

Rapport d'étude et réalisation en électronique de puissance



Chargeur de batterie 24V- 50A

Rapport d'étude et réalisation en électronique de puissance



Chargeur de batterie 24V- 50A

sommaire

Introduction.....	5
1.Cahier des charges.....	6
2.Planning.....	7
3.Étude sur les batteries au plomb.....	8
3.1.Historique.....	8
3.2.Grandeurs caractéristique.....	8
3.3.Principe de fonctionnement.....	9
4.Etude sur le Kart.....	11
4.1.Notre batterie.....	12
4.2.Le chargeur.....	12
5.Réalisation de la carte.....	14
5.1.Le régulateur de tension.....	14
5.2.Le driver de mosfet.....	15
5.3.Schéma du montage.....	15
5.4.Différentes valeurs des composants du BQ2031.....	16
5.5.Schéma sous Orcad.....	17
5.6.Tests.....	19
6.Étude du coût.....	21
Conclusion.....	22
Index des illustrations.....	23
Bibliographie.....	24
Annexes.....	25

Introduction

Dans le cadre de l'étude et réalisation en électronique de puissance, nous avons réalisé un chargeur de batterie 24V-50A pour pouvoir recharger les batteries au plomb des différents karts électrique de l'IUT.

Notre dossier se compose en 5 parties différentes, tout d'abord le cahier des charges ainsi que le planning, ensuite nous avons réalisé une étude sur les batteries au plomb. Dans un troisième temps, nous avons fait une étude sur les batteries qui sont utilisées sur les karts de l'IUT. Pour finir, nous expliqueront les différentes parties qui composent notre carte électronique ainsi que les différents problèmes de réalisation. Une étude du coût a aussi été faite.

2. Planning

Dans l'ensemble, nous avons respecté notre planning prévisionnel. Cependant, nous avons perdu un peu de temps en ce qui concerne le routage de notre carte suite à des problèmes d'empreintes.

Semaines	S06	S07	S08	S09	S10	S11	S12	S13	S14
Réalisation du cahier des charges	■		■						
	■		■						
Étude des composants		■	■	■					
		■	■	■					
Routage			■		■	■			
			■		■	■			
Gravure			■			■			
			■				■		
Montage soudure			■				■		
			■					■	
Essais et tests			■					■	■
			■						■

Planning prévisionnel
 Planning effectuée

Illustration 2: Planning

3. Étude sur les batteries au plomb

Une batterie au plomb est un ensemble d'accumulateurs au plomb-acide raccordés en série et réunis dans un même boîtier.

Ce système de stockage d'électricité est largement utilisé dans l'industrie ainsi que dans l'équipement des véhicules automobiles.

3.1. Historique

L'accumulateur au plomb a été inventé en 1859 par le français Gaston Planté. Il a été le premier à avoir mis au point la batterie rechargeable. Ce n'est qu'en 1881 qu'un certain Henry Tudor développa une batterie formée d'une plaque négative en plomb spongieux et d'une plaque positive en oxyde de plomb. C'est ce type d'accumulateur dit 'au plomb ouvert' qui équipe encore actuellement beaucoup de véhicules utilisant un démarreur électrique. À l'origine, les accumulateurs étaient situés dans des cuves en verre. Par la suite, on a systématisé l'emploi des cuves en plastique.

De nos jours, les batteries sans entretien se généralisent : cosses traitées anti-sulfatage, plaques au plomb-calcium, supprimant le besoin de refaire le niveau de liquide, et donc permettant le scellement.

3.2. Grandeurs caractéristique

La tension nominale qui dépend du nombre d'éléments, la tension nominale U est égale au nombre d'éléments multiplié par 2,1 V.

La capacité de stockage, notée C , qui s'exprime en ampères pendant 1 heure : l'énergie électrique théorique correspondante est $C \times U$, exprimée en Wh. (Notons que la valeur en Ah n'a de valeur que pour une tension ou plutôt une plage de tension. Généralement). On considère qu'un accumulateur au plomb est déchargé lorsqu'il atteint la tension de 1.8 V, donc une batterie de 6 éléments ou 12 V est déchargée, lorsqu'elle atteint la tension de 10.8 V.

Le courant maximal qu'elle peut fournir pendant quelques instants, ou courant de crête en ampères CCA.

Ces valeurs maximales sont donnés par le constructeur pour une batterie neuve et chargée à 100%, elles varient sensiblement en fonction de l'état de charge, se dégradent en fonction du temps ainsi, que de l'usage qui est fait de la batterie.

3.3. Principe de fonctionnement

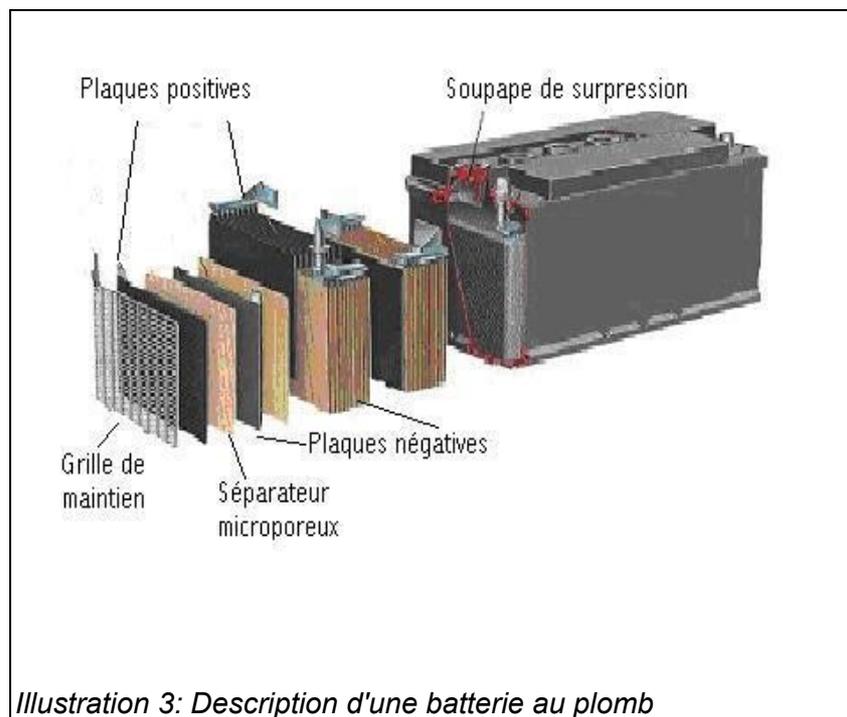


Illustration 3: Description d'une batterie au plomb

Une batterie au plomb est constituée de cellules appelées accumulateurs délivrant une tension de 2,1Volts. Elles comprennent 6 accumulateurs disposés en séries qui délivrent ainsi une tension totale de 12,6 Volts. Un accumulateur est un ensemble de plaques (positives et négatives) immergées dans une substance acide appelée électrolyte (mélange eau acide sulfurique).

Lorsqu'on applique une source de tension continue aux bornes des plaques (électrodes) un courant s'établit créant une modification chimique des plaques et de l'électrolyte, cette modification produit une différence de potentiel entre les deux plaques. Il est à noter que la circulation des électrons à l'intérieur de l'électrolyte est assurée grâce aux ions.

Durant la décharge les plaques positives subissent une "réduction" c'est à dire qu'elles consomment des électrons et les plaques négatives libèrent des électrons (réaction d'oxydation). Le phénomène inverse se produit pendant la charge.

Une batterie ne se comporte pas de n'importe quelles manières, il y à plusieurs phases correspond au bon chargement d'une batterie, elles peuvent se décomposer en 4 étapes, « la charge », la »surcharge », « la décharge » et l' « autodécharge »

3.3.1. La Charge

C'est la phase de stockage de l'énergie dans la batterie, pour obtenir le meilleur rendement possible (énergie apportée/énergie emmagasinée), il est conseillé de prendre la plus petite valeur sur la durée de temps maximum fournit par la notice constructeur .Il est donc préférable de bien calibrer la tension d'alimentation pour avoir un chargement rapide ou lent, le rendement d'une batterie au plomb oscille entre 50 et 75% dans les meilleurs cas.

3.3.2. La Surcharge

Le surcharge est néfaste à la batterie, elle apparaît lorsque l'on continu le chargement de la batterie alors que celle ci est déjà totalement chargée. A ce moment là, continuer le chargement peu produire une élévation de la température (odeur inhabituelle apparaît), des connexions endommagées..

3.3.3. La Décharge

C'est le moment ou on « demande » de l'énergie à la batterie, celle ci n'étant plus connectée à une source d'alimentation. Trop déchargé une batterie peut nuire à sa durée de vie, il est conseillé d'arrêter de la déchargé lorsque la tension à ces bornes a chuté brutalement.

3.3.4. L'autodécharge

Lorsque la batterie n'est pas alimenté par le secteur et qu'elle ne fournit aucune énergie à un récepteur, elle est en autodécharge, cette valeur est exprimé en pourcentage/mois (valeur variable selon la technologie et le constructeur).

4. Étude sur le Kart

Le but du projet étant de créer un chargeur de batterie pour le (les) kart(s) existant au sein de l'IUT GEII de Tours, ceux ci étant utilisé par l'association présente. Les batteries qui constituent l'alimentation des karts sont des batteries au plomb de marque Optima délivrant une tension de 12V chacune. Le kart étant composé de deux batteries Optima en série, il nous est demandé de constituer un charge permettant la charge d'un ensemble de batterie à une tension de 24V et pour un courant de 50A.



Illustration 4: Batterie Optima 12V

Pour permettre le charge de la batterie, nous nous sommes inspirés d'un projet précédemment effectué par des étudiants de l'IUT GEII Tours. L'ensemble du système constituant les éléments de charge de la batterie peuvent être décomposés en 2 parties, la première partie constitue la puissance, celle ci doit pouvoir résister à un

courant supérieur à 50A et une tension supérieur à 24V. La seconde partie permet de configurer les paramètres de charge de la batterie, sous tension réduite et avec un courant très faible comparé à celui de la partie puissance.

4.1. Notre batterie

Modèle	660 A	765 A	765 A - US	975 A
Tension nominale	12 V	12 V	12 V	12 V
Démarrage à -18°C	660 A	765 A	765 A	975 A
Capacité de réserve à 25 A	98 mn	124 mn	124 mn	155 mn
Longueur (mm)	228	254	254	324
Largeur (mm)	170	172	172	165
Hauteur (mm)	195	199	199	238
Poids (kg)	16,7	19,5	19,9	27,1
Référence	233157	227646	227647	227653

Illustration 5: Documentation technique

La batterie qui est utilisée pour les karts est le modèle 660A.

4.2. Le chargeur

Connaissant les caractéristiques de charge d'une batterie ainsi que les caractéristiques de la batterie, nous avons pu nous tourner vers le chargeur à créer. Lorsque nous voulons charger une batterie, il y a plusieurs valeurs particulière à connaître:

-La tension nominale: Elle correspond à la tension d'un élément (sur les six) chargé et au repos, il vaut 2,1V. C'est pour cela que la tension comprise entre nos deux pôles de la batterie est de 12,6V (6*2,1V) lorsqu'elle est chargée.

-La Tension d'entretien: En anglais, on lit tension de floating, elle correspond à la tension qui nous permet d'être sûre d'obtenir notre tension nominale ultérieurement. Pour la batterie, elle vaut 2,26V par élément, soit 13,6V pour l'ensemble.

-La tension de charge: Elle est équivalente à la tension maximale à laquelle on peut charger la batterie. Sur la batterie optima, elle varie entre 2,3 et 2,4V par élément, soit entre 13,8 et 14,4V pour l'ensemble. Dépasser cette tension peut nuire au fonctionnement de la batterie et l'endommager.

-L'intensité de charge: Elle correspond au courant maximum que peut supporter la batterie lors de la charge, il est conseillé de prendre un courant équivalent à « la valeur de la capacité »/5, soit $I=10A$.

Il existe plusieurs principe de charge, celle en deux temps, trois temps ainsi que la charge évoluée. Le circuit intégré bq2031 permet d'obtenir une charge en trois temps, le premier temps consiste à avoir le courant à C/5 et à tension réduite, le second temps, on impose la tension de recharge et le courant diminue. Enfin, on impose la tension d'entretien avec un minimum de courant, pour maintenir la batterie chargée.

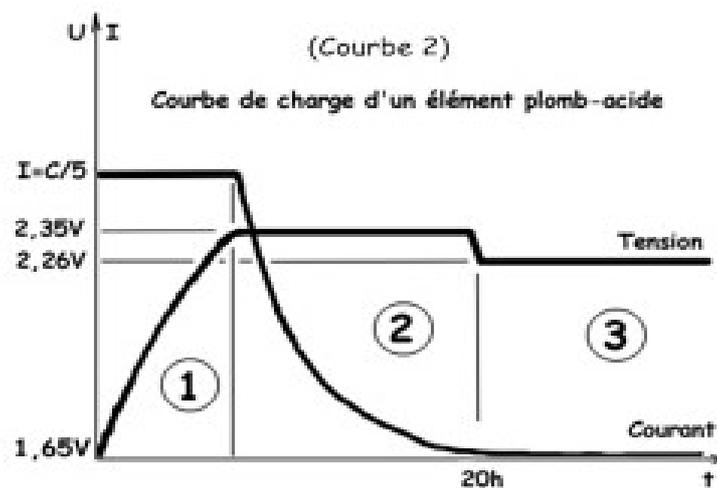


Illustration 6: Charge en trois temps

5. Réalisation de la carte

Notre carte électronique se compose en 2 parties seulement car la carte puissance et l'alimentation +5V/+15V/-15V ont déjà été réalisées par des groupes d'année précédents.

Il nous reste donc le régulateur de tension (bq2031) et le driver de mosfet (ir2183) à mettre en œuvre.

5.1. Le régulateur de tension

On a choisi d'utiliser le bq2031 car les groupes précédents avait tous utilisé celui-ci, de plus c'est le plus approprié pour notre montage. Il est la partie centrale du chargeur car c'est lui qui gèrera toute la charge (la tension et le courant appliqués à la batterie). Il est configuré par l'intermédiaire des résistances qui l'entourent (elles seront calculées par la suite). Il est alimenté par une tension continue 5V. Pour gérer la charge, il génère un signal MLI (en fonction de la tension et du courant de charge) qui commande un MOSFET par l'intermédiaire d'un driver de MOSFET.

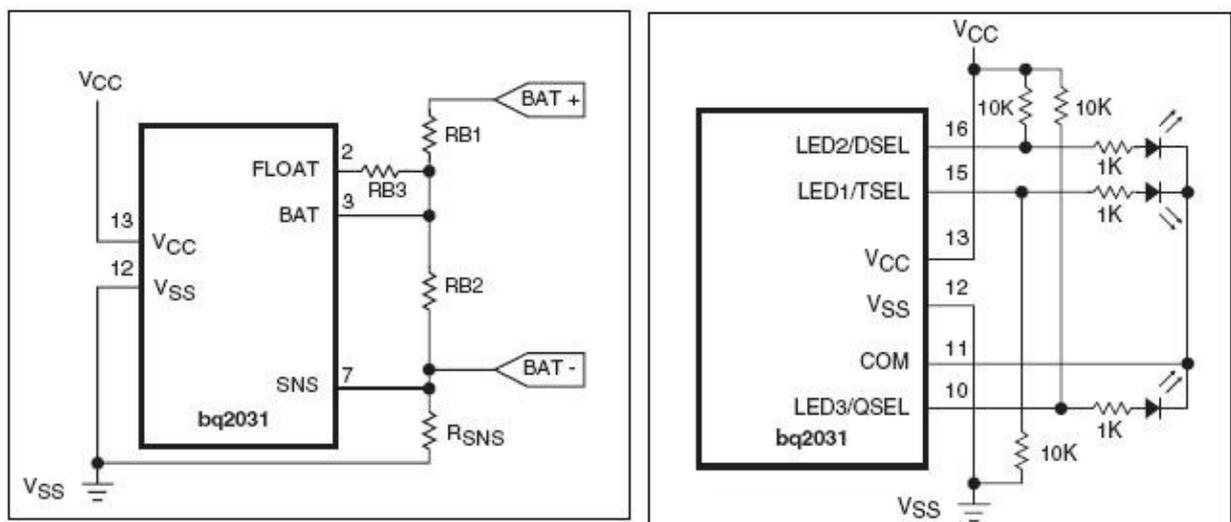


Illustration 7: Schémas de câblage du BQ2031

5.2. Le driver de mosfet

C'est le circuit qui permet d'adapter le signal du régulateur de charge au MOSFET. Le régulateur délivre une tension MLI (0 – 5V) au driver, celui-ci la renvoie sous la forme d'une tension en créneau (0 – 15V) au MOSFET. C'est le signal de commande du MOSFET. Notre choix c'est porté sur l'ir2183. Ce choix a été motivé par son temps de réponse qui correspondait avec la fréquence que le régulateur fournissait. Mais aussi par le fort courant de sortie qu'il est capable de fournir (3,3A). Ce circuit intégré doit être alimenté par une tension continue de 15V. La carte alimentation étant déjà existante cela ne nous à pas posé de problème.

5.3. Schéma du montage

Nous avons utilisé ce montage pour concevoir notre carte. Cependant nous n'avons pas utilisé la partie puissance, le régulateur de tension ainsi que la partie mesure de température de la batterie.

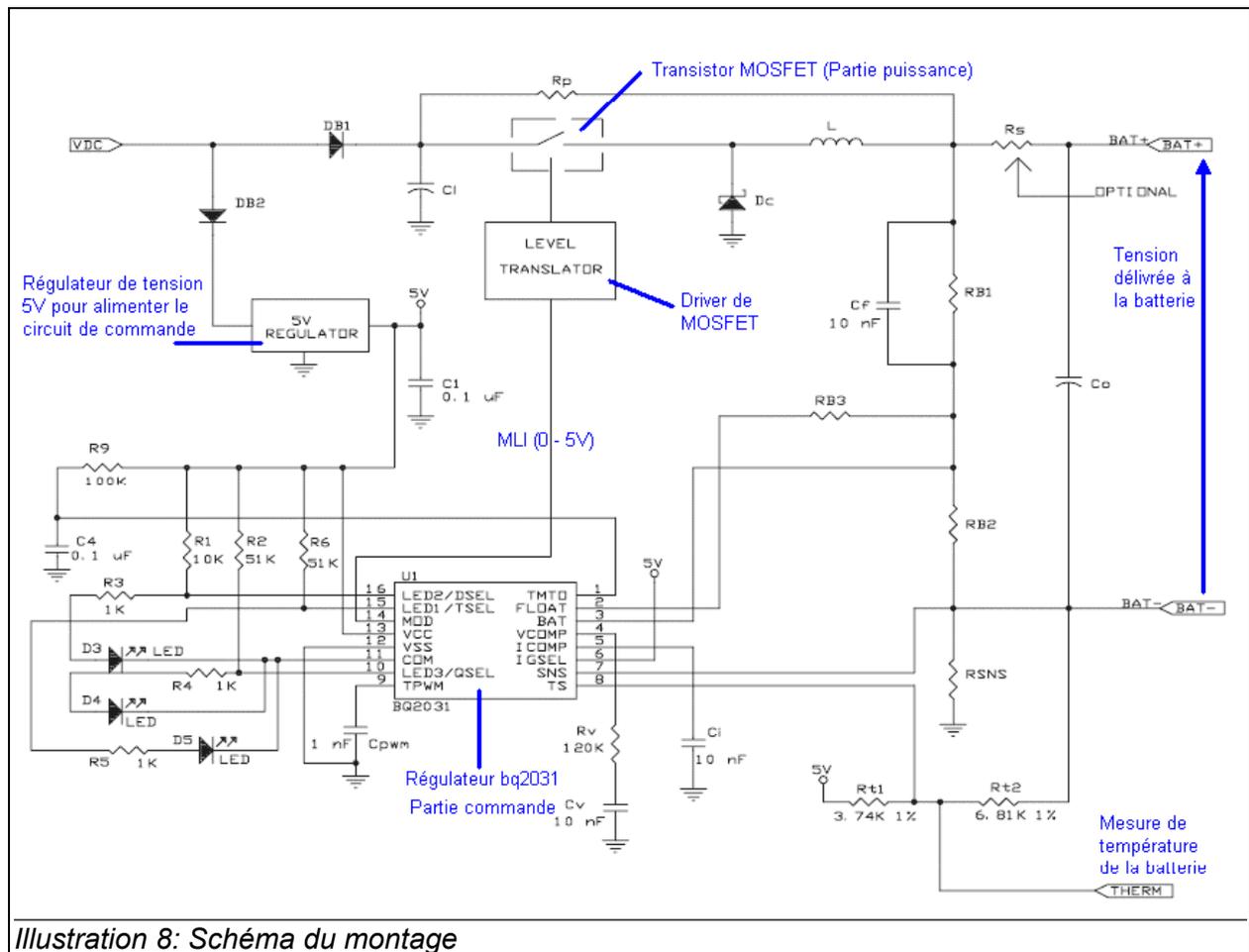


Illustration 8: Schéma du montage

5.4. Différentes valeurs des composants du BQ2031

TMT0	Formule/Valeur	Temps(h)	R-C	Condensateur (µF)	Resistance (kΩ)				
	$TMT0 = 0,5 \times R \times C$	1	2	0,047	42,56319149				
		2	4	0,047	85,10638298				
		4	8	0,047	170,21276596				
		6	12	0,047	255,31914894				
	Valeur (Volts)	N	RB1/RB2	RB1	RB2	N th V _{ELK}	RB3	I _{MAX} A	R _{SYS}
V _{FLT} (Batterie 12V)	13,6	6		330000,00	9143,58	14,70	110000,00	50	0,005
V _{FLT} (Batterie 24V)	27,2	12		330000,00	2239,36	58,80	1914,56	50	0,005
F _{PWM}	Formule	Cpwm (µF)	Valeurs (kHz)						
	$0,1 / Cpwm$	0,001	100						
Inductance L	I _{MAX} A	I _{MIN}	N th V _{ELK}	F _{PWM}	Valeurs (H)				
	50	2,5	58,8	100000	0,0000588				

Illustration 9: Tableau de valeurs du BQ2031

Pour calculer les différents composants du bq2031, nous avons repris le tableau du groupe de Miguel et Jawad qui réalise un chargeur de batterie de 48V-50A. Nous avons donc mis 24V à la place des 48V de leurs tableau.

Les différentes valeurs des composants voulu sont donc:

- $RB1=330000$ Ohms donc égale à $330\text{ k}\Omega$ en valeur normalisée.
- $RB2=2239,36$ Ohms donc égale à $2.2\text{ k}\Omega$ en valeur normalisée.
- $RB3=1914,56$ Ohms donc égale à $2.2\text{ k}\Omega$ en valeur normalisée.
- $Rsns=0,005$ Ohms donc égale à $5\text{ m}\Omega$ en valeur normalisée.
- $Cpwn=1\text{ nF}$ donc égale à 1 nF en valeur normalisée.

5.5. Schéma sous Orcad

La réalisation du schéma technique sous Capture CIS ne posa que peu de problème, ayant déjà un schéma technique permettant le fonctionnement du bq2031, seul le driver de MOSFET n'était pas disponible, il nous a fallut obtenir le datasheet du composant et de regarder son implantation.

Un problème est apparu lorsque nous devons rentrer les empreintes des composants, ne connaissant aucune empreinte typique, nous avons demandé à Mr Lequeu lesquelles il fallait choisir.

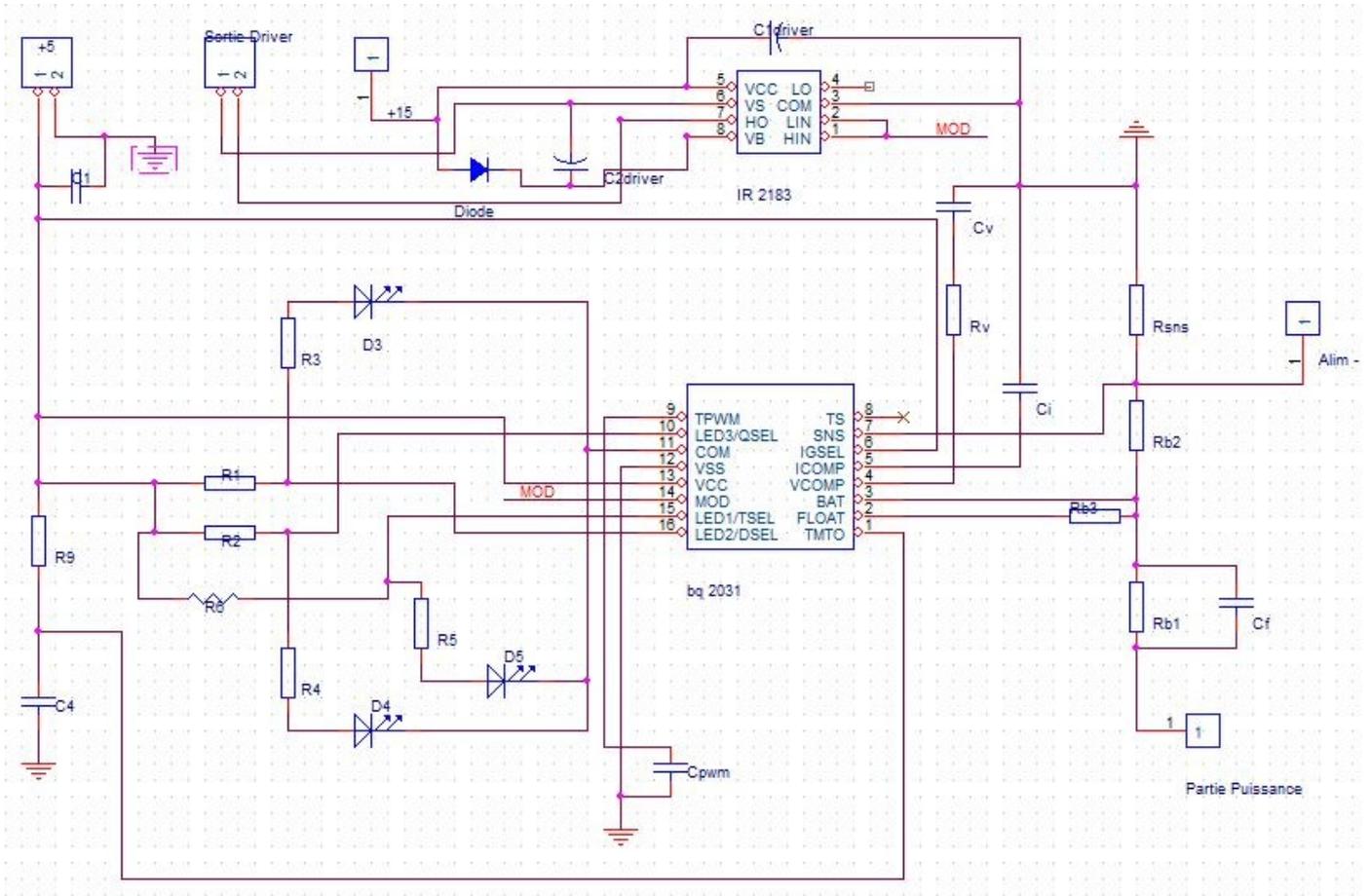


Illustration 10: Schéma sous orcad

La partie puissance ainsi que l'alimentation étant effectués sur deux autres cartes, nous n'avons pas effectué leurs schémas sous Orcad, ces cartes étant déjà disponibles.

Lors de la mise en place du schéma sous Layout, plusieurs problèmes sont apparus; premièrement, le routage ne pouvait se faire en simple face, l'utilisation du double face était pas conseillé mais il aurait été difficile de faire sans.

En suite, quand nous avons fini notre routage, que nous allions commencer à graver les pistes, il c'est avéré que nos pistes étaient trop fine, avec le matériel mis à notre disposition, la carte avait peu de chance d'être réussie.

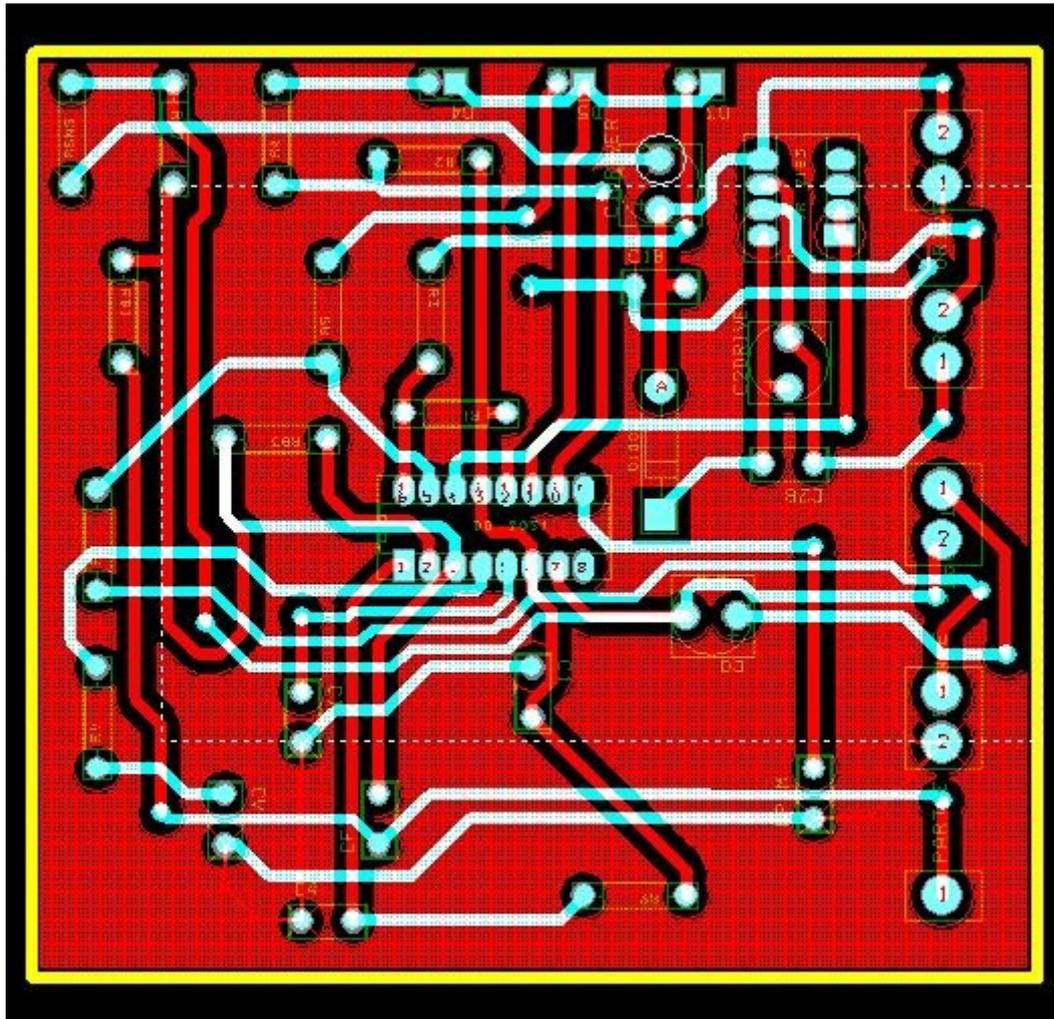


Illustration 11: Schéma Layout

Lorsque nos pistes furent augmentées (doublées), la gravure ainsi que la soudure se passa sans nouveau problème.

5.6. Tests

Nous n'avons pu tester que la partie MLI du bq2031, celui ci est bien alimenté en +5V, nous sommes en fonctionnement avec nos trois phases de charge, actuellement, nous ne pouvons voir que la phase une, la led rouge clignote en fonction du signal MLI qui est envoyé vers le driver de MOSFET.

Par la suite, nous pourrons tester toute les phases en montant notre carte avec la carte puissance.

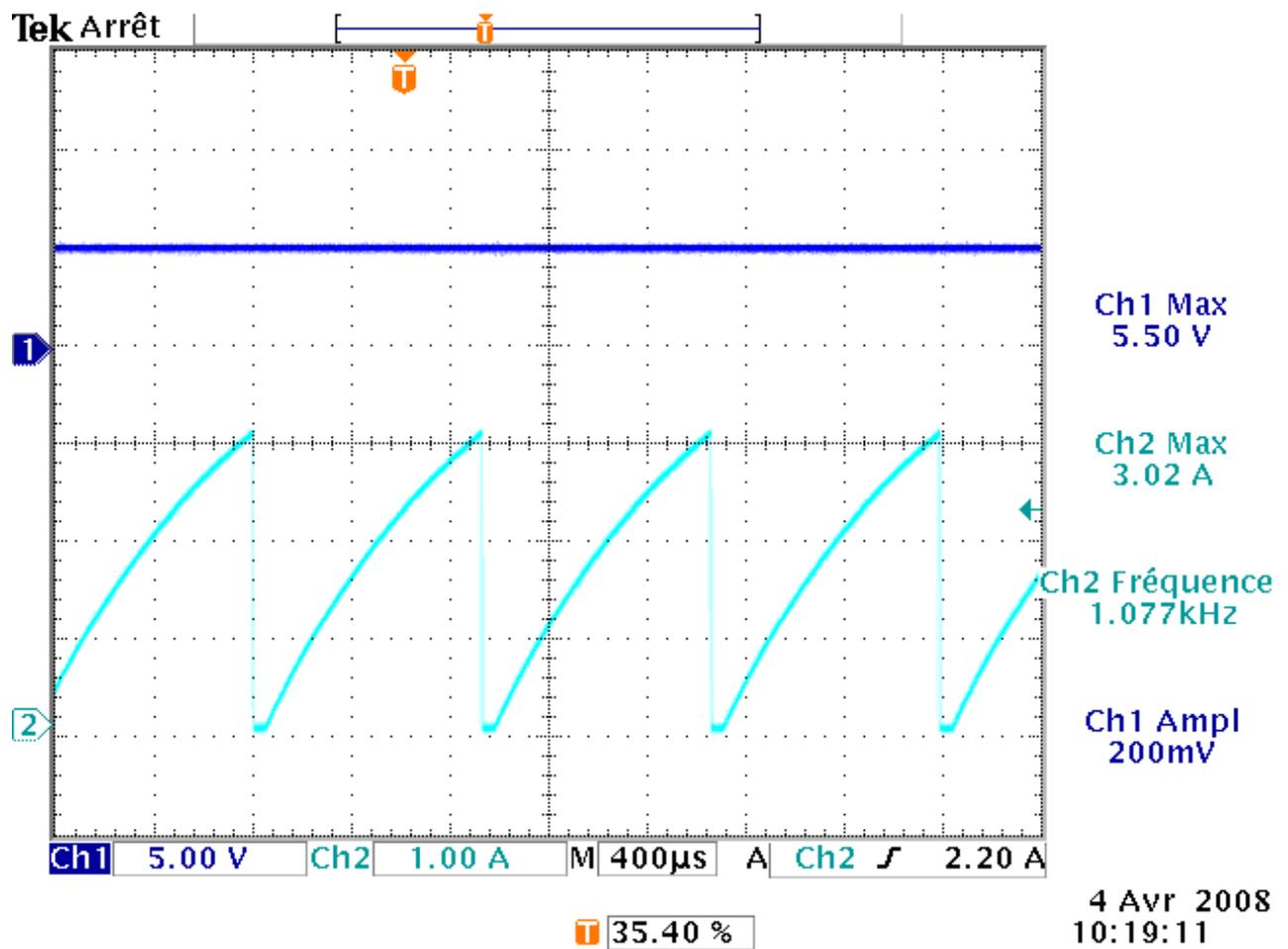


Illustration 12: Test du bq2031

Le ch1 correspond à l'alimentation du bq2031 et la ch2 correspond à la broche Tmt0 du bq2031 en phase 1.

6. Étude du coût

désignation	fabriquant	boîtier	quantité	prix unitaire (€)	prix totale(€)
BQ2031	Texas Instruments	SOIC16	1	5,76	5,76
IR2183	International Rectifier	DIL08	1	2,97	2,97
Diode	ITT	D041	1	0,13	0,13
R		RC04	11	0,02	0,22
C		CK04	9	0,6	5,4
Header 2	ABB	02PL2	4	2,55	2,55
Led	Kingbright	LED03	3	0,37	0,37
				TOTAL	17,4

Illustration 13: Coût de la carte

En comparaison avec ceux que nous pouvons voir comme chargeur disponible sur le site RadioSpares (site référence des entreprises), un chargeur 12V/40A vaut 500€ environ. On comprends que le besoin de pouvoir confectionner des chargeurs « nous-mêmes » sera un avantage pour l'association.

Conclusion

Ce projet est dans la continuité de ceux effectués les années précédentes, il permet une charge des batteries utilisées sur les karts électriques de l'association. La carte offre la possibilité de charger en trois temps les deux batteries séries 12V/50A, cette charge s'effectue par l'intermédiaire du circuit intégré bq2031 et du driver de MOSFET.

Le bq2031 délivrant un signal MLI au driver, signal MLI équivalent au trois temps de charges défini par les valeurs des composants situés aux bornes du bq2031. Le driver de MOSFET permet de commander un MOSFET de puissance pour alimenter les batteries.

Ce projet nous a fait mettre en application nos connaissances en électronique et électronique de puissance, il va être très utile pour l'association car il permet un gain de coût très important (gain gagné pour l'achat d'un nouveau kart peu être..).

Index des illustrations

Illustration 1: Schéma fonctionnel.....	6
Illustration 2: Planning.....	7
Illustration 3: Description d'une batterie au plomb.....	9
Illustration 4: Batterie Optima 12V.....	11
Illustration 5: Documentation technique.....	12
Illustration 6: Charge en trois temps.....	13
Illustration 7: Schémas de câblage du BQ2031.....	14
Illustration 8: Schéma du montage.....	15
Illustration 9: Tableau de valeurs du BQ2031.....	16
Illustration 10: Schéma sous orcad.....	18
Illustration 11: Schéma Layout.....	19
Illustration 12: Test du bq2031.....	20
Illustration 13: Coût de la carte.....	21

Bibliographie

- www.radiospares.fr
- www.thierry-lequeu.fr