

28 cure de jouvence pour votre vieux chargeur (2)

ne le jetez pas, modernisez-le !

Roberto Armani (Elektor) et Walter Ribbert (Italie)

Dans la 1ère partie, nous avons vu le fonctionnement d'un chargeur de batterie à tension fixe et comment le protéger. Dans cette 2e partie, nous abordons l'ajout d'un contrôle efficace de la tension de fin de charge. Et ce, en version analogique et, numérique pour les fans du codage !

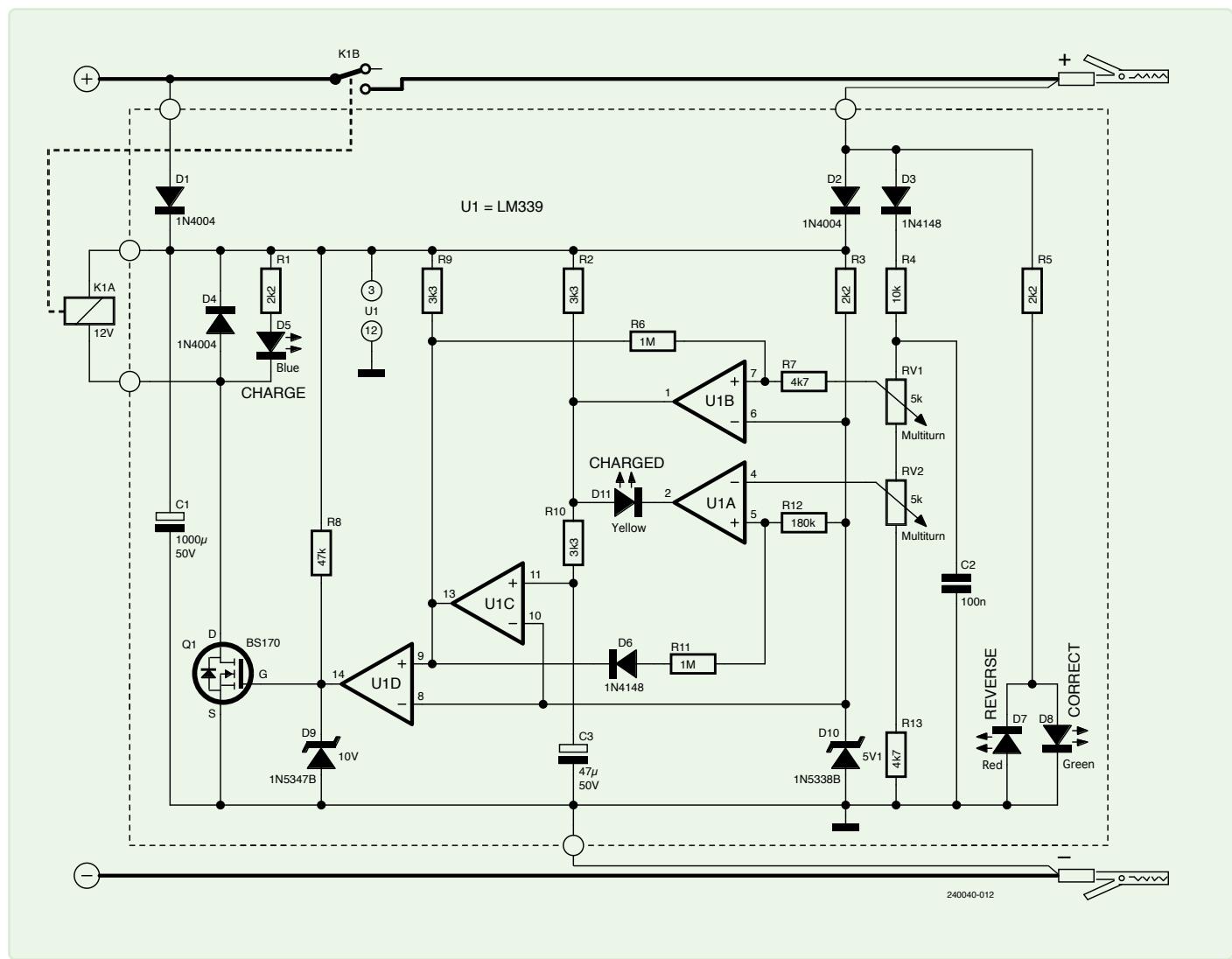


Figure 1. Schéma de la commande de tension analogique.

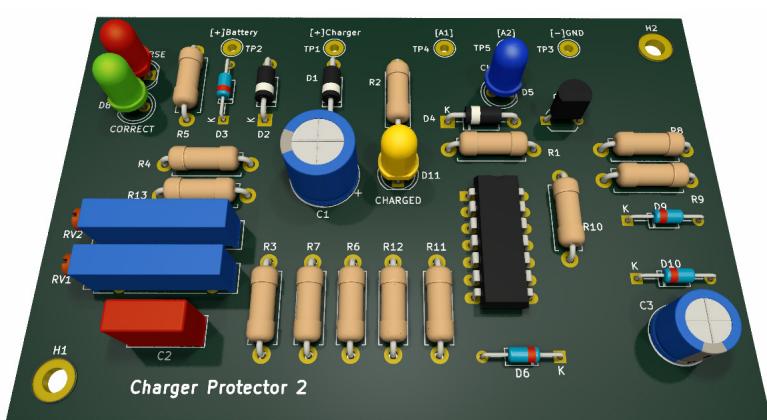


Figure 2. Rendu 3D de la carte imprimée garnie pour le projet.

Malgré l'ajout d'une protection résolvant les problèmes de sécurité posés par un chargeur de batterie, cela reste insuffisant pour garantir la bonne santé des accumulateurs chargés. C'est la raison des deux développements complémentaires.

Solution n° 2 : protection par contrôle de la tension

Cette 2^e version entièrement analogique offre la même capacité de protection que la 1^e (v. l'article précédent), mais ajoute un contrôle de tension qui stoppe la charge une fois la tension cible atteinte. Comme le montre le schéma de cette version (**fig. 1**), un *MOSFET BS170* pilote le relais à la place du SCB.

La diode D1 permet l'alimentation du circuit par le chargeur de batterie. D2 l'alimente par la batterie, tandis que D2 et D3 protègent l'électronique de l'inversion des pinces de connexion. Les diodes D7 et D8 (option) indiquent la connexion inversée/correcte des pinces. Le système est construit autour d'U1, un ampli-op *LM339* quadruple de *Texas Instruments* [1] avec des sorties à collecteur ouvert, et du relais K1 piloté par le MOSFET RS170 (Q1).

Grâce à la diode D3 (1N4148), le circuit détecte la tension de la batterie, via le diviseur de tension résistif formé par R4, RV1, RV2 et R13. U1 A et U1B comparcent la tension de référence de la diode Zener D10 (5,1 V) avec les seuils fixés sur les curseurs des ajustables multitours RV1 et RV2. Ces deux comparateurs fonctionnent comme des triggers de Schmitt.

Avec R6 et R7, U1B a une hystéresis d'environ 0,2 V ; il contrôle l'activation du relais K1 et allume D5 (bleue) lorsque la tension dépasse le seuil fixé avec RV1 (> 7,5 V), jusqu'à 10 V, et l'éteint au-dessous de 9,8 V.

Avec D6, R11 et R12, U1 A a une hystéresis d'environ 1,8 V. Il désactive le relais K1 et D5 et active D11 (jaune) lorsque la tension dépasse le seuil de RV2 (> 13 V), par ex., 14,4 V. U1A réactive K1 lorsque la tension retombe à 12,6 V env.

U1D découple du reste du circuit l'étage qui pilote Q1, tandis que U1C a pour fonction spécifique de fermer les boucles d'hystérésis via son entrée non inverseuse (broche 11), retardée par le réseau R10/C3.

Les seuils automatiques permettent de laisser le chargeur branché à l'accumulateur en mode entretien, interrompant le processus de charge avant que celui-ci ne commence à produire du gaz (vers 14,5 V), afin de préserver les batteries soit scellées, soit inaptes à recevoir un ajout de liquide.

Avec le nouveau schéma, le fait de déconnecter les pinces quand le chargeur est sous tension provoque aussi l'ouverture du relais, mais avec une dynamique différente du précédent. Si on déconnecte la batterie, la tension pulsée du chargeur augmente jusqu'à sa valeur max., dépasse le seuil haut des comparateurs ce qui ouvre le relais ; la chute de tension qui en résulte fait franchir le seuil bas de déclenchement, ce qui confirme l'événement. Le filtre C3, R2-R10, empêche la réactivation du relais lors de la transition.

Ce circuit fonctionne avec un redresseur monoalimentation ou bialimentation (pont) et il est important de ne pas monter de condensateurs électrolytiques en amont ni en aval du circuit de protection. Étudiez comment intégrer ce schéma dans le circuit du chargeur de batterie existant (**fig. 1**). Voyez le rendu 3D du circuit imprimé garni (**fig. 2**).

Réglages

Pour calibrer les seuils de déclenchement :

- Déplacer les curseurs des trimmers RV1 et RV2 vers R13.
 - Avec une alimentation variable, alimenter le circuit entre TP2 [+] et TP3 [-] à la tension de charge souhaitée (par ex., 10 V).
 - Régler RV1 jusqu'à ce que la LED D5 s'allume et que le relais K1 se ferme.
 - Augmenter la tension à la valeur de fin de charge souhaitée (par ex., 14,8 V).
 - Régler RV2 jusqu'à ce que la LED D5 s'éteigne, la LED D11 s'allume et le relais K1 s'ouvre.

La 3e version «de luxe» basée sur un µcontrôleur

Le 3e circuit, le plus performant, reproduit la fonctionnalité du 2e, mais avec des seuils définis. Il est bâti autour



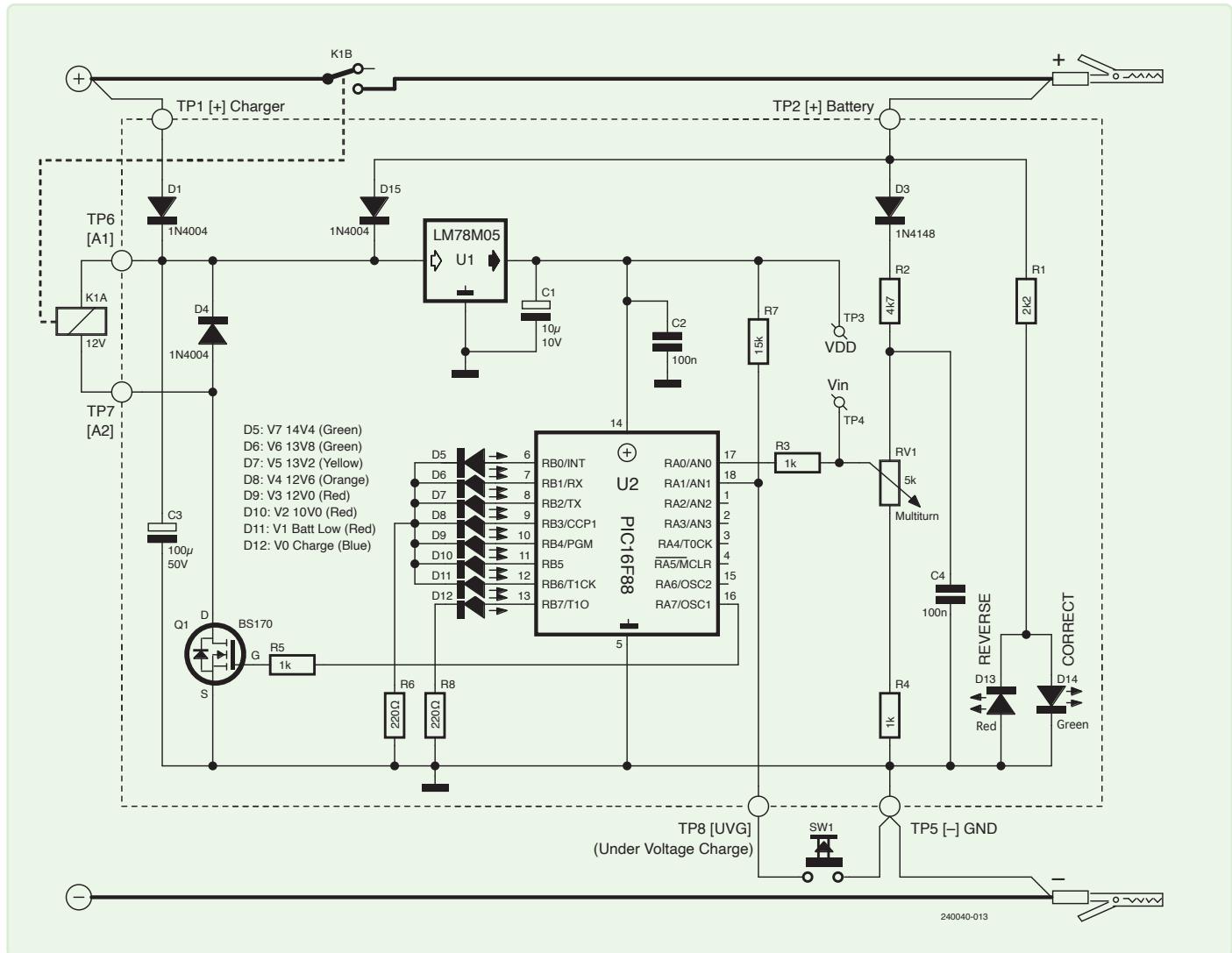


Figure 3. Schéma de la commande de tension à microcontrôleur.

d'un microcontrôleur *PIC16F88* de *Microchip* qui mesure la tension de la batterie via une entrée ADC à 10 bits de résolution. L'emploi du microcontrôleur simplifie le circuit et des LED permettent de surveiller l'état de charge de la batterie ; Cela nécessite un régulateur de tension 5 V (78L05) d'alimentation. Vous trouverez ici le schéma de cette 3e réalisation (fig. 3) ainsi que le rendu 3D de la carte imprimée (fig. 4).

Micrologiciel

Le logiciel du microcontrôleur est écrit en *GCBASIC* ; il fait partie du projet *KiCad* complet téléchargeable sur [2]. Étudiez son diagramme de fonctionnement (fig. 5). La tension de la batterie est mesurée toutes les 10 ms : si les conditions persistent pendant au moins 500 ms, la batterie est connectée en fermant le relais de commande ; elle est déconnectée dès qu'une valeur décroissante est détectée pour garantir la sécurité lors des transitoires. Les principaux seuils de connexion / déconnexion sont les suivants :

- connexion à 10 V, avec hystérésis de 0,2 V
- déconnexion à 14,8 V environ, avec une hystérésis de près de 2 V

Jusqu'à 10 V, la LED D11 (*V1, Batt Low*) reste allumée, au-delà et jusqu'à 14,8 V, le relais et la LED D12 (*V0, Charge*) sont alimentés et, en même temps, l'une des LED D10 à D5 est allumée en permanence selon la tension réelle mesurée sur les pinces de la batterie. Quand cette tension dépasse 14,8 V, le relais s'ouvre, la LED de *charge* s'éteint, la tension de la batterie

Figure 4. Rendu 3D de la version à microcontrôleur. Avec un bon espacement de LED, il est possible de monter la carte à même le panneau ; sinon, elles peuvent être câblées comme dans le 1^{re} article.



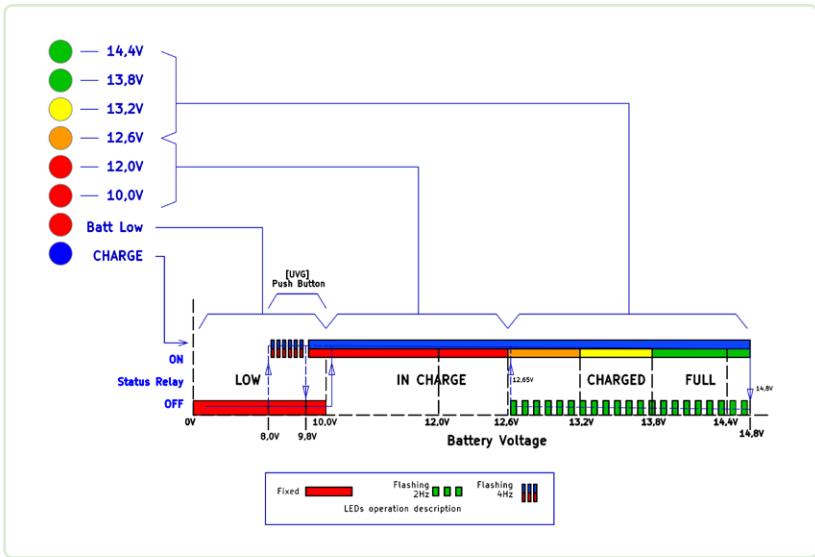
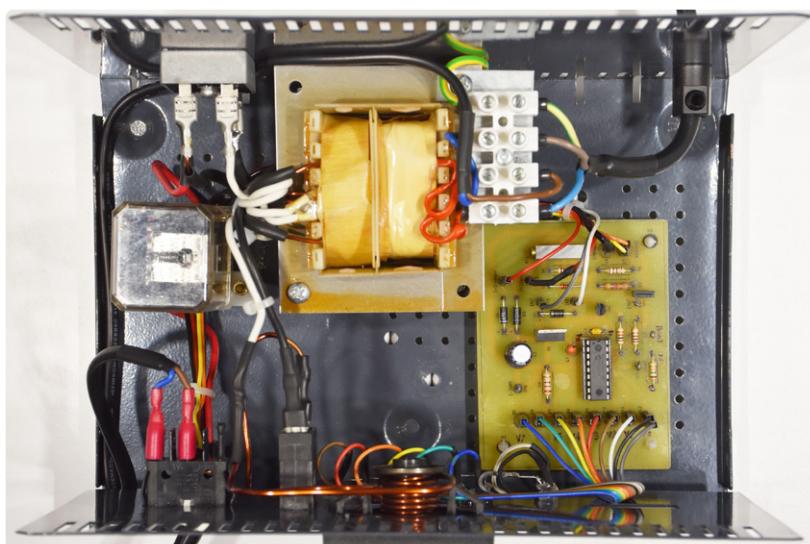


Figure 5. Diagramme fonctionnel de la logique de contrôle de la charge.

Lors du 1^{re} cycle de charge, les LED 10 à 14.4 V s'allument en continu, selon le niveau de charge. Le seuil de charge max. de 14.8 V une fois atteint, elles clignotent pour signaler la charge complète de la batterie et le passage en mode entretien de l'appareil.

Figure 6. Enfin un intérieur soigné ! La carte de commande et le relais ont trouvé place. De plus, le fil de terre du câble d'alimentation est câblé.



atteigne 9,8 à 10 V. Alors, non seulement le relais se ferme, mais les LED *Charge* et *Low Batt* clignotent à 4 Hz, indiquant l'état temporaire. S'il est relâché avant, le circuit se réinitialise immédiatement à son seuil par défaut ; Presser le bouton n'a aucun effet si la tension de la batterie est < 8 V ou > 10 V.

L'entrée d'échantillonnage de ce circuit est alimentée uniquement par la liaison *Kelvin*, à travers un long fil provenant de la borne [+] de la batterie. C4 élimine le bruit électrique que cette liaison pourrait capter.

En raison de la gestion logicielle du temps d'activation, ce circuit est plus tolérant à la présence de capacité montée en amont ou en aval du contact du relais ; cependant, étant donné leur totale inutilité, mieux vaut ne pas les installer et suivre le schéma (fig. 3) pour l'intégration de ce circuit dans le chargeur.

Réglages

Bien que les seuils soient fixes, la compensation des écarts de tolérance des composants exige un réglage. Pour assurer une lecture correcte des seuils, il consiste à aligner la tension de référence de l'ADC (la VDD d'alimentation du microprocesseur) sur la tension maximale mesurable de la batterie (pleine échelle), fixée à 15,00 V. À cet effet, amener le curseur du trimmer RV1 jusqu'à R4, alimenter le circuit entre TP2 [+] Battery et TP5 [-] GND sous 15,00 V, ajuster RV1 et mesurer simultanément avec un DVM 0,00 V entre TP3 [VDD] et TP4 [Vin]. Ceci compense automatiquement tout écart possible entre la tension de sortie théorique de 5 V du régulateur de tension et la tolérance des valeurs des résistances du diviseur d'entrée.

Malgré cet étalonnage, un facteur d'incertitude subsiste : la chute de tension de la diode D3 (1N4148), dont la valeur type est supposée être de 0,6 V env. Pour déterminer la valeur en bits correspondant à la tension de seuil attendue avec un ADC 10 bits, la formule suivante est utilisée :

$$bit(value) = \left(\frac{(V_{threshold} - V_{D3})}{(15V - V_{D3})} * 1023 \right)$$

La tension à pleine échelle est de 15 V - V_{D3} (0,6 V pour 1N4148), par ex. :

$$bit(value) = \left(\frac{(10V - 0,6V)}{(15V - 0,6V)} * 1023 \right) = 667bit$$

Intégration dans le chargeur de batterie

Comme vu dans l'article précédent, l'espace à l'intérieur de l'appareil n'est pas bien utilisé et ne se prête pas à notre modernisation. C'est pourquoi (voir **fig. 6**), nous

avons déplacé le transformateur à une position plus pratique, puis les connexions au commutateur 6/12 V ont été supprimées, éliminant ainsi la liaison avec la prise centrale de l'enroulement secondaire du transformateur et l'isolant. Nous avons remplacé le câble secteur d'origine par un câble standard à trois conducteurs, avec ajout de la connexion de terre de sécurité au châssis. Nous avons ensuite percé les trous des différentes LED et appliquée des étiquettes idoines sur le panneau avant. Nous avons transformé l'interrupteur 6/12 V d'origine en interrupteur principal ON/OFF. Le relais d'alimentation a pris place près du pont redresseur. Nous avons placé la carte imprimée pour faire un câblage aux (nombreuses) LED aussi clair que possible. Contemplez le résultat (fig. 7) ! Nous avons connecté les minces fils rouge et noir de détection Kelvin des pinces de batterie aux entrées respectives de la carte du microcontrôleur.

Avant de brancher les pinces...

! Remarque : il faut savoir qu'en cours de charge, une batterie au plomb dégage un mélange hautement explosif d'hydrogène et d'oxygène. Il est donc essentiel de respecter les règles de sécurité et de toujours travailler en ambiance bien ventilée. Avant de brancher les pinces aux bornes de la batterie, vérifiez si votre garage (ou atelier) est conforme. En outre, si vous ne connaissez pas les caractéristiques du système électrique de votre voiture ou moto, mieux vaut procéder à une charge hors ligne (c.-à-d. débrancher la batterie avant de procéder). **!**

VF : Yves Georges — 240040-B-04

Questions ou commentaires ?

Contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



Produits

➤ **Owon HDS242 Oscilloscope 2 voies (40 MHz) + Multimètre**
www.elektor.fr/20415

➤ **Microchip MPLAB PICkit 5 débogueur/programmateur in-circuit**
www.elektor.fr/20665



▲
Figure 7. Le chargeur de batterie modernisé en cours d'essai. Notez le courant de démarrage élevé et la pince CC de mesure du courant.

À propos de Walter Ribbert



Né à Turin en 1957, Walter Ribbert a étudié l'électromécanique et l'électronique industrielle et a commencé à travailler comme apprenti dès ses 17 ans. Il est aujourd'hui retraité après 43 ans de carrière comme concepteur électrique et électronique, sans jamais cesser d'apprendre, dans une grande entreprise industrielle (automatisation et robotique). Ayant plus de temps libre, il s'est remis à étudier pour le plaisir les mathématiques et la physique et continue à «jouer» avec des appareils électromécaniques et électroniques comme un gamin. Une vraie passion ne meurt jamais !

À propos de Roberto Armani



Roberto Armani est ingénieur en électronique. Après ses études au Politecnico di Milano, il acquit plus de 35 ans d'expérience dans divers secteurs. Avant de rejoindre l'équipe d'Elektor comme rédacteur en chef, il a travaillé dans l'industrie informatique, l'imagerie électronique, les télécoms, les équipements d'essai des matériaux et la publication sur le web. Outre l'électronique, il adore écouter (et chanter) de la musique classique et randonner en montagne.

LIENS

- [1] Fiche technique du LM339 :
<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm339-mil.pdf>
- [2] Ce projet sur Elektor Labs :
<http://www.elektormagazine.fr/labs/pimp-my-car-battery-charger>

