



(11) **EP 1 997 355 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
28.10.2009 Bulletin 2009/44

(51) Int Cl.:
H05B 37/03 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **07731798.0**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2007/050985

(22) Date de dépôt: **22.03.2007**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2007/107678 (27.09.2007 Gazette 2007/39)

(54) **UNITE AUTONOME POUR UN RESEAU DE CAPTEURS DE MESURE, RESEAU INCORPORANT
LADITE UNITE AUTONOME ET PROTOCOLE DE COMMUNICATION DUDIT RESEAU**

AUTONOME EINHEIT FÜR EIN NETZWERK AUS MESSSENSOREN, NETZWERK MIT DIESER
AUTONOMEN EINHEIT UND KOMMUNIKATIONS PROTOKOLL DIESES NETZWERKES

AUTONOMOUS UNIT FOR A NETWORK OF MEASURING SENSORS, NETWORK COMPRISING
SAID AUTONOMOUS UNIT, AND COMMUNICATION PROTOCOL OF SAID NETWORK

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
SI SK TR**

(30) Priorité: **22.03.2006 FR 0650987**

(43) Date de publication de la demande:
03.12.2008 Bulletin 2008/49

(73) Titulaire: **Lyracom
33640 Ayguemorte Les Graves (FR)**

(72) Inventeurs:
• **PETIT, Michel
F-33610 Canejan (FR)**
• **URRUTIA, Stéphane
F-33880 Baurech (FR)**

- **MICHON, Hervé
F-33000 Bordeaux (FR)**
- **BERNEX, Jean-Marc
F-33113 Saint Symphorien (FR)**
- **MIRANDE-IRIBERRY, Philippe
F-33200 Bordeaux (FR)**

(74) Mandataire: **Fantin, Laurent
Aquinov
Allée de la Forestière
33750 Beychac et Caillau (FR)**

(56) Documents cités:
EP-A- 0 239 653 EP-A1- 1 251 721
EP-A2- 1 435 678 WO-A-01/81166
DE-B3-102004 042 093 GB-A- 2 392 326
US-A- 5 822 200 US-A1- 2004 124 786

EP 1 997 355 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention se rapporte à une unité autonome pour un réseau de capteurs de mesure, à un réseau incorporant au moins une unité autonome ainsi qu'à un protocole de communication dudit réseau.

[0002] Généralement, la précision d'une mesure sur une zone géographique relativement étendue est liée au nombre de points de mesure.

[0003] Dans le domaine de l'éclairage public, la commande d'allumage ou d'extinction de l'éclairage public pour un secteur d'une ville peut être déclenchée à partir d'une valeur mesurée par un seul capteur de luminosité, notamment une cellule photovoltaïque, mesurant l'ensoleillement. La valeur mesurée est souvent une approximation grossière de la luminosité de la zone à éclairer qui ne permet pas d'optimiser la gestion de l'éclairage.

[0004] Pour augmenter la précision; une solution consiste à augmenter le nombre de points de mesure pour obtenir une valeur mesurée plus représentative.

[0005] Toutefois, cette solution nécessite l'installation d'un réseau filaire pour assurer l'alimentation en énergie électrique des capteurs de mesure et la transmission des données. Or, l'installation d'un réseau filaire est relativement coûteuse. Dans certains cas, elle peut même s'avérer impossible.

[0006] Lorsque les capteurs de mesure viennent se greffer sur un réseau disposant d'une d'alimentation en énergie électrique, par exemple un réseau de lampadaires d'un éclairage public, il est possible de capter une partie de cette énergie électrique pour alimenter les capteurs de mesure, et utiliser ledit réseau d'alimentation pour transmettre les données en utilisant la méthode des courants porteurs. Cependant, cette solution n'est pas satisfaisante car elle induit une surconsommation et les mesures transmises peuvent être entachées d'erreur.

[0007] En l'absence d'un réseau filaire existant, même si certains capteurs peuvent être communicants et transmettre les données par le biais de moyens de communication sans fil, l'alimentation en énergie électrique desdits capteurs de mesure demeure problématique.

[0008] On peut prévoir des piles ou des batteries pour assurer l'autonomie desdits capteurs. Cependant, cette solution n'est pas satisfaisante car ces moyens d'alimentation ont une durée de vie limitée, ce qui induit une maintenance importante pour assurer leur remplacement. De plus, les piles et batteries sont généralement une source de pollution importante.

[0009] Le document GB-A-2 392 326 (MALTHOUSE CHRISTOPHER LAURIE) décrit une unité autonome (138, fig. 2A) incorporant au moins un moyen de mesure (130) et susceptible de s'intégrer dans un réseau d'unités autonomes (fig. 3) et de communiquer grâce à des moyens de communication (105) la ou les valeurs mesurées à au moins un coordonnateur (230, fig. 3), caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens d'alimentation autonome (135) comprenant des moyens de transformation d'une énergie extérieure (solaire) en énergie

électrique, notamment un panneau photovoltaïque utilisant l'énergie solaire, et des moyens de stockage (140) de la dite énergie ainsi transformée.

[0010] Document US-A-5 822 200 (STASZ PETER) montre des moyens de transformation d'une énergie extérieure en énergie électrique, notamment un panneau photovoltaïque, et des moyens de stockage de la dite énergie ainsi transformée en utilisant des moyens comprenant au moins deux condensateurs. Par contre, le document D2 ne décrit pas: (a) un dispositif à commutations de condensateurs, (b) protégé par de moyens de protection.

[0011] Aussi, la présente invention vise à pallier les inconvénients de l'art antérieur en proposant une unité autonome incorporant au moins un capteur de mesure, permettant de multiplier les points de mesure, ne nécessitant pas l'installation d'un réseau filaire dédié et/ou une maintenance importante et utilisant une énergie renouvelable.

[0012] A cet effet, l'invention a pour objet une unité autonome incorporant au moins un moyen de mesure, comprenant des moyens d'alimentation autonome comprenant des moyens de transformation d'une énergie extérieure en énergie électrique, notamment un panneau photovoltaïque utilisant l'énergie solaire, et susceptible de s'intégrer dans un réseau d'unités autonomes et de communiquer grâce à des moyens de communication la ou les valeurs mesurées, **caractérisée en ce qu'elle** comprend des moyens de stockage de ladite énergie électrique comprenant un dispositif à commutations de condensateurs, au moins deux condensateurs, protégé par des moyens de protection.

[0013] D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description qui va suivre de l'invention, description donnée à titre d'exemple uniquement, en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente la composition d'une unité autonome selon un mode de réalisation,
- la figure 2 est une vue en perspective illustrant les éléments composant une unité autonome,
- les figures 3A et 3B représentent le circuit imprimé d'une unité autonome selon son mode de réalisation préférentiel,
- les figures 4A et 4B illustrent le procédé de commutation Parallèle/Série,
- la figure 5 représente le protocole de communication.

[0014] La présente invention est maintenant décrite appliquée à la gestion d'un réseau d'éclairage public. Néanmoins, l'invention peut avoir d'autres applications pour lesquelles, il est nécessaire de disséminer plusieurs capteurs de mesure sur une zone géographique.

[0015] Afin d'affiner la mesure, notamment la mesure de luminosité pour commander l'allumage ou l'extinction des points lumineux d'un réseau d'éclairage, on prévoit un réseau composé d'au moins une unité autonome

intégrant au moins un moyen 18 de mesure, notamment de la luminosité, et d'au moins un coordonnateur, susceptible de communiquer directement ou indirectement avec lesdites unités autonomes 20 et de collecter les valeurs mesurées. Dans le cas de la gestion de l'éclairage public, le coordonnateur est relié aux moyens de commande dudit réseau d'éclairage.

[0016] Selon les variantes, l'unité autonome peut comprendre un ou plusieurs moyens de mesure, notamment tout type de capteurs ou de sondes, fonctionnant à bas voltage, lui permettant d'effectuer des mesures point par point sur un réseau équipé desdites unités autonomes 20 dans le but de communiquer, de la même manière que pour les mesures de luminosité, lesdites mesures au coordonnateur.

[0017] Il peut s'agir de capteurs de mesure de pollution, sonore par exemple, d'hygrométrie, de température ou autre, la couverture de mesures point par point pouvant être très dense et facile à mettre en oeuvre.

[0018] L'unité autonome 20 est indépendante d'un réseau filaire, notamment du circuit de puissance pour alimenter en énergie électrique les différents points lumineux de l'éclairage public, ce qui ne provoque pas de surconsommations du réseau d'éclairage lors du fonctionnement du réseau d'unités autonomes 20. De plus, les mesures ne subissent aucune perturbation liée à d'éventuelles interférences sur ledit circuit de puissance lors de la communication avec le coordonnateur, comme peuvent le subir, par exemple, les systèmes à courant porteur.

[0019] Selon l'invention, comme illustré en figures 1 et 2, chaque unité autonome 20 dispose d'au moins un moyen 18 de mesure, notamment de moyens de mesure de luminosité, de moyens de communication 30, susceptibles de communiquer avec le coordonnateur et/ou une autre unité autonome 20 et des moyens d'alimentation autonome 38.

[0020] De préférence, une unité autonome 20 comprend un boîtier étanche 36 dans lequel sont disposés :

- des moyens de communication 30 ,
- des moyens d'alimentation autonome 38,
- au moins un moyen 18 de mesure,
- des moyens 58 de synchronisation,
- et éventuellement,
- des moyens de mise en mémoire 32,
- des moyens d'exécution d'instructions 40,
- des moyens de commande d'une unité externe.

[0021] Dans une unité autonome 20, les moyens d'alimentation autonome 38 fournissent l'énergie nécessaire aux autres composants.

[0022] Selon une caractéristique de l'invention, les moyens d'alimentation autonome 38 comprennent des moyens de transformation d'une énergie extérieure 42 renouvelable, notamment solaire, en énergie électrique et des moyens de stockage 44 de ladite énergie électrique. En complément ou en alternative, le dispositif pour-

rait utiliser l'énergie éolienne ou toute autre énergie renouvelable. Ainsi, l'unité autonome 20 fonctionne grâce aux énergies renouvelables de façon à s'inscrire dans le domaine du développement durable et de l'écologie urbaine.

[0023] Dans l'application relative à la gestion de l'éclairage public, les moyens de transformation d'une énergie extérieure 42, notamment un panneau photovoltaïque, transformant l'énergie solaire en énergie électrique, peuvent être utilisés en tant que moyens de mesure de luminosité et de moyens de détection de défaut de fonctionnement et d'allumage d'un point lumineux.

[0024] Comme illustré sur la figure 2, chaque unité autonome 20 est équipée d'un boîtier 36 comportant une partie supérieure 48 et une partie inférieure 50 entre lesquelles sont prévus des moyens d'étanchéité 46, notamment un joint en silicone. La partie supérieure 48 du boîtier 36 comprend une paroi transparente 52 derrière laquelle viennent se positionner les moyens de transformation d'une énergie extérieure 42.

[0025] Pour compléter l'étanchéité du boîtier 36 et plus particulièrement pour lui assurer une étanchéité durable, étant donné la durée de vie nécessaire, notamment pour un dispositif destiné à s'installer sur un réseau d'éclairage public, une soupape monodirectionnelle 54 est disposée sur une des faces du boîtier 36, l'ouverture de ladite soupape se faisant vers l'extérieur du boîtier 36. Après assemblage des différents composants de l'unité autonome 20 et en suivant la fermeture du boîtier 36 avec disposition des moyens d'étanchéité 46 entre les parties supérieure 48 et inférieure 50, on vient chauffer l'unité autonome 20 à une température sensiblement supérieure à la température maximale d'utilisation. Cette montée en température fait augmenter la pression de l'air à l'intérieur dudit boîtier 36, et plus particulièrement à une pression supérieure à la pression de service de la soupape 54. Cette montée en température a donc pour effet d'évacuer une partie de l'air contenu dans le boîtier 36, qui par la suite, en se refroidissant, va être sensiblement sous vide et donc à étanchéité renforcée. Ce phénomène de mise sous vide peut de plus se répéter et donc se régénérer lors de la saison estivale par exemple.

[0026] Avantagusement, le boîtier 36 comprend des moyens de fixation 26 adaptés au support sur lequel est fixée l'unité autonome 20.

[0027] Le boîtier 36 peut prendre diverses formes, une forme sphérique étant préférentiellement recommandée pour la discrétion des unités autonomes 20.

[0028] Comme l'illustrent les figures 3A et 3B, ledit boîtier 36 contient un circuit imprimé 56 regroupant les moyens de stockage de l'énergie électrique 44, les moyens de communication 30 de l'unité autonome 20, les moyens de synchronisation 58, ainsi qu'éventuellement les moyens d'exécution des instructions 40 et les moyens de mise en mémoire 32, des moyens de calibrage 62, des moyens de régulation de l'alimentation électrique 64, des moyens de mesure de température 60, des moyens secondaires de communication 68.

[0029] Afin de permettre le fonctionnement des différents éléments situés sur le circuit imprimé 56, la tension fournie par les moyens de stockage de l'énergie électrique 44 doit être régulée de manière à fournir une alimentation stable auxdits différents éléments du circuit imprimé 56.

[0030] A ce titre, les moyens de stockage de l'énergie 44 sont relayés par les moyens de régulation 64 de l'alimentation électrique. Lesdits moyens de régulation 64 de l'alimentation électrique sont notamment réalisés à l'aide d'un convertisseur continu/continu.

[0031] Selon les variantes, des moyens de calibrage 62 peuvent être utilisés pour calibrer la valeur de la tension fournie par les moyens de transformation d'une énergie extérieure 42, tension qui est directement proportionnelle à l'ensoleillement. Ces moyens de calibrage 62 sont notamment réalisés à l'aide d'un pont diviseur de tension.

[0032] Les moyens de stockage de l'énergie électrique 44 sont composés d'un dispositif à commutation de condensateurs 70 et de moyens de protection 72 dudit dispositif à commutation de condensateurs 70.

[0033] Les moyens de protection 72 du dispositif à commutation de condensateurs 70 sont commandés par un ordre de commande issu des moyens d'exécution des instructions 40, ordre de commande qui permet la commutation dudit dispositif entre un montage série du dispositif à commutation de condensateurs 70, ayant au moins deux condensateurs, et un montage parallèle dudit dispositif à commutation de condensateurs 70.

[0034] Les moyens de protection 72 dudit dispositif à commutation de condensateurs 70 sont réalisés à l'aide de moyens de détection de bas voltage et de transistors à effet de champ, plus particulièrement de type MOSFET à canal N ou P, afin d'éviter une surcharge desdits condensateurs lorsqu'ils ont atteint leur tension de charge, l'alimentation du dispositif à commutation de condensateurs étant coupée.

[0035] Ce dispositif à commutation de condensateurs 70 dispose en outre de moyens de commutation, réalisés par des transistors à effet de champ, plus particulièrement de type MOSFET à canal N ou P, référencés T8N, T8P et T2A sur les figures 3A et 3B. Lesdits moyens de commutation disposent pour les besoins de ce dispositif à commutation de condensateurs 70, de vitesses de commutation particulièrement rapides, notamment pour avoir le minimum de pertes de charge au niveau des condensateurs.

[0036] Le fonctionnement du dispositif à commutation de condensateurs est illustré en figures 4A et 4B. Pour le mode de réalisation préféré de l'unité autonome 20, le nombre de condensateurs est fixé à deux, mais ce dispositif à commutation de condensateurs 70 peut comprendre plus d'une paire de condensateurs du moment que la tension de charge fournie par les moyens de transformation d'une énergie extérieure 42 est prévue en conséquence.

[0037] La figure 4A représente le montage série du

dispositif à commutation de condensateurs 70. Les moyens de commutation T8N et T8P étant ouverts et T2A fermé, les condensateurs C1 et C2 se retrouvent alimentés en série par une tension U, issue des moyens de transformation d'une énergie extérieure 42. Ce montage série est destiné à effectuer la charge desdits condensateurs C1 et C2.

[0038] Lorsque la tension de charge est atteinte, les moyens de protection 72 dudit dispositif à commutation de condensateurs 70 coupent l'alimentation issue des moyens de transformation d'une énergie extérieure 42 et, comme illustré sur la figure 4B, les moyens de commutation T2A s'ouvrent, ce qui provoque la fermeture des moyens de commutation T8N et T8P. Le dispositif à commutation de condensateurs 70 a emmagasiné l'énergie électrique, et les deux condensateurs C1 et C2 sont désormais montés en parallèle pour effectuer la décharge de leur capacité et commencer à délivrer une tension V, sensiblement égale à la moitié de ladite tension U, aux moyens de régulation 64 de l'alimentation électrique.

[0039] L'alimentation électrique ainsi réalisée fournit l'énergie électrique nécessaire aux autres composants, notamment aux moyens de mesure 18, aux moyens d'exécution des instructions 40, notamment un microprocesseur, aux moyens de synchronisation 58, notamment un circuit intégré d'horloge temps réel programmable, aux moyens de mise en mémoire 32, notamment de type EEPROM, aux moyens de mesure de température 60, notamment un circuit intégrant une sonde de température, aux moyens de communication 30, notamment un circuit intégré émetteur-récepteur d'ultra hautes fréquences correspondant à la norme IEEE802.15.4, dite Zig-Bee, fonctionnant à basse tension, et des moyens secondaires de communication 68, notamment un émetteur-récepteur optique destiné à l'émission-réception des informations et des instructions.

[0040] Les moyens de mise en mémoire 32, notamment de type EEPROM, sont utilisés pour stocker les informations propres à chaque point de mesure, qu'il s'agisse d'informations issues des mesures de luminosité, de mesures de température, ou toutes autres mesures, ainsi que des données envoyées aux moyens d'exécution des instructions 40. Les données ainsi stockées peuvent être réutilisées pour l'établissement d'une courbe de référence d'allumage par exemple, ou pour l'apprentissage des moyens de mesures. On désigne par apprentissage, l'établissement d'une base de données de mesures obtenues par les différents moyens de mesure disponibles dans une unité autonome 20 et disponibles dans les moyens de mise en mémoire 32, cette base de données permettant d'établir une cartographie desdites mesures à une échelle temporelle par exemple pouvant être horaire, quotidienne, hebdomadaire ou permettant de croiser les différentes mesures entre elles et d'en déduire d'éventuelles relations.

[0041] Les avantages procurés par le réseau d'unités autonomes 20 sont dépendants d'un protocole de communication, plus particulièrement radio, adapté au mode

de fonctionnement à basse tension des unités autonomes 20. De par l'autonomie des unités autonomes 20, ce protocole de communication est à faible niveau de consommation d'énergie. Cette faible consommation d'énergie est basée sur les moyens de synchronisation 58 programmable qui définissent un fonctionnement horodaté des unités autonomes 20, basé sur une méthode de requête/réponse périodique de chaque unité autonome 20, ce protocole de communication étant donc horodaté.

[0042] De préférence, les moyens de synchronisation 58 se présentent sous la forme d'un circuit intégré à horloge temps réel dont les déviations de fréquences de l'oscillateur à quartz dues aux variations de température peuvent être compensées, permettant ainsi d'obtenir un horodatage fiable avec une dérive négligeable dans le temps.

[0043] De manière à synchroniser les unités autonomes 20 entre elles, le protocole de communication prévoit un intervalle de temps périodique de synchronisation durant lequel les unités autonomes se synchronisent deux à deux grâce aux moyens de synchronisation 58 programmable, les moyens de synchronisation 58 permettant aux unités autonomes de se synchroniser entre elles ou avec le coordonnateur, et par le biais de leurs moyens de communication 30.

[0044] Le protocole est bidirectionnel dans le sens où la transmission du signal s'effectue de façon descendante puis montante sur le réseau d'unités autonomes 20. Le protocole définit une méthode de communication réalisée de manière à ce que, lors de la phase descendante, le signal émis par les moyens de communication 28 du coordonnateur, notamment un émetteur-récepteur radio, soit retransmis aux moyens de communication 30 d'une première unité autonome 20, notamment celle située la plus en amont du réseau à proximité du coordonnateur, puis successivement d'unité autonome 20 en unité autonome en descendant sur le réseau, jusqu'à la dernière unité autonome 20 dudit réseau, située la plus en aval, et, lors de la phase montante succédant une phase descendante, le signal remonte le réseau d'aval en amont, d'unité autonome 20 en unité autonome, jusqu'à revenir au coordonnateur.

[0045] Lors d'une phase montante M ou descendante D et grâce aux moyens de synchronisation 58, l'unité autonome 20 sait à quel moment elle doit se trouver en réception, référencée R en figure 5. Durant cette période de réception R, les moyens de communication se mettent en écoute et sont donc susceptibles de recevoir un signal d'un émetteur ainsi que les instructions qu'il contient.

[0046] En suivant la période de réception R et après la fin de la réception du signal, les moyens de communication transmettent à leur tour le signal, durant une période d'émission EM, aux moyens de communication de l'unité autonome se trouvant en période de réception.

[0047] Durant la période de réception R de la phase descendante D, les moyens d'exécution 40 effectuent les instructions transmises dans le signal, notamment

des mesures, puis durant la période d'émission EM de la phase montante M, ils transmettent les données répondant aux instructions aux moyens de communication 30.

5 **[0048]** Ainsi, et comme illustré sur la figure 5, le protocole est dit bidirectionnel à balises.

[0049] Le protocole est dit à balises car chaque unité autonome émet une balise, ou message, à une période d'émission EM bien précise, portant l'identifiant du réseau, l'identifiant de l'émetteur, le numéro de l'intervalle de temps, la date et l'heure. La balise est le moyen utilisé par chaque unité autonome 20 pour effectuer sa synchronisation avec une autre unité autonome 20 ou le coordonnateur, ladite synchronisation s'effectuant par couples. La précision temporelle de la période d'émission EM est indispensable pour éviter que des variations brutales entraînent le décrochage de la queue du réseau. Ladite précision de la période d'émission EM dépend de la stabilité d'horloge de chaque unité autonome 20, cette stabilité étant obtenue en compensant en température 20 grâce aux moyens de mesure de température 60 l'horloge de haute précision définie par les moyens de synchronisation 58 programmable.

15 **[0050]** Pour augmenter le trafic de données pouvant transiter, le protocole de communication utilise plusieurs fréquences de transmission de signal, une fréquence étant toutefois réservée pour effectuer la synchronisation ou la resynchronisation des unités autonomes 20 entre elles.

30 **[0051]** Cette fréquence de synchronisation est utilisée pour créer un canal sémaphore qui sert à la re-synchronisation d'une unité autonome 20.

[0052] En cas d'isolement d'une unité autonome 20, celle-ci effectue sa propre recherche de synchronisation. Une unité autonome 20 se déclare isolée lorsqu'elle ne voit plus de balise plusieurs fois de suite. On distingue trois modes de recherche de synchronisation à partir de l'auto déclaration d'isolement. Un mode rapide qui consiste à rester en période de réception pour l'unité autonome 20 isolée après la phase montante M pour trouver la phase de signalisation du canal sémaphore, la probabilité de trouver la balise de signalisation étant directement liée à la qualité du signal. Au delà du délai de présence du canal sémaphore, étant donné qu'il est inutile de continuer la recherche, l'unité autonome 20 isolée 45 passe alors dans le mode de recherche lent qui consiste à attendre le prochain cycle d'émission réception pour scanner le canal sémaphore dans un délai équivalent à celui de la recherche rapide. Le dernier mode de recherche est établi à chaque tranche horaire où une unité autonome 20 ayant perdu le canal qui lui est rattaché va effectuer une séquence rapprochée à la seconde de cycles de synchronisation, pendant une minute pour donner un ordre d'idées.

55 **[0053]** Lors de la première identification, une relation parent enfant se crée entre l'unité autonome 20 en recherche, dite enfant, et l'unité autonome 20 ou le coordonnateur, dite ou dit parent, qui l'accepte comme élé-

ment du réseau. Le parent inscrit dans ses moyens de mise en mémoire 32 les coordonnées de son nouvel enfant. De même l'enfant inscrit dans ses moyens de mise en mémoire 32 les coordonnées de son parent. Lors de l'isolement d'un enfant celui ci effectue une procédure dite orpheline pour retrouver son parent, la procédure de raccordement au réseau et celle de la resynchronisation étant basées sur les méthodes fixées par la norme IEEE802.15.4.

[0054] Au delà de la procédure orpheline, une unité autonome 20 se retrouve complètement isolée et peut alors effacer les coordonnées mémorisées par les moyens de mise en mémoire 32 pour effectuer une procédure de raccordement au réseau, cette procédure intervenant dans le cas de la disparition du parent correspondant à une destruction ou un remplacement d'une unité autonome 20.

[0055] Le rattachement à un parent est une relation privilégiée stable. Il n'y a pas de raison pour changer de parent.

[0056] Une unité autonome 20 parent peut accepter plusieurs unités autonomes 20 enfants, ceci faisant partie des paramètres de fabrication. Chaque unité autonome 20 enfant est identifiée séparément. Tous les unités autonomes enfants écoutent la même unité autonome 20 parent lors du même intervalle de temps. Les différentes unités autonomes 20 enfants de la même unité autonome 20 parent travaillent ensuite sur leur propre intervalle de temps et ne se voient pas.

[0057] Bien entendu, l'invention n'est évidemment pas limitée au mode de réalisation représenté et décrit ci-dessus, mais en couvre au contraire toutes les variantes, notamment en ce qui concerne les formes, les dimensions et les matériaux des différents éléments.

Revendications

1. Unité autonome (20) incorporant au moins un moyen de mesure (18), comprenant des moyens d'alimentation autonome (38) comprenant des moyens de transformation d'une énergie extérieure (42) en énergie électrique, notamment un panneau photovoltaïque utilisant l'énergie solaire, et susceptible de s'intégrer dans un réseau d'unités autonomes et de communiquer grâce à des moyens de communication (30) la ou les valeurs mesurées, **caractérisée en ce qu'elle** comprend des moyens de stockage (44) de ladite énergie électrique comprenant un dispositif à commutations de condensateurs (70), au moins deux condensateurs, protégé par des moyens de protection (72).
2. Unité autonome selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le dispositif à commutations de condensateurs (70) comprend des moyens de commutation (T8N, T8P et T2A) commutant entre :
 - un montage en série de condensateurs C1 et C2, alimentés en série par une tension U, issue des moyens de transformation d'une énergie extérieure (42),
 - et un montage en parallèle desdits condensateurs C1 et C2, les moyens de protection (72) coupant ladite alimentation issue des moyens de transformation d'une énergie extérieure (42).
3. Unité autonome selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** comprend des moyens de régulation (64) de l'alimentation électrique fournie par les moyens de stockage de l'énergie électrique (44).
4. Unité autonome selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** comprend des moyens de calibrage (62) pour calibrer la valeur de la tension fournie par les moyens de transformation d'une énergie extérieure (42).
5. Unité autonome selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** comprend des moyens de synchronisation (58) pour permettre un fonctionnement horodaté de ladite unité autonome.
6. Unité autonome selon la revendication 5, **caractérisée en ce qu'elle** comprend des moyens de mesure de la température (60) pour ajuster les moyens de synchronisation (58) en fonction de la température mesurée.
7. Unité autonome selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** comprend un boîtier dans lequel sont disposés les éléments la constituant, ledit boîtier comprenant une soupape monodirectionnelle (54) permettant d'avoir une pression de l'air à l'intérieur du boîtier (36) inférieure à la pression de l'air à l'extérieur dudit boîtier (36).
8. Réseau comprenant au moins une unité autonome (20) selon l'une quelconque des revendications précédentes et au moins un coordonnateur susceptible de collecter les valeurs mesurées.
9. Protocole de communication pour un réseau comprenant au moins une unité autonome (20) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 et au moins un coordonnateur, **caractérisé en ce qu'il** fonctionne de manière horodatée, les unités autonomes se synchronisant deux à deux, pour transmettre un signal de façon descendante puis montante sur ledit réseau d'unités autonomes et **en ce que** chaque unité autonome émet une balise à une période d'émission donnée, portant l'identifiant du réseau, l'identifiant de l'émetteur, le numéro de l'in-

tervalle de temps, la date et l'heure.

Claims

1. Autonomous unit (20) incorporating at least one measurement means (18), comprising autonomous supply means (38) comprising means for transforming an external energy (42) into electrical energy, in particular a photovoltaic panel using solar energy, and able to be integrated in a network of autonomous units and to communicate the measured value or values by virtue of communication means (30), **characterised in that** it comprises means (44) for storing said electrical energy comprising a capacitor switching device (70) and at least two capacitors, protected by protection means (72). 10
2. Autonomous unit according to claim 1, **characterised in that** the capacitor switching device (70) comprises switching means (T8N, T8P and T2A) switching between: 20
 - a series connection of capacitors C1 and C2, supplied in series with a voltage U coming from the external energy transformation means (42), 25
 - and a parallel connection of said capacitors C1 and C2, the protection means (72) cutting said power supply from the external energy transformation means (42). 30
3. Autonomous unit according to any one of the preceding claims, **characterised in that** it comprises means (64) for regulating the electrical power supply supplied by the electrical energy storage means (44). 35
4. Autonomous unit according to any one of the preceding claims, **characterised in that** it comprises calibration means (62) for calibrating the value of the voltage supplied by the external energy transformation means (42). 40
5. Autonomous unit according to any one of the preceding claims, **characterised in that** it comprises synchronisation means (58) for allowing time-stamped operation of said autonomous unit. 45
6. Autonomous unit according to claim 5, **characterised in that** it comprises temperature measurement means (60) for adjusting the synchronisation means (58) as a function of the measured temperature. 50
7. Autonomous unit according to any one of the preceding claims, **characterised in that** it comprises a housing in which the constituent elements are arranged, said housing comprising a one-way valve (54) making it possible to have a pressure of the air inside the housing (36) lower than the pressure of 55

the air outside said housing (36).

8. Network comprising at least one autonomous unit (20) according to any one of the preceding claims and at least one coordinator capable of collecting the measured values. 5
9. Communication protocol for a network comprising at least one autonomous unit (20) according to any one of claims 1 to 7 and at least one coordinator, **characterised in that** it operates in a time-stamped manner, the autonomous units being synchronised in pairs, so as to transmit a signal via downlink and then uplink to said network of autonomous units, and **in that** each autonomous unit transmits a beacon at a given transmission period, carrying the network identifier, the transmitter identifier, the time interval number, the date and the time. 10 15

Patentansprüche

1. Autonome Einheit (20), die wenigstens ein Messmittel (18) enthält, umfassend Mittel zur eigenständigen Versorgung (38), welche Mittel zum Umwandeln einer Fremdenergie (42) in elektrische Energie aufweisen, insbesondere ein die Sonnenenergie nutzendes Photovoltaikpanel, und die geeignet ist, in ein Netz aus autonomen Einheiten integriert zu werden und dank Übertragungsmitteln (30) den oder die gemessenen Werte zu übertragen, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Mittel zum Speichern (44) der elektrischen Energie aufweist, die eine durch Schutzmittel (72) geschützte Vorrichtung (70) zum Schalten von Kondensatoren mit wenigstens zwei Kondensatoren umfasst. 25 30
2. Autonome Einheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (70) zum Schalten von Kondensatoren Schaltmittel (T8N, T8P und T2A) umfasst, die zwischen folgendem umschalten: 40
 - einer Reihenschaltung von Kondensatoren C1 und C2, die in Reihe mit einer Spannung U aus den Mitteln zum Umwandeln einer Fremdenergie (42) versorgt werden, 45
 - und einer Parallelschaltung der Kondensatoren C1 und C2, wobei die Schutzmittel (72) die Zufuhr aus den Mitteln zum Umwandeln einer Fremdenergie (42) unterbrechen. 50
3. Autonome Einheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Mittel zum Regulieren (64) der durch die Mittel zum Speichern der elektrischen Energie (44) bereitgestellten Stromversorgung umfasst. 55

4. Autonome Einheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Kalibrierungsmittel (62) aufweist, um den Wert der durch die Mittel zum Umwandeln einer Fremdenergie (42) gelieferten Spannung zu kalibrieren. 5

5. Autonome Einheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Synchronisierungsmittel (58) umfasst, um einen Zeitstempelbetrieb der autonomen Einheit zu ermöglichen. 10

6. Autonome Einheit nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Temperaturmessmittel (60) umfasst, um die Synchronisierungsmittel (58) in Abhängigkeit der gemessenen Temperatur einzustellen. 15

7. Autonome Einheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein Gehäuse umfasst, in dem die sie bildenden Elemente angeordnet sind, wobei das Gehäuse ein unidirektionales Ventil (54) aufweist, das ermöglicht, innerhalb des Gehäuses (36) einen niedrigeren Luftdruck als außerhalb des Gehäuses (36) zu haben. 20
25

8. Netz, das wenigstens eine autonome Einheit (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche sowie wenigstens einen Koordinator umfasst, der geeignet ist, die Messwerte zu sammeln. 30

9. Kommunikationsprotokoll für ein Netz, das wenigstens eine autonome Einheit (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 sowie wenigstens einen Koordinator umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** es zeitgestempelt arbeitet, wobei die autonomen Einheiten sich paarweise synchronisieren, um ein Signal absteigend, dann aufsteigend über das Netz aus autonomen Einheiten zu übertragen, und dass jede autonome Einheit zu einer gegebenen Sendezeit eine Kennzeichnung sendet, welche die Kennung des Netzes, die Kennung des Senders, die Nummer des Zeitintervalls, das Datum sowie die Uhrzeit trägt. 35
40
45

50

55

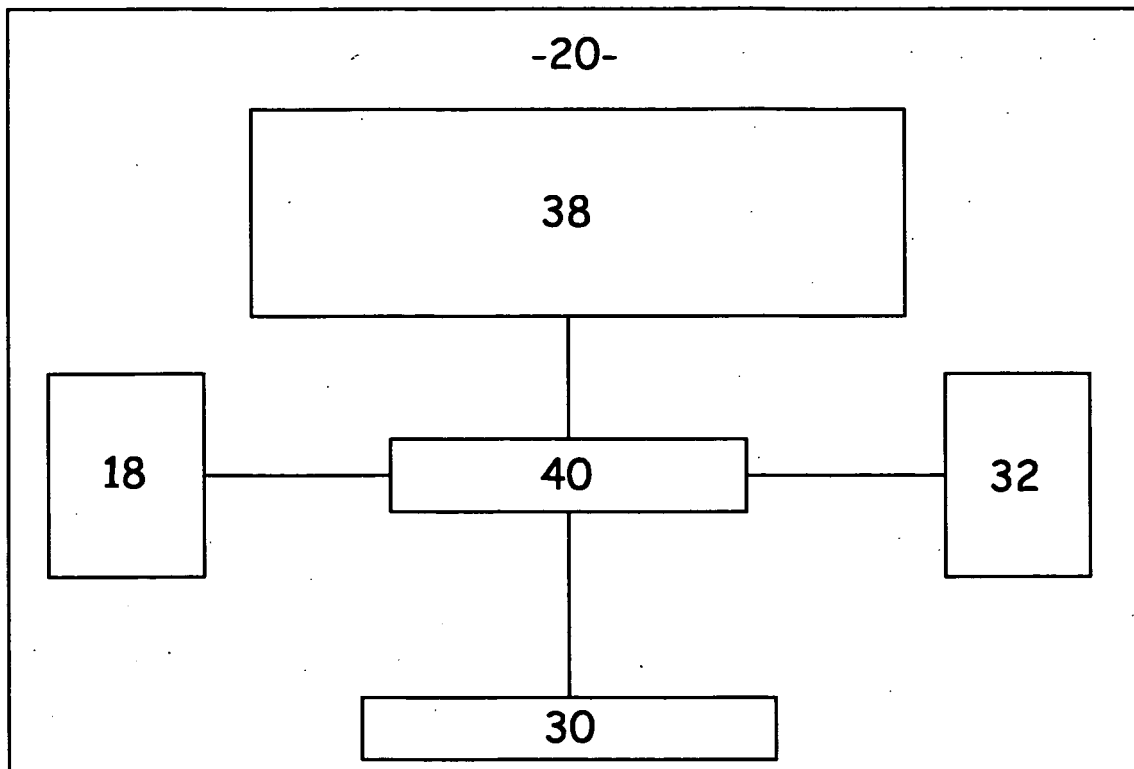


Fig.1

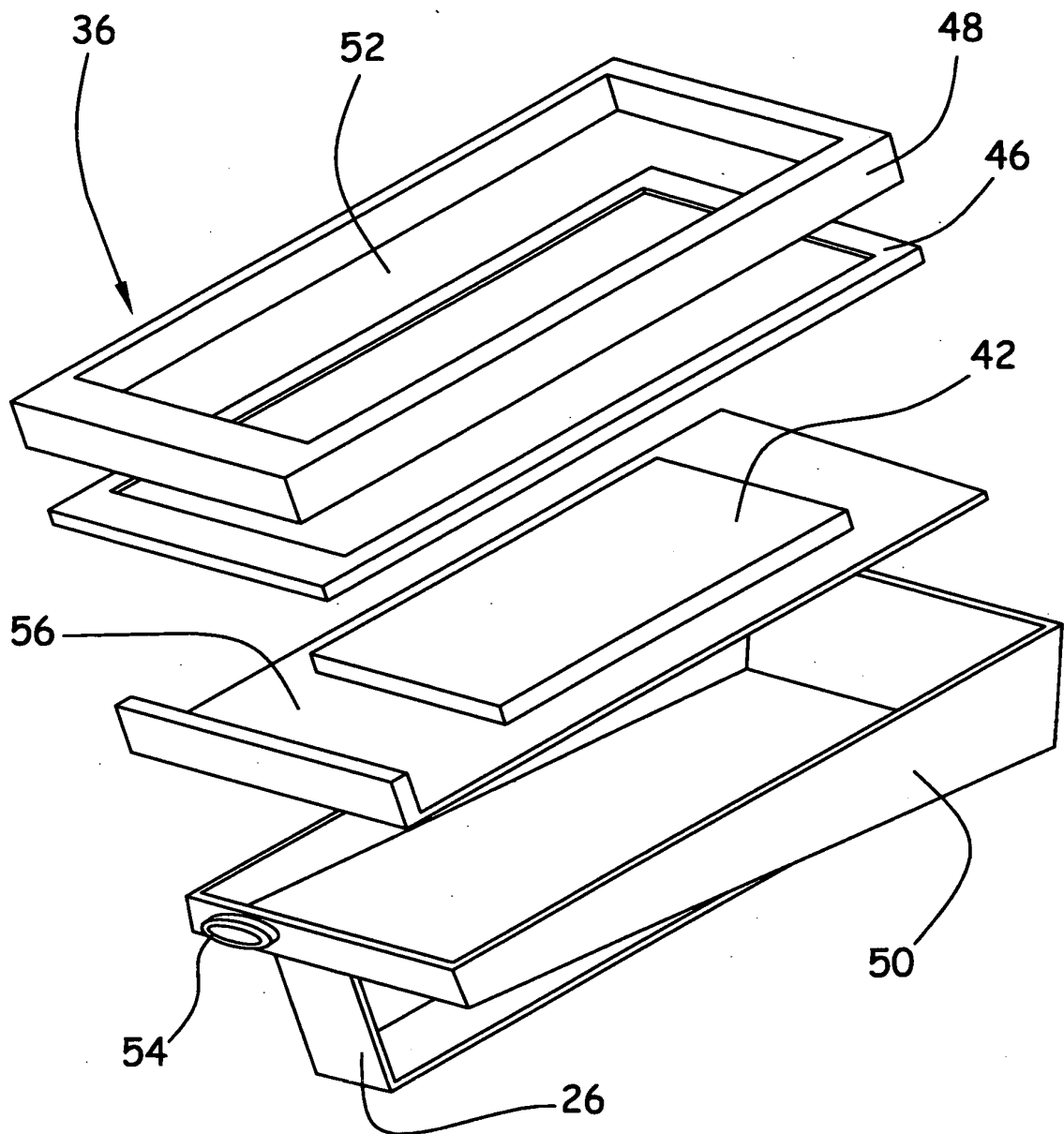


Fig.2

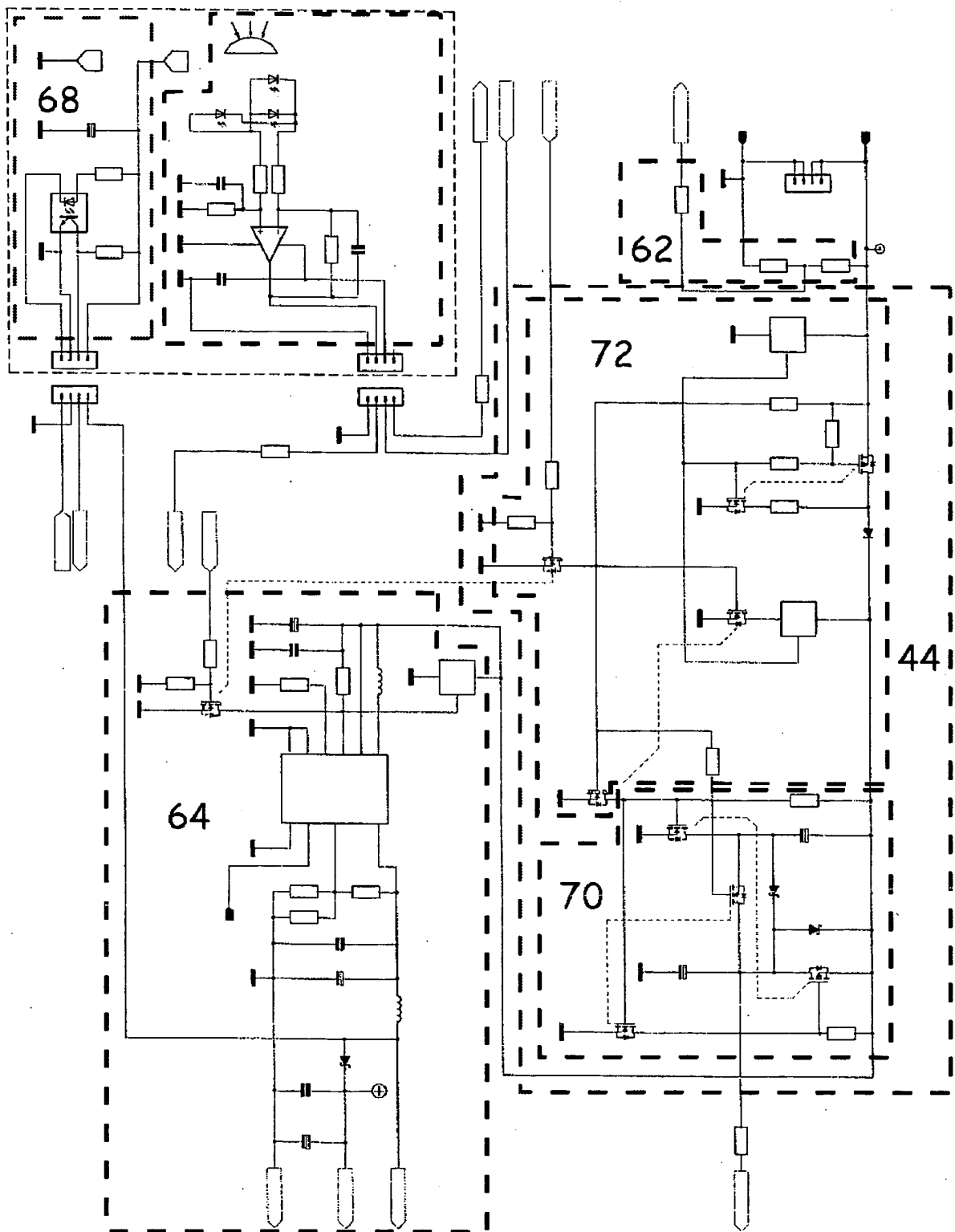


Fig.3A

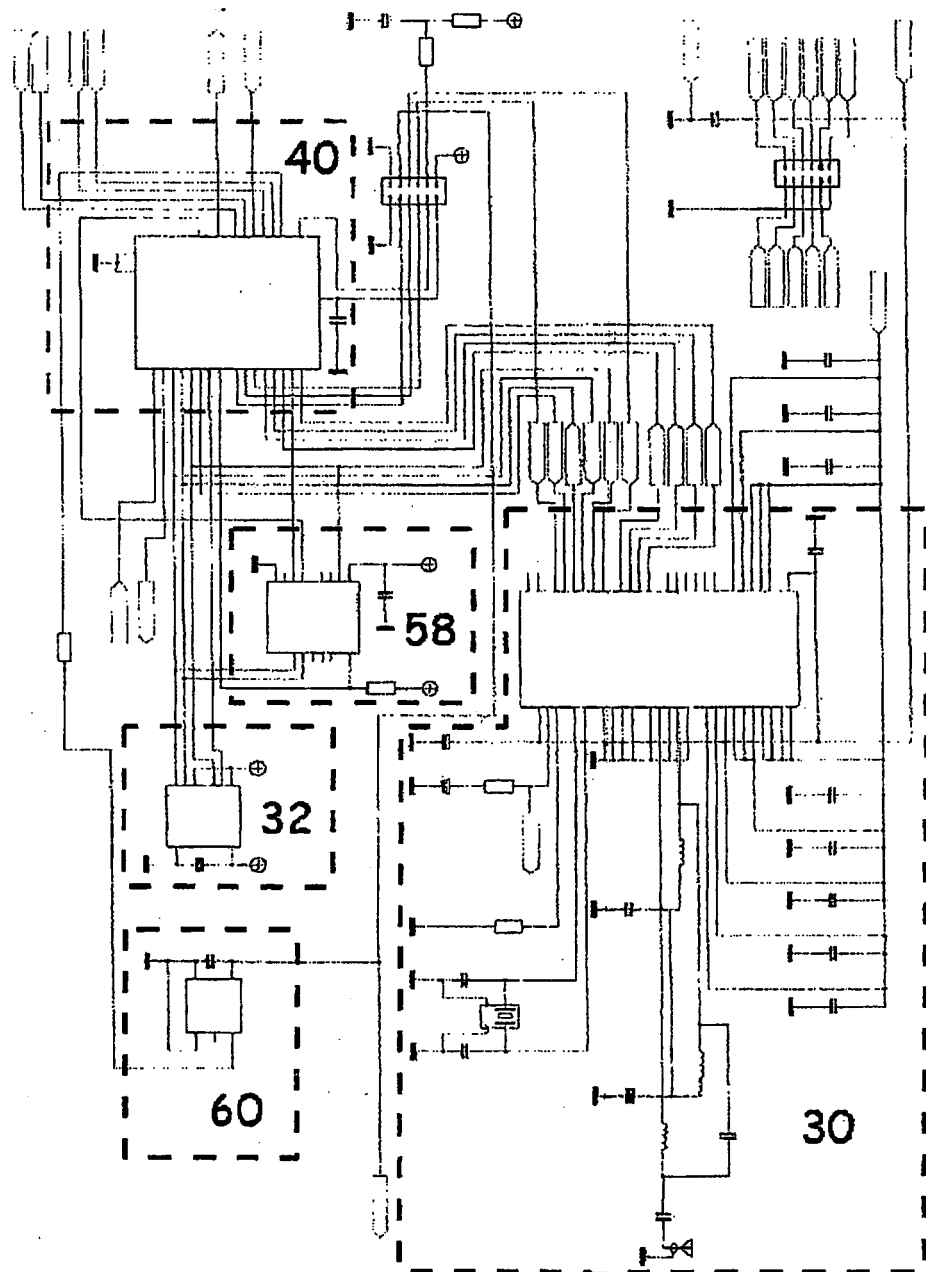


Fig.3B

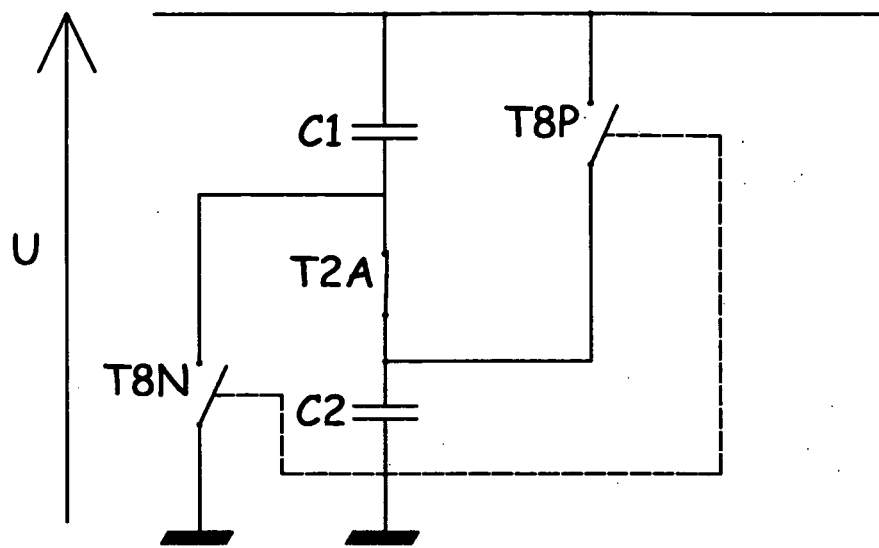


Fig.4A

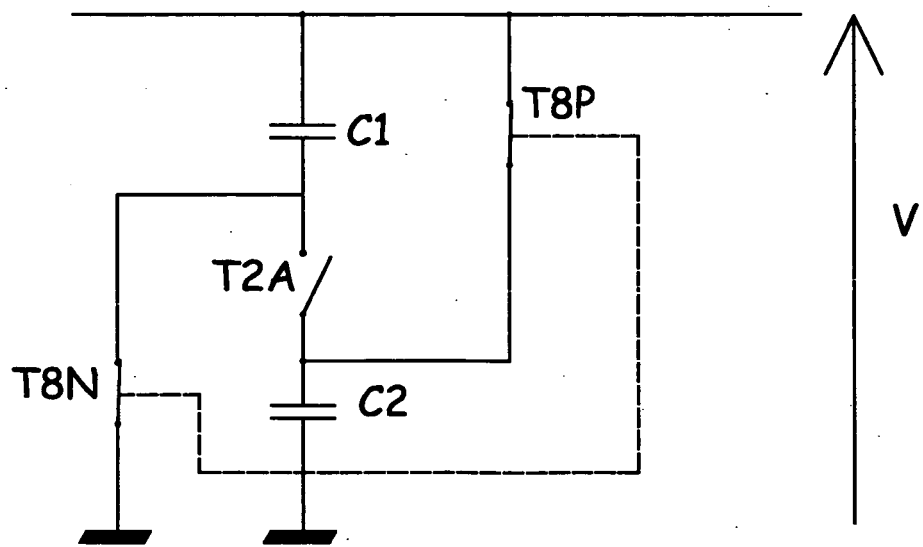


Fig.4B

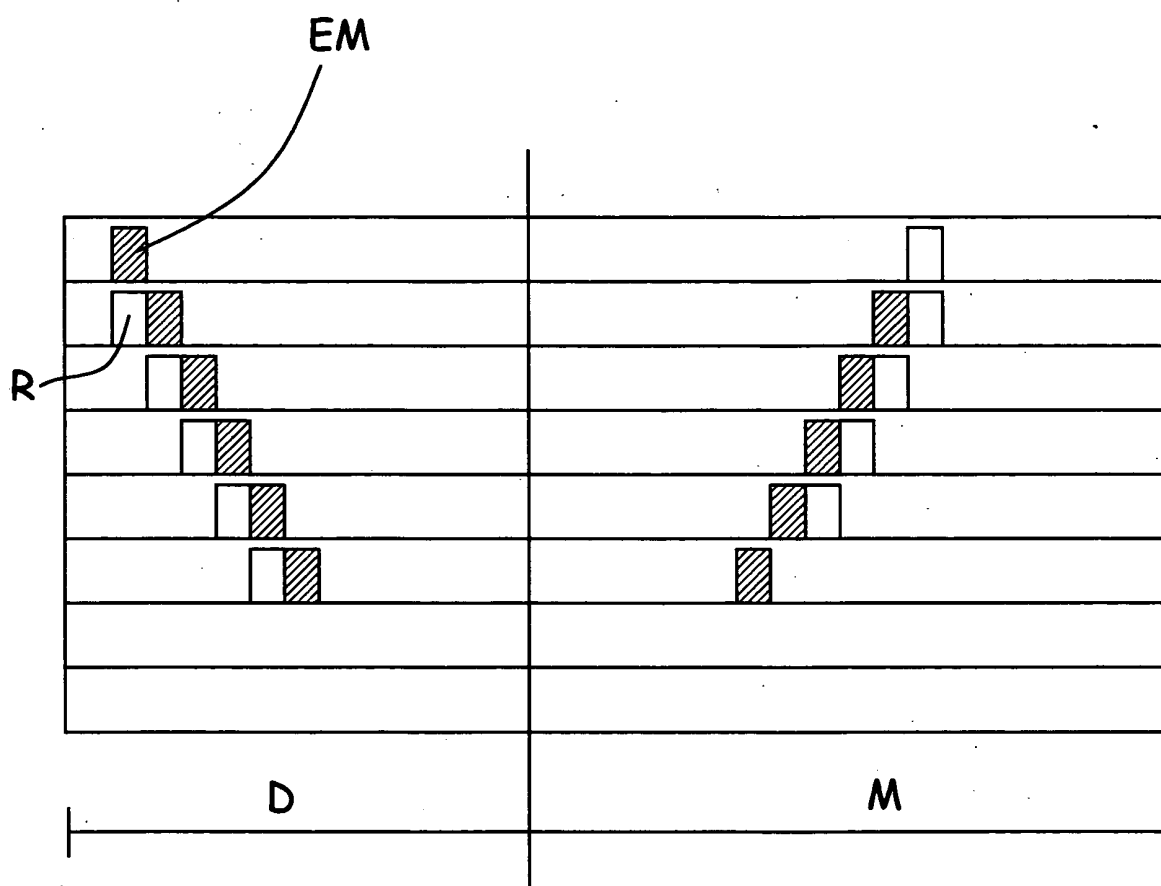


Fig.5

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- GB 2392326 A, MALTHOUSE CHRISTOPHER LAURIE [0009]
- US 5822200 A, STASZ PETER [0010]