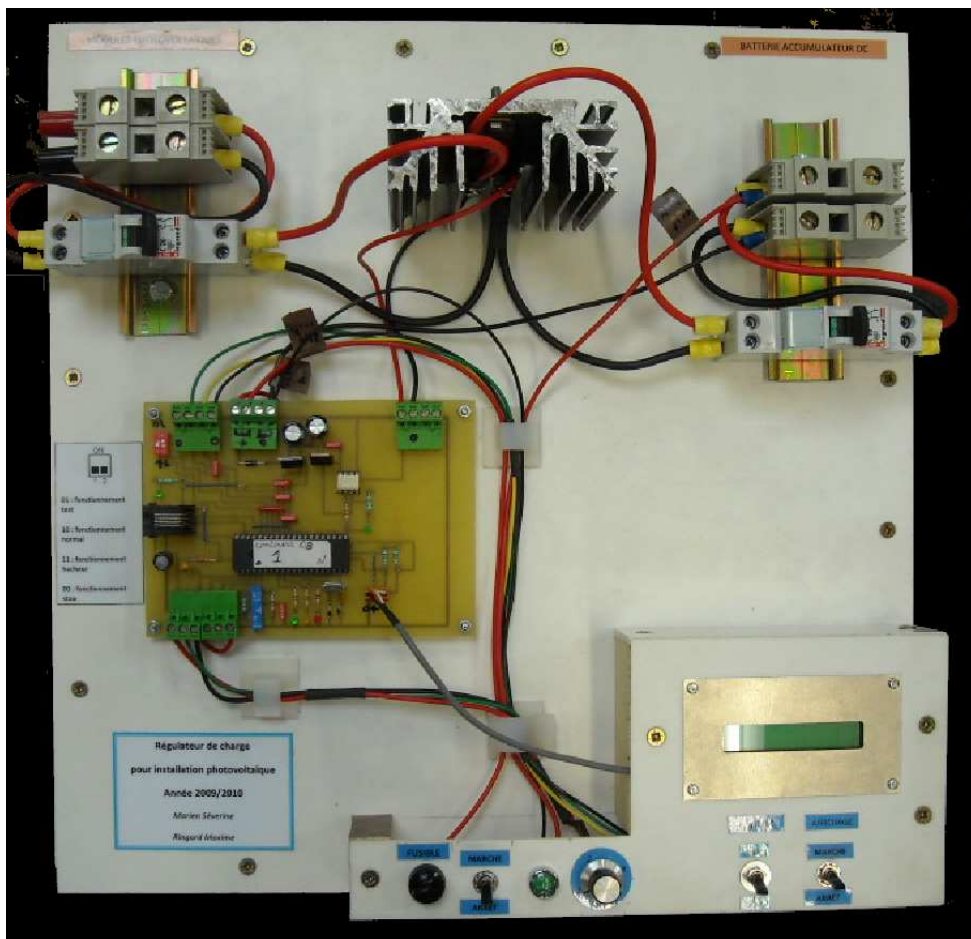
Tout d'abord, nous avons rencontré des difficultés pour la programmation du LCD, c'est-à-dire la liaison I2C. Nous avons dû nous documenter pour comprendre ce mode de communication et ainsi de finir la programmation.

Puis, nous avons fait un programme pour le choix des menus à afficher sur le LCD via un bouton poussoir mais nous avons remarqué qu'il fallait scruter en permanence l'entrée du bouton poussoir ne sachant pas le faire nous avons opté pour une autre solution ; utiliser le potentiomètre. De ce fait, nous avons remplacé le bouton poussoir par un commutateur pour le choix des batteries à charger.

6.2. Aboutissement

Malgré ces problèmes rencontrés, nous avons abouti notre projet en respectant le cahier des charges.

Voici la photo de notre réalisation complète :



6.3. Calcul du coût

Nous avons dressé un tableau dont se trouve tous les composants que nous avons besoin pour réaliser le régulateur avec leur prix.

	composants	prix unitaire (€)	quantité	prix total (€)
Electronique de commande	switch 2 positions	0,6	1	0,6
	résistance 10KΩ	0,03	3	0,09
	résistance 470Ω	0,03	5	0,15
	résistance 120KΩ	0,03	1	0,03
	résistance 330Ω	0,03	1	0,03
	résistance 2,2KΩ	0,03	1	0,03
	résistance variable model T18 4,7KΩ	1,2	1	1,2
	réseau de résistance I51S104	0,4	1	0,4
	led 3mm verte	0,15	3	0,45
	led 3mm orange	0,15	1	0,15
	led 3mm rouge	0,12	1	0,12
	condensateur u1K63	0,13	6	0,78
	diode 1N4007	0,3	1	0,3
	condensateur 685 + 25K	0,13	1	0,13
	condensateur céramique 15p	0,08	2	0,16
	condensateur chimique 35V, 220uF	0,2	2	0,4
	condensateur chimique 25V, 220uF	0,2	1	0,2
	support tulipe 8 broches	0,18	1	0,18
	support tulipe 40 broches	0,9	1	0,9
	TLP250	2,9	1	2,9
	pic 16F877	15	1	15
	L7805CV	0,6	1	0,6
	L7815CV	0,6	1	0,6
	oscillateur quartz 4MHz 2 pattes	15	1	15
	bornier 4 broches male	0,75	3	2,25
	bornier 4 broches femelle	2,5	3	7,5
	bornier 3 broches male	0,6	2	1,2
	bornier 3 broches femelle	2	2	4
	bornier RJ45 6 broches	1	1	1
	afficheur LCD	34,99	1	34,99
	masque afficheur LCD	2,4	1	2,4
	connecteur I ² C	0,47	1	0,47
	interrupteur 3 broches	0,9	3	2,7
potentiomètre 10KΩ	7	1	7	
led verte 24/28	0,75	1	0,75	
support led	0,75	1	0,75	
porte fusible	1	1	1	
fusible 5*20mm 1,6A 250V	1,5	1	1,5	
Electronique de puissance	disjoncteur legrand 10KA 230V-C20	14,2	2	28,4
	bornier 750V 25mm ²	0	4	0
	diode BYT30P-1000	6	1	6
	transistor E53NA50	120	1	120
	dissipateur 110*90*35	7,5	1	7,5
Mécanique	rail dinΩ	6,3	2	12,6
	vis 20mm diamètre 4mm	0,09	26	2,34
	clip de câbles	0,35	3	1,05
	cosses	0,2	12	2,4
	plaque époxy	19	1	19
	total			304,86

Un régulateur industriel coûte en moyenne 380 euros.

Conclusion

Je conclurai ce projet en tirant les deux principales choses qu'il m'a apporté. Tout d'abord sur le point technique il m'a permis de mieux comprendre les énergies photovoltaïques et surtout de quoi ces installations sont composées.

Il m'a permis également sur le point personnel de développer mon autonomie, en effet, ce projet m'a forcé à chercher et trouver des informations qu'elles soient dans le domaine de l'électronique ou de la programmation, dans lesquelles je peinais beaucoup au début du projet.

Je suis ravi que l'ont a réussis à réaliser et surtout à finir ce projet conformément à notre cahier des charges et même en y rajoutant quelques petites options.

Maxime Ringard

Je retiens deux éléments essentiels grâce à ce projet. Mon objectif personnel était de renforcé mon savoir faire et mon savoir être.

En effet, premièrement j'ai beaucoup appris sur le domaine de l'énergie renouvelable, maintenant je sais de quoi est constitué une installation.

De plus, ce projet est constitué de deux grandes parties ; l'électronique et la programmation, grâce à celles-ci je suis plus performante maintenant, car malgré l'enseignement reçu je ne comprenais pas grand-chose.

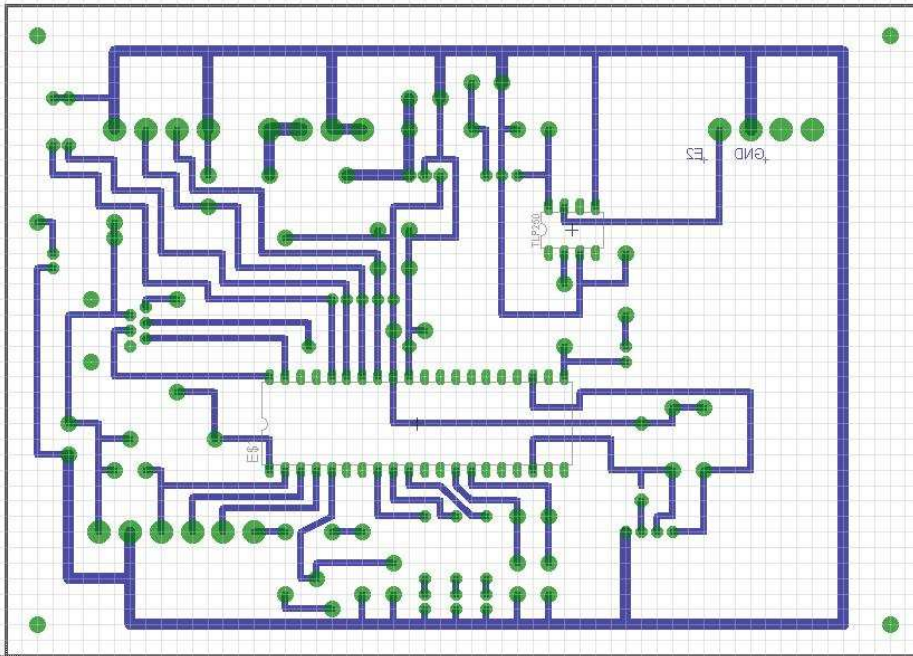
Puis, de ce projet, j'en retire une grande autonomie, car il a fallu apprendre certaines choses, faire des recherches, des choix nous même.

J'ai atteint mes deux objectifs, mes savoirs et la réalisation terminée du projet.

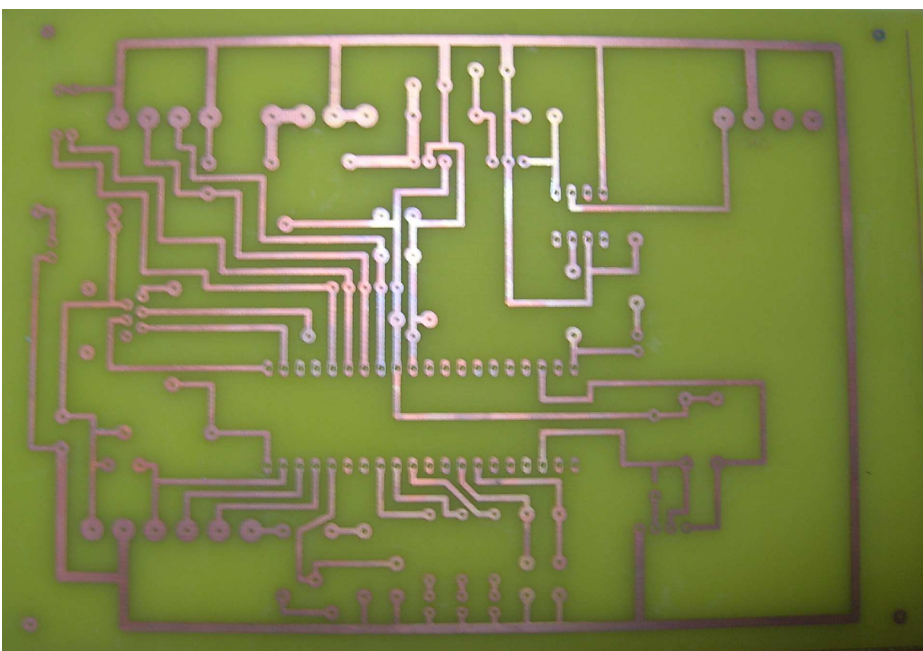
Séverine Marien

Annexe A : Typon et carte

Typon de la carte électronique :



Carte électronique sans l'implantation des composants :



Annexe B : Programme principal du PIC

```
#include "R:\regulprojet\regulateur.h"
#include <stdio.h>
#ZERO_RAM

//-----declaration des variables utiles-----

#define sw1 PIN_B3 //switch 1
#define sw2 PIN_B2 //switch 2
#define choi PIN_B1 //choix de la batterie (12V ou 24V)
#define retro PIN_B0 //interrupteur rétro-éclairage LCD
#define poten PIN_A0 //choix affichage LCD potentiomètre (CAN channel 0)
#define ENU1 PIN_A1 //entrée non utilisé 1
#define ENU2 PIN_A2 //entrée non utilisé 2
#define ledv PIN_E0 //led verte //fonctionnement normal
#define ledo PIN_E1 //led orange //batteries chargées
#define ledr PIN_E2 //led rouge //fonctionnement en stop de sécurité
#define trans PIN_D2 //commande transistor
#define mesur PIN_A3 //mesure tention des batteries (CAN channel 3)

//-----declaration des variables-----

int i , a=0 , c=0 , u=0 , b=0 , d=0 , f=2 , g=2 , h=2;
int16 dizaine=0 , unite=0 , mesure=0 , relever=0 , menu=0 , consigne=0 , un=0 , hacheur=0 ,
e=0;

//-----declaration des fonctions-----

VOID testou(void); // test
INT16 mesure_niveau_batterie(); // mesure la tention des batteries et la retourne
INT16 gestion_menu(); // releve la donnée du potentiomètre et retourne le numero du
menu
VOID commandeT (int16 mesure); // commande le transistor selon la tension des batteries
VOID commande_hacheur (int16 mesure); // fonction commandeT et gestion du hacheur de fin
de charge
VOID affichage_LCD(void); // gestion de l'affichage sur le LCD
VOID gestion_LCD(void); // gestion du rafraichissement de l'afficheur
VOID lcd_init(void); // initialisation de l'afficheur
VOID choi_batterie (void); // gestion de la consigne de la charge
INT16 gestion_dizaine(); // retire le chiffre des dizaines et retourne son code ASCII
INT16 gestion_unite(); // retire le chiffre des unités et retourne son code ASCII

//-----programme principal-----

void main()
{

setup_adc_ports(AN0_AN1_AN2_AN3_AN4);
setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL);
setup_psp(PSP_DISABLED);
setup_timer_0(RTCC_INTERNAL|RTCC_DIV_32);
```

```

setup_timer_1(T1_DISABLED);
setup_timer_2(T2_DISABLED,0,1);
lcd_init();

while(1)
{
    choix_batterie ();
    gestion_LCD();
    delay_ms(100);

    if ((input (sw1)==0) & (input (sw2)==1)) //lancement programme de test
    {
        testou();
    }

    if ((input (sw1)==1) & (input (sw2)==0)) //lancement fonctionnement 1
    {
        output_high (ledv);
        mesure = mesure_niveau_batterie();
        commandeT (mesure);
        output_low (ledv);

    }

    if ((input (sw1)==1) & (input (sw2)==1)) //lancement fonctionnement 2 (hacheur de fin de
charge)
    {
        output_high (ledv);
        mesure = mesure_niveau_batterie();
        commande_hacheur (mesure);
        output_low (ledv);
    }

    if ((input (sw1)==0) & (input (sw2)==0)) //fonctionnement stop de sécurité
    {
        i=0;
        output_low (ledv);
        output_low (ledo);
        output_high (trans); //on rend le transistor conducteur (C-C des panneaux)
        for (i=0;i<2;i++)
        {
            output_high (ledr);
            delay_ms(500);
            output_low (ledr);
            delay_ms(500);

        }
    }
}
}

```

Annexe C : Tables ASCII

Table ASCII standard (codes de caractères de 0 à 127)

000 (nul)	016 (dle)	032 sp	048 0	064 @	080 P	096 `	112 p
001 (soh)	017 (dc1)	033 !	049 1	065 Å	081 Q	097 a	113 q
002 (stx)	018 (dc2)	034 "	050 2	066 B	082 R	098 b	114 r
003 (etx)	019 (dc3)	035 #	051 3	067 C	083 S	099 c	115 s
004 (eot)	020 (dc4)	036 \$	052 4	068 D	084 T	100 d	116 t
005 (eng)	021 (nak)	037 %	053 5	069 E	085 U	101 e	117 u
006 (ack)	022 (syn)	038 &	054 6	070 F	086 V	102 f	118 v
007 (bel)	023 (etb)	039 '	055 7	071 G	087 W	103 g	119 w
008 (bs)	024 (can)	040 (056 8	072 H	088 X	104 h	120 x
009 (tab)	025 (em)	041)	057 9	073 I	089 Y	105 i	121 y
010 (lf)	026 (eof)	042 *	058 :	074 J	090 Z	106 j	122 z
011 (vt)	027 (esc)	043 +	059 ;	075 K	091 [107 k	123 {
012 (np)	028 (fs)	044 ,	060 <	076 L	092 \	108 l	124
013 (cr)	029 (gs)	045 -	061 =	077 M	093]	109 m	125 }
014 (so)	030 (rs)	046 .	062 >	078 N	094 ^	110 n	126 ~
015 (si)	031 (us)	047 /	063 ?	079 O	095 _	111 o	127

Table ASCII étendue (codes de caractères de 128 à 255)

128 Ç	144 È	160 á	176 _	192 +	208 ð	224 Ó	240 €SHY;
129 ù	145 æ	161 ì	177 -	193 -	209 ð	225 ß	241 ±
130 é	146 Æ	162 ó	178 -	194 -	210 Ê	226 Ô	242 -
131 â	147 ô	163 ú	179 -	195 +	211 Ë	227 Ó	243 ¼
132 ä	148 ö	164 ñ	180 !	196 -	212 Ì	228 Ñ	244 ½
133 à	149 ò	165 Ñ	181 Á	197 +	213 Í	229 Ò	245 \$
134 Å	150 û	166 º	182 Â	198 ä	214 Î	230 µ	246 ÷
135 ç	151 ù	167 °	183 Ã	199 Æ	215 Ï	231 þ	247 .
136 è	152 ý	168 ¿	184 ©	200 +	216 ð	232 þ	248 °
137 é	153 Ò	169 ®	185 !	201 +	217 +	233 Û	249 "
138 è	154 Û	170 ¬	186 !	202 -	218 +	234 Ü	250 .
139 ì	155 ø	171 ½	187 +	203 -	219 -	235 Û	251 '.
140 í	156 £	172 ¼	188 +	204 !	220 -	236 ý	252 '.
141 ì	157 Ø	173 ;	189 ¢	205 -	221 !	237 Ý	253 '.
142 Å	158 ×	174 «	190 ¥	206 +	222 Ì	238 -	254 -
143 Å	159 f	175 »	191 +	207 ¤	223 -	239 '.	255 -

Annexe D : Liens des Datasheets utilisés

Modules photovoltaïques FEE-14-12 :

http://www.freeenergyeurope.com/pdf/FEE-14-12_FR.pdf

Régulateurs de tension:

http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/228/390068_DS.pdf

Pic 16F877:

http://www.datasheetcatalog.org/datasheets2/36/3629224_1.pdf

Afficheur LCD:

http://www.lextronic.fr/~lextronic_doc/CLCD.pdf

TLP 250:

http://www.datasheetcatalog.org/datasheets2/36/3629224_1.pdf

Transistor E53NA50:

<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/24143/STMICROELECTRONICS/STE53NA50.html>