

Stabilisateur de tension pour l'alimentation d'un émetteur-récepteur dans un véhicule hybride

Jean-Paul YONNET
F1LVT / ADRASEC 38
F1LVT@yahoo.fr
www.F1LVT.com

Beaucoup d'émetteurs-récepteurs (TX) sont prévus pour fonctionner en 12 V, pour pouvoir être utilisé dans un véhicule. Leur tension nominale de fonctionnement est 13,8 V. La tension d'une batterie plomb d'un véhicule est autour de 12,0 V – 12,3 V au repos, et elle est normalement stabilisée autour de 13,8 V en fonctionnement.

Récemment, en mesurant la tension du réseau 12 V dans un véhicule **Peugeot 208 Hybride**, nous avons eu la très grosse surprise de lire une valeur supérieure à 15,1 V (Photo 1). Et ce n'est pas une pointe de tension de quelques secondes, il faut plusieurs dizaines de minutes avant que la tension ne redescende en dessous de 14,6 V ! Le constructeur du véhicule répond que c'est normal (!), que la batterie 12 V est surchargée afin d'aider la batterie lithium 48 V pour le démarrage du véhicule ...



*Photo 1 : Mesure de la tension batterie à 15,18 V, ce qui est nettement trop élevée !
(L'étalonnage du voltmètre a bien été vérifié)*

Il y a deux réseaux électriques dans ce véhicule hybride. Le premier en 48 V est celui sur lequel s'échange l'énergie électrique entre un alerno-démarrreur et une batterie Lithium. Le second, en 12 V, avec une batterie plomb sert à alimenter les accessoires.

Si on veut garder en vie le plus longtemps possible les équipements dans le véhicule, il vaut mieux les alimenter avec une tension régulée qui ne dépasse pas la tension nominale de 13,8 V. Par exemple un TX décimétrique en 12 V consomme une vingtaine d'ampères et un TX bibande VHF-UHF une dizaine d'ampères en émission. Les circuits de réception sont régulés et peuvent supporter des surtensions, mais pas l'étage final de l'émetteur.

Quelle solution pour limiter la tension d'alimentation 12 V ?

-- Ajouter un autre réseau secondaire avec une seconde batterie 12 V, ce réseau étant alimenté par le premier,

-- Insérer des diodes série (par exemple 2 diodes pour donner une chute de tension de 1,6 V) quand on est à plus de 13,8 V et les court-circuiter quand on est en dessous,

-- Réguler par MLI (Modulation de Largeur d'Impulsions) et filtrer,

-- Ajouter un étage régulateur de tension en série. Attention alors à la chute de tension permanente qui est autour de 3 V pour un régulateur standard.

C'est cette dernière solution que nous avons choisi pour construire un stabilisateur de tension, en utilisant des régulateurs à faible chute de tension.

Prédimensionnement

Pour réduire la chute de tension d'un régulateur série, nous avons choisi d'utiliser des régulateur LDO (Low DropOut) de type MIC29300-12WT. D'après la documentation de ces composants, avec 4 régulateurs 3 A en parallèle, le courant maximal théorique est de 18 A (4,5 A x4), et la chute de tension est de 370 mV pour 12 A. Pour un débit de 12 A, la tension de sortie devrait rester stable à 12,0 V quelle que soit la tension d'alimentation de 12,3 V à 15V. Pour cette dernière tension, la puissance totale à dissiper est de 31W, soit 8W par régulateur : il faut obligatoirement un radiateur. Pour un fonctionnement « 1/3 TX – 2/3 RX », la puissance totale à dissiper est de 11 W. La résistance thermique des composants est de 2°C/W en TO220 et $T_{Jmax} = 125^{\circ}C$. Ces régulateurs MIC29300-12WT sont entièrement protégés en surintensité et en échauffement.

Premiers essais

Un premier montage a été testé, avec ses 4 régulateurs en parallèle. Sur le plan mécanique, les 4 boîtiers TO220 ont été fixés sur un radiateur standard de 140 mm x 78 mm (Photo 2).

La tension stabilisée a été mesurée à 11,88 V à faible débit ($I = 1A$). Le montage fonctionne mais la tension de sortie est un peu faible pour notre besoin. C'est pourquoi les régulateurs ont été isolés et une diode 1N4004 a été placée entre le point GND des régulateurs (par groupe de 2) et la masse pour augmenter cette tension de 0,7 V (voir Figure 1). Deux condensateurs ont été ajoutés en sortie : un condensateur électrochimique de 100 μF pour la régulation de tension (voir la documentation technique du MIC29300), ainsi qu'un condensateur de 100 nF pour le filtrage.

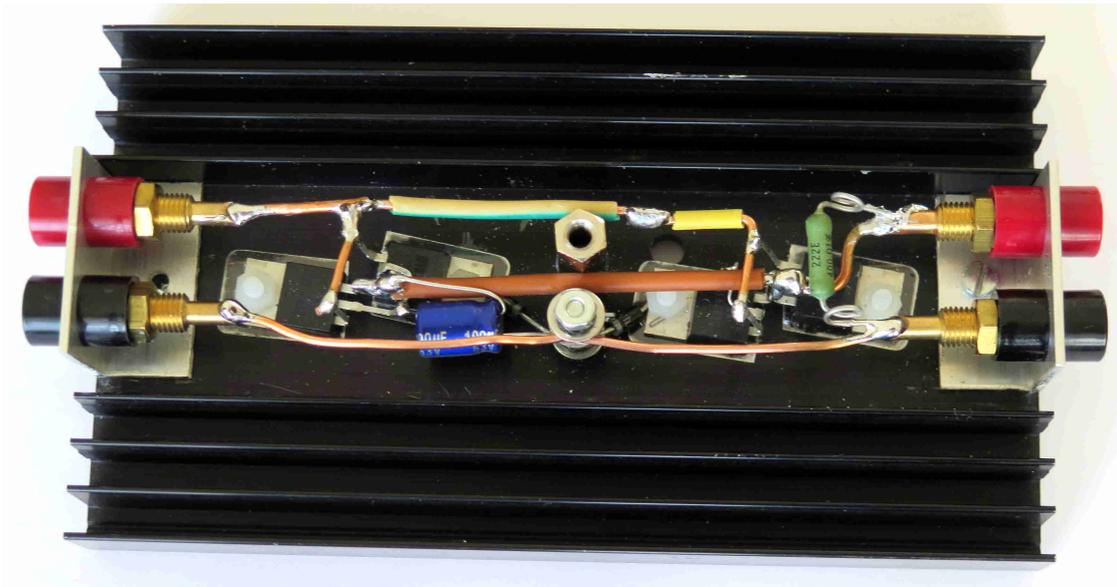


Photo 2 : Stabilisateur de tension construit avec 4 régulateur MIC39300-12

Pour la tension à vide, la documentation technique explique que la régulation ne fonctionne qu'avec un débit minimum de 7 mA pour un MIC29300. Une résistance de 400 Ω sur la sortie produit un débit de 32 mA pour un échauffement de 400 mW. Cette résistance a été intégrée dans le stabilisateur de tension (Photo 2). Le montage réalisé consomme 34 mA à vide. Son schéma est présenté sur la Figure 1.

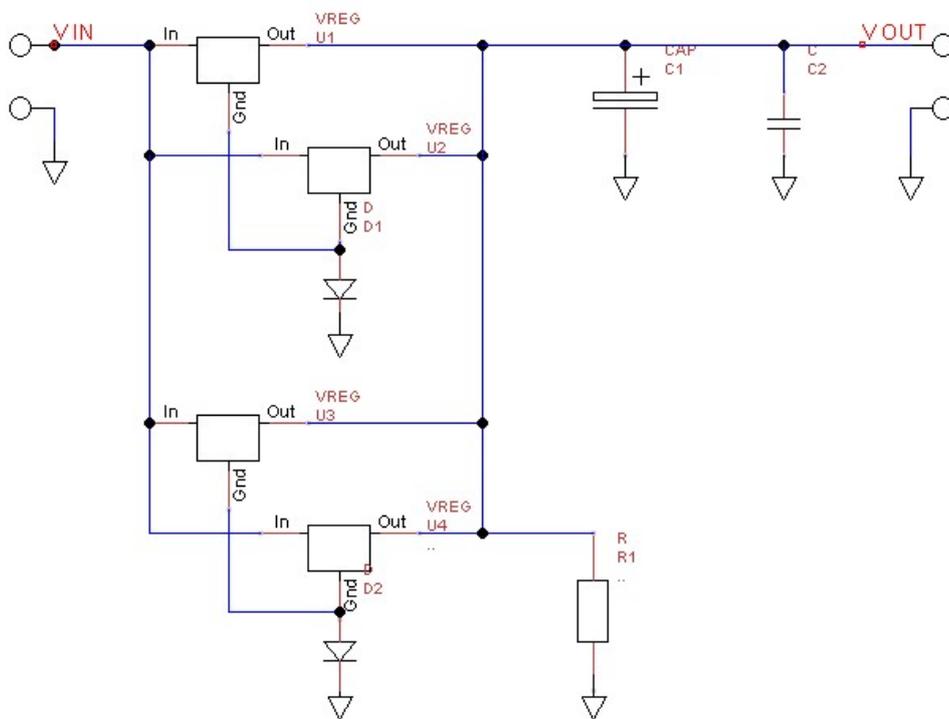


Figure 1 : Schéma du stabilisateur de tension

Composants

U1, U2, U3, U4	Régulateur LDO Microchip	MIC29300-12WT
D1, D2	Diode	1N4004
R1	Résistance	400 Ω - 1W
C1	Condensateur électrochimique	100 μ F
C2	Condensateur	100 nF

Essais avec un débit de 1A

Avec les diodes D1 et D2, la tension mesurée est maintenant de $V_{OUT} = 12,60$ V pour un débit permanent de 1A. Cette tension de sortie de 12,60 V est constante, quelle que soit la tension d'alimentation entre 12,9 V à 16 V, ce qui correspond exactement au fonctionnement recherché.

En remplaçant chaque diode D1 et D2 par 2 diodes 1N4004 en série, on pourrait atteindre une tension de sortie stabilisée de 13,3 V ou 13,4 V. Mais la stabilisation ne fonctionnerait pas en dessous d'une tension d'entrée autour de 13,6 V.

La Figure 2 montre la mesure de la tension de sortie du montage (V_{OUT}) en fonction de la tension d'alimentation (V_{IN}) pour un débit de 1 A. Avec une tension d'alimentation supérieure à 13,0 V, la tension de sortie reste constante à $V_{OUT} = 12,6$ V. Pour une tension V_{OUT} inférieure à 12,9 V, toujours avec un débit de 1A, la chute de tension $\Delta = V_{IN} - V_{OUT}$ du stabilisateur diminue avec la tension d'alimentation. Cette chute de tension est de 0.3 V à 12.8 V ($V_{OUT} = 12.5$ V) et de 0.2 V à 12,3 V ($V_{OUT} = 12.1$ V)

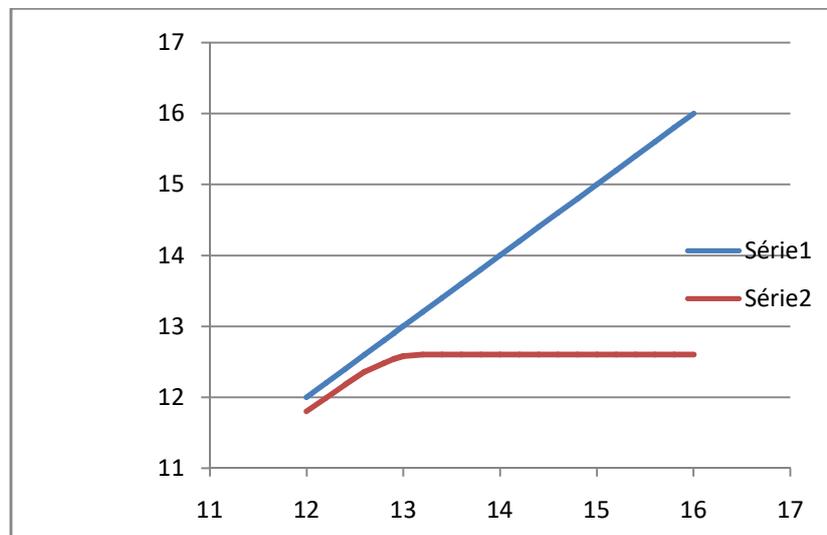


Figure 2 : Mesure de la tension de sortie (en rouge) stabilisée à 12,6 V en fonction de la tension d'entrée (en bleu) pour un débit de 1 A

Dans le véhicule concerné (Peugeot 208 Hybride), la tension batterie monte souvent à plus de 15.1 V après un démarrage puis redescend très lentement. Pour toute cette gamme de tension élevée allant de 13.8 V à plus de 15.1 V, l'insertion de notre module permet d'obtenir une tension stabilisée de 12.6 V. Quand on coupe le moteur, la tension batterie redescend autour de 12.3 V ; en sortie de notre module de stabilisation ; la tension de sortie est alors autour de 12.1 V (toujours pour un débit de 1 A).

Essais en charge (15A)

La tension de sortie reste parfaitement stable pour un débit de plusieurs ampères. Avec une alimentation à tension constante à plus de 14 V, la tension V_{OUT} reste bien constante à $V_{OUT} = 12.60 \text{ V}$. Le montage a été testé avec un débit permanent de 15 A. La variation de la tension de sortie n'est alors que d'une dizaine de millivolts. Cette tension de sortie remonte même très légèrement en charge ... Comme la limite de courant du MIC29300 est de 4.5 A (valeur typique d'après la documentation), notre montage doit limiter le courant autour de 18 A ; c'est au-delà de nos besoins pour un TX bibande VHF-UHF.



Photo 3 : Stabilisateur de tension 12,6 V. Le boîtier est refermé par un tronçon de U en dural de 40 mm de large et 140 mm de longueur

Quelques réflexions

Ce montage a été développé pour s'assurer que nos TX ne sont pas soumis à une surtension qui pourrait leur être préjudiciable (Photo 3). Même si ils sont conçus pour supporter des surtensions très brèves, il faut absolument éviter qu'ils restent alimentés à des niveaux de tension supérieurs à 15 V. Ce stabilisateur de tension répond parfaitement aux besoins en régulant la tension d'utilisation à $V_{OUT} = 12.60 \text{ V}$ quelle que soit la tension d'alimentation supérieure à 13 V.

Dans le véhicule, une Peugeot 208 Hybride, la batterie plomb 12 V du réseau d'accessoires subit des surtensions importantes, supérieures à 15 V, pendant des durées notables. C'est surtout après un arrêt (un jour ou deux, voire de plusieurs jours), que cela se produit. Ce n'est pas une surtension transitoire qui dure quelques secondes ; la tension élevée reste au même niveau un bon moment, puis redescend lentement au rythme d'environ 0,2 V à 0,3V par quart d'heure.... Dans les cours sur les batteries, on apprend que la tension aux bornes d'une batterie plomb ne devrait pas dépasser 14,4 V en charge. Au-delà on fait l'électrolyse de l'électrolyte, et la durée de vie de la batterie s'en trouve notablement réduite ; elle est limitée par la quantité d'eau dans l'électrolyte. La question annexe est donc de savoir combien de temps va tenir cette batterie Plomb 12V dans ce véhicule hybride ...

Référence

[1] Datasheet du circuit intégré Microchip MIC2915X/30X/50/75X