

DESIGN SHOWCASE

One-Hour Battery Charger Has Switch-Mode PWM Control

Because battery chargers control power, they resemble regulators in some respects. Linear chargers, for example, are less efficient than switching types when operating at high current and a large $V_{IN}-V_{OUT}$ difference. A linear charger, powered by a 15V car battery and delivering 2A while charging an 8V, 6-cell NiCd stack must dissipate 14 watts. Efficient chargers therefore employ switch-mode DC-DC conversion for deriving the battery-charge voltage from V_{IN} .

An efficient fast-charge circuit (**Figure 1**) features a controller chip that normally implements linear regulation with an external pnp transistor. This circuit, however, substitutes a p-channel MOSFET for the pnp and implements switch-mode PWM regulation with the help of an inductor, two Schottky diodes, and a 60 μ s dual timer (**IC₁**). The timer's "B" side is configured as a one-shot that receives nominal 70kHz triggers from the free-running "A" side.

During a charge, **IC₂** monitors the slope of battery voltage vs. time. The MAX712 (for nickel-metal-hydride batteries) terminates charging when the slope reaches zero; the MAX713 (for NiCd batteries) terminates charging when the slope goes negative. As a backup provision, you can program an internal timer

to terminate the charge after 1/4, 1/2, 1, or 2 hours (times a multiple of 1.5X or 2X).

As a further backup, comparator circuits in **IC₂** monitor the battery temperature, preventing charging if the battery is too cold and terminating the charge if the battery becomes too hot. In every case, the IC applies a trickle charge of C/16 (125mA in **Figure 1**) after termination of the fast charge.

You can program **IC₂** for charging 1 to 16 cells in series. The device simultaneously monitors and regulates battery voltage and charge current (via current-sense resistor **R₆**), and issues drive signals at the open-drain output **DRV**. These signals implement pulse-width modulation by altering the duty cycle of **Q₁**'s gate drive.

Constructed with narrow-SO surface-mount components, the circuit fits easily into notebook computers and other portable equipment. When delivering two amperes it can charge a stack of six sub-C cells in less than one hour. The efficiency is 89% for $V_{IN} = 12V$ and $V_{OUT} = 9V$, and the power dissipation is virtually constant at 2.3W for $V_{IN} = 11$ to 16V and $V_{OUT} = 3$ to 9V (V_{IN} must exceed the maximum battery voltage by at least 1V). Heat sinks are unnecessary because no component dissipates more than 0.5W.

(Circle 3)

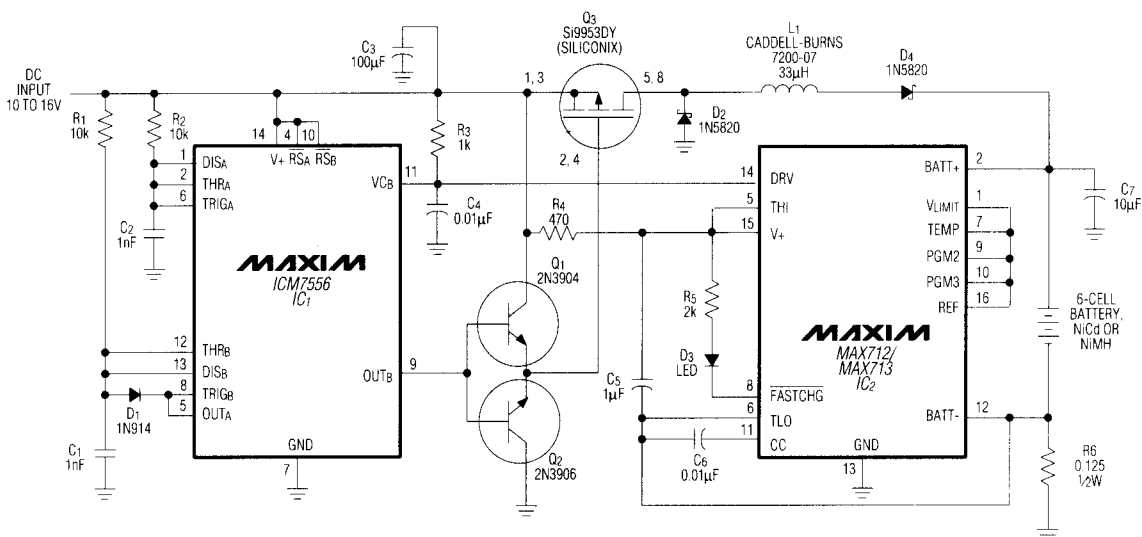
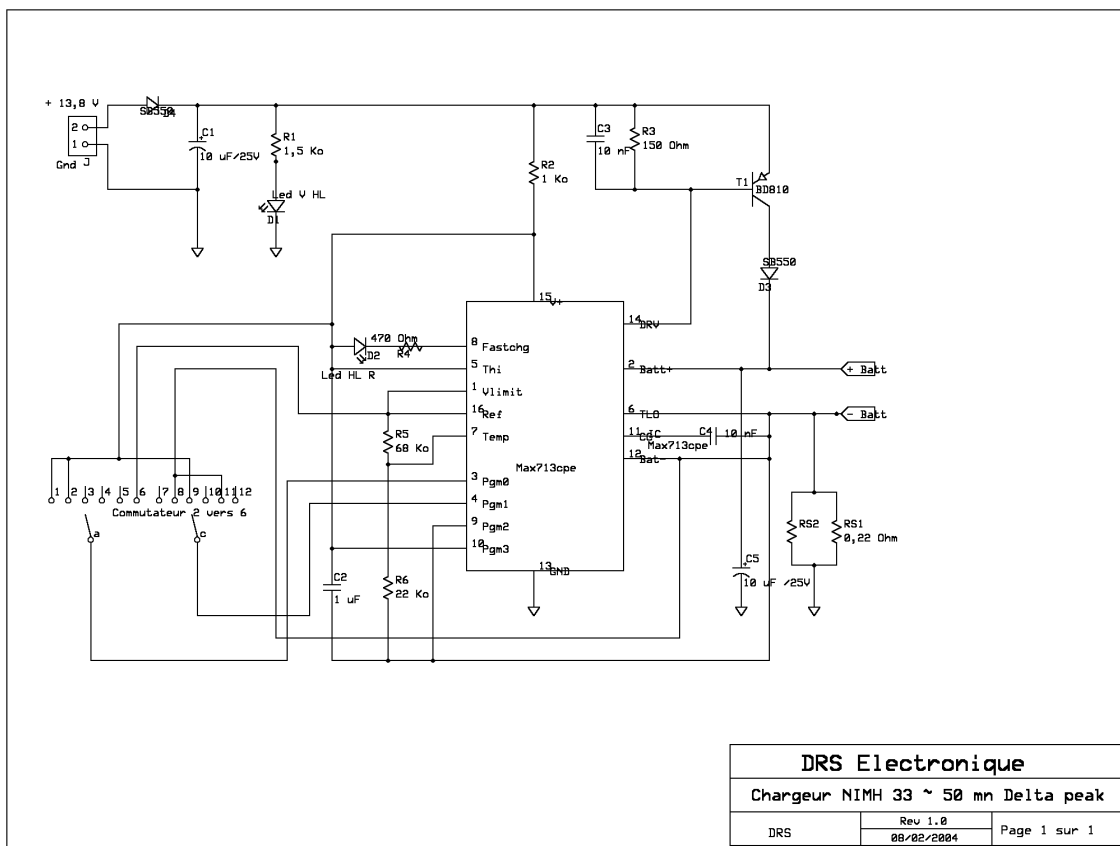


Figure 1. This two-IC circuit provides efficient charging at a two-ampere rate for series connections of NiCd or NiMH cells.

Liste des composants chargeur rapide de terrain DRS:

IC1 = MAX 713 cpe (accus NIMH)	R6 = 22 K Ω
T1 = BD810 (PNP TO220)	Rs1 = 0.22 ; Rs2 (optionnelle)
D1, D2 = LEDS 3mm : 1 verte (D1), une rouge (D2) Haute luminosité (faible consommation)	C1, C5 = 10 μ F / 25 V chimique axial 105°C
D3,D4 = SB550	C2 = 1 μ F / céramique (au plus petit)
R1 = 1,5 K Ω	C3, C4 = 10 nF / céramique
R2 = 1 K Ω	1 commutateur 2 circuits 6 positions
R3 = 150 Ω	1 Boîtier plastique
R4 = 470 Ω	1 dissipateur thermique pour T1.
R5 = 68 K Ω	1 support 16 broches pour IC1.



Le commutateur à 6 positions permet de choisir le nombre d'accus connectés en sortie soit 2, 4, 5, 6, 8 et 10. (tiens ! zut ! j'ai oublié mon sous-marin qui lui a 3 éléments ☹). (astuce : 2 bonnes diodes silicium en série feront la quatrième). La configuration programmée ici a fait l'objet d'un choix donc « à peu près » judicieux en fonction des packs assez courants rencontrés sur divers modèles réduits, jouets et autres baladeurs.

Cette configuration du contrôleur de charge, qu'est le Max713, permet un temps de charge de 33 mn seulement, un intervalle de mesure $-dV/dT$ (s) de 21 s, une détection de fin de charge active (c'était le but ;-)) La limite maxi de courant de charge rapide a été fixée à $I_{fast} = (0,25V/Rs1)$ soit 1,14 A. Les accus cibles dans ce montage sont du type NIMH à 600 mA environ maxi. Une fois chargés le contrôleur passe en mode entretien à $I_{fast}/64$ car le montage est programmé pour une charge de type 4C. Pour charger 10 accus il est évident que le véhicule sera insuffisant.

Pour des accus plus « gros » on implantera RS2 calculé en fonction d'un nouveau I_{fast} recalculé.

Mais attention... Il faudra revoir la dissipation de T1 ainsi qu'un ajout d'étage à transistor de type « Darlington ». D3, D4 et T1 chauffent, c'est normal. Les pistes du PCB véhiculant le fort courant de charge sont dimensionnées en conséquence et on n'hésitera pas à étamer ces pistes déjà larges pour améliorer leur section.

Chargeur rapide de terrain, Le PCB :

De part la description du MAX713, processeur de charge qui fait 99 % du travail dans ce montage, il est à noter que le chargeur ne pourra, par sécurité, charger en 33 mn au plus un pack si celui ci est totalement déchargé. Il entamera une charge lente jusqu'à ce que chaque élément soit atteint au moins 0,4 V. Par expérience j'ai noté 50 mn sur un vieux pack « sorti du grenier ». Après un premier cycle d'utilisation ce pack à chargé en 25 mn.

Ci après quelques lignes simples pour décrire le PCB, conçu autour du circuit intégré contrôleur de charge, pour obtenir quelques caractéristiques de choix selon le document du constructeur.

Le brochage des « PIN » de programmation du MAX713 est rapporté sur pastilles externes afin de câbler le sélecteur rotatif. En l'occurrence « PGM0 » et « PGM1 » pour choisir le nombre d'accus à charger soit au nombre de 2, 4, 5, 6, 8, 10 donc 6 positions en sélectionnant les « PIN » de mise à niveau « V+ », « Ref », « Bat- ».

C'est en parcourant quelques catalogues de packs ou descriptifs de jouets ou autres baladeurs que mon choix s'est dirigé vers cette configuration.

Il est noter que la position « 10 » ne pourra être opérationnelle que si le chargeur est alimenté par une source externe nettement supérieure à la tension de bord d'un véhicule.

Pensant aux personnes qui auraient toutes peines à obtenir un résultat correct d'impression à l'aide des calques et autres imprimantes à jet d'encre ; pistes coupées, pistes affaiblies etc... j'ai donc ajouté un strap sous le CI qui ne sert à rien si le PCB est totalement réussi à la gravure. Ce strap est donc bien sur optionnel.

On pourra reconnaître sur les photos le boîtier pour lequel le PCB a été dessiné mais tout autre boîte fera l'affaire. L'idée était ici la miniaturisation propre au modélisme de terrain.

Les quelques-uns straps de la carte programment les choix de valeurs temporelles de « time out » soit « PGM2 » et « PGM3 » pour 33 mn avec détection de fin de charge. Il est à remarquer que là non plus rien n'est figé, qu'il est possible de faire tout autre choix de valeur. Attention à la double fonction de « PGM3 » qui programme le régime de charge et selon ce PCB câblé pour un régime de « 4C ».

Il est à prévoir un câblage de section importante au niveau du transistor de moyenne puissance ainsi qu'aux entrées sorties du circuit. Idem pour l'ajout de soudure très conseillé sur les pistes les plus larges qui véhiculent les forts courants.

Mes essais, à ce jour, se sont limités à, au plus, des accus de 1,6 A. Le chargeur a sué une demi heure. Attention aux brûlures et aux objets à proximité du dissipateur thermique. Un siège troué ou même une housse de voiture ne fait jamais plaisir. ☺

Au cas où quelques intéressés pratiqueraient sur les modèles à propulsion il sera préférable de modifier l'étage de sortie en intercalant un générateur pulsé pour charger d'autres accus plus capacitifs. En effet le but premier n'était pas de réaliser un « grille pain ». Ce montage additif est disponible, tout comme celui de base que l'on pourra plus ou moins reconnaître dans mon schéma, sur le site de « Maxim ».

Il n'y a rien d'autre à dire sur le montage, à part regarder la « LED » rouge s'éteindre et se dire « ha ! Déjà fini ! » « C'est reparti pour un peu de pilotage », heures bien méritées à la détente et à profiter de la météo.

Avant câblage et même une fois câblé, vérifier les cours circuits éventuels avant de « mettre en service ». On ne va pas passer notre temps à remplacer le fusible du véhicule alors qu'une vérification s'impose toujours avant de fermer la boîte.

Je vous souhaite une très bonne réalisation et de bons moments à passer, à en profiter.
DRS.

