

Petit chargeur LiPo pour 2 ou 3 cellules

Paul Goossens

Les accumulateurs lithium-polymère (LiPo) trouvent de plus en plus leur chemin dans l'électronique moderne. Ils présentent des avantages indéniables par rapport aux accus CdNi ou NiMH tant au niveau du poids que des dimensions. Leur principe de charge diffère totalement de celui des autres types d'accus. Voici un chargeur simple mais efficace à leur intention.



Les domaines d'utilisation des accus LiPo sont ceux de l'électronique compacte, les téléphones portables et autres Assistants Personnels. Il est important alors qu'ils soient compacts et légers. Ils doivent aussi être en mesure de stocker et fournir suffisamment d'énergie pour éviter que l'utilisateur n'ait à les recharger quotidiennement.

Avec ce cahier des charges redoutable, on en arrive (quasi-) inévitablement aux LiPo. Ceux-ci présentent l'un ou l'autre inconvénient. Tous les accus LiPo ne sont en effet pas en mesure de fournir des courants importants. Dans la plupart des cas, ils peuvent fournir un courant de 10 C au maximum (cf. encadré). Certaines exceptions peuvent cependant fournir 20, voire 30 C !

Autre point important dont il faut tenir compte, le principe de charge qui diffère du tout au tout. À noter en outre que les accus LiPo sont très sensibles aux mauvais traitements. Il n'est pas impensable qu'un tel accu prenne feu, voire explose, en cas d'utilisation erronée. La conception d'un chargeur pour accu LiPo requiert partant le respect de certaines règles.

Principe de charge

Il faut, en cours de charge d'un accu LiPo, garder 2 paramètres à l'oeil, à savoir le courant et la tension. Les fabricants indiquent toujours en C (capacité nominale en Ah) le courant de charge recommandé. Le plus sou-

vent, celui-ci se situe entre 1 et 2 C. Il faut en outre veiller à ce que la tension maximale (de 4,2 voire 4,25 V par cellule selon le fabricant) ne soit pas dépassée.

Il faut ainsi que notre chargeur prenne la forme d'une alimentation limitée tant en courant qu'en tension. La **figure 1** donne la courbe de charge typique d'un accu LiPo. Nous y constatons qu'en début de cycle de charge, le courant est constant. En cours de charge, la tension croît lentement jusqu'à quelque 4,2 V. À partir de cet instant, la tension est limitée, le courant diminuant progressivement. Le processus de charge en est pratiquement à sa fin lorsque le courant est

tombé à de l'ordre de 1/20 C. L'accu sera pratiquement chargé à 100%, la charge se poursuivant très doucement.

L'électronique

On retrouve en **figure 2** le schéma de notre chargeur. Son cœur est un LT1510, de l'écurie Linear Technology. Ce circuit intégré intègre un régulateur abaisseur (*stepdown*) associé à un dispositif de limitation du courant et de la tension, de sorte qu'il suffit de l'épauler à l'aide de quelques composants externes seulement. L'utilisation d'un convertisseur abaisseur donne au chargeur un bon rendement et évite d'avoir à le doter d'un radiateur pour le refroidir.

Il suffit d'ajouter au convertisseur une self, des diodes et condensateurs.

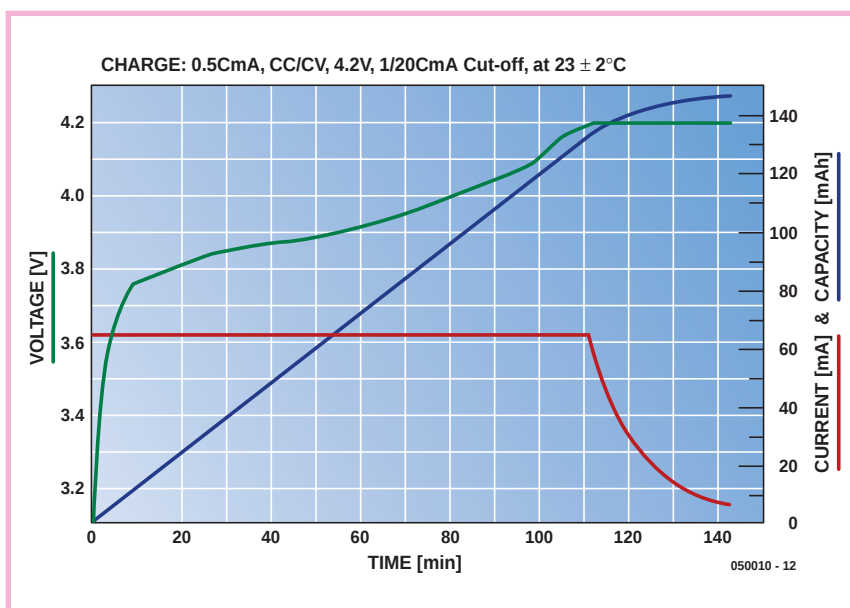


Figure 1. Caractéristique de charge d'une cellule LiPo.
À courant de charge constant, la tension de cellule croît lentement jusqu'à 4,2 V.

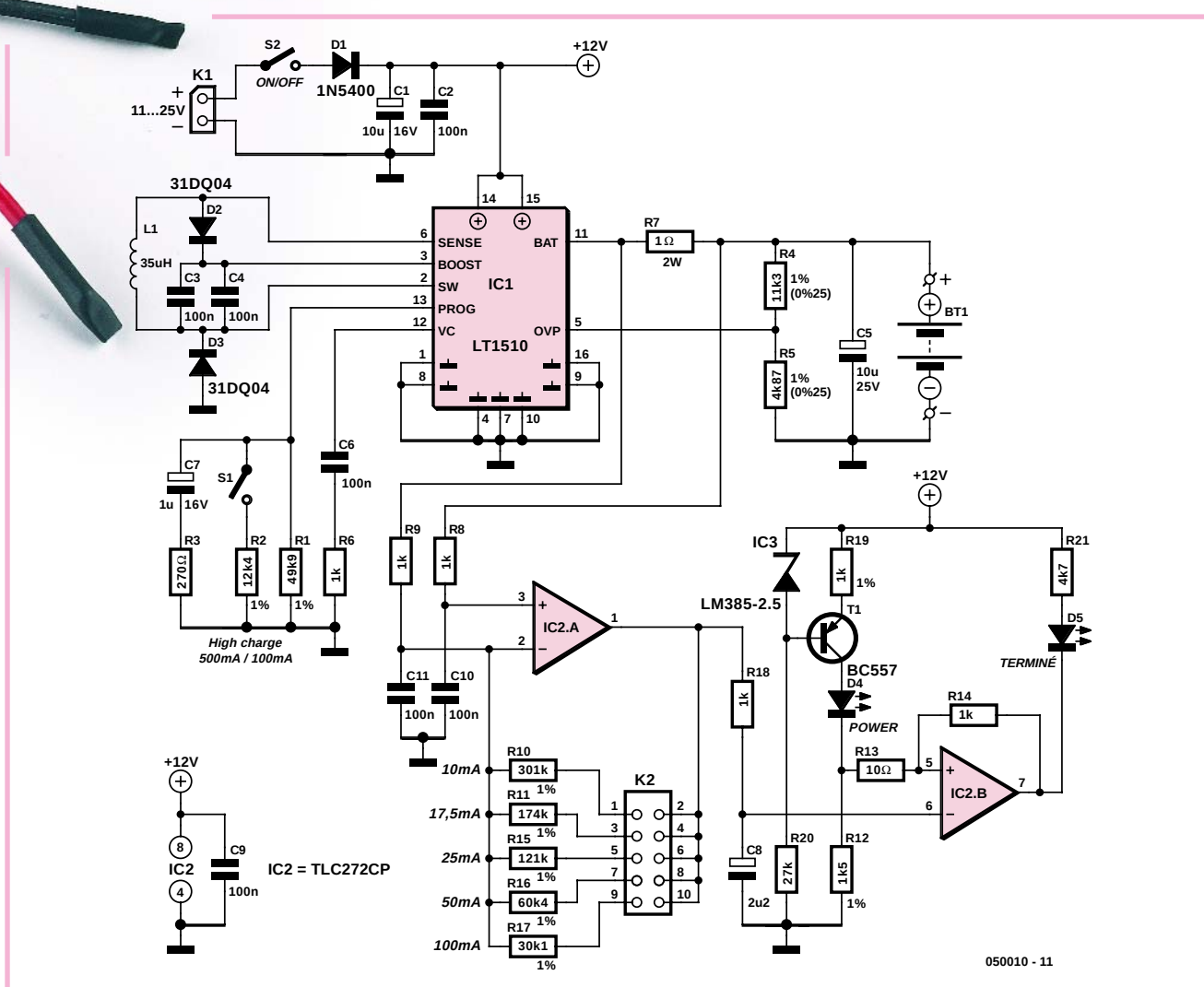


Figure 2. Le schéma comporte 2 sous-ensembles : le module de charge centré sur le LT1510 et la visualisation basée sur IC2.A/B.

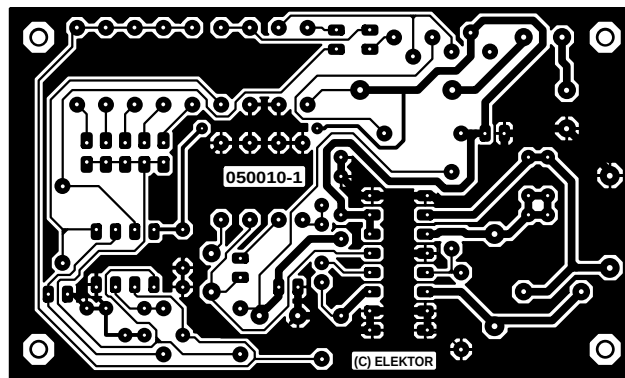
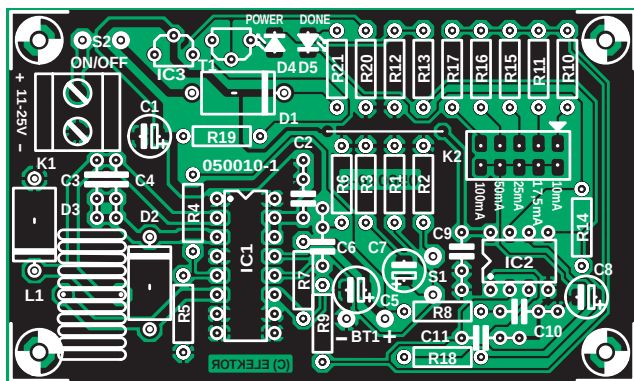


Figure 3. Avec cette platine, la réalisation du chargeur devient un jeu d'enfant. Ne pas oublier le pont de câblage au niveau de K2 et C2.

Liste des composants

Résistances :

R1 = 49kΩ9/1%
R2 = 12kΩ4/1%
R3 = 270 Ω
R4 = 11kΩ3/1%
R5 = 4kΩ87/1%
R6, R8, R9, R14, R18 = 1 kΩ
R7 = 1 Ω/2W
R10 = 301 kΩ/1%
R11 = 174 kΩ/1%
R12 = 1kΩ5/1%
R13 = 10 Ω
R15 = 121 kΩ/1%
R16 = 60kΩ4/1%
R17 = 30kΩ1/1%
R19 = 1 kΩ/1%
R20 = 27 kΩ

R21 = 4kΩ7

Condensateurs :

C1, C5 = 10 µF/25 V radial
C2 à C4, C6, C9 = 100 nF
C7 = 1 µF/25 V radial
C8 = 2µF2/25 V radial
C10, C11 = 680 nF

Selfs :

L1 = 35 µH >2 A (telle que, par exemple, M5727-ND de Digikey)

Semi-conducteurs :

D1 = 1N5400
D2, D3 = 31DQ04
D4 = LED rouge faible courant
D5 = LED vert faible courant
IC1 = LT1510CN (Linear Technology, www.linear.com)

IC2 = TLC272CP

IC3 = LM385BLP-2.5

T1 = BC557

Divers :

S1, S2 = interrupteur unipolaire
K1 = bornier encartable à 2 contacts au pas de 5 mm
K2 = embase HE-10 à 2 rangées de 5 contacts + 1 cavalier
Bt1 = 2 picots (pour la connexion de l'accu)
1 pont de câblage
boîtier tel que, par exemple, 1591 B (HAMMOND)
Platine 050010-1 disponible via ThePCBShop

teur pour l'électronique de rehaussement. En raison de la fréquence de fonctionnement relativement élevée du régulateur (200 kHz), la self L1 pourra rester compacte.

Paramétrage

Tel que présenté ici, le chargeur est prévu pour un accu comportant 2 cellules LiPo prises en série. Il est impératif de ne pas dépasser la tension maximale de 4,2 V par cellule, ce qui explique que nous ayons opté pour une tension maximale de 8,2 V (4,1 V par cellule). Ce sont les résistances R4 et R5 qui définissent ces paramètres. Le circuit intégré fait en effet en sorte que la tension sur la broche 5 (OVP) ne dépasse pas 2,465 V. La tension sur OVP répondant à la formule suivante :

$$U_{OVP} = U_{accu} \times R5 / (R4 + R5)$$

Lorsque la tension aux bornes de

l'accu atteint 8,18 V, on aura une tension de 2,47 V sur la broche 5. Le LT1510 fait en sorte que cette tension ne puisse pas augmenter encore de sorte que notre accu ne se verra jamais appliquer une tension trop élevée.

Si le chargeur doit charger 3 cellules, il suffit de modifier la valeur de R4 pour le circuit intégré limite la tension à 3 x 4,1 V. Si R4 prend une valeur de 19kΩ6, on aura limitation de la tension à 12,39 V, ce qui correspond à 4,13 V par cellule.

Sachant que les cellules sont, nous le disions plus haut, très critiques en ce qui concerne la tension à laquelle elles sont confrontées, il faudra utiliser, pour R4 et R5, des résistances à tolérance de 1% de manière à ce que, dans le pire des cas, la tension dépasse de 1% au maximum la valeur paramétrée. Le circuit intégré lui-même n'est pas irréprochable non plus, ce qui explique que

nous ayons opté pour une tension de cellule maximale de 4,1 et non pas de 4,2 V. Il n'y a pas, ainsi, de risque de dépassement de la tension maximale ! Il nous faut, en raison de l'utilisation d'un régulateur-abaisseur, que l'alimentation de l'électronique dépasse de quelques volts la tension de charge requise pour (re)charger l'accu. Ceci signifie qu'une tension d'alimentation de 12 V permet aisément de charger 2 cellules, 3 cellules requérant une tension d'alimentation de 15 V au minimum.

Courant

Le paramétrage du courant se fait par la prise d'une résistance entre la masse et la broche 13 (PROG) de IC1. C7 et R3 sont nécessaires à la stabilisation du circuit de régulation, leur présence étant par conséquent impérative ! Lorsque l'inverseur S1 est ouvert, R1 définit le courant maximal

fourni par le circuit intégré. La formule correspondante est la suivante :

$$I_{\text{const}} = 2,465 \times (2\,000/R1) \text{ soit}$$

$$R1 = 2,465 \times (2\,000/I_{\text{const}}).$$

Sur notre schéma, R1 vaut 49kΩ9. Le courant est ainsi fixé à quelque 100 mA.

Lorsque S1 est fermé, le LT1510 « voit » une valeur de résistance égale à la prise en parallèle de R1 et de R2. Dans le cas présent cela nous donne 49kΩ9 en parallèle sur 12kΩ4, ce qui se traduit par une résistance de 9kΩ93 environ. La formule précédente nous permet de calculer le courant de charge correspondant, soit 500 mA environ.

Il ne faut pas perdre de vue, au cas où vous voudriez augmenter le courant de charge que les courants de crête sont sensiblement supérieurs au courant moyen. Ce courant passe par les diodes D1 à D3 mais aussi par la self et le circuit intégré. Il faudra en outre faire attention à ce que ne soit pas dépassé le courant de charge recommandé !

Indicateur de charge

L'un des inconvénients du LT1510 est qu'il ne comporte pas de sortie indiquant l'intensité du courant qu'il fournit effectivement, ce qui indiquerait que le chargeur est ou non en fonctionnement. Pour pouvoir mesurer le courant nous avons pris la résistance R7 dans le circuit de courant (la chute de tension aux bornes de R7 est fonction du courant de sortie de IC1). La tension aux bornes de R7 est amplifiée par l'amplificateur opérationnel IC2.A. IC2.B compare ce signal à une tension fixe de 2,85 V. Si la tension sur l'entrée inverseuse de IC2.B est inférieure à 2,85 V, cet amplificateur allumera la LED pour signaler que le courant de charge a chuté en deçà d'une certaine valeur. Bien que la technique adoptée soit relativement imprécise, elle fournit une information utilisable sur l'état du chargeur. On peut aussi, le cas échéant, remplacer R7 par un ampèremètre précis.

Un cavalier à implanter sur K2 permet de jouer sur le gain en tension introduit par IC2.A. Ce cavalier permet de choisir la valeur de résistance pour la contre-réaction de cet ampli op et ainsi son gain en tension. Nous avons indiqué, en regard de K2, les intensités de courant entraînant l'allumage de la LED D5.

Courant, C et accumulateurs

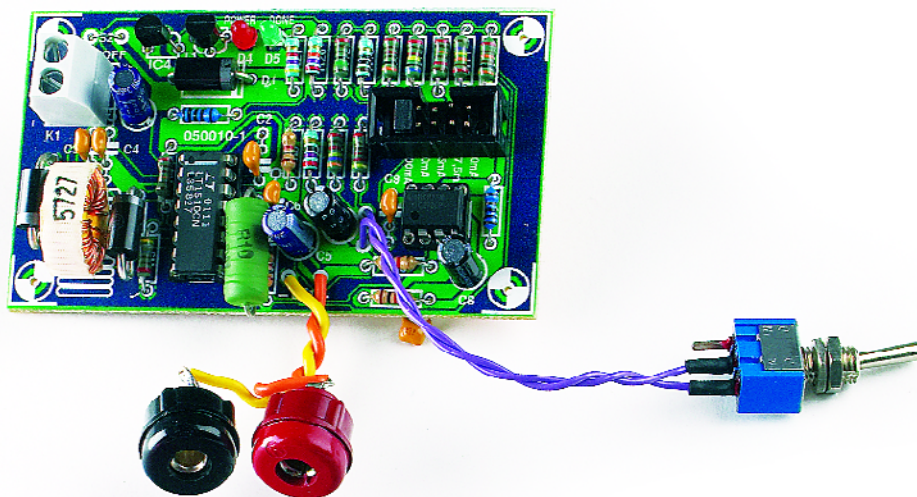
Lorsque nous parlons accu, nous retrouvons le symbole « C » dans presque chaque paragraphe. Tout le monde ne sait pas exactement ce qu'il signifie, ce qui peut prêter à confusion.

Cette notion n'a pourtant rien de bien compliqué

Le symbole « C » sert à donner la taille du courant de charge et de décharge d'un accu. 1 C représente alors le courant qu'un accu plein peut fournir pendant 1 heure. Dans le cas d'un accu de 1 000 mAh, cela correspond à un courant de 1 000 mA (1 A). Si partant nous chargeons une cellule à 1/2 C, elle pourra fournir ce courant pendant 2 heures.

L'une des caractéristiques les plus importantes d'un accu est bien évidemment sa capacité (exprimée en mAh) et le drain accepté (intensité de courant max. que l'accu peut fournir, le plus souvent exprimée en C). 2, 10 ou 12 C sont des valeurs courantes.

Supposons que nous voulions utiliser un accu LiPo dans un montage requérant un courant de crête de l'ordre de 1 A. L'accu doit partant être en mesure de fournir le dit courant. Le fabricant propose différents types de LiPo pouvant tous être drainés à 2 C au maximum. Notre accu doit avoir une capacité minimale de 500 mAh (2 C = 2 x 500 = 1 000 mA). Ce n'est qu'alors que l'on est assuré que l'accu LiPo est bien en mesure de fournir ce courant !



Réalisation

La figure 3 vous propose un dessin de platine pour le chargeur LiPo. N'ayant pas affaire à une implantation serrée, la mise en place des composants ne doit pas poser de problème. Attention lors de l'implantation des diodes, condensateurs électrochimiques et circuits intégrés à la polarité de ces composants. N'oubliez pas le pont de câblage situé au niveau de K2 et C2. Si IC2 peut être monté sur support, il est préférable de souder IC1 directement sur la platine (à moins d'utiliser un support à contacts tulipe !). Implants sur K2 un cavalier correspondant au courant souhaité pour la visualisation par LED. Il est souhaitable d'opter pour une valeur de l'ordre

de C/10 de l'accu à recharger. Le chargeur est prêt à entrer en action. Le set d'accu est connecté entre les picots BT1 en respectant la polarité; il ne reste plus qu'à mettre dans une prise secteur le câble d'alimentation de l'adaptateur secteur (qui doit pouvoir fournir le courant requis) relié au bornier. Vous pouvez, en cours de charge, vérifier le fonctionnement par mesure de la tension aux bornes de l'accu (8,2 V maximum avec 2 cellules) et la tension sur R7 (fonction du courant de charge, 0,1 V à 100 mA par exemple). Si tout est OK, vous pouvez monter le circuit dans un boîtier que vous doterez des contacts pour l'alimentation et la connexion de l'accu. Plus facile à trimballer...

(050010-1)