

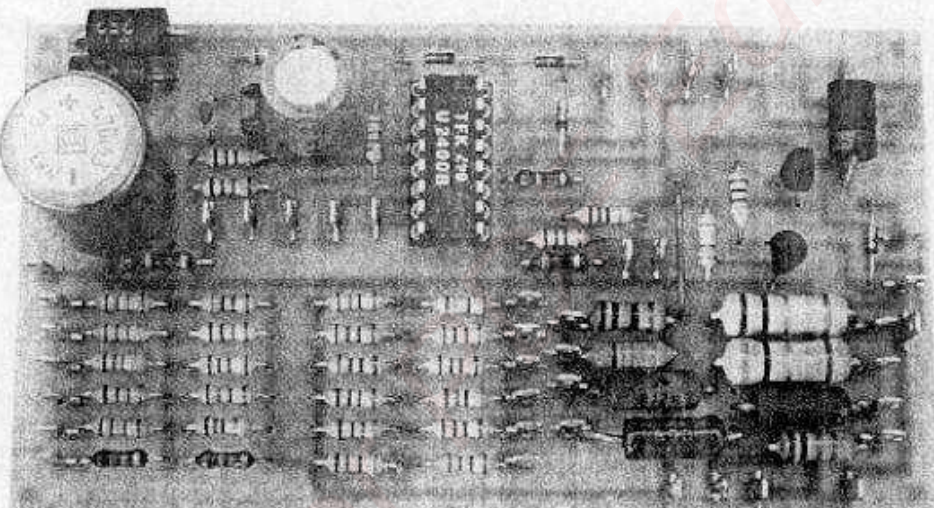
Chargeur automatique de batteries Cd-Ni

Nous vous avons proposé en montage flash il y a un peu plus d'un an un schéma qui a rencontré un gros succès à en juger par le volume de courrier reçu le concernant. Il s'agissait d'un chargeur d'accumulateurs Cd-Ni intelligent, efficace et performant mais prévu pour un seul type de batterie, toute modification de celui-ci entraînant une modification des éléments du montage et de nouveaux réglages.

Nous avons donc décidé de récidiver mais en réalisant cette fois-ci un chargeur polyvalent, capable par simple action sur des commutateurs de charger dans les meilleures conditions possibles la majorité des batteries Cd-Ni actuellement disponibles sur le marché.

En effet, il faut bien reconnaître qu'en quelques années les batteries cadmium nickel ont envahi notre vie quotidienne puisqu'on les trouve maintenant dans tous les appareils électriques ou électroniques portatifs, quand ce n'est pas nous-mêmes qui remplaçons de simples piles par des éléments de la même taille.

Ces batteries présentent en effet de nombreux avantages, surtout si on les compare à leurs homologues au plomb. Elles sont en effet propres, du fait de leur étanchéité, et peuvent être manipulées comme de simples piles. Leur encombrement et leur poids sont, eux aussi, analogues à ceux des piles sèches qu'elles sont bien souvent destinées à remplacer. Leur capacité enfin est des



plus intéressantes, même si d'aucuns la trouvent encore insuffisante.

Malgré ces propriétés intéressantes, un certain nombre de critiques sont souvent adressées à ces batteries, parmi lesquelles on peut relever : leur prix élevé comparativement à de simples piles, le fait de « ne pas tenir la charge » et leur faible durée de vie.

Si la première critique peut être considérée comme justifiée, encore que les prix aient amorcé une baisse depuis déjà quelque temps, les deux autres critiques ne sont bien souvent pas imputables aux batteries mais aux mauvais traitements que de nombreux chargeurs leur font subir. En effet, pour que ces batteries conservent leurs très bonnes performances tout au long de leur vie, il est impératif de respecter certaines indications fournies par leurs fabricants mais bien souvent oubliées, volontairement ou non, par les fabricants de chargeurs.

Ce qu'il faut faire et ne pas faire

Tout d'abord, et dans la majorité des cas, ces batteries doivent être chargées à courant constant. Sauf dans les cas de

charges rapides ou ultra-rapides, qui doivent explicitement avoir été prévues par le fabricant de la batterie et qui ne peuvent donc pas être appliquées à tous les modèles, ce courant de charge doit être égal au dixième de la capacité de la batterie exprimée en ampères-heure. Ainsi, une batterie de 400 mA/h doit-elle être chargée sous 40 mA.

En outre, lorsqu'une batterie a atteint sa pleine capacité, il ne faut pas continuer à essayer de la charger sous peine de réduire sa durée de vie à plus ou moins longue échéance. Tout au plus peut-on maintenir un très faible courant de charge dans le but de compenser l'autodécharge naturelle de ces accumulateurs.

Bien des chargeurs ne respectent pas cela, comme nous le verrons dans un instant, et abrègent, parfois de façon considérable, la durée de vie des batteries, d'où l'une des critiques vue ci-avant.

Afin de pouvoir disposer après la recharge de toute sa capacité, une batterie cadmium nickel doit être complètement déchargée avant d'être mise en charge. En effet, si ce n'est pas le cas, la batterie développe ce que l'on appelle une mémoire de charge. Elle se recharge

alors de façon apparemment normale, au point de tromper les chargeurs automatiques qui s'arrêtent alors, croyant détecter une fin de charge, bien que la batterie soit loin d'avoir atteint sa pleine capacité. C'est ce phénomène qui fait souvent accuser les batteries de ne pas tenir la charge.

Mais attention ! Décharger une batterie complètement ne veut pas dire la mettre « à genoux ». En effet, il ne faut pas, ici encore, que la tension de la batterie tombe en dessous d'un certain seuil, faute de quoi des phénomènes chimiques irréversibles se produisent à l'intérieur et abrègent, eux aussi, la durée de vie. Sur les appareils électroniques modernes, ce seuil n'est jamais atteint car une circuiterie arrête l'appareil à temps (cas des caméscopes et appareils équivalents par exemple). Sur un aspirateur ou une perceuse sans fil, le détecteur de tension basse est souvent l'utilisateur avec toutes les conséquences que l'on imagine...

Des chargeurs trop simples

Si l'on consent à mettre un peu d'électronique dans les chargeurs et les appareils utilisant des batteries cadmium nickel, ces contraintes ne sont pas très difficiles à respecter. Malheureusement, afin de proposer les appareils les moins chers (ou les appareils à plus forte marge commerciale !), de nombreux fabricants mettent sur le marché des chargeurs qui ne devraient même pas avoir droit à une telle appellation. En effet, comme le montre la figure 1, le contenu de ces appareils est on ne peut plus simple. Un transformateur, une ou des diodes de redressement, un chimique de filtrage, et encore il n'est pas toujours présent, et une résistance de limitation de courant.

Il est évident qu'avec un tel dépouillement le montage ne va pas pouvoir respecter les contraintes imposées ci-avant.

Voyons en effet quels sont les problèmes qui se posent.

La régulation du courant de charge au dixième de la capacité de la batterie est, avec ce montage, plus qu'approximative. En effet elle est assurée par la seule

résistance et la différence de tension entre la sortie des diodes et celle de la batterie dont l'état de décharge peut bien évidemment être variable.

Lorsque la batterie est loin de la décharge complète, le courant de charge va être raisonnablement faible, encore que l'expérience montre que, même dans ce cas, il est parfois largement supérieur à la valeur théorique nécessaire. Si, en revanche, la batterie est complètement déchargée, le courant de charge va être notablement plus important.

En effet, si la tension nominale d'une batterie cadmium nickel est de 1,2 V en « milieu de capacité », cette tension monte à 1,5 V en fin de phase de charge et descend à 0,95 V en phase de décharge complète normale.

Dans ces conditions, si nous mettons sur notre « chargeur » une batterie de 12 V (soit dix éléments de 1,2 V), la tension présente à ses bornes peut varier de 15 V à 9,5 V, soit tout de même près de 40 % d'écart. Le courant de charge variera bien évidemment dans les mêmes proportions.

— Un autre problème, généralement beaucoup plus grave que ce que nous venons de voir mais qui découle aussi de ce schéma simpliste, est le suivant. De plus en plus d'appareils, surtout ménagers ou de bricolage, disposent d'un socle, relié en permanence au secteur et sur lequel on les pose lorsqu'ils ne sont pas utilisés. Ce socle assure automatiquement la recharge des batteries internes à l'appareil, ce qui part d'un bon sentiment et permet d'avoir un appareil toujours prêt à servir. Malheureusement, du fait du schéma utilisé sur 99 % des appareils, qui est conforme à notre figure 1, cette pratique équivaut à sur-

charger de façon spectaculaire les pauvres batteries internes, et ce d'autant plus que l'appareil est utilisé moins souvent.

La réduction de durée de vie des batteries suite à un tel traitement est inévitable et, si vous disposez de tels appareils, vous avez très certainement dû le constater.

— Le dernier point à signaler concerne encore et en majorité les appareils ménagers et électro-portatifs. Sur ces derniers n'existe bien souvent aucune électronique, et c'est donc vous-même qui dérétez lorsque la batterie est « à plat ». Cette appréciation se fait habituellement au plus complet « pifomètre » en examinant la vitesse de rotation du moteur de l'aspirateur ou de la perceuse par exemple. Savoir alors si l'on se trouve au-dessus ou au-dessous du seuil de décharge à ne pas franchir relève du plus complet hasard. Il y a donc, ici encore, risque de diminution de la durée de vie.

Sur les appareils audio et vidéo, et bien que quelques « brebis galeuses » puissent exister, ce phénomène est moins fréquent car une circuiterie vous signale cette situation et interdit même parfois toute utilisation de l'appareil en dessous de ce seuil limite.

Le chargeur intelligent

Le respect de toutes les contraintes vues ci-avant n'est pas vraiment compliqué mais demande, il est vrai, un volume non négligeable d'électronique si l'on fait appel à des composants classiques. Fort heureusement, la firme allemande Telefunken a mis sur le marché il y a

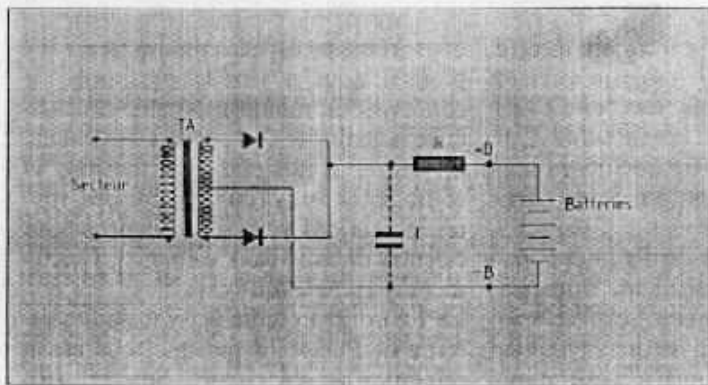


Fig. 1. — Le schéma de nombreux « chargeurs » du commerce.

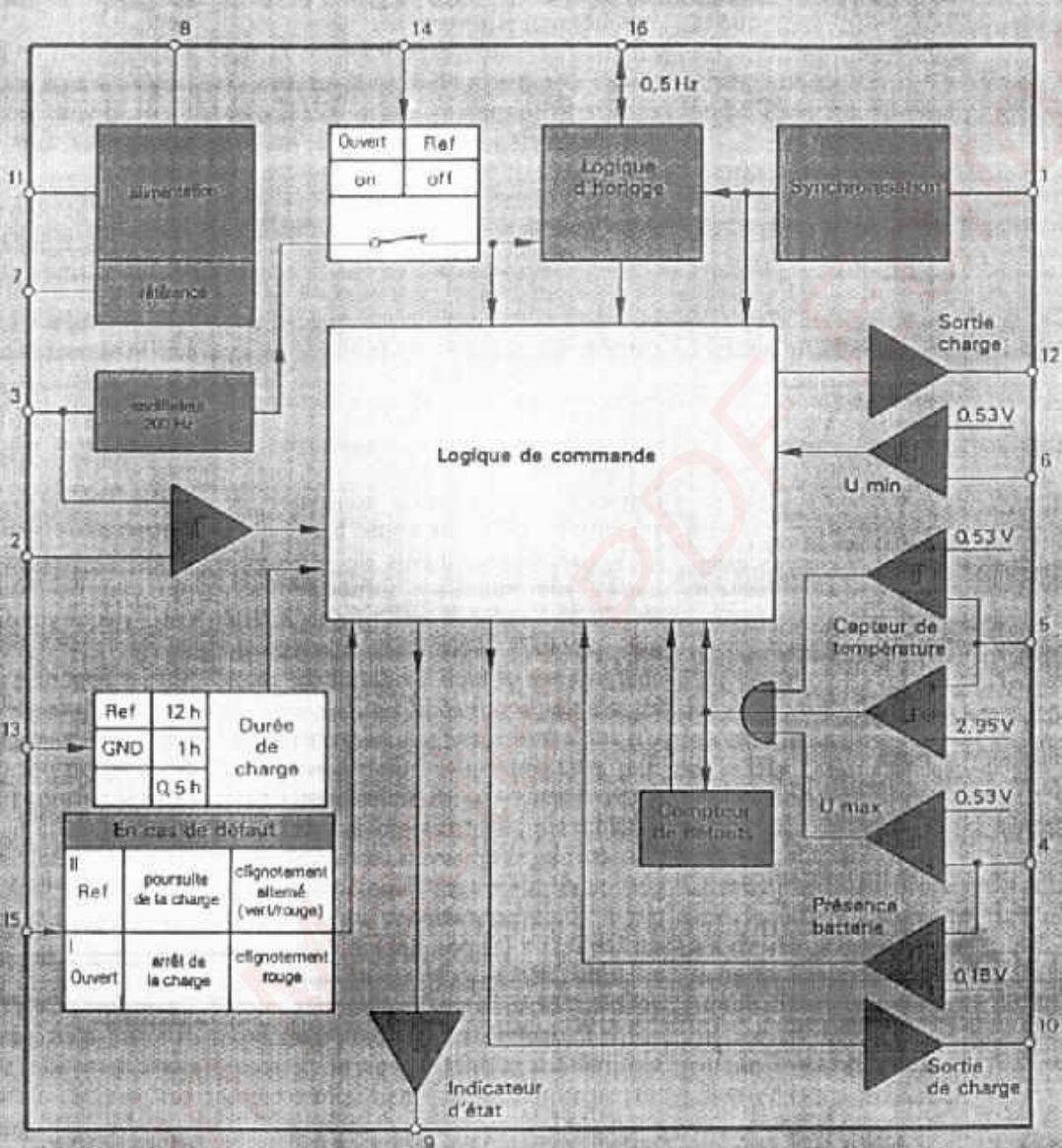


Fig. 2.
Synoptique interne de l'U2400B de Telefunkon.

déjà quelque temps un circuit intégré baptisé processeur de charge qui permet de satisfaire à toutes ces conditions avec un minimum de composants. Qui plus est, ce circuit offre quelques fonctions supplémentaires tout à fait intéressantes.

Nous avons donc décidé d'y faire appel pour réaliser notre chargeur. Nous aurions pu faire un schéma relativement dépouillé destiné à un ou deux types de batteries seulement mais, pour quel-

ques résistances et commutateurs de plus, il nous a semblé plus utile de concevoir un montage capable de satisfaire la majorité des besoins de chacun. En outre, si nos choix de tensions et courants ne vous conviennent pas, toutes indications vous sont données pour calculer de nouveaux éléments, exactement adaptés à votre cas.

La figure 2 présente le synoptique interne de l'U2400B puisque telle est la référence de ce circuit. Son examen

commenté va nous permettre de comprendre ensuite très facilement le schéma complet de notre montage.

Le cœur du circuit est le bloc central, baptisé logique de commande, qui, en fonction des informations transmises par divers comparateurs de tension et pattes de sélection de mode de fonctionnement, prend les décisions utiles. Une alimentation stabilisée interne permet de délivrer aux comparateurs des tensions précises tandis qu'une circu-

Concept de ce circuit

rie d'horloge fournit une base de temps à la logique qui, comme nous allons le voir, délivre des impulsions calibrées qui servent à définir les courants de charge.

La partie gauche du synoptique regroupe les deux blocs de sélection de modes de fonctionnement.

— Le premier, accessible via la patte 13 du circuit, permet de choisir entre une charge normale, une charge rapide et une charge ultra-rapide. La charge normale respecte les critères vus ci-avant ; quant aux deux autres modes, ils sont à réserver aux accumulateurs prévus pour les supporter.

— Le deuxième, accessible via la patte 15 du circuit, permet de définir quel va être le comportement du circuit en cas de panne ou, plus exactement, en cas de détection de ce qu'il considère comme une anomalie. On a le choix entre arrêt définitif de la charge et poursuite de celle-ci.

La logique de commande délivre, via un buffer, une information relative au déroulement de la charge et aux anomalies éventuellement détectées. Cette information est affichée grâce à deux LED, une rouge et une verte, dont les multiples combinaisons (une ou l'autre allumée à l'état fixe ou clignotant) permettent de donner de nombreuses informations différentes.

Sur la droite du synoptique, on trouve plusieurs comparateurs de tension. Tous ont une de leurs pattes ramenée à une tension interne fixe dérivée de l'alimentation stabilisée dont nous avons parlé ci-avant.

L'autre patte est accessible de l'extérieur et se voit confier des fonctions qui dépendent du comparateur. On trouve ainsi :

- un comparateur d'arrêt de décharge accessible patte 6 ;
- un comparateur destiné à un capteur de température dont sont parfois munis certains accus, accessible patte 5 ;
- un comparateur de détection de présence d'un accu et d'arrêt de charge, accessible patte 4.

En fonction de toutes ces informations, l'U2400B adapte son comportement conformément à l'organigramme de la figure 3. Nous allons l'examiner dans un instant.

Nous avons dit ci-avant que, pour bien charger une batterie cadmium nickel, il était souhaitable que celle-ci soit complètement déchargée, sans toutefois descendre en dessous d'un certain seuil. Notre circuit, lorsqu'on lui donne une batterie à charger, commence donc... par la décharger. Si elle est au seuil minimal ou en dessous, il passe aussitôt en mode charge ; dans le cas contraire, il la décharge de façon à l'amener à ce seuil et il commence seulement la recharge à cet instant. Muni de ces précisions, nous pouvons maintenant examiner l'organigramme de la figure 3.

Tout d'abord, et après la mise sous tension, le circuit commence par tester la présence d'une batterie. Si ce n'est pas le cas, il allume une LED rouge et attend. Il peut rester dans cet état aussi longtemps que nécessaire.

Lorsque l'on connecte une batterie, il éteint les LED et compare sa tension à la tension maximale permise en fin de charge. Si elle est inférieure, ce qui est le cas pour des accus à recharger, il poursuit le test avec une comparaison par rapport à la tension minimale en fin de décharge. Si cette tension n'est pas atteinte, il fait clignoter la LED rouge et passe en mode décharge. Il y reste tant que ce seuil minimale n'est pas atteint.

Lorsque c'est fait, il passe en mode charge, ce qui est matérialisé par le clignotement de la LED verte. Il mesure alors le temps de charge et le compare à celui sélectionné selon le mode choisi. Dès lors que ce temps n'est pas dépassé, il poursuit la charge tout en comparant la tension atteinte par la batterie avec la tension maximale permise en fin de charge. Si tout est normal, la charge se poursuit ; dans le cas contraire, on passe en mode interruption de la charge, ce qui est matérialisé par l'allumage de la LED rouge. En effet, le circuit considère que si la fin de charge par tension excessive est atteinte avant le temps prévu pour cela, il y a une anomalie. Cette anomalie peut être réelle, dans le cas par exemple d'accumulateurs en fin de vie et dont la capacité a fortement décru. De tels accumulateurs arrivent alors très vite à la tension maximale de fin de charge alors qu'ils

n'ont récupéré qu'une très faible partie de leur capacité. Elle peut aussi être le fruit du « pointillisme » dont fait preuve l'U2400 qui allumera la LED rouge si la charge a duré 10 heures au lieu de 12, ce qui n'est pas vraiment dramatique quant à la capacité réelle de l'accu.

Si la fin de charge est atteinte suite à l'écoulement du temps prévu, le circuit allume la LED verte de façon continue. Selon l'état de la patte 15, le circuit arrête alors le processus de charge ou bien passe en mode d'entretien qui laisse passer un courant très faible dans les batteries pour compenser leur décharge naturelle. Ces dernières peuvent rester indéfiniment sur le chargeur dans cet état sans aucun risque.

Si, au cours de la charge, et sous réserve que le capteur de température soit utilisé, la température maximale permise est atteinte, le circuit interrompt la charge. Lorsque la température revient à un niveau normal, il recommence, sauf si on le lui a interdit via la patte 15. On le voit à la lecture de ce qui précède, ce circuit gère intégralement la décharge et la charge d'une batterie, que ce soit son état, tout en respectant les différentes précautions d'emploi détaillées en début d'étude.

Le dernier point à expliciter concerne le dosage du courant de charge. En effet, si, en mode charge normale, le courant est fixé au dixième de la capacité de l'accumulateur, en mode rapide et plus encore ultra-rapide, ce courant est beaucoup plus important. Afin de ne pas avoir à commuter des résistances externes, l'U2400B procède par modulation de largeur d'impulsions via sa patte 12 de la façon suivante. Une circuiterie externe est à prévoir afin de délivrer le courant de charge maximale nécessaire lorsqu'elle est validée en permanence. Dès lors, la génération de courants plus faibles s'obtient en ne validant la patte 12 que pendant de courtes périodes, selon la technique de modulation de largeur d'impulsions.

Schéma du chargeur

Le schéma complet du montage vous est présenté figure 4. Il s'écarte un peu de celui proposé d'origine par Telefun-

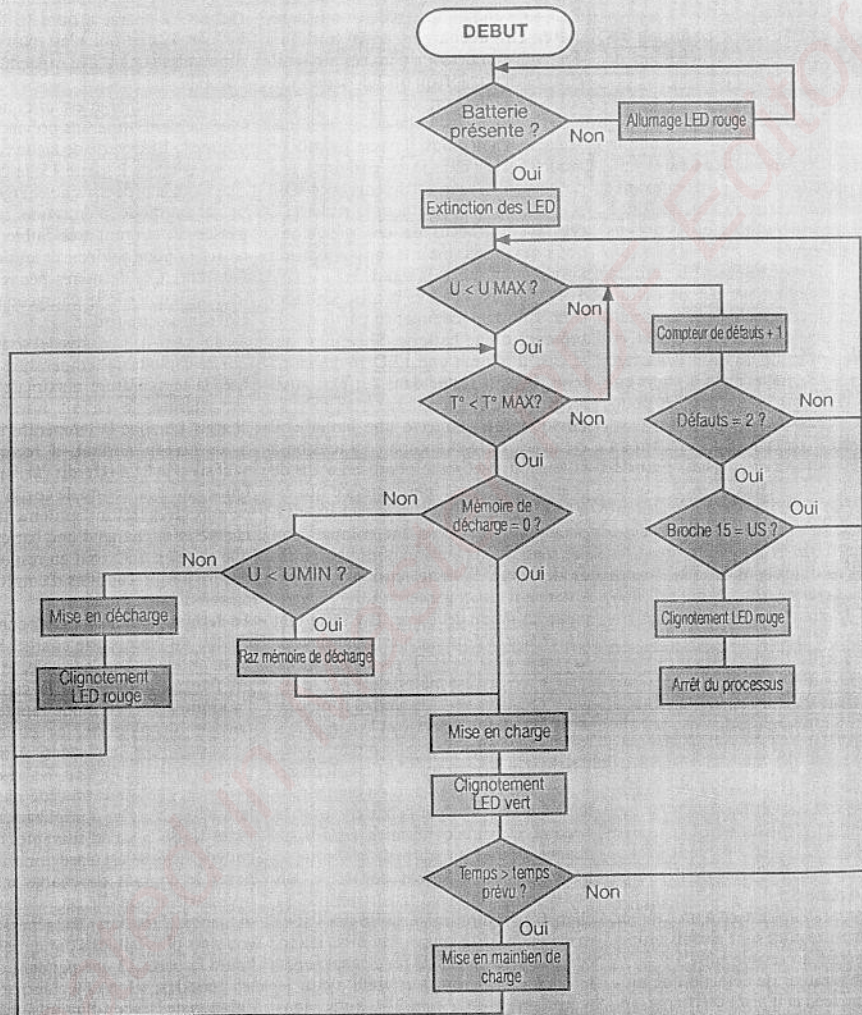


Fig. 3. – Organigramme de fonctionnement de l'U2400B.

plus complexe, non pas en raison d'un défaut de conception de l'U2400B mais uniquement parce que nous avons voulu prévoir plusieurs tensions de batteries tout en gardant un nombre de commutations acceptable. Nous avons donc dû concevoir une circuiterie de décharge, elle aussi à courant constant ou, plus exactement, à courant limité mais indépendant de la tension de batterie.

En effet, notre montage dispose en fait de deux commutateurs seulement :

- un commutateur de tension de batterie qui sert à définir la tension nominale de la batterie à charger et qui regroupe les sections B et C de la figure 4 ;
- un commutateur de capacité, à placer sur la valeur indiquée sur la batterie, et qui regroupe les sections A et D de cette même figure 4.

C'est ce dernier commutateur qui fixe le courant de charge en sélectionnant la bonne résistance d'émetteur de T_1 , comme expliqué ci-avant, mais également le courant de décharge. En effet, il est souhaitable de décharger les batteries avec un courant égal à la moitié de leur capacité.

Les transistors T_2 , T_3 et T_4 assurent cette fonction de la façon suivante. T_2 est commandé par l'U2400B et valide le circuit de décharge lorsque c'est nécessaire.

En se saturant, il rend T_4 conducteur mais de telle façon que la chute de tension dans R_{11} à R_{14} soit égale à 0,6 V environ.

En effet, cela a pour effet de rendre T_3 conducteur, qui limite alors la tension de base de T_4 et assure ainsi une régulation de la tension aux bornes de R_{11} à R_{14} , c'est-à-dire du courant de décharge de la batterie.

Restent à examiner les pattes 4 et 6 de l'U2400B qui, comme nous pouvons le voir, sont reliées à deux jeux de diviseurs de tension commutables. En effet ces pattes fixent respectivement la tension maximale de batterie en fin de charge et la tension minimale de batterie en fin de décharge.

Notre commutateur à six positions permet donc d'accepter les batteries de tensions suivantes : 4,8 V, 6 V, 7,2 V, 8,4 V, 9,6 V et 12 V lorsque l'on déplace le commutateur de 1 à 6, c'est-à-

dire en fait tous les embrayages de 4 à 10 éléments de 1,2 V (hormis le 9 éléments qui n'existe pas). Il commute des diviseurs à résistances calculés compte tenu du fait que la tension maximale par élément bien chargé est de 1,5 V et la tension minimale par élément déchargé est de 0,95 V.

Nomenclature des composants

Résistances 1/4 W (sauf indication contraire)

R_1, R_{25}, R_{42} : 2,2 k Ω
 R_2 : 390 k Ω
 R_3 : 82 Ω
 R_4, R_8 : 270 Ω
 R_5, R_{36} : 680 Ω
 R_6, R_7, R_{10}, R_{33} : 1 k Ω
 R_9 : 390 Ω
 R_{11} : 12 Ω
 R_{12} : 2,2 Ω 1/2 W
 R_{13}, R_{16} : 1 Ω 1/2 W
 R_{14} : 0,33 Ω 2 W
 R_{15} : 5,6 Ω 1/2 W
 R_{17} : 0,47 Ω 1 W
 R_{18} : 0,22 Ω 2 W
 R_{19}, R_{28} : 10 k Ω
 R_{20}, R_{22}, R_{29} : 12 k Ω
 R_{21}, R_{23}, R_{30} : 15 k Ω
 R_{24} : 27 k Ω
 R_{26}, R_{34}, R_{35} : 6,8 k Ω
 R_{27} : 8,2 k Ω
 R_{31} : 470 Ω
 R_{32}, R_{38} : 1,2 k Ω
 R_{37} : 3,8 k Ω
 R_{39}, R_{41} : 1,5 k Ω
 R_{40} : 1,8 k Ω
 R_{43} : 820 Ω

Condensateurs

C_1 : 1 000 μ F 25 V chimique radial
 C_2 : 470 μ F 15 V chimique radial
 C_3 : 10 nF céramique ou mylar
 C_4 : 4,7 nF céramique ou mylar

Semi-conducteurs

IC_1 : U2400B (Telefunken)
 T_1 : TIP 125, TIP 126 ou équivalent
 T_2 : BC 547, 548, 549
 T_3 : BC 557, 558, 559
 T_4 : TIP 147 ou équivalent
 D_1, D_2, D_3 : BY 252 ou 1N5404
 D_4, D_5, D_6, D_7 : 1N914 ou 1N4148
 LED_1 : LED rouge
 LED_2 : LED verte

Divers

S_1, S_3 : commutateur 1c 2p
 S_2 : commutateur 1c 3p
 S_4 : commutateur 2c 6p
 S_5 : commutateur 3c 4p
 TA : transformateur 220 V 2 fois 18 V 60 VA environ

Si vous souhaitez, par extraordinaire, prévoir d'autres tensions, il vous suffirait, tenant compte de ces limites et du fait que les seuils des comparateurs internes connectés aux pattes 4 et 6 sont à 0,53 V, de calculer de nouveaux ponts diviseurs (le courant entrant dans l'U2400B par les pattes 4 et 6 est à négliger dans ce calcul).

Réalisation

L'approvisionnement des composants ne présente aucune difficulté particulière. L'U2400B est en effet disponible quasiment partout.

La réalisation n'est pas non plus très compliquée car nous avons monté tous les composants, hormis les commutateurs et le transformateur d'alimentation bien sûr, sur un seul et même circuit imprimé dont le tracé vous est proposé figure 5.

L'implantation des composants est à faire en suivant les indications de la figure 6. Les transistors de puissance T_1 et T_4 sont montés en bord de carte et seront laissés avec les pattes longues afin de pouvoir les visser sur un radiateur. Ce dernier pourra être un « vrai » ou une face métallique du coffret recevant le montage. Le collecteur de T_4 étant à la masse, aucun accessoire d'isolement ne sera nécessaire à son niveau ; en revanche, et dans tous les cas (radiateur ou face du boîtier), T_1 devra être fixé avec les classiques mica et canon isolants.

Les commutateurs seront reliés au circuit imprimé en suivant les repères de la figure 6 qui sont identiques à ceux visibles sur le schéma théorique. Attention à ne pas permuter de fils au niveau de C_1 à C_6 ou de B_1 à B_6 , cela ne se verrait pas forcément lors de la mise en service du montage mais pourrait conduire à la destruction, voire à l'explosion des batteries (dans le cas d'une erreur de style : résistances de la position 12 V câblées sur la position 4,8 V). Les deux points repérés ST sont à relier par un fil isolé de 10/10 mm de diamètre.

Nous avons prévu la mise en place d'un commutateur de CTN mais, comme nous n'avons pas vraiment d'information sur la température maximale que

112 x 62 mm

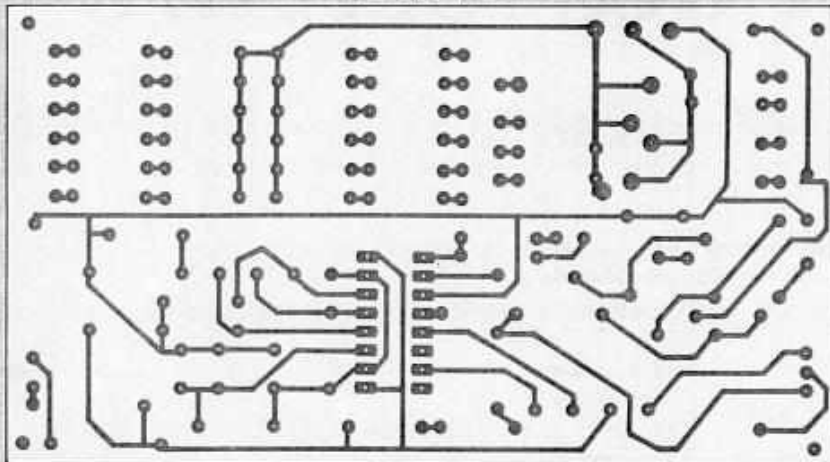


Fig. 5. - Circuit imprimé, vu côté cuivre, échelle 1.

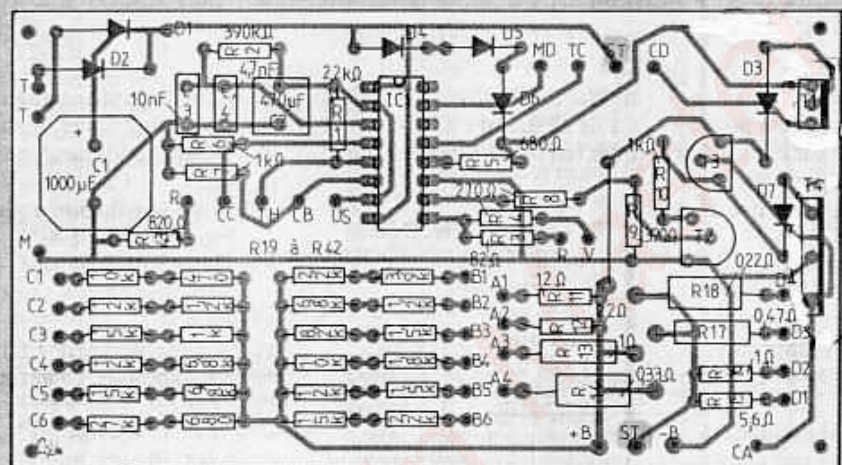


Fig. 6. - Implantation des composants.

peuvent prendre les batteries en fonction de leur charge, nous n'avons jamais utilisé l'option CTN. Vous pourrez donc, si vous le désirez, câbler à demeure le montage en position résistance.

Essai et mode d'emploi

Une fois le montage soigneusement contrôlé en accordant une attention particulière au câblage des commuta-

teurs, comme expliqué ci-avant, il peut être mis sous tension et raccordé à une batterie puisque aucun réglage n'est à prévoir. Nous n'allons donc pas dissocier cette première mise sous tension du mode d'emploi normal.

Avant de connecter une batterie, prenez soin de sélectionner sa tension nominale grâce à S_2 et sa capacité grâce à S_3 . Cela aura pour effet, comme nous l'avons vu, de régler tous les paramètres internes du chargeur en fonction de votre batterie.

Sélectionnez aussi le mode de charge par action sur S_2 . N'utilisez les modes rapide et ultra-rapide que si vos batteries sont explicitement prévues pour les supporter. Même si elles le sont dans ce cas, dites-vous bien qu'une charge lente est toujours préférable, et de loin. Retenez donc ce mode de charge toutes les fois que le temps vous le permet. Pour ce qui est de S_3 , et sauf cas particulier nous vous conseillons de le placer côté US, ce qui met le circuit en mode reprise de charge automatique après suppression de défaut.

Vous pouvez alors mettre le montage sous tension et lui relier une batterie. Voici, précisé à nouveau et de façon aussi synthétique que possible, la signification de l'état des LED :

- LED rouge continue : pas de batterie ;
- LED rouge clignotante : processus de décharge en cours ;
- LED verte clignotante : processus de charge en cours ;
- LED verte continue : maintien de la charge d'une batterie préalablement chargée ;
- LED rouge et verte clignotant en alternance : fin prématurée du processus de charge (si cette fin n'est pas trop loin du temps prévu, ce n'est pas grave ; dans le cas contraire, l'accumulateur est en fin de vie) ;
- LED rouge et verte éteintes : charge terminée normalement et processus de maintien de charge non activé.

Précisons en outre qu'il ne faut pas déconnecter puis reconnecter le même accumulateur en phase de charge ou après la fin de charge. En effet, l'U2400B détecte toute déconnexion de batterie. Il considère donc que la batterie qu'on lui raccorde ensuite est une nouvelle batterie et il démarre alors un cycle complet, commençant donc par une décharge. En revanche, si vous disposez de batteries qui ont acquis une mémoire de charge suite à des décharges très incomplètes et à des recharges devenues de ce fait peu efficaces, vous pouvez essayer de les « régénérer » en leur faisant subir plusieurs processus complets de décharge et charge par notre montage. Cela ne les sauvera peut-être pas mais n'aggravera pas leur état.

C. TAVERNIER