

Chargeurs unitaires pour batterie Lithium.

Note d'Application EK013-FR – Août 2011

Thierry LEQUEU (a)

(a) thierry.lequeu@gmail.com – Tel : +33 (0)6 77 27 86 47 – Fax : +33 (0)2 47 36 71 06
Association e-Kart – 152, rue de Grandmont – 37550 SAINT AVERTIN – FRANCE

1 Résumé

Pour une utilisation correcte d'une batterie réalisée par un assemblage d'élément Lithium, il est important d'équilibrer la charge de chaque élément. Dans une première partie, les différentes technologies de batterie Lithium seront présentées, ainsi que les principales fonctions du circuit de surveillance nommé « Battery Manager System » (B.M.S.). Ensuite, les différentes versions de chargeurs unitaires seront étudiées. Les perspectives de ce travail sont l'intégration du produit et l'ajout des fonctions de surveillance de tension sur le chargeur unitaire. Quelques pistes de réalisation de l'interface avec le secteur 230V seront données.

2 Lithium Batteries and Battery Manager System

2.1 Différentes technologies de batterie Lithium

2.2 Le circuit de surveillance de la batterie

Le B.M.S. a pour rôle de surveiller les éléments Lithium en mesurant (Fig. 1) :

1. la tension de chaque élément, afin de ne pas dépasser la limite de tension haute (fin de charge) et la limite de tension basse (fin de décharge) ;
2. la température des éléments ;
3. le courant de la batterie, afin de ne pas dépasser les spécifications et pour calculer l'énergie emmagasinée dans la batterie (énergie restante).

Le B.M.S. devra également interagir avec l'environnement (Fig. 1) :

- en contrôlant le circuit de décharge (variateur pour moteur) ou en actionnant un coupe-circuit ;
- en contrôlant le circuit de charge, en arrêtant le chargeur principal ou en limitant le courant inverse du au mode freinage du groupe moteur-variateur ;
- en communiquant avec l'utilisateur pour indiquer l'état de la batterie et son niveau de charge.

En utilisant un chargeur globale pour recharger la batterie, le premier élément correctement chargé stoppera la charge.

De même lors de la décharge, l'élément le moins chargé fixera la limite basse de décharge de la batterie : la capacité équivalente de la batterie se trouve alors réduite.

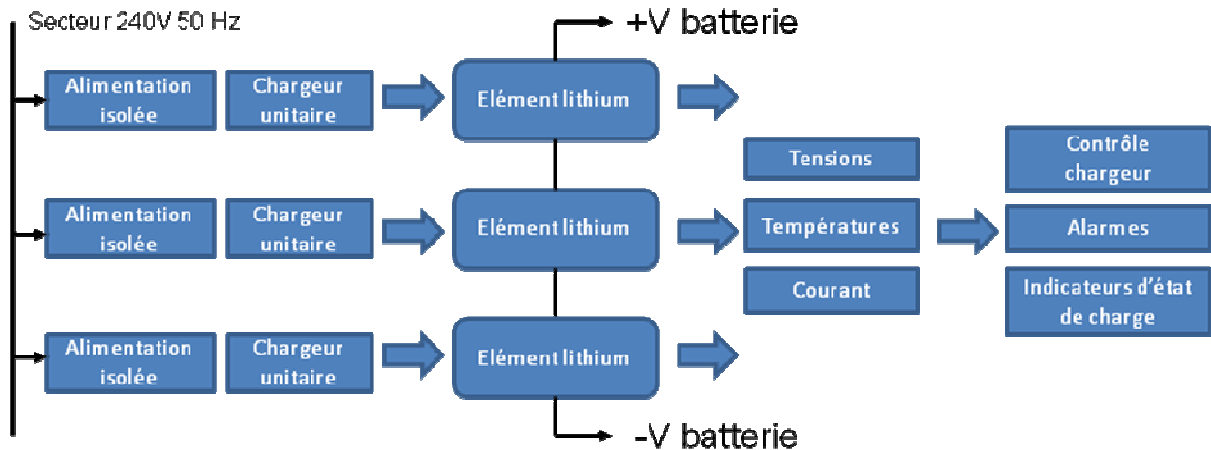


Fig. 1. Circuit de surveillance de la batterie Lithium.

Le chargeur unitaire intervient pour rétablir le niveau de charge de chaque élément. Cette opération peut être longue (plusieurs heures) et n'est pas indispensable à chaque cycle d'utilisation de la batterie.

La solution étudiée ici consiste à utiliser un circuit de charge pour chaque élément Lithium : chaque élément dispose ainsi d'une alimentation régulée en tension et en courant, indépendantes les unes des autres.

Une alimentation isolée devra être utilisée pour alimenter le chargeur unitaire à partir du secteur 240V 50 Hz. D'autres solutions peuvent être envisagées et sont décrites dans la référence [1].

3 Le chargeur unitaire pour batterie Lithium

Le chargeur unitaire comporte 2 fonctions distinctes :

1. l'alimentation à découpage régulée en tension et en courant ;
2. la surveillance de la tension de l'élément Lithium pour mettre en marche et arrêter l'alimentation à découpage.

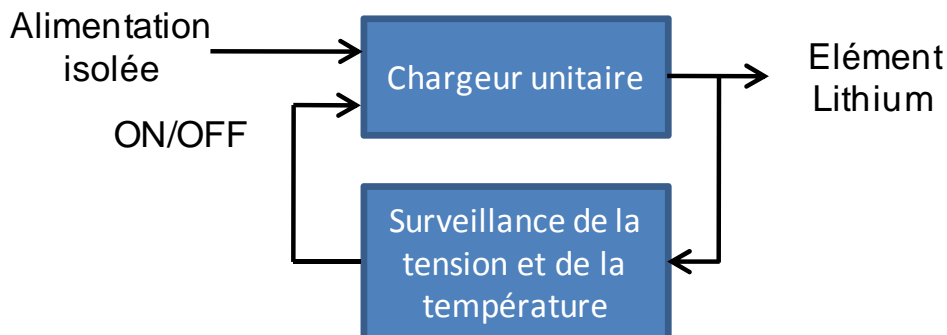


Fig. 2. Synoptique du chargeur unitaire étudié.

La section suivante s'intéresse à différentes réalisations de l'alimentation à découpage.

3.1 Le hacheur abaisseur de type BUCK

Le chargeur unitaire est réalisé à partir d'une alimentation à découpage, basée sur le principe du hacheur abaisseur de type BUCK (Fig. 3). Le transistor fonctionne en commutation : les pertes de l'alimentation sont faibles. Par contre, cette alimentation nécessite une inductance qui doit supporter le courant de sortie et un condensateur qui devra être de très bonne qualité (faible Résistance Série Equivalente E.S.R.) [2].

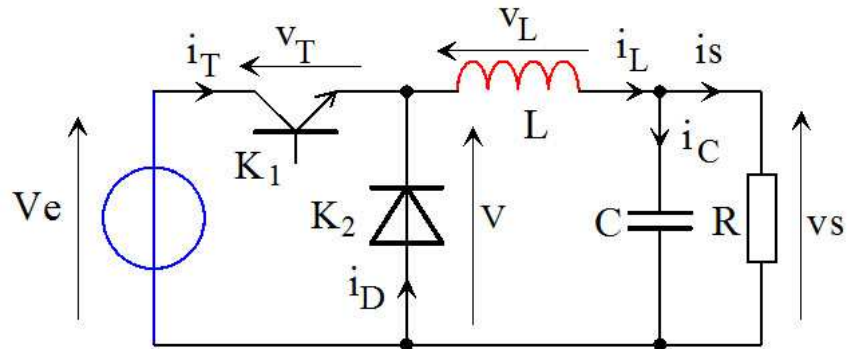


Fig. 3. La fonction hacheur abaisseur de type BUCK (dessins\h_serie1.drw).

Le rendement de ce type d'alimentation est supérieure à 75%, autorisant la réalisation d'alimentation en « Composants Montée en Surface » (C.M.S.) ou « Surface Mount Design » (S.M.D.). Les circuits intégrés de chez National Semiconductor intègrent le transistor de puissance, le circuit de commande (en « Modulation de Largeur d'Impulsion » M.L.I. ou « Pulse Width Modulation » P.W.M.), la régulation de la tension de sortie et les protections en courant et en température du composant [3][4][5]. Quelques composants périphériques doivent être ajoutés pour réaliser la fonction d'alimentation, à savoir : la diode de roue libre, l'inductance et le condensateur de sortie, le condensateur de filtrage en entrée, et pour la version ajustable, le pont diviseur de mesure de la tension de sortie (Fig 4).

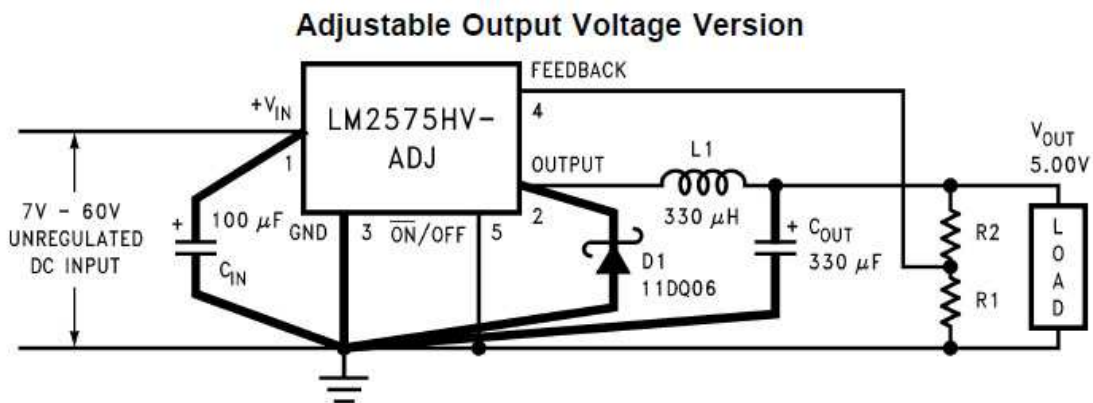


Fig. 4. L'alimentation à découpage ajustable de type hacheur abaisseur [3].

Les principales relations de ce hacheur sont :

$$\left\{ \begin{array}{l} \langle v \rangle = \alpha U_e = V_{OUT} \\ \Delta I_{Ls} = \frac{U_e}{L_s \cdot F} \alpha \cdot (1 - \alpha) \leq \frac{U_e}{4 \cdot L_s \cdot F} \quad \text{avec } \alpha \text{ le rapport cyclique} \\ \Delta U_e = \frac{I_s}{C'e \cdot F} \alpha \cdot (1 - \alpha) \leq \frac{U}{4 \cdot C'e \cdot F} \end{array} \right. \quad (1)$$

3.2 Le mode régulation de courant

Le fonctionnement « normal » du régulateur de tension est la production d'une tension Vs « fixe », qui évolue entre Vs max pour les faibles charges et Vs min pour des courants importants (Fig. 5).

Lorsque l'élément de batterie est très déchargé, c'est le mode « limitation de courant » du régulateur qui est utilisé (Fig. 5). Les pertes dans le régulateur sont alors plus importante, d'où la nécessité de « sur-dimensionner » le dissipateur.

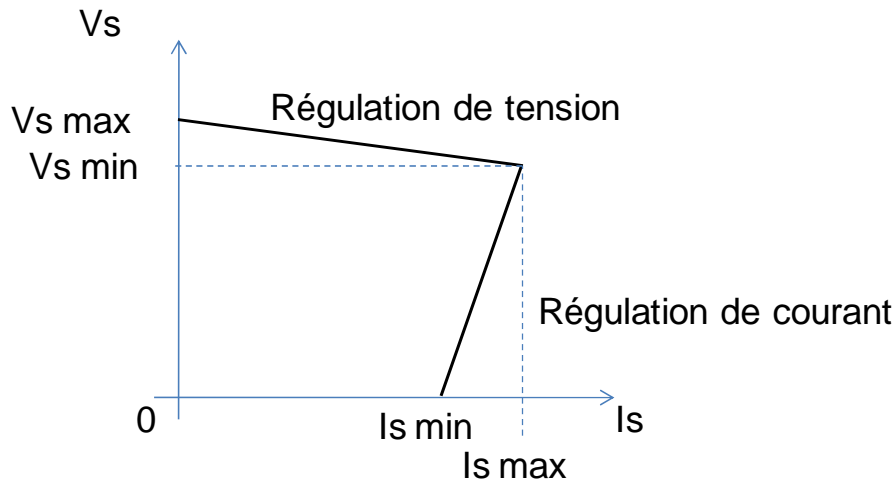


Fig. 5. Diagramme de la tension de sortie V_s en fonction du courant de sortie I_s .

Lorsque le courant de sortie atteint sa valeur maximale $I_s \text{ max}$, la puissance consommée par l'alimentation est maximale. Cette puissance servira au dimensionnement de l'alimentation primaire du chargeur unitaire.

3.3 Calcul d'un dissipateur

La Loi d'Ohm thermique est issue de l'écoulement d'un flux thermique et peut-être simulé par l'analogie électrique suivante :

Loi d'ohm thermique	Loi d'ohm électrique
Puissance dissipée : P_d (w)	Courant I (Ampère)
Résistance thermique R_{TH} ($^{\circ}C/W$)	Résistance R (Ohm)
Différence de température T ($^{\circ}C$)	Différence de potentiel U (Volt)
$T_j - T_a = P_d \cdot R_{TH}$	$V_1 - V_2 = R \cdot I$

Fig. 6. Loi d'ohm thermique (images\alim19.gif)

La figure 7 présente l'assemblage d'un composant sur un dissipateur. Les résistances thermiques sont définies comme suit :

- $R_{th(j-b)} = R_{th(j-c)} = R_{jc}$: résistance thermique jonction-boîtier, valeur donnée par le fabricant du semi-conducteur ;
- $R_{th(b-r)} = R_{th(c-s)} = R_{cs}$: résistance thermique boîtier-radiateur, dépend du type de boîtier, de l'état des surfaces, de la pression de contact avec le dissipateur, de l'isolant éventuel entre les deux surfaces et de l'utilisation de graisse thermique ;
- $R_{th(r-a)} = R_{th(s-a)} = R_{sa}$: résistance thermique radiateur-ambiant, valeur à calculer pour choisir le dissipateur ;
- $R_{th(j-a)} = R_{ja}$: résistance thermique jonction-ambiant, dépend du type du boîtier, valeur donnée par le fabricant du semi-conducteur pour un composant utilisé SANS RADIATEUR.

La R_{th} est exprimée en $^{\circ}C/W$, alors que l'USI devrait être le KELVIN PAR WATT (K/W) !

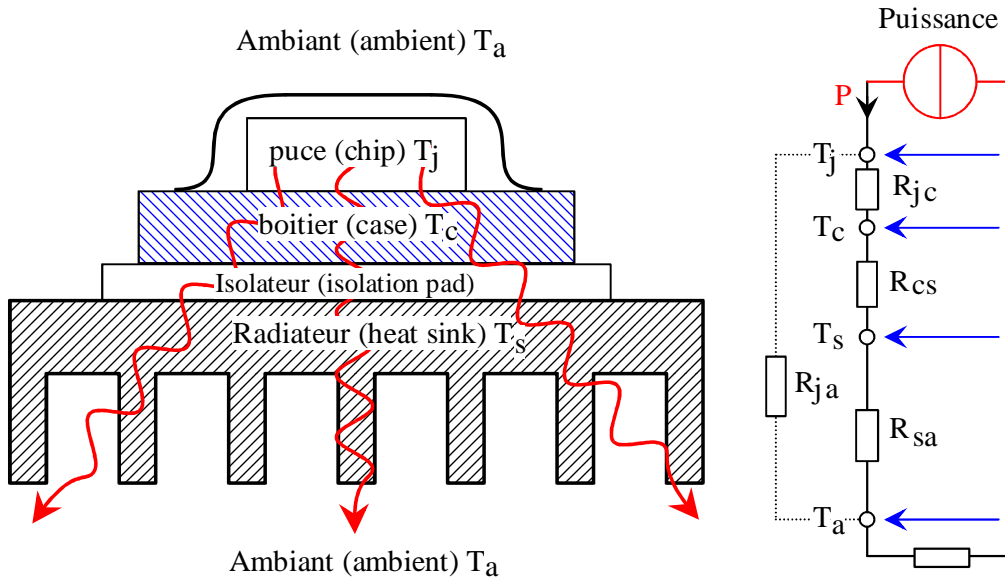


Fig. 7 Un composant sur son radiateur (dessins\thermo1.drw)

Les potentiels correspondent aux différentes température de l'assemblage, à savoir :

- T_j : la température de jonction. Elle dépend du silicium. Sa valeur est donnée par le fabricant ($<150^{\circ}\text{C}$).
- T_a : la température ambiante, en générale $20\text{-}25^{\circ}\text{C}$, mais dans une enceinte confinée (exemple PC !), il faut prévoir plus (de 30 à 45°C).
- T_s : la température du radiateur.
- P : la puissance dissipée maximale du semi-conducteur.

La démonstration du besoin d'un dissipateur peut être faite par la démarche suivante :

- calculer $R_{th(totale)} = \frac{T_{jmax} - T_a}{P_{dmax}}$, plus $R_{th(totale)}$ est petit, mieux on peut dissiper ;
- si $R_{th(totale)} > R_{th(j-a)}$, il ne faut pas de radiateur ;
- si $R_{th(totale)} < R_{th(j-a)}$, il faut un radiateur ;
- déterminer $R_{th(r-a)} = R_{th(totale)} - (R_{th(b-r)} + R_{th(j-b)})$;
- $R_{th(r-a)}$ calculée permet de choisir le dissipateur d'après des abaques.

Régulateurs de tension : LM 78XX ou 79XX		
Boîtier	TO220	TO3
RTH jb	3 °C/W	4 °C/W
RTH ja	50 °C/W	35 °C/W

	RTH br en °C/W			
	Direct	avec graisse	avec isolant	isolant et graisse
TO-3	0,6	0,1	1	0,5
TO-126	1	0,5	6	3
TO-220	1,4	0,3	2,2	0,8

Fig. 8. Caractéristiques thermiques des régulateur de tension LM 78xx (images\alim21.gif)

3.4 L'alimentation 2 A – 52 kHz

3.4.1 Réalisation avec le LM2596T-ADJ

Cette alimentation est réalisée à partir du circuit intégrés LM2575T-ADJ. La fréquence de découpage est de 52 kHz. La version LM2575T-ADJ est disponible en boîtier TO220 et supporte 40V de tension d'entrée. Le courant de sortie nominal est de 1A.

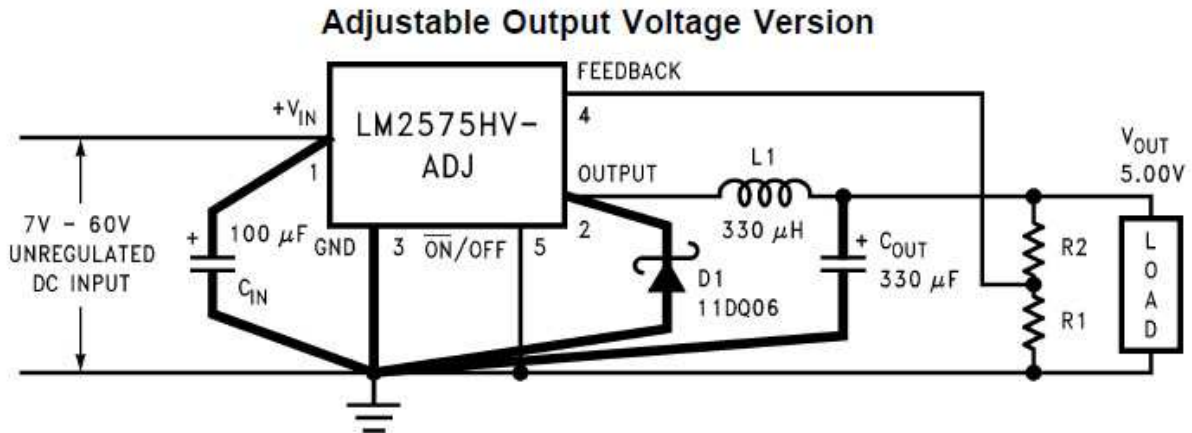


Fig. 9. Le régulateur à découpage ajustable LM2575T-ADJ [3].

La valeur de la tension de sortie est fixée par le pont diviseur R2 et R1 et est donnée par :

$$V_{\text{OUT}} = V_{\text{REF}} \times \left(1 + \frac{R2}{R1} \right) \quad (2)$$

avec $V_{\text{REF}} = 1,23\text{V}$ et R1 compris entre 1 kΩ et 5 kΩ. La valeur de R2 est donnée par :

$$R2 = R1 \times \left(\frac{V_{\text{OUT}}}{V_{\text{REF}}} - 1 \right) \quad (3)$$

Avec $R1 = 1,2\text{ k}\Omega$ et $R2 = 4,7\text{ k}\Omega$ ajustable, la tension de sortie sera ajustable de 1,23V à 6V. La réalisation de R2 par la mise en série d'une résistance fixe avec une résistance ajustable permettrait d'avoir une plage de réglage plus fine autour des valeurs de tension des éléments Lithium (entre 3,5V et 4,5V par exemple).

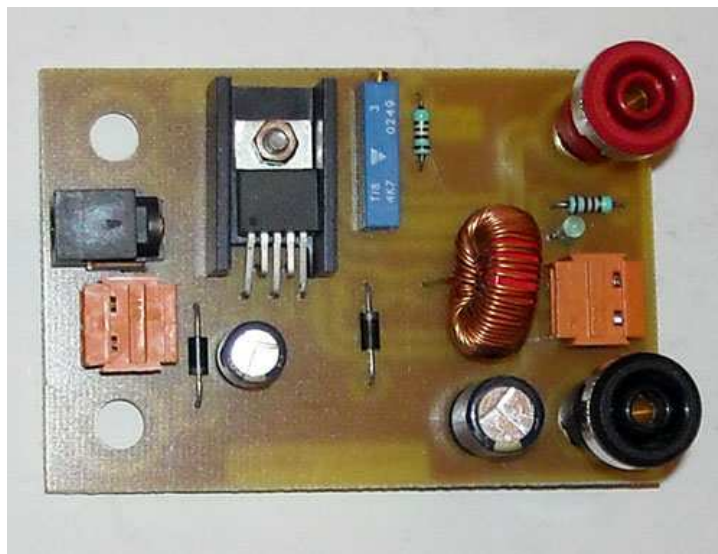


Fig. 10. L'alimentation à découpage ajustable LM2575T-ADJ [6][3].

L'inductance L1 est dimensionnée pour supporter le courant de court-circuit de 2A, ainsi que la diode de roue libre (Schottky 2A).

Le condensateur de sortie est largement surdimensionné pour réduire au maximum l'ondulation de la tension de sortie. Sa tension maximale est de 6,3 V (petit modèle).

Une LED verte basse consommation (2 mA) signale la bonne connexion du chargeur unitaire à la batterie. Son niveau d'éclairement est « proportionnel » à « l'état de charge » de l'élément Lithium.

ATTENTION : malgré tout, la LED provoque une décharge supplémentaire de l'élément.

3.4.2 Mesures avec le LM2575T-ADJ

Un essai avec une charge résistive est réalisé. Le chargeur unitaire est alimenté par un alimentation de laboratoire de 15V. La tension de sortie Vs et le courant de sortie Is sont mesurés, ainsi que la tension d'entrée Ve et le courant d'entrée Ie.

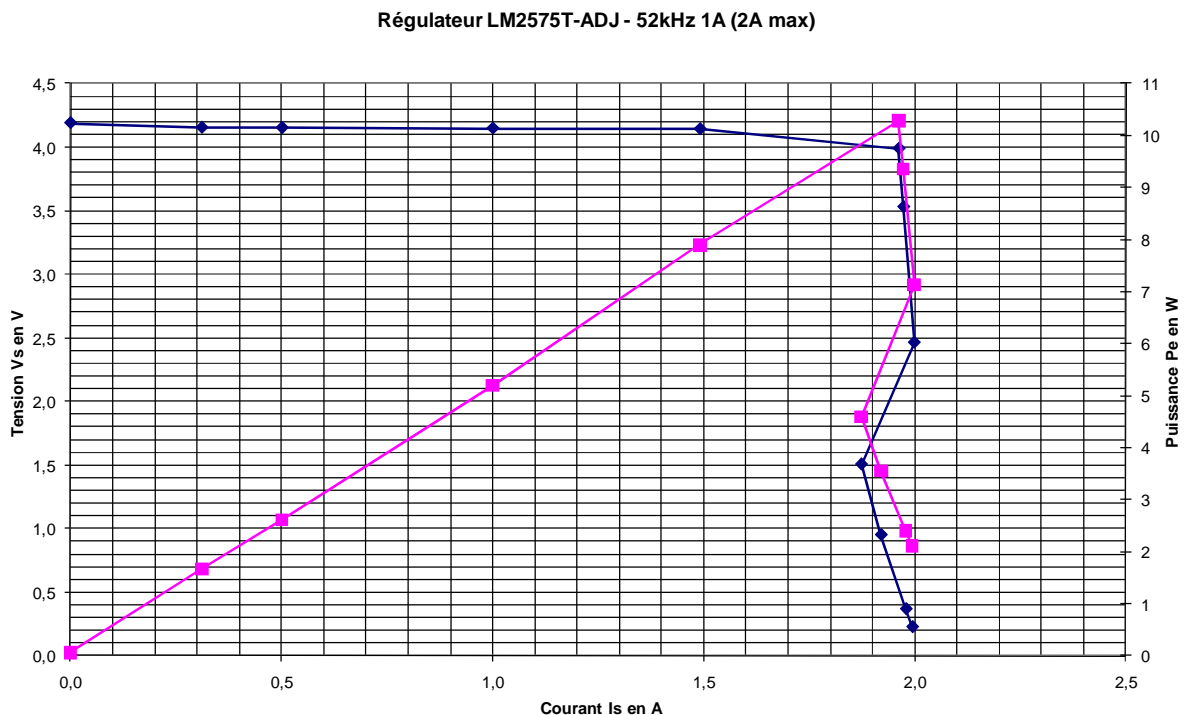


Fig. 11. Tension de sortie Vs et puissance d'entrée Pe en fonction du courant de sortie pour l'alimentation à découpage LM2575T-ADJ [6][3].

Les puissances d'entrée Pe et de sortie Ps sont calculées à partir de la formule :

$$\begin{cases} Pe = Ve \times Ie \\ Ps = Vs \times Is \end{cases} \quad (4)$$

La figure 11 donne l'évolution de la tension de sortie Vs en fonction du courant de sortie. Par rapport au réglage initiale de 4,20 V, la tension chute légèrement jusqu'à 4,14 V pour un courant Is = 1,5 A. Ensuite, la limitation en courant intervient et la tension chute lorsque la résistance de charge diminue : le courant de sortie est constant et vaut Is_{MAX} = 2 A.

La figure 11 donne également l'évolution de la puissance d'entrée Pe en fonction du courant de sortie. Cette puissance atteint un maximum pour Vs = 3,988 V et Is = 1,962 A. Pour une tension d'entrée Ve = 15,17 V, le courant d'entrée vaut 678 mA et la puissance d'entrée est de Pe = 10,3 W.

La figure 12 donne l'évolution des puissances d'entrée P_e et de sortie P_s et du rendement du chargeur unitaire. Le rendement est donné par :

$$\eta = \frac{P_s}{P_e} \leq 100\% \quad (5)$$

Jusqu'à $I_s = 1A$, le rendement vaut $\eta = 79\%$. Il chute à 76% pour le point de puissance maximum.

3.4.3 Etudes des pertes avec le LM2575T-ADJ

Les pertes maximales sont atteintes pour le point de puissance maximale. Les pertes valent alors $\Delta P = 2,4 W$. Si toutes ses pertes sont localisée dans le régulateur, avec une température ambiante de 25 °C, la résistance thermique devra être égale à :

$$R_{TH-JA} = \frac{\theta_J - \theta_A}{\Delta P} = \frac{150 - 25}{2,4} \approx 52^\circ C/W \quad (6)$$

Au regard de la documentation, il est préférable d'ajouter un petit dissipateur :

$$R_{TH-RA} = R_{TH-JA} - R_{TH-BR} - R_{TH-JC} = 52 - 1,4 - 2 = 48,6^\circ C/W \quad (7)$$

Le modèle WA400-11P de chez Schaffner avec une $R_{TH-RA} = 18^\circ C/W$ convient (Code commande 169-9875 chez Radiospares [7]).

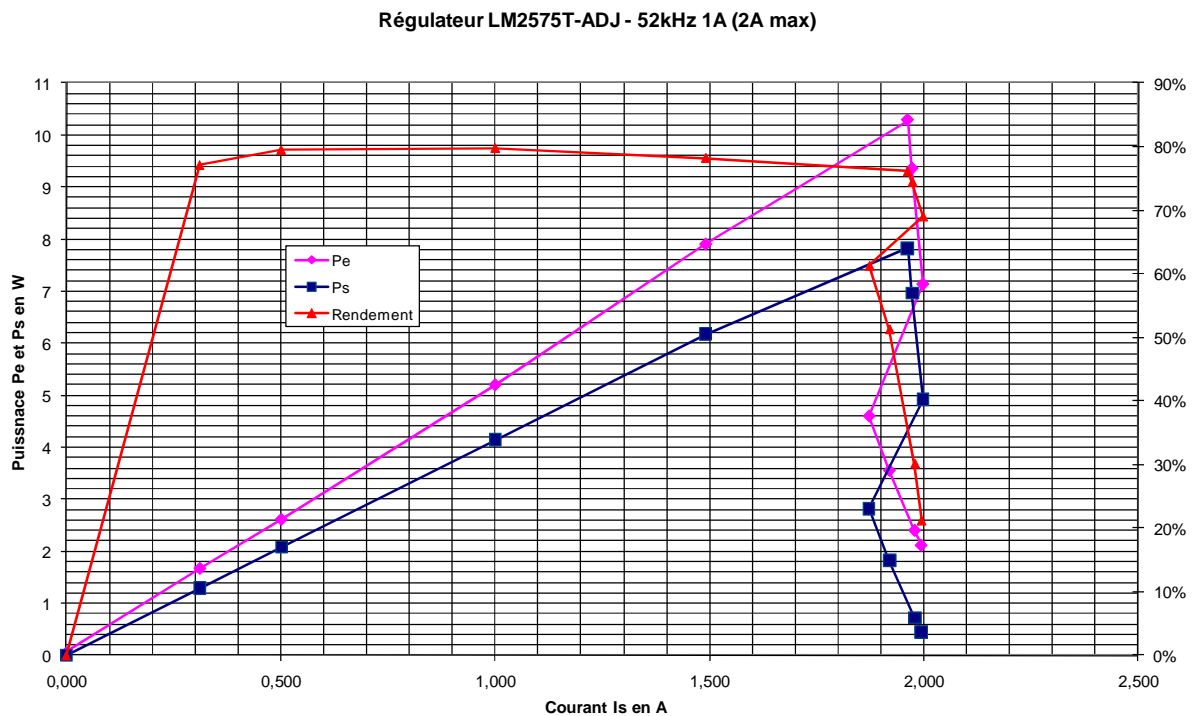


Fig. 12. Puissance de sortie P_s , puissance d'entrée P_e et rendement en fonction du courant de sortie pour l'alimentation à découpage LM2575T-ADJ [6][3].

3.5 L'alimentation 5 A – 52 kHz

3.5.1 Réalisation avec le LM2596T-ADJ

Cette alimentation est réalisée à partir du circuit intégrés LM2576T-ADJ. La fréquence de découpage est de 52 kHz. La version LM2576T-ADJ est disponible en boîtier TO220 et supporte 40V de tension d'entrée. Le courant de sortie nominal est de 3A.

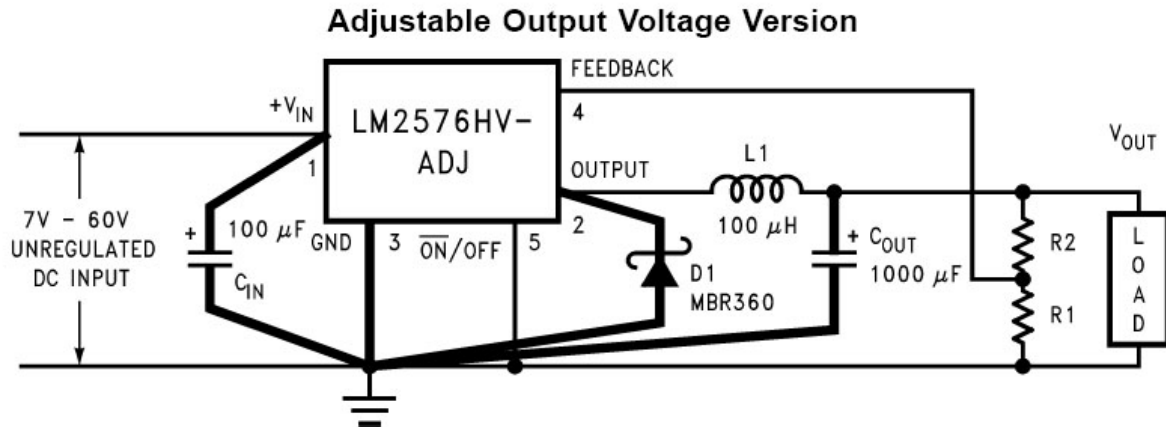


Fig. 13. Le régulateur à découpage ajustable LM2576T-ADJ [4].

La valeur de la tension de sortie est fixée par le pont diviseur R2 et R1 et est donnée par :

$$V_{OUT} = V_{REF} \times \left(1 + \frac{R2}{R1}\right) \quad (8)$$

avec $V_{REF} = 1,23V$ et R1 compris entre 1 kΩ et 5 kΩ. La valeur de R2 est donnée par :

$$R2 = R1 \times \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1\right) \quad (9)$$

Avec $R1 = 1,2 \text{ k}\Omega$ et $R2 = 4,7 \text{ k}\Omega$ ajustable, la tension de sortie sera ajustable de 1,23V à 6V.

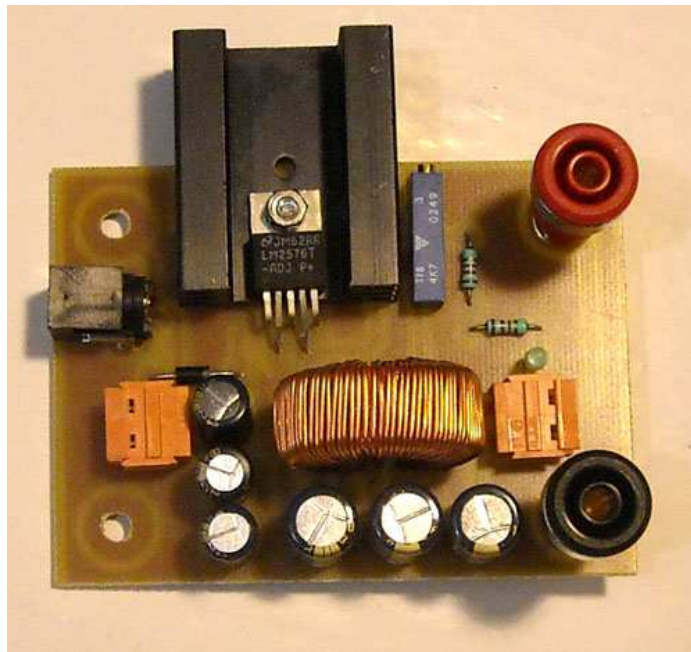


Fig. 14. L'alimentation à découpage ajustable LM2576 [6][4].

La réalisation de R2 par la mise en série d'une résistance fixe avec une résistance ajustable permettrait d'avoir une plage de réglage plus fine autour des valeurs de tension des éléments Lithium (entre 3,5V et 4,5V par exemple).

L'inductance L1 est dimensionnée pour supporter le courant de court-circuit de 5A, ainsi que la diode de roue libre (Schottky 5A).

Le condensateur de sortie est largement surdimensionné pour réduire au maximum l'ondulation de la tension de sortie. Sa tension maximale est de 6,3 V (petit modèle). 3 condensateurs sont placés en parallèle afin de réduire l'E.S.R. et la valeur du courant efficace dans chaque condensateur (surtout pour le condensateur d'entrée C'e).

Une LED verte basse consommation (2 mA) signale la bonne connexion du chargeur unitaire à la batterie. Son niveau d'éclairement est « proportionnel » à « l'état de charge » de l'élément Lithium.

ATTENTION : malgré tout, la LED provoque une décharge supplémentaire de l'élément.

3.5.2 Mesures avec le LM2576T-ADJ

Un essai avec une charge résistive est réalisé. Le chargeur unitaire est alimenté par un alimentation de laboratoire de 15V. La tension de sortie Vs et le courant de sortie Is sont mesurés, ainsi que la tension d'entrée Ve et le courant d'entrée Ie.

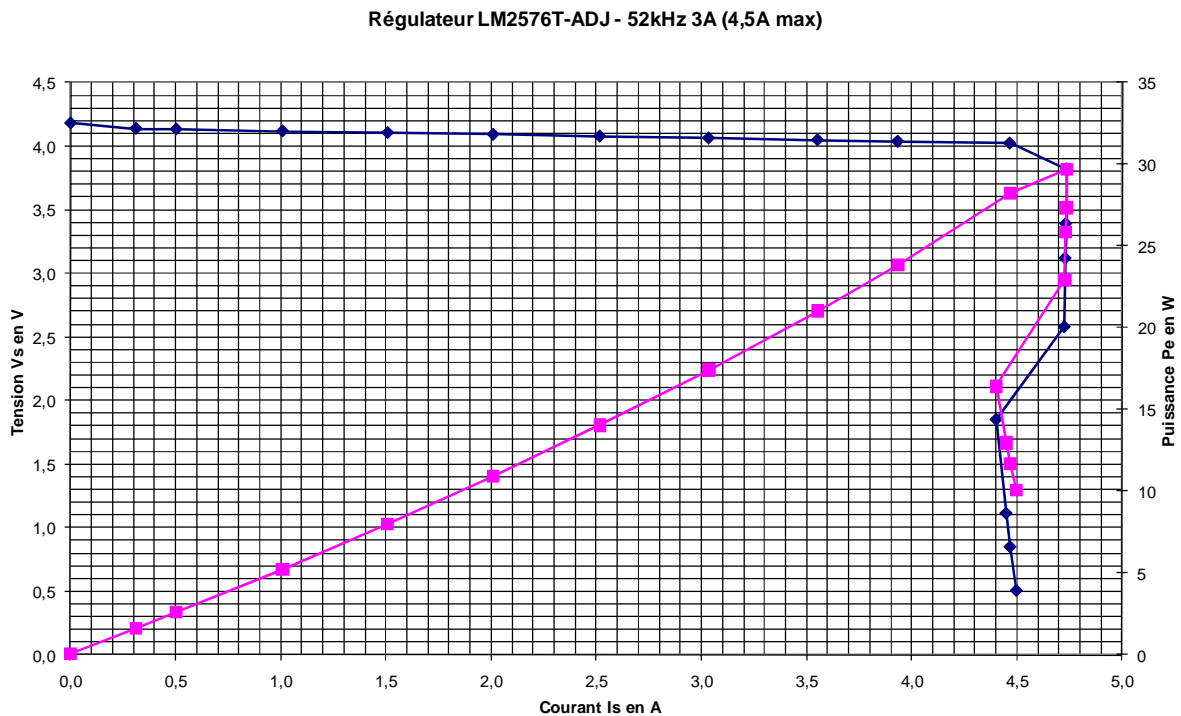


Fig. 15. Tension de sortie Vs et puissance d'entrée Pe en fonction du courant de sortie pour l'alimentation à découpage LM2576T-ADJ [6][4].

Les puissances d'entrée Pe et de sortie Ps sont calculées à partir de la formule :

$$\begin{cases} Pe = Ve \times Ie \\ Ps = Vs \times Is \end{cases} \quad (10)$$

La figure 15 donne l'évolution de la tension de sortie Vs en fonction du courant de sortie. Par rapport au réglage initiale de 4,18 V, la tension chute jusqu'à 4,04 V pour un courant Is ≈ 4 A. Ensuite, la limitation en courant intervient et la tension chute lorsque la résistance de charge diminue : le courant de sortie est à peu près constant et vaut ISMAX ≈ 4,5A-4,7A.

La figure 15 donne également l'évolution de la puissance d'entrée P_e en fonction du courant de sortie. Cette puissance atteint un maximum pour $V_s = 3,821$ V et $I_s = 4,738$ A. Pour une tension d'entrée $V_e = 15,22$ V, le courant d'entrée vaut 1,949 A et la puissance d'entrée est de $P_e = 29,7$ W.

La figure 16 donne l'évolution des puissances d'entrée P_e et de sortie P_s et du rendement du chargeur unitaire. Le rendement est donné par :

$$\eta = \frac{P_s}{P_e} \leq 100\% \quad (11)$$

Pour les faibles valeurs du courant de sortie, le rendement vaut $\eta = 80\%$. Il chute à 70% pour $I_s = 3$ A et vaut environ 60% pour le point de puissance maximum.

3.5.3 Etudes des pertes avec le LM2576T-ADJ

Les pertes maximales sont atteintes pour le point de puissance maximale. Les pertes valent alors $\Delta P = 11,5$ W. Si toutes ses pertes sont localisées dans le régulateur, avec une température ambiante de 25 °C, la résistance thermique devra être égale à :

$$R_{TH-JA} = \frac{\theta_J - \theta_A}{\Delta P} = \frac{150 - 25}{11,5} \approx 10,8^\circ\text{C/W} \quad (12)$$

Il est indispensable d'ajouter un dissipateur :

$$R_{TH-RA} = R_{TH-JA} - R_{TH-BR} - R_{TH-JC} = 10,8 - 1,4 - 2 = 7,4^\circ\text{C/W} \quad (13)$$

Le modèle KL205-50.8 de chez Schaffner avec une $R_{TH-RA} = 7^\circ\text{C/W}$ convient (Code commande 218-2227 chez Radiospares [7]).

ATTENTION : la température du dissipateur sera alors de :

$$\theta_R = \theta_A + R_{TH-RA} \times \Delta P = 25 + 7 \times 11,5 \approx 105^\circ\text{C/W} ! \quad (14)$$

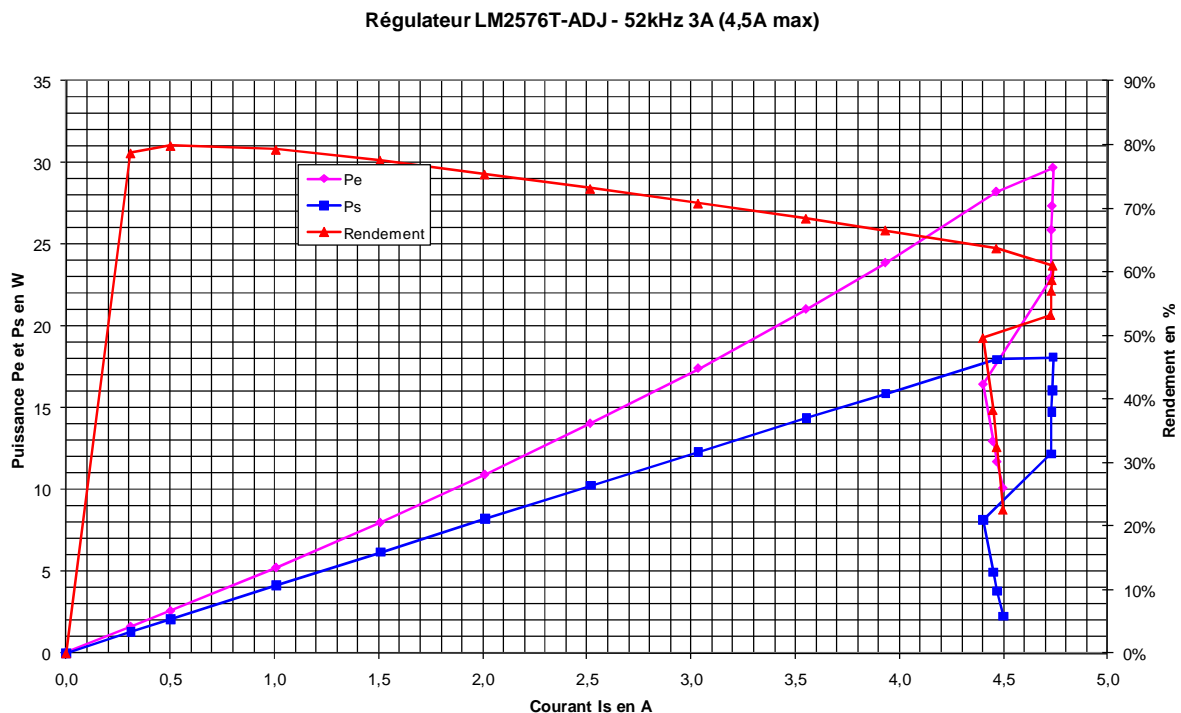


Fig. 16. Puissance de sortie P_s , puissance d'entrée P_e et rendement en fonction du courant de sortie pour l'alimentation à découpage LM2576T-ADJ [6][4].

3.6 L'alimentation 5 A – 150 kHz

3.6.1 Réalisation avec le LM2596T-ADJ

Cette alimentation est réalisée à partir du circuit intégrés LM2596T-ADJ. La fréquence de découpage est de 150 kHz. La version LM2596T-ADJ est disponible en boîtier TO220 et supporte 40V de tension d'entrée. Le courant de sortie nominal est de 3A.

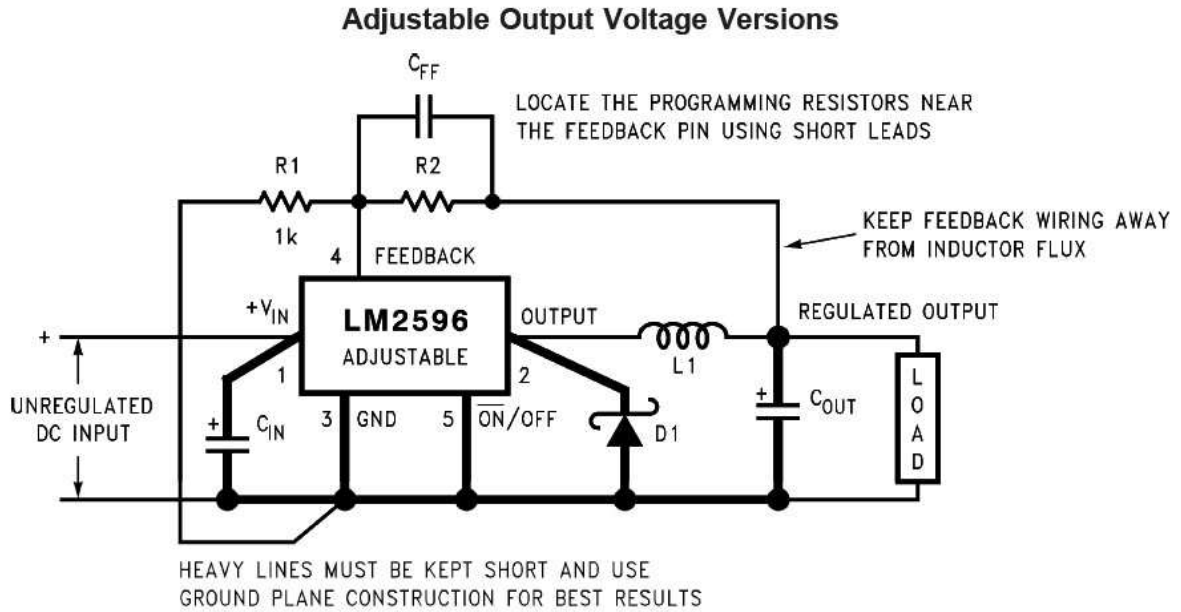


Fig. 17. Le régulateur à découpage ajustable LM2596T-ADJ [5].

La valeur de la tension de sortie est fixée par le pont diviseur R2 et R1 et est donnée par :

$$V_{\text{OUT}} = V_{\text{REF}} \times \left(1 + \frac{R2}{R1} \right) \quad (15)$$

avec $V_{\text{REF}} = 1,23\text{V}$ et R1 compris entre 1 kΩ et 5 kΩ. La valeur de R2 est donnée par :

$$R2 = R1 \times \left(\frac{V_{\text{OUT}}}{V_{\text{REF}}} - 1 \right) \quad (16)$$



Fig. 18. L'alimentation à découpage ajustable LM2596 [6][5].

Avec $R1 = 1,2 \text{ k}\Omega$ et $R2 = 4,7 \text{ k}\Omega$ ajustable, la tension de sortie sera ajustable de 1,23V à 6V. La réalisation de $R2$ par la mise en série d'une résistance fixe avec une résistance ajustable permettrait d'avoir une plage de réglage plus fine autour des valeurs de tension des éléments Lithium (entre 3,5V et 4,5V par exemple).

Pour une tension de sortie de 4V, la capacité de « Feedforward » vaut $CFF = 3,3 \text{ nF}$.

L'inductance $L1$ est dimensionnée pour supporter le courant de court-circuit de 5A, ainsi que la diode de roue libre (Schottky 5A).

Le condensateur de sortie est largement surdimensionné pour réduire au maximum l'ondulation de la tension de sortie. Sa tension maximale est de 6,3 V (petit modèle). 3 condensateurs sont placés en parallèle afin de réduire l'E.S.R. et la valeur du courant efficace dans chaque condensateur (surtout pour le condensateur d'entrée C'e).

Une LED verte basse consommation (2 mA) signale la bonne connexion du chargeur unitaire à la batterie. Son niveau d'éclairement est « proportionnel » à « l'état de charge » de l'élément Lithium.

ATTENTION : malgré tout, la LED provoque une décharge supplémentaire de l'élément.

3.6.2 Mesures avec le LM2596T-ADJ

Un essai avec une charge résistive est réalisé. Le chargeur unitaire est alimenté par un alimentation de laboratoire de 15V. La tension de sortie V_s et le courant de sortie I_s sont mesurés, ainsi que la tension d'entrée V_e et le courant d'entrée I_e .

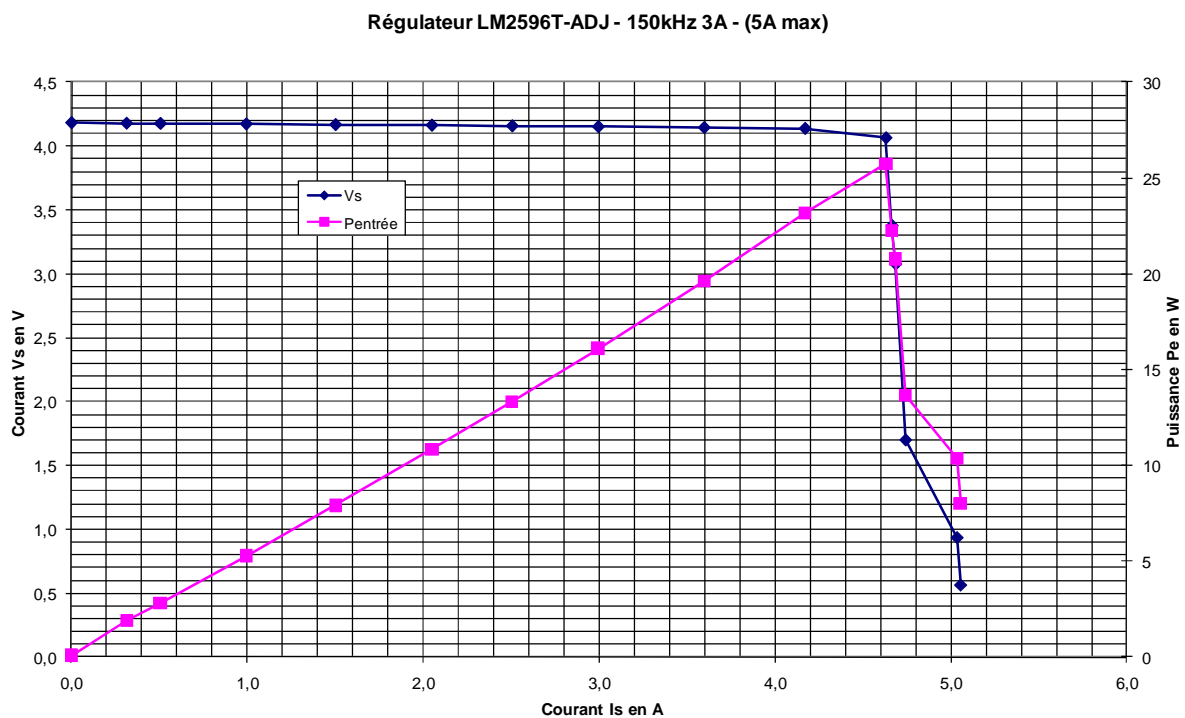


Fig. 19. Tension de sortie V_s et puissance d'entrée P_e en fonction du courant de sortie pour l'alimentation à découpage LM2576T-ADJ [6][5].

Les puissances d'entrée P_e et de sortie P_s sont calculées à partir de la formule :

$$\begin{cases} P_e = V_e \times I_e \\ P_s = V_s \times I_s \end{cases} \quad (17)$$

La figure 19 donne l'évolution de la tension de sortie V_s en fonction du courant de sortie. Par rapport au réglage initiale de 4,18 V, la tension chute jusqu'à 4,14 V pour un courant $I_s \approx 4 \text{ A}$.

Ensuite, la limitation en courant intervient et la tension chute lorsque la résistance de charge diminue : le courant de sortie est à peu près constant et vaut $I_{S_{MAX}} \approx 4,6A-5A$.

La figure 19 donne également l'évolution de la puissance d'entrée P_e en fonction du courant de sortie. Cette puissance atteint un maximum pour $V_s = 3,821 V$ et $I_s = 4,738 A$. Pour une tension d'entrée $V_e = 15,22 V$, le courant d'entrée vaut $1,949 A$ et la puissance d'entrée est de $P_e = 29,7 W$.

3.6.3 Etudes des pertes avec le LM2596T-ADJ

La figure 20 donne l'évolution des puissances d'entrée P_e et de sortie P_s et du rendement du chargeur unitaire. Pour les faibles valeurs du courant de sortie, le rendement vaut $\eta \approx 78\%-79\%$. Il chute à 73% pour le point de puissance maximum.

Les pertes maximales sont atteintes pour le point de puissance maximale. Les pertes valent alors $\Delta P = 6,9 W$. Si toutes ses pertes sont localisées dans le régulateur, avec une température ambiante de $25^\circ C$, la résistance thermique devra être égale à :

$$R_{TH-JA} = \frac{\theta_J - \theta_A}{\Delta P} = \frac{150 - 25}{6,9} \approx 18^\circ C/W \quad (18)$$

Il est indispensable d'ajouter un dissipateur :

$$R_{TH-RA} = R_{TH-JA} - R_{TH-BR} - R_{TH-JC} = 18 - 1,4 - 2 = 14,6^\circ C/W \quad (19)$$

Le modèle KL205-525.4 de chez Schaffner avec une $R_{TH-RA} = 12^\circ C/W$ convient (Code commande 218-2249 chez Radiospares [7]).

ATTENTION : la température du dissipateur sera alors de :

$$\theta_R = \theta_A + R_{TH-RA} \times \Delta P = 25 + 12 \times 6,9 \approx 108^\circ C/W ! \quad (20)$$

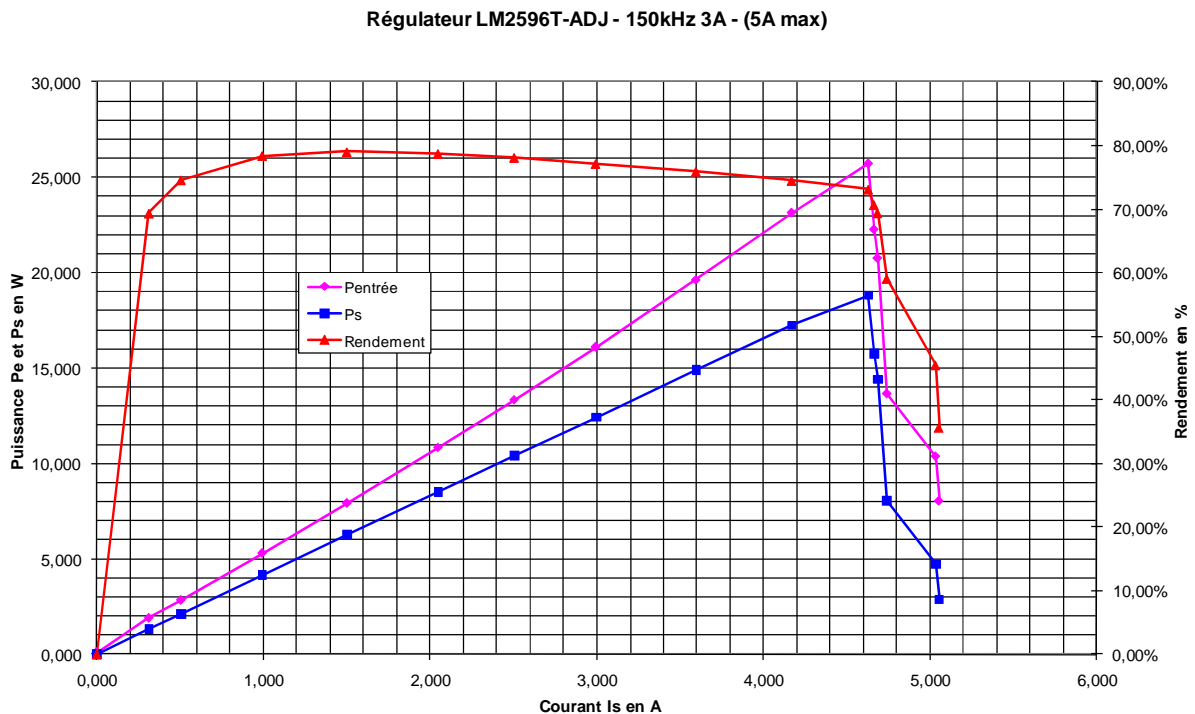


Fig. 20. Puissance de sortie P_s , puissance d'entrée P_e et rendement en fonction du courant de sortie pour l'alimentation à découpage LM2595-ADJ [6][5].

3.7 Le connecteur 12 cellules

3.8 Le circuit de surveillance

4 Conclusion

5 Bibliographie

- [1] C. PEUTOT, [E3994], *Chargeurs de batteries*, Techniques de l'Ingénieur, Traité Électronique, mai 2001, 21 pages, <http://www.thierry-lequeu.fr/data/PAP529.HTM>, consulté le 11 août 2011.
- [2] J.-P. FERRIEUX, F. FOREST, *Alimentations à découpage - Convertisseurs à résonance*, 3e édition revue et augmentée, 1999, <http://www.thierry-lequeu.fr/data/LIVRE122.HTM>, consulté le 5 août 2011.
- [3] Documentation du régulateur LM2575 de National Semiconductor, <http://www.national.com/ds/LM/LM1575.pdf>, consulté le 9 août 2011,
- [4] Documentation du régulateur LM2576 de National Semiconductor, <http://www.national.com/ds/LM/LM2576.pdf>, consulté le 9 août 2011,
- [5] Documentation du régulateur LM2596 de National Semiconductor, <http://www.national.com/ds/LM/LM2596.pdf>, consulté le 9 août 2011,
- [6] T. LEQUEU, *Projet 05 - ALIM-LI / Chargeur unitaire de batterie Lithium*, documentation technique de la maquette, projets LMP4, janvier 2011, <http://www.thierry-lequeu.fr/data/DIV605.HTM>, consulté le 9 août 2011.
- [7] Site web de la société Radiospares, <http://radiospares-fr.rs-online.com/web/>, consulté le 4 août 2011.

Table des matières :

Chargeurs unitaires pour batterie Lithium.....	1
Note d'Application EK013-FR – Août 2011	1
1 Résumé.....	1
2 Lithium Batteries and Battery Manager System	1
2.1 Différentes technologie de batterie Lithium.....	1
2.2 Le circuit de surveillance de la batterie	1
3 Le chargeur unitaire pour batterie Lithium	2
3.1 Le hacheur abaisseur de type BUCK.....	2
3.2 Le mode régulation de courant	3
3.3 Calcul d'un dissipateur	4
3.4 L'alimentation 2 A – 52 kHz	6
3.4.1 Réalisation avec le LM2596T-ADJ.....	6
3.4.2 Mesures avec le LM2575T-ADJ	7
3.4.3 Etudes des pertes avec le LM2575T-ADJ	8
3.5 L'alimentation 5 A – 52 kHz.....	9
3.5.1 Réalisation avec le LM2596T-ADJ.....	9
3.5.2 Mesures avec le LM2576T-ADJ	10
3.5.3 Etudes des pertes avec le LM2576T-ADJ.....	11
3.6 L'alimentation 5 A – 150 kHz.....	12
3.6.1 Réalisation avec le LM2596T-ADJ.....	12
3.6.2 Mesures avec le LM2596T-ADJ	13
3.6.3 Etudes des pertes avec le LM2596T-ADJ.....	14
3.7 Le connecteur 12 cellules	15
3.8 Le circuit de surveillance.....	15
4 Conclusion.....	15
5 Bibliographie	15