

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 724 501

②1 N° d'enregistrement national : 95 10536

⑤1 Int Cl<sup>6</sup> : H 02 J 7/06, H 01 M 10/44

①2

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 08.09.95.

③0 Priorité : 09.09.94 US 303472.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 15.03.96 Bulletin 96/11.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés : DIVISION DEMANDEE LE 05/10/95 BÉNÉFICIAIRE DE LA DATE DE DÉPÔT DU 19/06/95 DE LA DEMANDE INITIALE N° 95 07529 (ARTICLE L.612-4) DU CODE DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑦1 Demandeur(s) : RAYOVAC CORPORATION — US.

⑦2 Inventeur(s) : PACHOLOK DAVID R, FOUCHARD DAVID T et EBNER WALTER B.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : CABINET BRUDER.

⑤4 APPAREIL ÉGALISEUR DE CHARGE POUR DES BATTERIES CONNECTÉES EN SÉRIE.

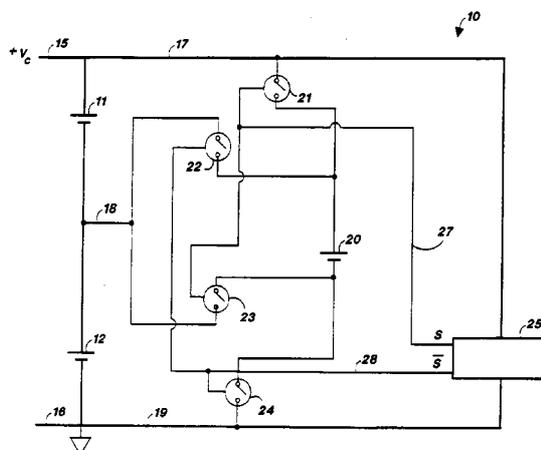
⑤7 La présente invention concerne un appareil égaliseur pour équilibrer la charge d'au moins deux batteries unitaires, ayant des bornes positives et négatives, connectées en série.

Cet appareil est caractérisé en ce qu'il comprend:

a) un condensateur (20) ayant des première et seconde bornes;

b) une paire de dispositifs de commutation commandables (21, 23; 22, 24) pour chaque batterie unitaire (11, 12), un dispositif de commutation de la paire étant connecté entre une borne positive de chaque batterie unitaire (11, 12) et la première borne du condensateur (20) tandis que l'autre dispositif de commutation de la paire est connecté entre une borne négative de la batterie unitaire et la seconde borne du condensateur (20); et

c) un moyen de commande (25) connecté aux dispositifs de commutation de manière à fournir un signal de commande à chaque dispositif de commutation (21-24).



FR 2 724 501 - A1



La présente invention concerne d'une manière générale le domaine de la charge des batteries et plus particulièrement la charge de batteries multiples connectées en série.

Chaque type de batterie électrochimique a une tension caractéristique de "pleine charge". Une tension plus basse de la batterie indique un état de charge inférieur à la charge totale. Pour obtenir une tension plus élevée que celle fournie par une batterie unique, les batteries  
5 sont connectées en série, souvent avec des connexions internes ou intégrales entre les batteries, de manière à former un groupe de batteries ayant le niveau désiré de tension de sortie. Certains types de batteries électrochimiques, telles que les batteries alcalines rechargeables au manganèse, les batteries au lithium et les batteries à ion lithium ne comportent pas un mécanisme de contrôle de  
10 la charge interne. Par conséquent, si la charge de telles batteries n'est pas surveillée avec soin, il peut en résulter une surcharge qui peut provoquer des modifications irréversibles de la chimie de la batterie, des pertes de performance et, dans des cas extrêmes une mise à l'air libre de la batterie. La charge de batteries de ce type connectées en série est par conséquent difficile. Puisque les tensions et les capacités des batteries individuelles peuvent ne pas être égales, la  
15 charge de la totalité de la série de batteries connectées peut se traduire par le fait que certaines batteries sont surchargées.

Pour résoudre ce problème, on a développé des appareils égaliseurs qui surveillent la tension aux bornes de chaque batterie et qui connectent des résistances ou des puits de courant aux bornes de la ou des batteries ayant une tension excessive, afin de décharger partiellement la  
20 batterie et d'obtenir ainsi une égalisation de la charge entre les batteries. Cependant, l'égalisation de la charge entre batteries réalisée de cette façon entraîne un gaspillage d'énergie et provoque également un chauffage indésirable du groupe de batteries puisque le circuit d'égalisation est logé physiquement, d'une manière typique, dans l'enveloppe des batteries. En outre, la vitesse à laquelle les batteries peuvent être égalisées et par conséquent celle à laquelle les batteries peuvent  
25 être rechargées est limitée à la grandeur de la dissipation d'énergie qui peut être tolérée.

L'égalisation de la charge de batteries multiples connectées en série est effectuée, suivant la présente invention, rapidement et pratiquement sans dissipation inutile d'énergie. L'égalisation est effectuée automatiquement sans exiger une comparaison des tensions aux bornes des batteries individuelles (batteries unitaires) et elle peut être et est de préférence exécutée  
30 pendant la charge des batteries unitaires. En outre, la présente invention assure un passage d'un

courant de crête vers une batterie unitaire proportionnellement à la différence des tensions entre les batteries unitaires. L'énergie est transférée de cette façon à partir de la batterie unitaire la plus fortement chargée vers la ou les batteries unitaires ayant une charge moindre.

L'appareil égaliseur suivant la présente invention comporte un condensateur qui peut être connecté sélectivement et d'une manière séquentielle en parallèle avec chaque batterie unitaire. Des paires de dispositifs de commutation commandables sont connectés à chaque batterie unitaire et au condensateur, un dispositif de commutation dans chaque paire étant connecté en série entre la borne positive de chaque batterie unitaire et une borne du condensateur tandis que l'autre dispositif de commutation est connecté entre la borne négative de chaque batterie unitaire et l'autre borne du condensateur. Un dispositif de commande est connecté aux dispositifs de commutation de manière à fournir des signaux de commande aux paires de dispositifs de commutation associées aux batteries unitaires. Les signaux de commande commutent chaque paire de dispositifs de commutation à l'état conducteur et à l'état non conducteur, suivant une séquence, de telle façon qu'à un instant quelconque une seule batterie unitaire soit connectée aux bornes du condensateur. Un chargeur de batterie séparé peut fournir simultanément un courant de charge aux batteries unitaires connectées en série pendant l'opération d'égalisation.

L'appareil égaliseur suivant la présente invention peut être utilisé pour égaliser la tension d'au moins deux batteries connectées en série. Si seules deux batteries doivent être égalisées, l'appareil de commande peut être réalisé matériellement sous la forme d'un oscillateur ayant deux sorties complémentaires connectées aux deux paires de dispositifs de commutation. Pendant une demi-période de l'oscillateur, la batterie unitaire la plus fortement chargée est ainsi connectée aux bornes du condensateur et ce condensateur est chargé au niveau de tension de cette batterie unitaire. Pendant l'autre moitié de chaque période de l'oscillateur, la batterie unitaire moins chargée est connectée aux bornes du condensateur et pendant cette demi-période, le condensateur précédemment chargé se décharge dans la batterie unitaire moins chargée. De cette façon de l'énergie est transférée à partir de la batterie unitaire la plus fortement chargée vers la batterie unitaire moins chargée. L'effet d'égalisation est obtenu pour plus de deux batteries unitaires en utilisant un dispositif de commande qui branche successivement chaque batterie unitaire aux bornes du condensateur.

Etant donné que la commande du transfert d'énergie est exécutée par des éléments de commutation qui sont soit conducteurs soit non conducteurs, une très faible perte d'énergie apparaît dans le circuit d'égalisation et il se produit un très faible chauffage des composants. Par conséquent, l'égalisation peut être effectuée à une vitesse très rapide comparativement aux circuits d'égalisation traditionnels, et cette égalisation est exécutée avec un rendement en énergie élevé. Etant donné que le transfert d'énergie à partir de la batterie unitaire la plus fortement chargée vers une batterie unitaire moins chargée est effectué automatiquement par le fonctionnement inhérent du circuit, aucun circuit comparateur de tension complexe n'est exigé, ce qui réduit au minimum la complexité et le coût du circuit. En outre, étant donné qu'aucune mesure de tension ne doit être effectuée, la présente invention fonctionne sans tenir compte de la température et il n'est exigé aucune compensation des variations de température pouvant se traduire par des variations des tensions des batteries unitaires.

Les buts, caractéristiques et avantages de la présente invention, ainsi que d'autres, apparaîtront plus clairement à la lecture de la description détaillée, qui va suivre, de formes d'exécution préférées de l'invention, telles qu'illustrées sur les dessins annexés.

Sur les dessins :

La figure 1 est un schéma synoptique de l'appareil égaliseur suivant la présente invention connecté de manière à assurer l'égalisation de deux batteries unitaires, connectées en série, en train d'être chargées.

La figure 2 est un schéma électrique d'un appareil égaliseur suivant la présente invention assurant l'égalisation de la charge de deux batteries unitaires.

La figure 3 est un schéma électrique d'un circuit de commande destiné à fournir des signaux de commande pour les dispositifs de commutation de l'appareil égaliseur.

Si on se réfère aux dessins, on voit que la figure 1 représente un schéma synoptique d'un système de charge qui comporte l'appareil égaliseur 10 suivant la présente invention connecté à deux batteries unitaires électrochimiques 11 et 12 branchées en série. Les batteries unitaires 11 et 12 peuvent être constituées par différents types de batteries électrochimiques telles que des batteries à ion lithium, des batteries à lithium rechargeables et des batteries au manganèse alcalines rechargeables du type couramment utilisé par exemple dans les téléphones cellulaires, les enregistreurs et les magnétoscopes à bande vidéo, les appareils photographiques, les outils

électriques sans fil, les équipements de communication portables, les véhicules électriques, etc....

Bien que le problème soit le plus aigu pour l'égalisation de la charge de batteries individuelles de ce type connectées en série, les batteries unitaires 11 et 12 peuvent être constituées par des groupes de batteries connectées intérieurement ou extérieurement et pour lesquels il existe une exigence d'une égalisation appropriée de la charge aux bornes des diverses batteries unitaires séparables. Telle qu'elle est utilisée présentement, l'expression "batterie unitaire" est destinée à désigner à la fois des batteries individuelles et des groupes de batteries connectées entre elles intérieurement ou extérieurement. Le système de charge illustratif représenté sur la figure 1 comporte un chargeur 14 qui produit un courant de charge  $I_c$  sur des lignes de connexion 15 et 16, ce courant de charge  $I_c$  passant en série à travers les batteries 11 et 12. Le chargeur 14 peut être d'un type quelconque de chargeur traditionnel incluant les chargeurs à courant constant, à tension constante et de maintien, lesquels sont bien connus dans la technique. La tension de sortie  $V_c$  du chargeur 14 est appliquée aux bornes des batteries unitaires 11 et 12 connectées en série. Une ligne de connexion 17 s'étend à partir de l'appareil égaliseur 10 jusqu'à la borne positive de la batterie unitaire 11 et une ligne de connexion 18 s'étend à partir de l'appareil égaliseur 10 jusqu'à la borne négative de la batterie unitaire 11 et à la borne positive de la batterie unitaire 12. Une autre ligne de connexion 19 s'étend à partir de l'appareil égaliseur 10 jusqu'à la borne négative de la batterie unitaire 12. Bien que l'appareil égaliseur 10 soit connecté effectivement en parallèle avec les batteries unitaires 11 et 12, aux bornes du chargeur 14, il ne soutire pratiquement aucune énergie à partir du chargeur. On comprendra que l'appareil égaliseur 10 peut fonctionner, si on le désire, lorsque le chargeur 14 n'est pas en train de charger les batteries unitaires. Ainsi qu'il sera décrit d'une façon plus détaillée plus loin, l'appareil égaliseur 10 peut être mis en service automatiquement lorsque le chargeur 14 fournit un courant aux batteries unitaires 11 et 12.

Un schéma électrique d'une forme d'exécution de l'appareil égaliseur 10 pour alimenter les deux batteries unitaires 11 et 12 est représenté sur la figure 2. L'appareil égaliseur 10 comporte un condensateur 20, deux paires de dispositifs de commutation commandables 21 et 23, et 22 et 24 et un appareil de commande des dispositifs de commutation réalisé sous la forme d'un oscillateur 25. Dans le cas d'une application typique avec des batteries unitaires ayant des niveaux de tension nominale de 3 volts chacune, un condensateur de 100 microfarads ( $\mu F$ ) d'une tension nominale de 10 volts peut être utilisé. Les dispositifs de commutation commandables 21-

24 doivent être capables de laisser passer un courant dans les deux directions à travers le dispositif et ils doivent être capables de bloquer une tension dans la direction inverse lorsque les dispositifs sont mis à l'état non conducteur. Par conséquent, des interrupteurs de puissance MOSFET traditionnels qui ont leurs diodes corps-source connectées intérieurement, ne peuvent pas être utilisés à moins que les interrupteurs MOSFET ne soient modifiés pour déconnecter les diodes de corps. D'autres types d'interrupteurs, aussi bien mécaniques que sous forme de circuits intégrés, peuvent être utilisés lorsque cela est approprié, par exemple des interrupteurs à lames scellées, des transistors à effet de champ à jonction symétrique ou d'autres dispositifs semi-conducteurs bidirectionnels, ainsi que des combinaisons appropriées de dispositifs tels que des transistors bipolaires à électrode de commande isolée, des thyristors à gâchette, des transistors de puissance bipolaires etc.... Les dispositifs de commutation sont commandés, de manière à être commutés entre un état conducteur et un état non conducteur, par un signal de commande appliqué à une entrée de commande de chaque dispositif. Les paires de dispositifs de commutation connectent sélectivement chaque batterie unitaire 11 et 12 en parallèle avec le condensateur 20. Le dispositif de commutation 21 est connecté entre la borne positive de la batterie unitaire 11 et une première borne (par exemple la borne "positive") du condensateur 20. Le dispositif de commutation 23 est connecté entre la seconde borne du condensateur 20 et la borne négative de la batterie unitaire 11. De la même façon, le dispositif de commutation 22 est connecté entre la borne positive de la batterie unitaire 12 (qui est également connectée à la borne négative de la batterie unitaire 11) et la première borne du condensateur 20. Le dispositif de commutation 24 est connecté entre la seconde borne du condensateur 20 et la borne négative de la batterie unitaire 12 (laquelle est connectée, dans ce cas, à la masse). L'oscillateur 25 délivre deux signaux de commande  $S$  et  $\bar{S}$  (qui est le complément de  $S$ ). Les signaux de commande sont de préférence des fonctions d'ondes rectangulaires telles que  $S$  est au niveau HAUT lorsque  $\bar{S}$  est au niveau BAS, et  $S$  est au niveau BAS lorsque  $\bar{S}$  est au niveau HAUT, avec des durées de demi-période égales. Le signal de commande  $S$  est appliqué, sur des lignes 27, aux électrodes de commande des dispositifs de commutation 21 et 23 associés à la batterie unitaire 11. Le signal  $\bar{S}$  est délivré, sur des lignes 28, aux électrodes de commande des dispositifs de commutation 22 et 24 associés à la batterie unitaire 12.

L'appareil égaliseur de charge 10 fonctionne de la manière suivante. Pendant la première moitié d'une période de l'oscillateur, le signal de commande S est HAUT tandis que le signal de commande  $\bar{S}$  est BAS. Pendant cette demi-période, les dispositifs de commutation 22 et 24 sont mis à l'état non conducteur et la batterie unitaire 12 est déconnectée du condensateur 20. Simultanément les dispositifs de commutation 21 et 23 sont mis à l'état conducteur et la batterie unitaire 11 est connectée aux bornes du condensateur 20. Ce condensateur 20 est ainsi chargé (ou déchargé) jusqu'au niveau de tension de la batterie unitaire 11. Pendant la demi-période suivante, le signal de commande S est BAS tandis que le signal de commande  $\bar{S}$  est HAUT. Ainsi, pendant cette demi-période, les dispositifs de commutation 21 et 23 sont mis à l'état non conducteur, en déconnectant la batterie unitaire 11 du condensateur 20. Simultanément les dispositifs de commutation 22 et 24 sont mis à l'état conducteur, en connectant la batterie unitaire 12 aux bornes du condensateur 20. Si la batterie unitaire 11 est plus fortement chargée que la batterie unitaire 12, le condensateur 20, ayant été chargé au niveau de la tension de la batterie unitaire 11 au cours de la demi-période précédente, se trouve avoir une tension plus élevée que celle de la batterie unitaire 12 et il se décharge dans cette batterie unitaire 12, en chargeant celle-ci. Si la batterie unitaire 12 est à un niveau de tension plus élevé que celui de la batterie unitaire 11, le condensateur 20 a une tension inférieure à celle de la batterie unitaire 12 et il se charge alors au niveau de la tension de cette batterie unitaire 12 et, au cours de la demi-période suivante de l'oscillateur, il se décharge dans la batterie unitaire 11, en chargeant ainsi cette batterie unitaire 11. Par conséquent, en commutant chacune des batteries unitaires 11 et 12 alternativement aux bornes du condensateur 20, de l'énergie est transférée à partir de la batterie unitaire la plus fortement chargée vers la batterie unitaire moins chargée. Lorsque les tensions des deux batteries unitaires s'approchent l'une de l'autre, le niveau du passage du courant vers et dans le condensateur et sortant de ce condensateur, pendant chaque demi-période de l'oscillateur, va en diminuant et devient pratiquement nul lorsque les deux batteries unitaires sont chargées d'une manière égale.

L'oscillateur 25 peut être réalisé matériellement de différentes façons en utilisant soit des circuits intégrés soit des composants discrets. Un exemple de réalisation matériel de l'oscillateur 25, pour l'excitation des électrodes de commande des interrupteurs MOSFET utilisés en tant que dispositifs de commutation, est représenté sur la figure 3. Une bascule de Schmitt

inverseuse 30 est polarisée avec une résistance 31 et un condensateur 32 de manière à fonctionner en tant qu'oscillateur, en produisant un signal rectangulaire à une fréquence sélectionnée, par exemple de 500 Hz. La fréquence de commutation et la valeur du condensateur 20 sont choisies en se basant sur la résistance interne de chaque batterie unitaire et sur la résistance à l'état conducteur des dispositifs de commutation de telle façon que la constante de temps effective RC permette pratiquement une charge ou une décharge totale du condensateur pendant chaque demi-période. Le signal rectangulaire provenant de la bascule de Schmitt 30 fournit le signal de commande  $\bar{S}$  utilisé pour commander les dispositifs de commutation 22 et 24. Ce même signal est également fourni à un second inverseur 33 dont la sortie est le signal de commande S utilisé pour commander les dispositifs de commutation 21 et 23. Puisque la tension de la source pour le dispositif de commutation 21, lorsque des interrupteurs MOSFET sont utilisés en tant que dispositifs de commutation, est basée sur la borne positive de la batterie unitaire 12 plus la tension aux bornes du condensateur 20, un doubleur de tension est utilisé pour fournir une tension plus élevée d'excitation de l'électrode de commande pour les dispositifs de commutation 21 et 23. Ce doublage de tension peut être réalisé matériellement par un circuit doubleur de tension traditionnel constitué d'un inverseur 35 commuté entre la tension  $V_C$  (la tension aux bornes des batteries 11 et 12) et la masse, de deux condensateurs 36 et 37 et de deux diodes 38 et 39.

L'appareil égaliseur 10, tel que décrit précédemment, peut être aisément étendu de manière à égaliser la charge sur plus de deux batteries unitaires connectées en série. Une paire additionnelle de dispositifs de commutation est exigée pour chaque batterie unitaire supplémentaire devant être égalisée. Un dispositif de commutation de chaque paire est connecté entre la borne positive de la batterie unitaire et la première borne du condensateur 20 tandis que l'autre dispositif de commutation est connecté entre la borne négative de la batterie unitaire et la seconde borne du condensateur 20. Un dispositif de commande est utilisé pour commuter d'une manière séquentielle chaque paire de dispositifs de commutation, à l'état conducteur et à l'état non conducteur, pour chaque batterie unitaire de telle façon que chaque batterie unitaire soit connectée à son tour aux bornes du condensateur. Un tel dispositif de commande peut être réalisé matériellement de diverses façons traditionnelles, tel que, par exemple, au moyen d'un oscillateur attaquant un compteur en anneau (ou compteur Johnson) ayant des sorties attaquant les électrodes de commande de chaque paire de dispositifs de commutation.

Si on le désire, la fréquence de commutation de la sortie de l'oscillateur 25 peut être modifiée en fonction des besoins de l'égalisation. Par exemple la fréquence de commutation peut être l'un ou l'autre de deux niveaux à savoir une fréquence de commutation élevée pour fournir un courant d'égalisation élevé pendant la charge et une fréquence de commutation basse pour fournir un courant d'égalisation faible lorsque les batteries sont inactives, afin de compenser les différences des caractéristiques d'autodécharge des batteries individuelles.

## REVENDEICATIONS

1. Appareil égaliseur pour égaliser la charge d'au moins deux batteries unitaires, ayant des bornes positives et négatives, connectées en série, caractérisé en ce qu'il comprend :

a) un condensateur (20) ayant des première et seconde bornes;

5 b) une paire de dispositifs de commutation commandables (21,23;22,24) pour chaque batterie unitaire (11,12), un dispositif de commutation de la paire étant connecté entre une borne positive de chaque batterie unitaire (11,12) et la première borne du condensateur (20) tandis que l'autre dispositif de commutation de la paire est connecté entre une borne négative de la batterie unitaire et la seconde borne du condensateur (20); et

10 c) un moyen de commande (25) connecté aux dispositifs de commutation de manière à fournir un signal de commande à chaque dispositif de commutation (21-24) pour faire passer chaque paire de dispositifs de commutation à l'état conducteur puis à l'état non conducteur, successivement, à une fréquence de commutation sélectionnée, de telle façon qu'une paire de dispositifs de commutation (21,23) soit à l'état conducteur tandis que chaque autre paire de  
15 dispositifs de commutation (22,24) est à l'état non conducteur, si bien que le condensateur (20) est chargé d'une manière séquentielle par la batterie unitaire (11,12) ayant la tension la plus élevée et est déchargé dans une batterie unitaire ayant une tension plus basse de telle façon que de l'énergie soit transférée à partir d'une batterie unitaire davantage chargée vers une batterie unitaire moins chargée.

20 2. Appareil égaliseur suivant la revendication 1 caractérisé en ce que les dispositifs de commutation (21-24) sont des interrupteurs de puissance du type MOSFET qui laissent passer d'une manière prédominante le courant dans une seule direction lorsqu'ils sont mis à l'état conducteur et qui comportent des électrodes de commande, et en ce que le moyen de commande (25) est connecté pour appliquer les signaux de commande aux électrodes de commande de  
25 manière à faire passer d'une manière séquentielle chaque paire d'interrupteurs MOSFET à l'état conducteur et à l'état non conducteur.

3. Appareil égaliseur suivant la revendication 2 caractérisé en ce qu'il y a deux batteries unitaires (11,12) et le moyen de commande (25) comporte un oscillateur qui délivre des signaux de sortie complémentaires à onde rectangulaire appliqués aux électrodes de commande de  
30 chacune des deux paires d'interrupteurs MOSFET (21,23;22,24).

4. Appareil égaliseur suivant la revendication 3 caractérisé en ce qu'il comporte un moyen pour fournir le signal de commande à une paire d'interrupteurs MOSFET avec une tension de crête approximativement double de celle du signal de commande fourni à l'autre paire d'interrupteurs MOSFET.

5 5. Appareil égaliseur suivant la revendication 1 caractérisé en ce qu'il est utilisé en combinaison avec un chargeur de batterie (14) connecté de manière à fournir un courant de charge à la combinaison en série des batteries unitaires (11,12).

6. Procédé pour égaliser une charge sur au moins deux batteries connectées en série, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant :

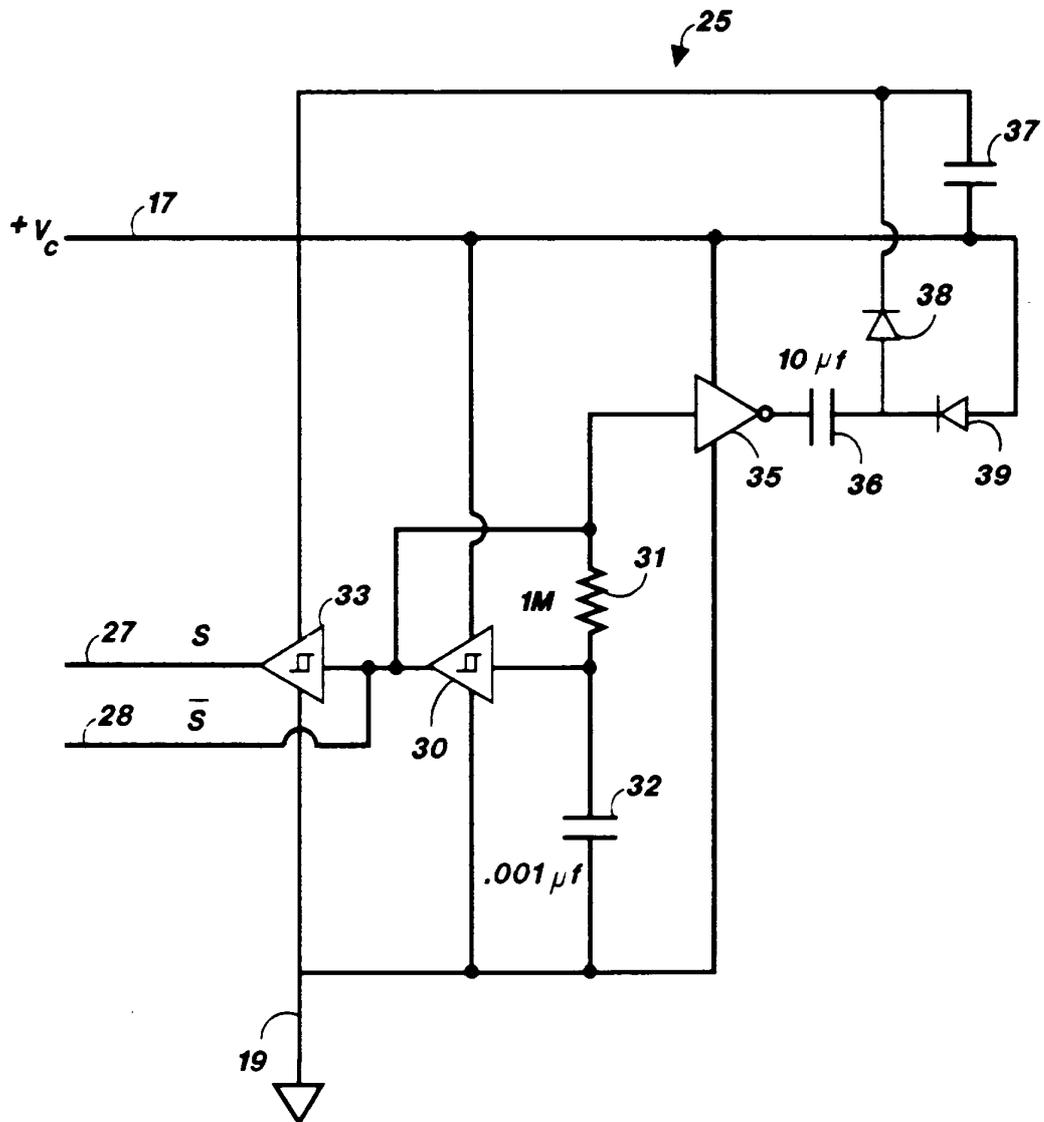
10 a) à prévoir un condensateur (20);

b) à connecter d'une manière séquentielle chaque batterie unitaire aux bornes du condensateur de telle façon que le condensateur soit chargé à la tension de la batterie unitaire la plus fortement chargée et qu'il soit déchargé dans une batterie unitaire moins chargée, et à répéter l'étape de connexion séquentielle de chaque batterie unitaire aux bornes du condensateur de manière à égaliser la charge sur les batteries unitaires.

15

7. Procédé suivant la revendication 6 caractérisé en ce qu'il comporte l'étape additionnelle consistant à fournir un courant de charge à travers les batteries unitaires connectées en série.



**FIG. 3**