



(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 1998/12/14

(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 1999/06/24

(45) Date de délivrance/Issue Date: 2008/11/18

(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2000/06/08

(86) N° demande PCT/PCT Application No.: CA 1998/001144

(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 1999/031752

(30) Priorité/Priority: 1997/12/12 (CA2,225,585)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *H01M 10/50* (2006.01),
G01R 31/36 (2006.01), *H01M 10/48* (2006.01),
H02J 7/00 (2006.01), *H01M 10/36* (2006.01)

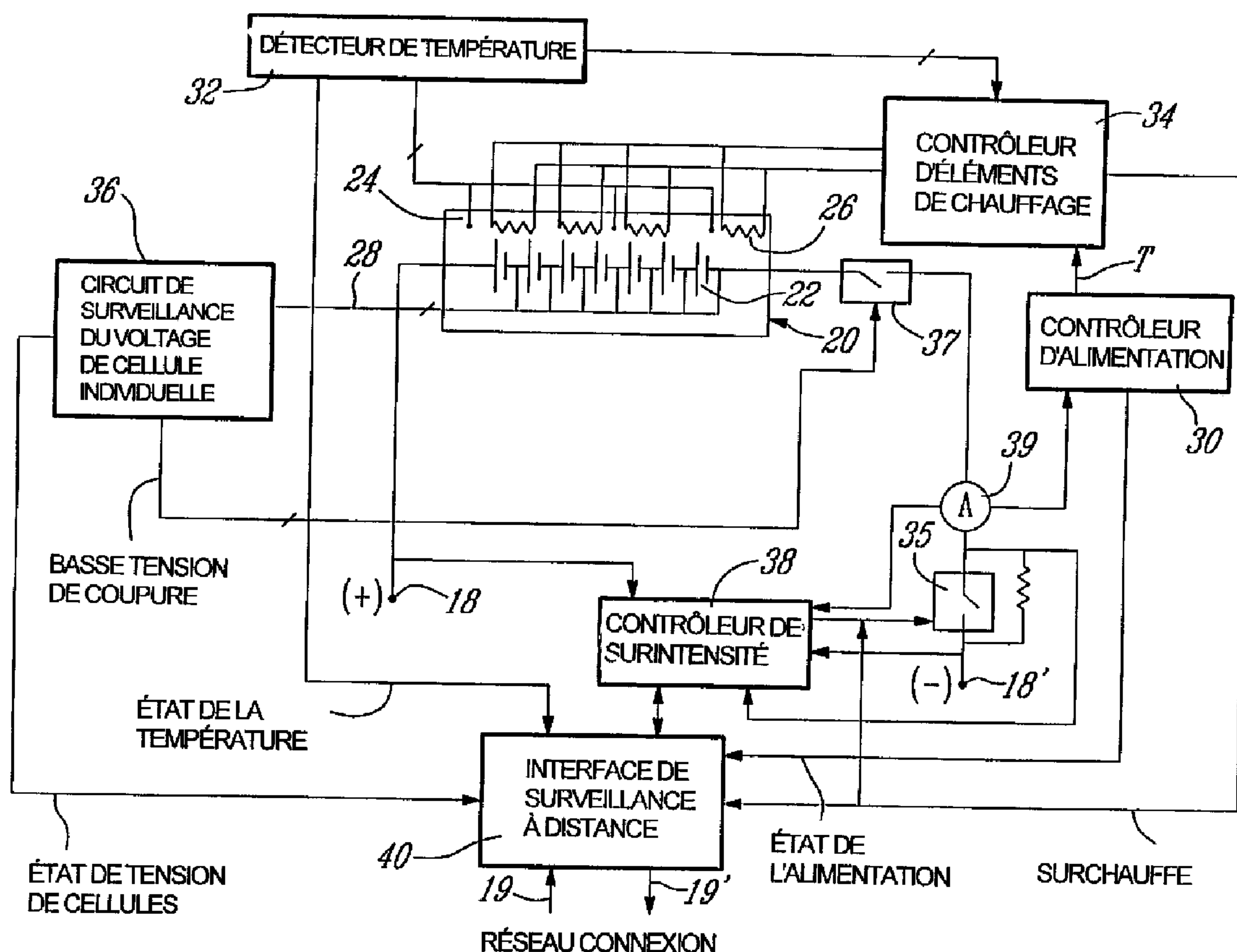
(72) Inventeurs/Inventors:
MORIN, ANDRE, CA;
ROUILLARD, JEAN, CA;
COTE, JEAN-PIERRE, US

(73) Propriétaire/Owner:
HYDRO-QUEBEC, CA

(74) Agent: OGILVY RENAULT LLP/S.E.N.C.R.L., S.R.L.

(54) Titre : PILE DE TYPE LITHIUM-POLYMER ET SYSTEME DE CONTROLE

(54) Title: LITHIUM-POLYMER TYPE BATTERY AND CONTROL SYSTEM



(57) Abrégé/Abstract:

Un système de contrôle de pile pour une pile électrolytique solide et métallique, telle qu'une pile lithium-polymère, comprenant des détecteurs de température pour détecter la température des cellules dans la pile, des éléments chauffants pour chauffer les



(57) Abrégé(suite)/Abstract(continued):

cellules, un contrôleur d'éléments chauffants recevant des signaux des détecteurs de température et contrôlant l'alimentation de courant fourni aux éléments chauffants de façon à maintenir chaque cellule à une température prédéterminée, et un contrôleur d'alimentation qui détecte une demande de puissance de la pile et règle la température prédéterminée en réponse à un niveau de puissance à être fourni par la pile ou à la pile. Le contrôleur d'alimentation permet de régler au moins une température de flottement, une température de charge et une température d'alimentation. Le contrôleur comprend de plus un détecteur de voltage qui détecte un voltage à chaque cellule lorsqu'elles sont actives, et détermine si une des cellules est susceptible d'être endommagée par un usage continu. La pile est débranchée de la prise d'alimentation suite à la confirmation qu'une des cellules pourrait être endommagée.

PRÉCIS DE LA DIVULGATION

Un système de contrôle de pile pour une pile électrolytique solide et métallique, telle qu'une pile lithium-polymère, comprenant des détecteurs de température pour
5 détecter la température des cellules dans la pile, des éléments chauffants pour chauffer les cellules, un contrôleur d'éléments chauffants recevant des signaux des détecteurs de température et contrôlant l'alimentation de courant fourni aux éléments chauffants de façon à maintenir chaque cellule à une température prédéterminée, et un contrôleur
10 d'alimentation qui détecte une demande de puissance de la pile et règle la température prédéterminée en réponse à un niveau de puissance à être fourni par la pile ou à la pile. Le contrôleur d'alimentation permet de régler au moins une température de flottement, une température de charge et une température d'alimentation. Le contrôleur comprend de plus un détecteur de voltage qui détecte un voltage à chaque cellule lorsqu'elles sont actives, et détermine si une des cellules est susceptible d'être endommagée par un usage continu. La
15 pile est débranchée de la prise d'alimentation suite à la confirmation qu'une des cellules pourrait être endommagée.

PILE DE TYPE LITHIUM-POLYMÈRE ET SYSTÈME DE CONTRÔLE

Domaine de l'invention

La présente invention concerne un système de surveillance et de contrôle d'une
5 pile solide comprenant un électrolyte polymère et opérant à haute température
contrôlée, telle qu'une pile lithium-polymère. Plus particulièrement, l'invention a trait
à un contrôleur de piles à alimentation électrique ininterrompue ("Uninterrupted
Power Supply" ou UPS).

10 Art antérieur

Ces dernières années, les piles rechargeables sont devenues de plus en plus
utilisées. À moyen et long terme, il s'agit d'un moyen économique d'accumuler de
l'énergie électrique et ses différentes applications sont présentes dans plusieurs
champs d'activités.

15 Une des applications dans laquelle les piles rechargeables sont utilisées est
dans le domaine de l'alimentation électrique ininterrompue (UPS), utilisée dans les
ordinateurs et les équipements de télécommunication qui doivent être continuellement
alimentés, même en cas de panne d'électricité. Un système UPS comprend des piles
rechargeables qui sont en mode de chargement lorsque la puissance d'attaque de grille
20 est disponible, mais qui alimentent en électricité les équipements électroniques qui y
sont banchés dès qu'une panne de courant est détectée.

De tels systèmes UPS requièrent des contrôleurs de piles de façon à améliorer
leur performance et leur durée de vie. Un contrôleur de piles contrôle le chargement
des piles et surveille leur état de décharge. Dans certains systèmes UPS, la
25 température des piles en chargement est gérée de façon à contrôler la charge ou la
dérivation de la pile. Dans les systèmes UPS d'appoint conventionnels pour les gros
ordinateurs ou les équipements de télécommunication, des piles acide-plomb sont
généralement utilisées comme moyen pour emmagasiner l'énergie.

De nouvelles technologies en matière de piles ont été développées dans
30 lesquelles la capacité d'emmagasinage de l'énergie, la densité d'emmagasinage de
l'énergie de même que le taux d'alimentation/chargement sont améliorés par rapport
aux piles acide-plomb traditionnelles. Par exemple, des piles métal/hydrure de métal

sont reconnues comme étant un excellent moyen d'emmagasiner de l'énergie, et des formes commerciales de telles piles, telles que des piles Ni-MH, ont connu du succès.

Un nouveau type de piles prometteur ayant de bonnes caractéristiques d'emmagasiner d'énergie sont les piles lithium-polymère. Ces piles contiennent un électrolyte solide et emmagasinent ou libèrent de l'énergie suite à un changement de phase dans l'environnement d'emmagasiner sans produire de vapeur. La densité d'énergie ($W \cdot h/l$) et l'énergie spécifique ($W \cdot h/kg$) des piles lithium-polymère sont très élevées en comparaison aux autres types de piles.

Toutefois, les piles lithium-polymère fonctionnent à haute température et ont des propriétés de distribution d'énergie et d'acceptation de charge qui en dépendent. De plus, le voltage du circuit ouvert des piles lithium-polymère varie grandement en fonction de sa décharge, par exemple, le voltage de la pile peut diminuer de 10% à 30% (eg. de 3.2V à 2.0V) lorsque la cellule se décharge d'une charge complète à une charge minimale. On ne peut donc utiliser les piles lithium-polymère conventionnelles dans des applications demandant une grande fiabilité, tels que les systèmes UPS qui fonctionnent dans des conditions qui peuvent être très variables, allant des conditions intérieures stables à des conditions extérieures extrêmement instables dans différentes régions climatiques.

20 Sommaire de l'invention

Un objet de l'invention est de fournir un contrôleur de piles à l'état solide, telle qu'une pile lithium-polymère, capable de gérer les besoins d'opération de la pile de sorte que cette dernière puisse être installée et utilisée de façon fiable.

Un premier objet de l'invention est de fournir un contrôleur de piles qui maintient cette dernière à une température appropriée en fonction de son mode d'opération.

Un second objet de l'invention est de fournir un contrôleur de piles qui surveille le voltage individuel de chaque cellule et coupe le flux de courant entrant ou sortant de la pile lorsque le voltage de la cellule indique que l'alimentation continue de courant à la pile peut endommager une cellule de façon permanente.

Un troisième objet de l'invention est de fournir un contrôleur de piles à l'état solide, telle qu'une pile lithium-polymère, qui surveille la température et les niveaux de courant, de façon à détecter une surcharge et stopper l'alimentation de courant.

Un quatrième objet de l'invention est de fournir un contrôleur de piles
5 comprenant des moyens de télécommunication permettant de communiquer des données d'évaluation de la performance de la pile à un centre de service ou un utilisateur.

En ce sens, un objet de la présente invention est de fournir un contrôleur de piles pour un système d'alimentation de réseau ("Network Powering System" ou NPS)
10 pour contrôler et capter le statut et les conditions d'opération de piles lithium-polymère ou toute autre pile ayant des besoins similaires de contrôle de température et de courants.

Un autre objet de l'invention est de fournir une méthode de contrôle de la performance d'une pile en ajustant sa température en fonction de l'état de la pile et de
15 la tâche accomplie par cette dernière. La température interne des piles est ajustée par le contrôleur de piles, dépendant de son mode d'opération et détermine les températures particulières en fonction du type d'application. Dans un mode de réalisation préférentielle de l'invention, deux températures spécifiques sont utilisées, en l'occurrence 40°C et 60°C et le contrôleur de piles règle la température interne
20 pour qu'elle soit à l'une ou l'autre de ces deux températures dépendant du mode d'opération des piles.

Un autre objet de l'invention est de fournir une méthode de contrôle à distance des contrôleurs de piles sur un réseau à partir d'une station d'acquisition de données, de contrôle et de surveillance, tel qu'un ordinateur personnel. Diverses tâches peuvent
25 être effectuées à partir de cette station à distance incluant, éventuellement, les mêmes tâches qu'un administrateur local pourrait réaliser sur place de façon à changer ou ajuster les réglages des contrôleurs.

Dans une mise en œuvre préférentielle de l'invention, le système de piles contrôlé est un ensemble de neuf cellules branchées en série, ayant un voltage
30 maximum de 3.1 V/cellule, distribuant ainsi un voltage maximum de 28 V. Toutefois, d'autres ensembles de piles ayant un nombre différent de cellules internes, avec des voltages variés, peuvent également être contrôlés par le présent contrôleur de piles.

- 4 -

Selon l'invention, on retrouve un système de contrôle de piles comprenant un électrolyte métallique et solide ayant plusieurs cellules contenues dans un boîtier, comprenant plusieurs détecteurs de température capables de détecter la température des cellules, plusieurs éléments chauffants capables de chauffer les cellules, un

5 contrôleur des éléments chauffants recevant des signaux des détecteurs de température et contrôlant le courant alimentant les éléments chauffants de façon à maintenir chaque cellule à une température prédéterminée, et un contrôleur d'alimentation pour

10 détecter une demande de puissance de la pile et fixer les températures prédéterminées en réponse au niveau de puissance et/ou la quantité d'énergie devant alimenter la pile ou fourni par la pile, le contrôleur d'alimentation établissant au moins une température de flottement, une température de charge et une température d'alimentation.

Préférentiellement, les éléments chauffants comprennent des feuilards disposés entre les cellules plates prismatiques. Plus spécifiquement, les éléments chauffants comprennent des feuilards de plastique ayant au moins un élément chauffant sous la

15 forme d'un circuit imprimé résistif. Les feuilards de plastique sont préférentiellement faits de Kapton™. Les détecteurs de température sont préférentiellement localisés aux extrémités de l'empilement de cellules et près du milieu de cet empilement, et les éléments chauffants sont disposés entre chaque cellule en alternance, le contrôleur d'éléments chauffants contrôlant l'alimentation en courant aux éléments chauffants de

20 façon indépendante pour les extrémités et le milieu de l'empilement.

Selon l'invention, on retrouve également un système de contrôle de piles à électrolyte solide ayant un nombre de cellules branchées en série et une connexion pour l'alimentation comprenant un détecteur de voltage pour détecter le voltage de chaque cellule pendant l'utilisation, des moyens pour interpréter le voltage détecté et

25 pour déterminer si une cellule est susceptible d'être endommagée par un usage continu, et des moyens pour débrancher la pile de la connexion d'alimentation suite à une détermination qu'une des cellules peut être endommagée.

Brève description des dessins

30 L'invention sera maintenant décrite à l'aide des modes de réalisation préférentiels suivants que l'on retrouve dans les dessins.

- 5 -

La Figure 1 est une vue en perspective d'une pile selon un mode de réalisation préférentiel de l'invention;

La Figure 2 est un schéma bloc du système de contrôle d'une pile selon un mode de réalisation préférentiel de l'invention;

5 La Figure 3 est une vue schématique de côté du système de contrôle d'une pile selon un mode de réalisation préférentiel de l'invention;

La Figure 4 illustre un élément de chauffage pour insertion entre les cellules d'une pile selon un mode de réalisation préférentiel de l'invention;

La Figure 5 illustre une représentation générale du système NPS;

10 La Figure 6 illustre un diagramme de l'état du contrôleur de la pile, dans lequel les flèches allant d'un état à l'autre représentent les conditions qui doivent être satisfaites pour modifier l'état d'opération du contrôleur;

La Figure 7 illustre le diagramme relationnel du contrôleur NPS;

La Figure 8 illustre un diagramme bloc du contrôleur NPS;

15 La Figure 9 illustre un diagramme montrant la circulation de l'information dans le contrôleur NPS;

La Figure 10 illustre le diagramme bloc du logiciel du présent contrôleur;

La Figure 11 illustre comment une station d'acquisition, de contrôle et de surveillance à distance peut contrôler plusieurs contrôleurs de piles dans un réseau; et

20 La Figure 12 illustre un exemple de configuration dans laquelle les contrôleurs de piles sont utilisés pour contrôler et surveiller plusieurs piles, et dans laquelle ces contrôleurs sont surveillés à distance par une station de surveillance.

Description détaillée des modes de réalisation préférentiels

25 Dans un mode de réalisation préférentiel de l'invention, la pile est utilisée dans une chaîne de piles rechargeables composant un système NPS afin de donner un système d'alimentation ininterrompue (UPS) pour de l'équipement électronique ou de télécommunication. La pile NPS est équipée d'une carte comprenant un circuit de contrôle pour contrôler et surveiller l'état et les conditions d'opération de la pile. Ce

30 contrôleur électronique et sa méthode d'utilisation pour contrôler les piles représentent un des objets principaux de l'invention. Il est à noter que la pile et le système de

contrôle de la pile selon la présente invention ne sont pas limités aux applications NPS ou UPS.

La pile 15 contient des cellules lithium-polymère ayant une structure connue, en particulier dans plusieurs demandes de brevet, brevets et publications du présent demandeur. Le boîtier 17 de la pile, tel qu'illustré à la figure 1, permet l'installation sur place, et est constitué d'une unité comprenant une coquille externe de plastique solide. La coquille du boîtier est scellée hermétiquement pour protéger la pile lithium-polymère de l'exposition à l'air. Deux bornes 18,18' dépassent du boîtier 17 et fournissent un courant direct (DC) de 25V. Alternativement, pour des applications NPS, il est possible de configurer la pile 15 pour fournir 50 V (DC). Deux prises 19 et 19' de connexion de câbles de réseau sont présentes dans le boîtier 17 afin de permettre le branchement d'une interface de communication de la pile 15 en chaîne avec un réseau de communication et d'autres piles.

À l'intérieur de la pile 15, plusieurs cellules lithium-polymère 22 sont branchées en séries afin d'établir le niveau de voltage désiré, par exemple, 9 cellules ayant un voltage variant (dépendant de l'état de la charge) entre 2.0 et 3.2 volts, peuvent être branchées en une série 20 pour fournir un voltage nominal de 24 V. La pile 15 peut aussi comprendre une seule série 20, dépendant de la grosseur de chaque cellule individuelle 22 et des caractéristiques de courant à fournir et de capacité d'emmagasinement désirées pour la pile 15. Dans la Figure 2, on illustre une seule série 20 de cellules 22 comprise dans le boîtier 17, par contre, deux séries 20 séparées mécaniquement peuvent être branchées électriquement en série afin de fournir un voltage d'alimentation supérieur, ou alternativement, deux (ou plus) séries ou empilements séparés mécaniquement peuvent posséder des cellules individuelles branchées en paires parallèles (ou n-tuplées) pour fournir un plus grand emmagasinage d'énergie tout en maintenant le même voltage d'alimentation. Chaque cellule 22 est formée d'un rouleau plat ou un empilement de films de piles lithium-polymère. La construction de telles cellules est bien connue, et peut également prendre la forme de feuillets individuels, de rouleaux cylindriques, de rouleaux rectangulaires plats, d'empilements pliés, etc. La série 20 de cellules 22 est isolée à l'intérieur du boîtier 17 afin de prévenir les pertes de chaleur.

Telles qu'illustrées à la Figure 3, les cellules 22 sont électriquement branchées ensemble en série et disposées sous forme d'une chaîne créant un long empilement. Dans une mise en œuvre préférentielle, la série de cellules 22 est compressée mécaniquement, tel que connu dans le domaine des piles lithium-polymère, afin de
5 fournir une pression minimale d'environ 15 psi (100 kPa). Des éléments chauffants 26 sont insérés à intervalles réguliers entre les cellules 22, tel qu'illustré aux Figures 3 et 4, pour chauffer les cellules 22 à la température d'opération désirée.

Le contrôle de la température est important dans une pile lithium-polymère. Les piles d'appoint conventionnelles ne requièrent ni chauffage ou refroidissement
10 pour leur exploitation normale. Les piles lithium-polymère utilisées dans les modes de réalisation préférentiels doivent fonctionner à une température de 40°C (indépendamment de la température ambiante). La température doit être élevée jusqu'à 60°C afin de pouvoir libérer (ou pendant l'accumulation de charge, acceptée) une puissance plus haute. De plus, pendant la décharge de la pile, la température de
15 cette dernière doit être augmentée si la panne de courant dure 30 minutes ou plus.

Tel qu'illustré de façon schématique à la Figure 2, les détecteurs de température 24, tels que des thermistances ou tout autre type de détecteurs de température, détectent la température de la pile à différents endroits. La méthode de conversion des résistances des détecteurs de température en valeur actuelle de
20 température à partir d'un circuit de détecteurs de température 32 est bien connue. Un contrôle d'éléments chauffants 34 analyse la température et ajuste le cycle d'opération des éléments chauffants 26 afin de maintenir les cellules 22 à la température désirée. Les éléments chauffants 26 dans la mise en œuvre préférentielle sont électriques et sous forme d'éléments résistifs imprimés sur un film de plastique, par exemple du
25 Kapton™, (voir Figure 4) et isolés électriquement des cellules 22. Les bornes des éléments chauffants 26 sont localisées dans le haut de ces derniers, et les détecteurs de température 24 sont placés près d'une de ces bornes afin de détecter la température maximale. Les éléments chauffants 26, selon un mode de réalisation préférentiel, sont légers, prennent peu d'espace, ont de bonnes propriétés de transferts thermiques et ne
30 génèrent pas de substances qui pourraient contaminer l'air inerte de la pile, particulièrement lorsque utilisée à haute température. Les éléments chauffants fonctionnent à un voltage nominal de la pile tels que les éléments 26 peuvent être

utilisés initialement froids afin de réchauffer les cellules 22. Les éléments chauffants 26 peuvent être placés entre chaque cellule en alternance ou de façon plus éparse. L'avantage d'utiliser des éléments chauffants entre les cellules 22 est que la chaleur générée est transférée directement au corps des cellules 22. La compression
5 mécanique des cellules permet un excellent contact thermique. Il est important de fournir un chauffage qui permet d'éviter la génération de points chauds, et qui est capable de chauffer la pile à la température désirée rapidement et efficacement.

La perte de chaleur du prisme rectangulaire formé 20 de cellules 22 branchées en série est plus élevée aux extrémités qu'au milieu de l'empilement. Pour cette
10 raison, il peut être souhaitable de fournir plus d'éléments chauffants aux extrémités de la série 20 que dans le centre. Dans une mise en œuvre préférentielle, un contrôle séparé de température à chaque bout et dans la section centrale de l'empilement de cellules est prévu. La variation de température maximale permise entre les séries 20 selon un mode de réalisation préférentiel est $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Dans une mise en œuvre
15 préférentielle, il y a six détecteurs de température (représentant les trois zones) disposés de façon à surveiller la température de la série 20 à chaque bout et au centre. Le nombre de détecteurs de température est doublé pour améliorer la fiabilité.

La température désirée est déterminée par un contrôleur d'alimentation 30. Chaque mode possède une valeur de température prédéterminée. Dans le mode
20 "sleep", le système de contrôle de la température est inactif, et ce mode peut être considéré comme un mode de mise en attente. Dans le mode "stand-by", le redresseur de voltage a été détecté et une décision est prise de transférer au mode "cold" après une brève période. Dans le mode "cold", le système de contrôle de la batterie utilise la puissance du redresseur pour fournir le contrôleur de l'élément chauffant afin de
25 chauffer les cellules de la pile à 60°C . Lorsque cette température est atteinte, le système devient en mode "charging" dans lequel l'interrupteur d'alimentation 35 se ferme et la pile est chargée à partir du redresseur jusqu'à ce que le voltage soit égal. Si le redresseur fait défaut pendant la charge, le système tombe en mode "hot power failure", et la pile est maintenue à 60°C . Si le redresseur ne fait pas défaut avant
30 d'avoir complété la charge, le système s'engage en mode "floating". Dans ce mode, la température peut descendre à 40°C , et la pile est prête pour alimentation dès que le redresseur fait défaut. Dans un tel cas, le système entre en mode "power failure" et

maintient la température de la pile à 40°C. À cette température, le LPB peut émettre 50% de sa capacité d'énergie. Dans une décharge normale selon un mode de mise en œuvre préférentiel, la pile 15 pourra durer au moins 30 minutes à 40°C. Après 30 minutes, la pile passe en mode "hot power failure", dans lequel la décharge se poursuit et la température de la pile est élevée à 60°C. À cette température, la pile, dans le mode de réalisation préférentiel, peut fournir toute sa capacité d'énergie. Maintenir la pile à une température plus basse à laquelle toute la capacité d'énergie n'est pas disponible dans l'état "floating" permet de prolonger la vie de la pile. En augmentant la température de la pile, tel que requis lorsque la panne est prolongée, une capacité d'énergie complète et une pile longue durée sont obtenues.

Le contrôleur du mode d'alimentation détecte le voltage aux bornes 18, 18', de même que le courant fourni en utilisant la lecture d'un détecteur de courant 39. Le contrôleur 30 génère un signal de température au contrôleur d'élément chauffant 34 pour fixer la température au niveau approprié selon le mode de courant. Dans un schéma de contrôle de température simplifié selon un mode de mise en œuvre préférentiel, la température est maintenue à 40°C durant les 30 premières minutes d'utilisation normale du système d'appoint, et par la suite la température de la pile est élevée à 60°C afin de permettre l'alimentation en continu même si la pile est partiellement déchargée. Le contrôleur 30 pourrait alternativement élever la température de la pile progressivement au fur et à mesure que l'énergie de cette dernière est émise. Le contrôle de l'échange entre les modes "cold" et "stand-by" peut aussi être déterminé par un opérateur en utilisant l'interface 40.

Le système de contrôle selon un mode de réalisation préférentiel comprend plusieurs éléments de sécurité et de surveillance d'exploitation. En premier lieu, le voltage de chaque cellule 22 est mesuré en utilisant un bus 28 et un circuit 36 de surveillance et de mesure du voltage de la cellule. Dans le cas de pile lithium-polymère, une cellule individuelle peut perdre sa capacité d'alimentation à un certain moment pendant la décharge, et conséquemment son voltage peut diminuer plus rapidement. Le voltage des cellules individuel peut être mesuré et comparé sur une échelle absolue (i.e. le voltage en volts) ou le voltage mesuré peut être comparé à celui des autres cellules. Dès qu'un voltage inférieur à une valeur acceptable est détecté pour une seule cellule 22, e.g. soit 2.0V ou un pourcentage du voltage des autres

- 10 -

cellules, le circuit 36 débranche la série de cellules 20 en ouvrant un relais 37. En stoppant l'utilisation continue de la série de cellules 20, on prévient les dommages à la cellule individuelle 22 ayant un voltage bas. Toutefois, une recharge complète de la série suivie par une répartition dans les cellules 20 permettra la cellule à bas voltage 22 d'être utile pour d'autres cycles. La répartition du courant dans la pile permet d'obtenir une charge (i.e. un voltage), identique pour chacune des cellules. Afin d'atteindre ce but, chaque cellule possède un mode de charge actif spécial pour alimenter en courant le bus 28 pour charger individuellement chaque cellule 22 jusqu'à ce qu'elles atteignent un voltage commun, e.g. 3.2V.

Deuxièmement, le courant alimenté par la pile est surveillé par un détecteur 39. Une surintensité, résultant typiquement d'un court circuit externe, est détectée et un contrôleur 38 ouvre un relais 35. S'il existe une seule série 20 dans la pile 15, les interrupteurs 37 et 35 seront le même interrupteur. Le contrôleur 38 détecte le voltage aux bornes 18,18', et lorsque le voltage retourne à une valeur supérieure à zéro, l'interrupteur 35 est fermé et l'alimentation peut reprendre. De cette façon, le cyclage de l'interrupteur d'alimentation 35 est empêché.

Troisièmement, le contrôleur 34 de l'élément chauffant détecte une condition de température excessive, par exemple une température supérieure à 80°C, et débranchera la série de piles 20 des bornes 18,18' jusqu'à ce que la température baisse à une valeur de 40°C. En plus du contrôle électronique des éléments chauffants électriques permettant de prévenir les températures excessives, un fusible thermique peut être installé afin de débrancher l'alimentation des éléments de chauffage 26 lorsque la température de la pile atteint 93°C. Le fusible d'arrêt thermique se retrouve préférablement à un endroit susceptible d'être le plus chaud dans le boîtier. Le fusible thermique peut comprendre un NTE-8090 (fabricant NTE Electronics). Une surchauffe extrême est dangereuse car le lithium pourrait se liquéfier (à 180°C) et devenir volatile si exposé à l'air.

L'interface de surveillance à distance 40 recueille l'information relative aux voltage, courant, température et alimentation afin de compiler des rapports de performance et d'opération. L'interface 40 peut être directement branchée via un modem à une ligne téléphonique sur le site de l'équipement de télécommunication dans le but de transmettre les rapports sur l'état du système électronique. Les rapports

peuvent être transmis à intervalle régulier ou à n'importe quel moment lorsqu'un problème est détecté. L'accès à distance de l'interface 40 peut également être réalisé, non seulement lorsque des rapports sont transmis, mais également sur une requête à distance, c'est-à-dire, l'interface 40 peut fournir de l'information ou accepter une commande transmise via le réseau de télécommunication. Le réseau sur lequel l'interface 40 est branché peut être un réseau de données tel que l'internet ou un réseau de commutation par paquet privé.

Pour un NPS, la décision d'arrêter l'alimentation de la pile, dans des conditions de température ou de voltage des cellules douteuses mais pas dommageables pour la pile, peut être prise soit à partir d'une station centrale de décision à distance d'un fournisseur de service de télécommunication ou à partir d'un algorithme (fonctionnant dans l'interface 40 ou dans un des contrôleurs de la pile 15) qui tient compte des données sur l'état (obtenues par communication via l'interface 40) d'autres piles branchées en parallèle avec la pile 15. Si la pile 15 n'est pas critique au maintien en service de l'équipement de télécommunication, préféablement un arrêt, quoique optionnel, devrait être fait.

Concepts opérationnels

La Figure 5 illustre un système de pile NPS branché entre un équipement de télécommunication et un redresseur de puissance de grille. La pile et le système de contrôle sont composés de la pile elle-même avec un interrupteur d'alimentation (SWpower), d'un dispositif de chauffage d'un interrupteur de contrôle de chauffage (SWheater), et trois détecteurs pour surveiller le voltage et le courant de l'interrupteur et la température de la pile. Par exemple, la pile peut être composée de 9 cellules branchées en série, de façon à fournir un voltage maximal de 28 Volts/pile ($V_{cells} = 3.1$ volts).

Afin d'obtenir la performance requise et les conditions de mise en œuvre, le dispositif de chauffage de la pile est utilisé afin de maintenir la température interne à des températures particulières qui sont souhaitables pour des performances optimales de la pile, tel que 40°C (température dite "floating") ou 60°C (température de charge) selon le mode d'exploitation de la pile. Il est à noter que les températures utilisées dans la présente demande sont fournies uniquement à titre d'exemple et ne doivent pas

être considérées comme limitant la portée de l'invention. D'autres températures ou intervalles de températures peuvent être aussi bien utilisés. Par exemple, un système utilisant plus de deux températures différentes peut être mis en œuvre selon le principe de la présente invention.

5 Tel qu'illustré dans le diagramme d'état de la Figure 6, lorsque la pile est en service, la température de cette dernière est amenée à 60°C pour la recharger. Lorsque la pile est complètement rechargée, elle entre en mode "floating" et la température de la pile est baissée à 40°C. En cas de panne, la pile est maintenue à 40°C pendant les trente premières minutes et tombe ensuite en mode "hot power failure" dans lequel la
10 température est élevée à 60°C.

 La pile demeure en service tant et aussi longtemps qu'elle est branchée, sinon elle retourne en mode "stand-by". De plus, pendant une panne, la pile demeure en service tant que le voltage interne de chaque cellule est plus grand que 2 volts, la température est inférieure à 80°C ou le courant est inférieur à celui d'un court circuit.
15 Aussitôt qu'une cellule atteint un voltage de 2 volts, l'alimentation et l'interrupteur du dispositif de chauffage sont ouverts et la pile retourne en mode "stand-by" jusqu'à ce que l'alimentation revienne pour répéter le cycle.

 Initialement, le logiciel NPS débute en mode "stand-by" et procède seulement avec les modes opérationnels suivants lorsque branché. Tel qu'illustré à la Figure 6, la
20 transition d'un état à l'autre est régit par des événements spécifiques et/ou des conditions opérationnelles.

 Les modes "short-circuit" et "overtemperature" sont associés à une panne. Dans les modes "stand-by" et "cold", l'alimentation de la pile est coupée (SW_{power} est ouvert) et dans tous les autres modes l'alimentation de la pile est allumée
25 (SW_{power} est fermé).

 La détection d'une surchauffe est simplement obtenue par la surveillance de la température interne de la pile et le court-circuit en surveillant l'état de l'interrupteur de l'alimentation. L'interrupteur d'alimentation comprend un circuit de détection qui ouvre automatiquement l'interrupteur lorsque le courant excède 50 ampères. Après la
30 fermeture de l'interrupteur d'alimentation, dès que le logiciel détecte que l'interrupteur d'alimentation a été ouvert par le circuit de détection, il entre directement en mode "short-circuit."

Dans le mode "stand-by", le circuit NPS attend d'être mis en service (branché) et la pile et les interrupteurs du dispositif de chauffage sont gardés ouverts. Dans ce mode, le logiciel surveille le voltage à l'interrupteur (V_{switch}) et lorsque la lecture de V_{switch} est:

- 5 - négative, ce qui signifie que le redresseur est branché à la pile et que le voltage de la pile est inférieur au voltage du redresseur, le logiciel tombe en mode "cold";
- zéro, ce qui veut dire que la pile est débranchée ou que le voltage du redresseur est égal au voltage de la pile; le logiciel ferme momentanément le dispositif de chauffage afin de vérifier le voltage résultant de l'interrupteur. Si V_{switch} demeure
- 10 à zéro, le redresseur est branché sur la pile et le logiciel tombe en mode "cold". Autrement, la pile est autonome et le logiciel demeure en mode "stand-by";
- positive, ce qui signifie que la pile est branchée mais qu'aucune alimentation externe n'est appliquée à la pile, le logiciel demeure en mode "stand-by" si la température est égale ou supérieure à 40°C, la pile s'engage en mode "power failure".

15 Dans le mode "cold" ou de réchauffement, l'interrupteur d'alimentation de la pile demeure ouvert et le dispositif de chauffage est allumé. Le processus de réchauffement est utilisé pour amener la température de la pile à 60 °C avant de recharger. En sortant du mode "cold", une vérification doit être effectuée afin de déterminer si un court-circuit existe avant de tenter de fermer l'interrupteur

20 d'alimentation de la pile.

En mode "charging", l'interrupteur d'alimentation est fermé et la température de la pile est gardée à 60°C. La pile est rechargée jusqu'à ce que le voltage atteigne le voltage du redresseur (i.e. $V_{\text{switch}} = 0$). Lorsque la pile est complètement rechargée, la température de cette dernière est ajustée à 40°C et la pile tombe en mode "floating".

25 Lors de la charge de la pile:

- en cas de panne, puisque la température est déjà de 60 °C, le logiciel s'engage en mode "hot power failure";
- si la pile est débranchée, elle retourne en mode "stand-by".

En mode "floating", l'interrupteur d'alimentation est fermé et la température de

30 la pile est maintenue à 40°C. La pile demeure dans ce mode jusqu'à ce qu'elle soit débranchée ou qu'il y ait une panne de courant, un court-circuit ou une surchauffe.

Les modules du logiciel du contrôleur surveillent continuellement le voltage et le courant à l'interrupteur, et dès que le courant devient supérieur à 0, soit que la pile a été débranchée, ou il y a une panne de courant. En fermant le dispositif de chauffage, si le courant descend à 0, la pile est débranchée et le logiciel entre en mode "stand-by". Autrement, si le courant demeure supérieur à 0, le logiciel entre en mode "power failure".

En mode "power failure", l'interrupteur d'alimentation demeure fermé et la température de la pile est maintenue à 40°C. La pile entre dans ce mode dès qu'il n'y a plus d'alimentation du redresseur. La pile demeure dans ce mode pour une période de temps inférieure à 30 minutes ou jusqu'à ce que l'alimentation du redresseur soit restaurée ou que la température atteigne 80°C, ou la pile est débranchée, ou le voltage de n'importe quelle cellule individuelle descend à 2 volts ou moins. Lorsque le délai de 30 minutes est atteint, la température de la pile est élevée à 60°C et la pile tombe en mode "hot power failure". Lorsque l'alimentation revient, la pile revient directement en mode "charging". Si la pile est débranchée ou le voltage de la cellule descend à 2 volts ou moins, les dispositifs de chauffage et les interrupteurs d'alimentation sont ouverts et la pile entre en mode "stand-by".

Dans le mode "hot power failure", l'interrupteur d'alimentation est maintenu fermé et la température de la pile est gardée à 60°C. Le logiciel demeure dans ce mode aussi longtemps que l'alimentation n'est pas revenue, ou la pile débranchée, ou jusqu'à ce que le voltage des cellules atteigne 2 volts, ou une surchauffe ou un court-circuit est détecté. Lorsque l'alimentation revient, la pile entre directement en mode "charging".

Dans le mode "short-circuit", l'interrupteur d'alimentation est automatiquement ouvert par un circuit de détection de surintensité et le dispositif de chauffage est éteint. La pile demeure dans ce mode aussi longtemps que le court-circuit n'est pas corrigé. Lorsque tel est le cas, la pile retourne au mode "cold".

Référant à la Figure 5, illustrant un court-circuit externe à la pile, la lecture du voltage à l'interrupteur est égale au voltage de la pile. Tant et aussi longtemps que la lecture du voltage demeure supérieure à zéro, le logiciel demeure en mode "short circuit". Lorsque le voltage devient nul, le logiciel retourne en mode "cold".

Si la température de la pile atteint 80°C, cette dernière s'engage en mode "over temperature" et l'interrupteur d'alimentation est ouvert, le dispositif de chauffage est éteint et le logiciel entre en mode "over temperature". La pile demeure dans ce mode aussi longtemps que la température est supérieure à 40°C. Lorsqu'elle atteint 40°C ou
5 moins, elle tombe en mode "stand-by".

La Figure 7 illustre un diagramme relationnel du NPS. Le logiciel NPS est en interface avec l'interrupteur de la pile, les détecteurs de voltage des cellules et le système de chauffage. Il constitue une interface pour l'opérateur permettant de commander et contrôler l'opération de la pile et transmet l'information relative à la
10 surveillance de la pile.

Le système de pile NPS utilise une interface en série pour communiquer avec des dispositifs externes. En utilisant les commandes prescrites, il est possible de demander de l'information ou de modifier les paramètres fonctionnels du logiciel.

L'interrupteur d'alimentation de la pile (SW_{power}) est activé, ouvert ou fermé,
15 par le logiciel sauf lorsqu'un court-circuit est présent, ce qui entraîne un circuit électronique à prendre le dessus sur la commande du logiciel. Lorsque fermé, un circuit de détection (matériel informatique) surveille le courant qui passe à travers l'interrupteur, et ouvre automatiquement ce dernier dès que le courant excède 50 ampères. Le circuit de détection vérifie également l'état de l'interrupteur (on/off), le
20 voltage et le courant. Cet état est une valeur digitale, alors que le courant et le voltage sont des valeurs analogiques variant entre 0 et 5 volts. Ces deux signaux sont transmis à un convertisseur A/D pour lecture par le logiciel.

Le dispositif de chauffage est utilisé afin de régler la température interne de la pile au niveau opérationnel correspondant au mode d'exploitation. En mode "stand-
25 by", l'interrupteur du dispositif de chauffage est en position off/on afin de déterminer la présence du redresseur ou d'une charge. Dans les modes "short circuit" et "over temperature", le dispositif de chauffage est éteint. Dans les modes "cold", "floating" et "power failure", la température est fixée à 40°C. Dans les modes "charging" et "hot power failure", la température est fixée à 60°C.

30 Le système de pile NPS est composé de 9 cellules branchées en série. Le voltage produit par chaque cellule est transmis à un multiplexeur analogique et de là, à un convertisseur A/D. Ce qui veut dire que le logiciel peut mesurer le voltage de

sortie de chaque cellule individuellement en choisissant la voie appropriée sur le multiplexeur et en lisant les résultats de la conversion obtenue du convertisseur A/D.

Le logiciel surveille continuellement chaque cellule et lorsque le voltage d'une cellule (peu importe laquelle) atteint 2 volts, l'interrupteur d'alimentation de la pile et
5 la pile entrent en mode "stand-by".

Le système NPS peut être basé sur un micro-contrôleur 68HC11F1 de Motorola. Le micro-contrôleur peut être utilisé en mode expansé et peut utiliser les ressources suivantes du 68HC11F1:

- 24 unités d'entrée-sortie comprenant un bus de 8 bits de données et 16 bits
10 d'adresses (64K d'espace d'adresse);
- 512 bits de mémoire morte (EEPROM);
- 1024 bits de mémoire vive (RAM);
- interface de communication en série Asynchrone (SCI) (duplex complet, NRZ);
- 15 - interface périphérique en série Synchrone (SPI); et
- 14 unités d'entrée-sortie.

Tel qu'illustré à la ligne 8, les ressources suivantes peuvent être ajoutées au 68HC11F1 pour le système de piles NPS:

- 32 Kbits de mémoire vive (RAM);
- 20 - 16 multiplexeurs à 16 voies;
- convertisseur A/D de 16 bits;
- circuit adaptatif d'interface à duplex complet et boucle de courant;
- circuit de commutation de piles;
- circuit de détection de température de résistance (RTD).

25

Services du système d'opération et ressources du matériel informatique

Le logiciel NPS n'est dépendant d'aucun système opérationnel. Il utilise des événements d'interruption pour passer d'une tâche à l'autre. Les deux sources d'événements sont la communication SCI et les interruptions de l'horloge en temps
30 réel.

Le logiciel NPS utilise une horloge en temps réel comme programmeur de tâches pour surveiller les paramètres de la pile et les modes de supervision.

Le mode d'amorçage 68HC11 est utilisé pour télécharger un programme dans le 68HC11 1 Kbits RAM interne. Lorsque le procédé de téléchargement est complété, le 68HC11 démarre automatiquement l'exécution de ce programme.

- Pour le système NPS, ce mode est utilisé pour télécharger un utilitaire pour charger
 5 cette application dans une mémoire RAM statique non volatile de 32 Kbits. À cet effet, le logiciel d'amorçage initialise le contrôleur de communication et établit la configuration des 68HC11 unités d'entrée-sortie selon les conditions appropriées. Après que le procédé d'initialisation ait été complété, l'utilitaire de téléchargement établit le SCI en mode de réception et attend que l'application télécharge les fichiers.
 10 Le format de téléchargement de fichiers doit être en code Motorola S1.

Après que l'application a été téléchargée dans la mémoire, le mode d'amorçage est retiré et le tout est remis à zéro afin de démarrer l'application.

- Le mode prolongé est utilisé pour mettre en œuvre le logiciel de l'application NPS. Ce mode fournit un bus d'adresse non-multiplexé de 16 bits et un bus de
 15 données de 8 bits. De plus, le logiciel requiert l'utilisation de:
- Port D bits 4,3,2 pour la transmission synchrone SPI;
 - Port D bits 2-1 pour la communication SCI;
 - Minuterie en temps réel;
 - "Program chip select" (PG 7); et
 - 20 - Unités d'entrée-sortie (PG 5-0 et PA).

Description des dépendances

La Figure 9 illustre un diagramme de circulation des données dans les composantes du logiciel NPS.

- La fonction de lecture des voltages de cellule utilise un multiplexeur
 25 analogique pour choisir une cellule donnée et un convertisseur de 12 bits A/D afin d'obtenir une lecture de voltage. Sur demande, cette fonction lit 10 voltages d'une cellule et envoie les résultats à une interface SCI. De plus, si la lecture de voltage d'une cellule (peu importe laquelle) est inférieure ou égale à 2 volts, une alarme est déclenchée afin de signaler une défaillance.

- 30 Le circuit d'interruption fournit de l'information sur l'état (on/off), le voltage et le courant. Cet état est obtenu par la lecture du port d'entrée PA-2 et le voltage de

l'interrupteur, et le voltage de l'interrupteur et le courant sont obtenus par conversion de 12 bits A/D sur les voies 10 et 11 respectivement du multiplexeur.

La fonction de contrôle du chauffage est utilisée afin de maintenir la température de la pile à un niveau souhaité. Il reçoit la température prédéterminée
5 moins une valeur de zone morte. Dès que la température est inférieure ou égale à la température prédéterminée moins la valeur de la zone morte, le dispositif de chauffage est allumé. Par contre, si la température est supérieure ou égale à la température prédéterminée plus la valeur de la zone morte, le dispositif de chauffage est éteint.

La fonction de contrôle du dispositif de chauffage donne une lecture de
10 température à partir d'une conversion de 12 bits A/D sur la voie 12 du multiplexeur. Le signal de température est généré par un circuit de détection de température de résistance (RTD) qui fournit une lecture de voltage proportionnelle au niveau de la température. La fonction du contrôle de l'environnement surveille les paramètres de la pile et détermine le mode opérationnel de la pile selon la lecture de courant et de
15 voltage de l'interrupteur de l'alimentation. Il surveille en outre la surchauffe et les courts-circuits, et contrôle les interrupteurs d'alimentation et du dispositif de chauffage en ce sens.

La fonction d'interface de l'opérateur fournit une série de commandes de contrôle et de questions pour modifier les paramètres d'opération ou pour vérifier
20 l'information de surveillance. La fonction de remise de l'interrupteur est utilisée afin de contrôler l'interrupteur d'alimentation de la pile. Lorsque activée, cette fonction lit l'information du circuit de détection de l'interrupteur d'alimentation afin de confirmer l'état de l'interrupteur avec la commande envoyée.

25 Modules du logiciel du contrôleur de la pile

Plusieurs modules de logiciel réalisent diverses tâches sur la carte du contrôleur de la pile. Par exemple, certains de ces modules sont décrits dans les paragraphes suivants.

Avec les 1 logique sur les pattes d'entrée MODA et MODB du 68HC11, le
30 micro-contrôleur démarre automatiquement en mode expansé. Ce qui veut dire que les dispositifs B, F et C d'entrée-sortie sont configurés en bus d'adresse 16 bits et bus

de données 8 bits respectivement et tous les autres dispositifs d'entrée-sortie sont configurés comme dispositifs d'entrée.

Cette fonction initialise les pattes de sortie sur les dispositifs A et G et détermine leur valeur respective selon:

5

PA 7-4	Sélecteur de voie de multiplexeur	0
PG 3-2	Contrôle de l'interrupteur de l'alimentation	OFF (1-0)

Le système d'acquisition du contrôleur de la pile est basé sur un convertisseur externe 12 bits A/D ayant un multiplexeur analogique de 16 voies. Le convertisseur externe A/D utilise une interface synchrone, compatible avec le protocole de communication Motorola SPI, pour recevoir et transmettre des données.

Les cellules de la pile sont branchées aux 10 premières des 16 voies du multiplexeur analogique MAX306 et la sortie de ce dernier est envoyée à un convertisseur A/D (LTC1286) afin de convertir le signal. Les cellules 1 à 9 sont branchées aux voies 0 à 8. La sélection de voie est réalisée par le port de sortie PA-4 à PA-7. Lorsqu'une voie est choisie, un délai d'au moins 5 ms doit être présent pour que le signal correspondant se stabilise avant la conversion A/D.

Les signaux de voltage et de courant, pour le voltage relatif de l'interrupteur d'alimentation de la pile et le courant drainé, sont également transmis au multiplexeur analogique pour conversion par le convertisseur A/D (LTC1286). Le voltage de l'interrupteur est obtenu sur la voie 11 et le courant de l'alimentation sur la voie 11.

Le voltage de l'interrupteur et la fonction de courant choisit chaque voie pour la conversion et enregistre les résultats du convertisseur A/D en deux variables.

La température est obtenue par le détecteur RTD localisé à l'intérieur de la pile. La valeur RTD est convertie en un équivalent de voltage et transmise à la voie 12 analogue du multiplexeur. La température est obtenue en convertissant le signal RTD avec un convertisseur A/D (LTC1286). La lecture de température est retournée telle quelle (sans conversion) à la routine d'appel.

La fonction d'interface de l'opérateur traite les messages reçus sur la voie de communication et retourne une requête d'analyse.

Le planificateur est branché à la minuterie en temps réel 68HC11. Le planificateur vérifie les paramètres de la pile et configure le logiciel dans le mode d'opération approprié selon le diagramme d'état illustré à la Figure 6. Avec un cristal de 8 MHz, la minuterie en temps réel est configurée pour générer une interruption (référence de la minuterie) à chaque 32.77 ms, ce qui veut dire que le planificateur est mis en œuvre à une vitesse d'environ 30 Hz. À chaque fois que le planificateur est mis en œuvre, il augmente le nombre de références de la minuterie au délai désiré. Lorsque le délai est atteint, la fonction correspondante (ou tâche) est mise en œuvre et le compte est remis à zéro pour redémarrer le procédé.

10

Accès et contrôle à distance du contrôleur de pile

Le contrôleur de pile susmentionné peut être contacté via un réseau tel que l'internet, de façon à être contrôlé à distance à partir d'un ordinateur. La Figure 7 illustre une représentation générale de plusieurs contrôleurs de pile qui sont accédés et contrôlés à partir d'une station d'acquisition, de contrôle et de surveillance de données à distance.

15

Différents protocoles tels que TCP/IP ou UDP peuvent être utilisés de façon à accéder à distance aux contrôleurs de pile via un réseau. La communication établie entre la station de contrôle et les contrôleurs de pile permet le transfert de données de façon sécuritaire en utilisant un encryptage et une protection par mot de passe. L'unité de contrôle UPS peut également fournir des enregistrements de données pour transfert FTP, lorsque requis par l'utilisateur. D'autres emplacements de communication peuvent également être utilisés pour accéder à distance aux contrôleurs de pile. En utilisant l'internet ou tout autre réseau étendu, les systèmes d'acquisition de données, de contrôle et de surveillance peuvent être situés n'importe où.

20

25

Le système NPS global, tel qu'illustré à la Figure 12, comprend un contrôleur de communication NPS établissant un lien de communication à distance avec un nœud, le limiteur de courant du NPS qui fournit les fonctions de surveillance pour une série de 2 piles, et le contrôleur de pile NPS qui fournit la surveillance et le contrôle requis sur chaque pile.

30

La station de surveillance à distance du NPS doit obtenir le journal de station enregistré par le contrôleur de communication du NPS et fournir les fonctions de surveillance afin d'afficher l'histogramme et l'état actuel du système NPS.

Il est à noter que la Figure 12 fournit uniquement un exemple d'une configuration de système NPS. Le nombre de contrôleurs de pile de même que le nombre et le type de limiteurs de courant du NPS peuvent varier d'une application à l'autre, dépendant du voltage de sortie des piles.

Une station portable NPS peut être utilisée avec un administrateur de contrôleur de pile pour surveiller localement l'état d'un système NPS et pour fournir la fonctionnalité requise au service des composantes du système NPS. En particulier, il doit être utilisé pour:

- mettre à jour le logiciel;
- modifier les paramètres d'opération;
- télécharger le journal de station du système NPS contenu dans le contrôleur de communication du NPS.

Éventuellement, les deux stations (i.e. portable et à distance) peuvent être configurées de façon à remplir les mêmes tâches.

Une station locale est requise pour desservir le serveur de communication local sur le site du contrôleur de la pile, tel qu'illustré à la Figure 12. Ce contrôleur de communication UPS est utilisé comme interface entre le contrôleur de pile et la station d'acquisition de contrôle et de surveillance à distance. Sa tâche est de transmettre et recevoir des données sur le réseau de communication (internet ou autre) vers et à partir de la station à distance. Par exemple, sans toutefois s'y restreindre, le contrôleur de communication UPS peut avoir les caractéristiques suivantes:

- utilisation de Windows 95/NT;
- avoir une interface de communication Lonworks FTT-10 78 kbits;
- fournir un service de transfert de fichier Lontalk; et
- avoir un espace de disque très grand pour permettre l'enregistrement chronologique des données et des programmes.

Bien que la présente invention soit décrite en référence à des modes de réalisation préférentiels, il est entendu que la présente description ne se réfère qu'à des modes de réalisation préférentiels et ne doit pas être considérée comme limitant la

- 22 -

portée de l'invention qui comprend différentes mises en œuvre telles que définies dans les revendications ci-après.

REVENDICATIONS

1. Un système de contrôle de piles pour une pile électrolytique métallique et solide comprenant des cellules disposées dans un boîtier, le système comprenant :

- des détecteurs de température capables de détecter la température des cellules;

5 - des éléments chauffants capables de chauffer les cellules;

- un contrôleur d'éléments chauffant recevant des signaux des détecteurs de température, et qui contrôle un courant fourni aux éléments chauffants de façon à maintenir chaque cellule à une température prédéterminée; et

10 - un contrôleur d'alimentation capable de détecter une demande de puissance de la part de la pile et qui règle la température prédéterminée en réponse à un niveau de puissance et/ou d'énergie à fournir à la pile ou qui est fourni de la pile, le contrôleur d'alimentation permettant de régler au moins une température de flottement, une température de charge et une température d'alimentation.

15 2. Un système selon la revendication 1, dans lequel les éléments chauffants comprennent des feuillets chauffants disposés entre les cellules plates prismatiques.

3. Un système selon la revendication 2, dans lequel les éléments chauffants comprennent des feuillets de plastique ayant au moins un élément chauffant sous la forme d'un circuit imprimé résistif.

20 4. Un système selon la revendication 3, dans lequel les feuillets de plastique sont en Kapton™.

25 5. Un système selon la revendication 2, dans lequel la pile comprend un empilement de cellules plates prismatiques, les détecteurs de température étant situés aux extrémités de l'empilement et proche du centre de l'empilement, et les éléments chauffants étant disposés entre chaque cellule en alternance, le contrôleur d'éléments chauffants contrôlant l'alimentation de courant aux éléments chauffants de façon indépendante pour les extrémités et le centre de l'empilement.

6. Un système selon la revendication 3, dans lequel la pile comprend un empilement de cellules plates prismatiques, les détecteur de température étant situés aux extrémités de l'empilement et proche du centre de l'empilement, et les éléments chauffants sont disposés entre chaque cellule en alternance, le contrôleur d'éléments chauffants contrôlant l'alimentation de courant aux éléments chauffants de façon indépendante pour les extrémités et le centre de l'empilement.
7. Un système selon la revendication 1, comprenant en plus :
- Un circuit de détection de voltage détectant au moins un voltage de la pile à la connexion d'alimentation;
 - 10 - Un circuit d'évaluation de performance de la pile qui interprète les signaux du détecteur de voltage et génère des signaux d'évaluation; et
 - Un circuit de télécommunications transmettant les signaux d'évaluation à un réseau.
8. Un système selon la revendication 1, comprenant en plus :
- 15 - un détecteur de courant qui détecte un courant fourni par les cellules lorsqu'elles sont actives;
 - des moyens pour interpréter le courant pour déterminer si une condition de surintensité de courant existe; et
 - des moyens pour débrancher la pile de la prise d'alimentation suite à une condition de surintensité de courant et pour rebrancher automatiquement la pile lorsque la condition de surintensité de courant cesse.
- 20
9. Un système selon les revendications 1 à 8, dans lequel la pile est une pile lithium-polymère.

1/11

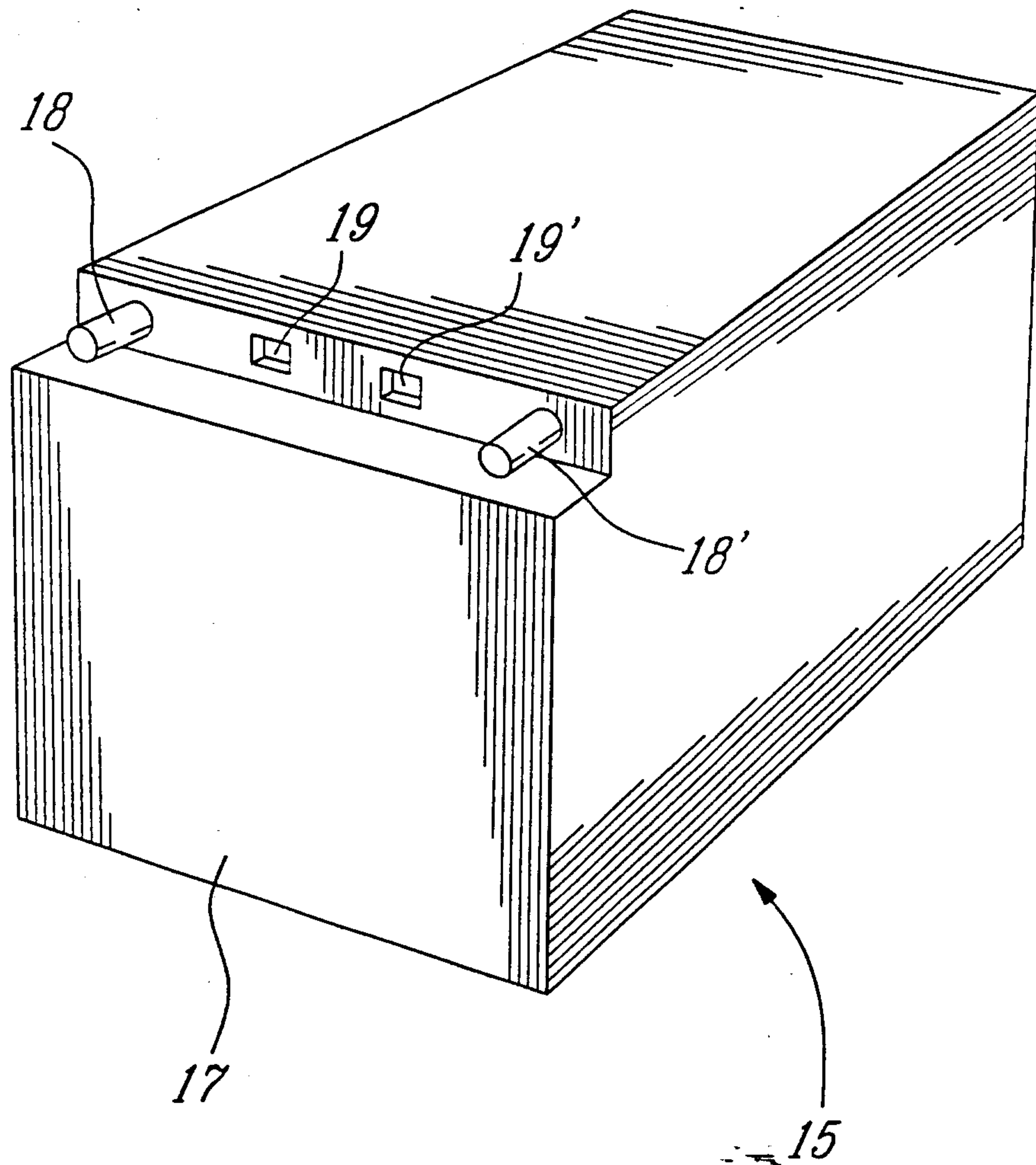
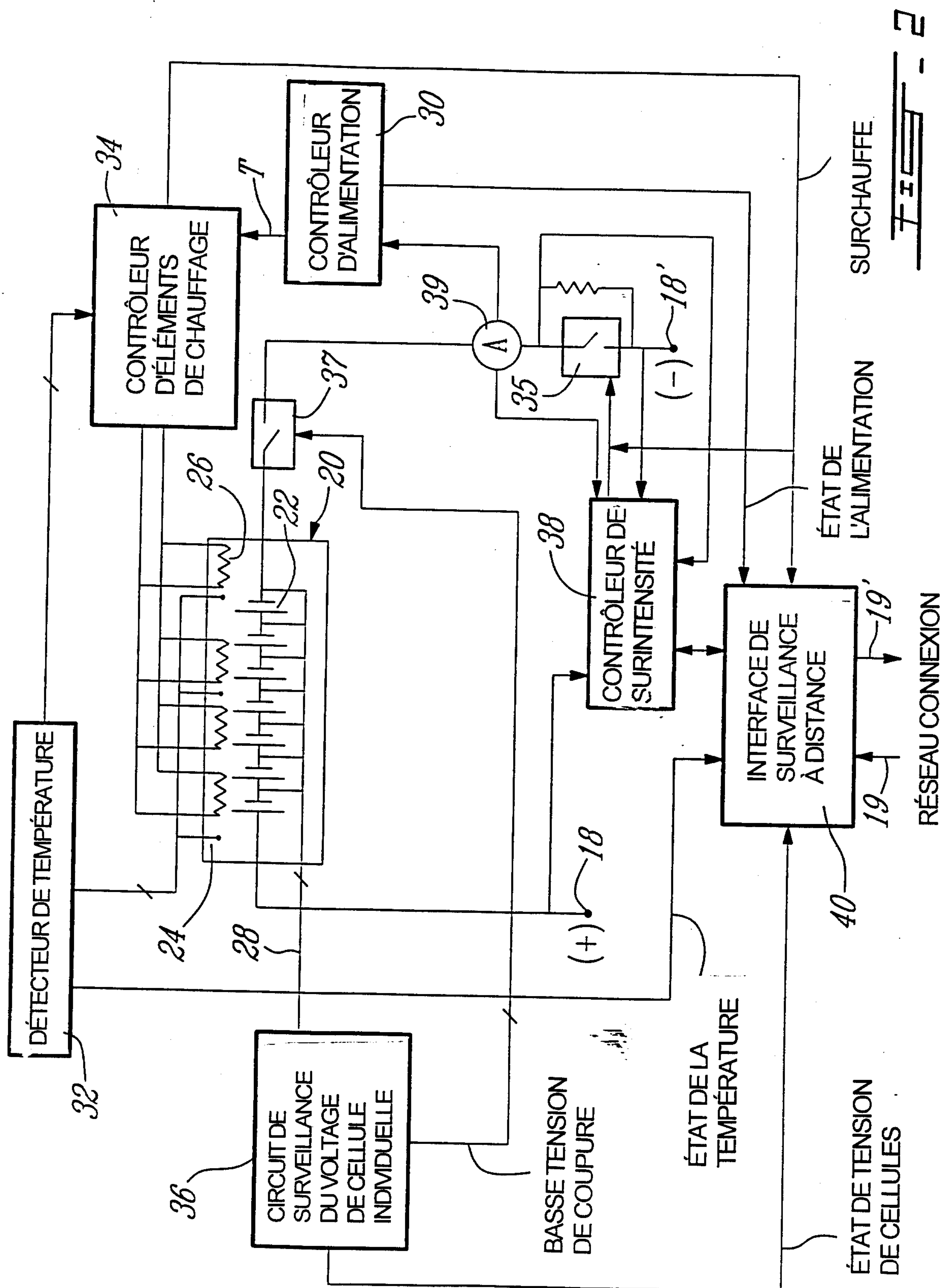
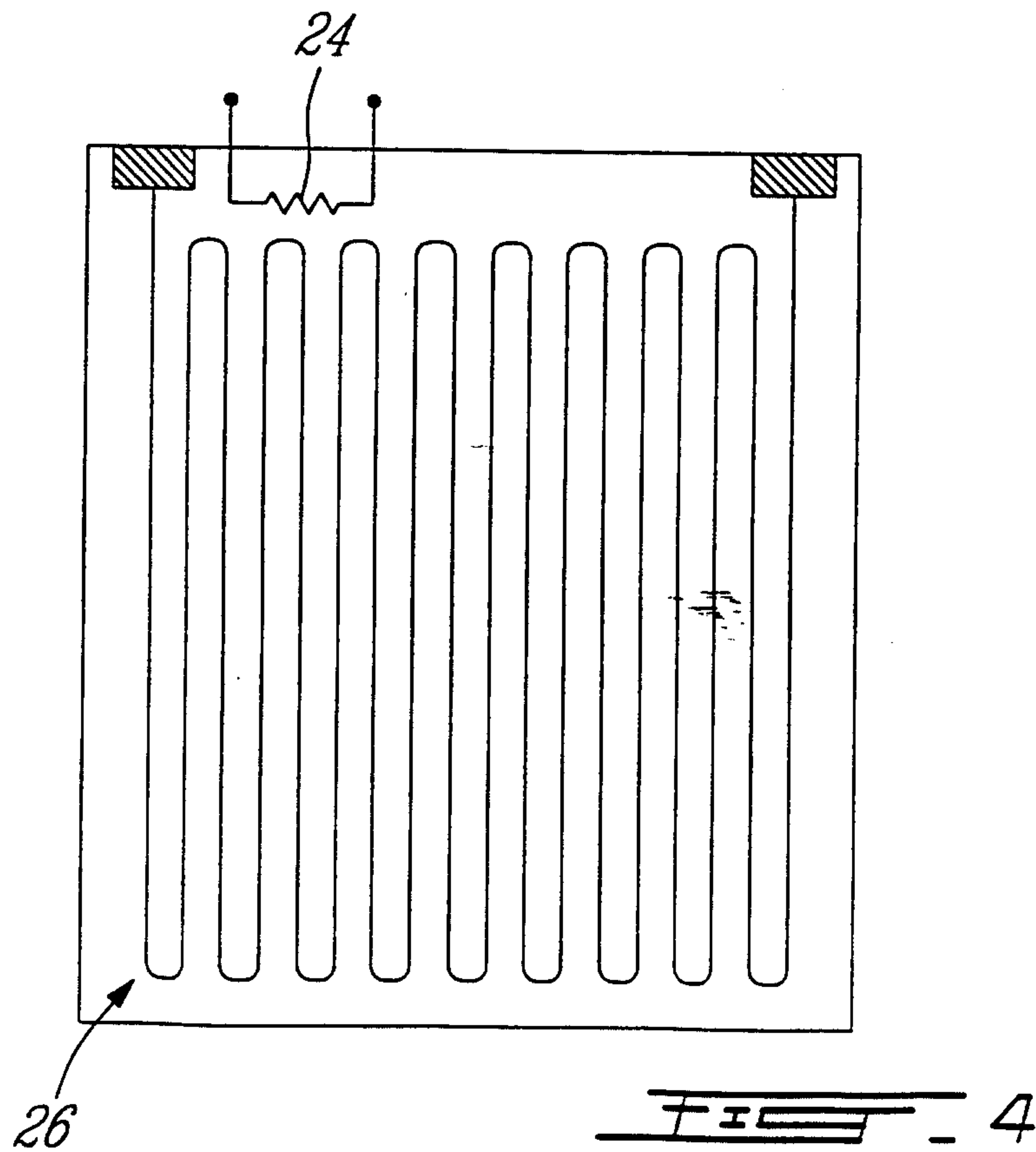
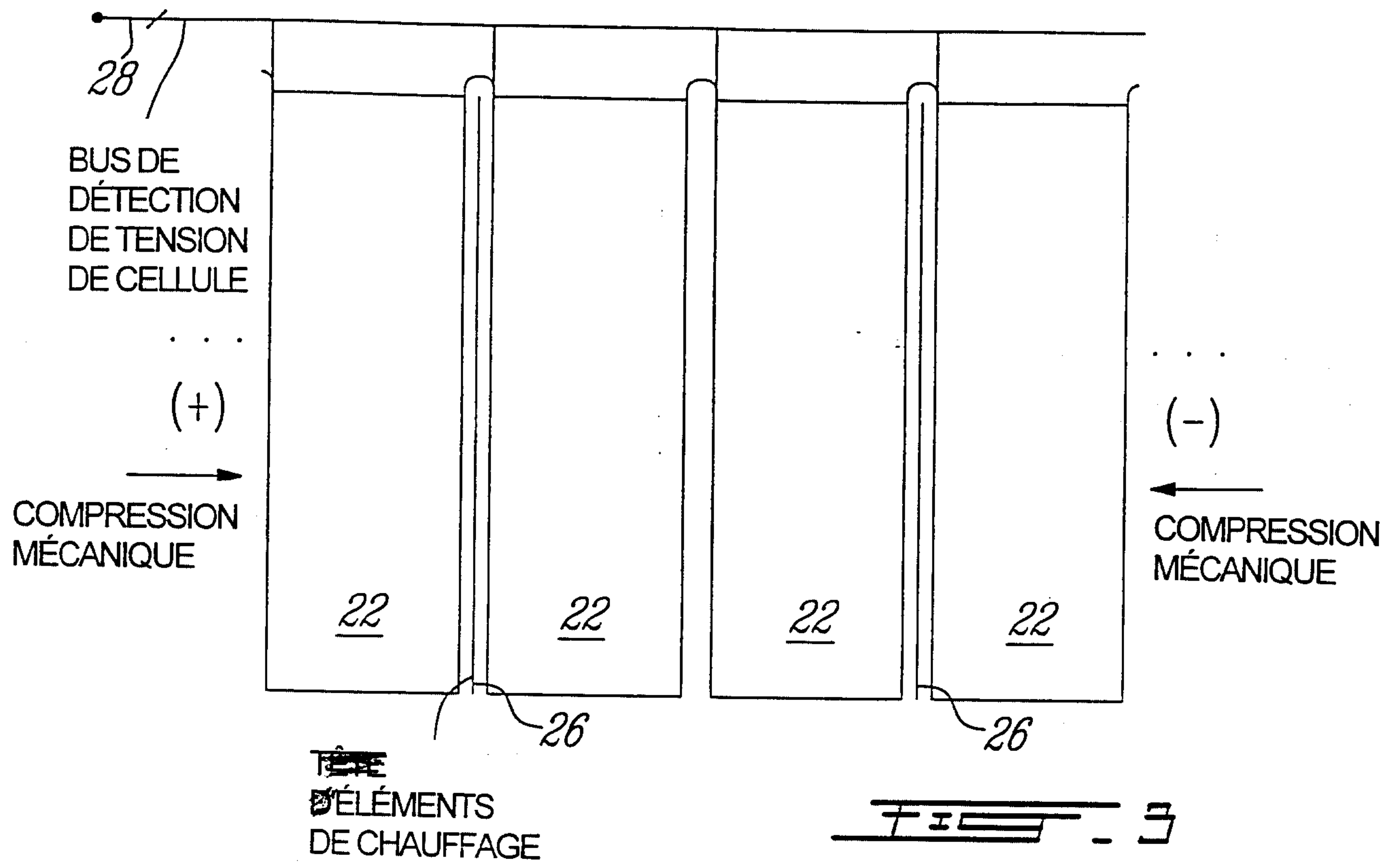


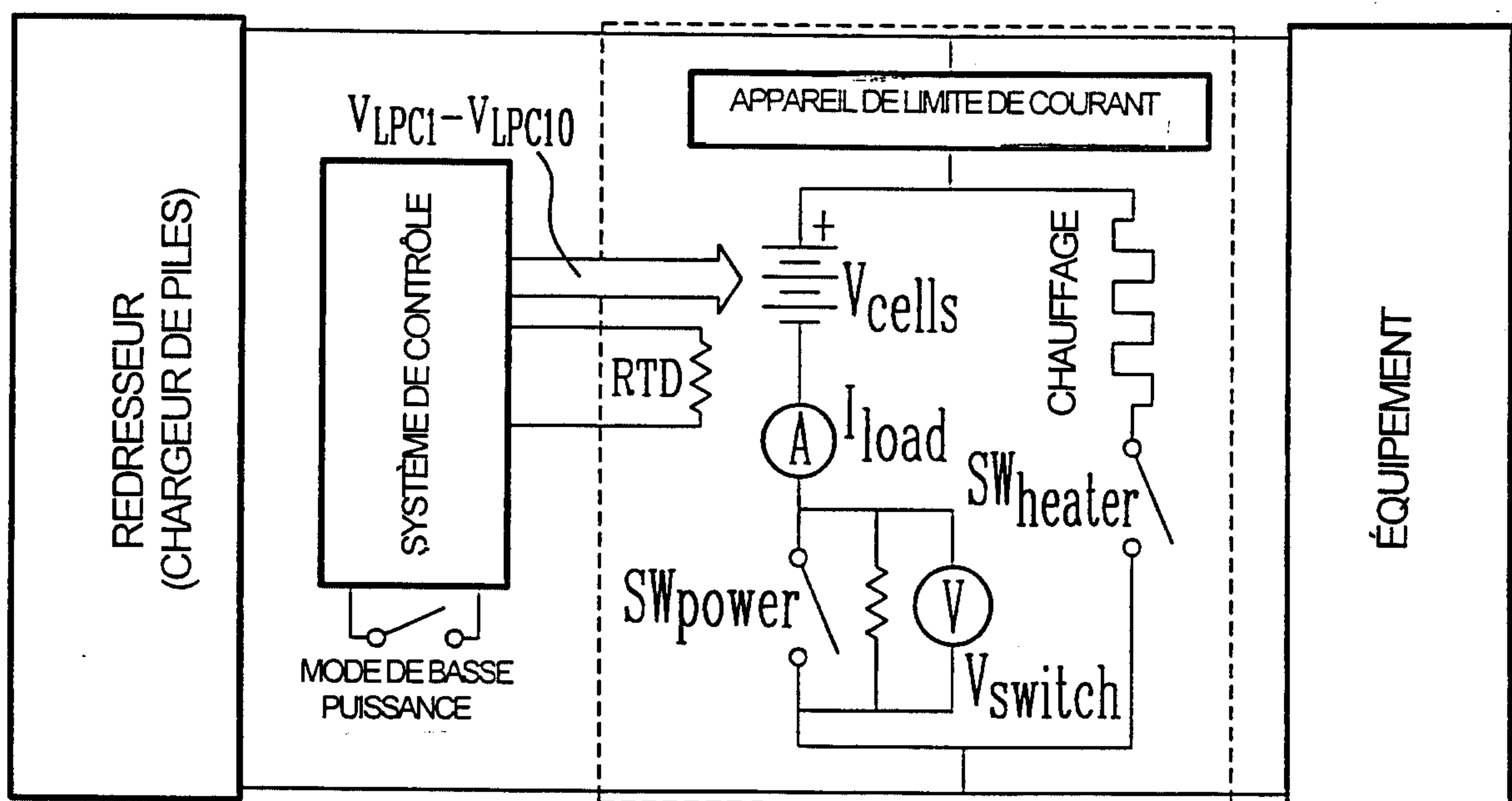
FIG. 1

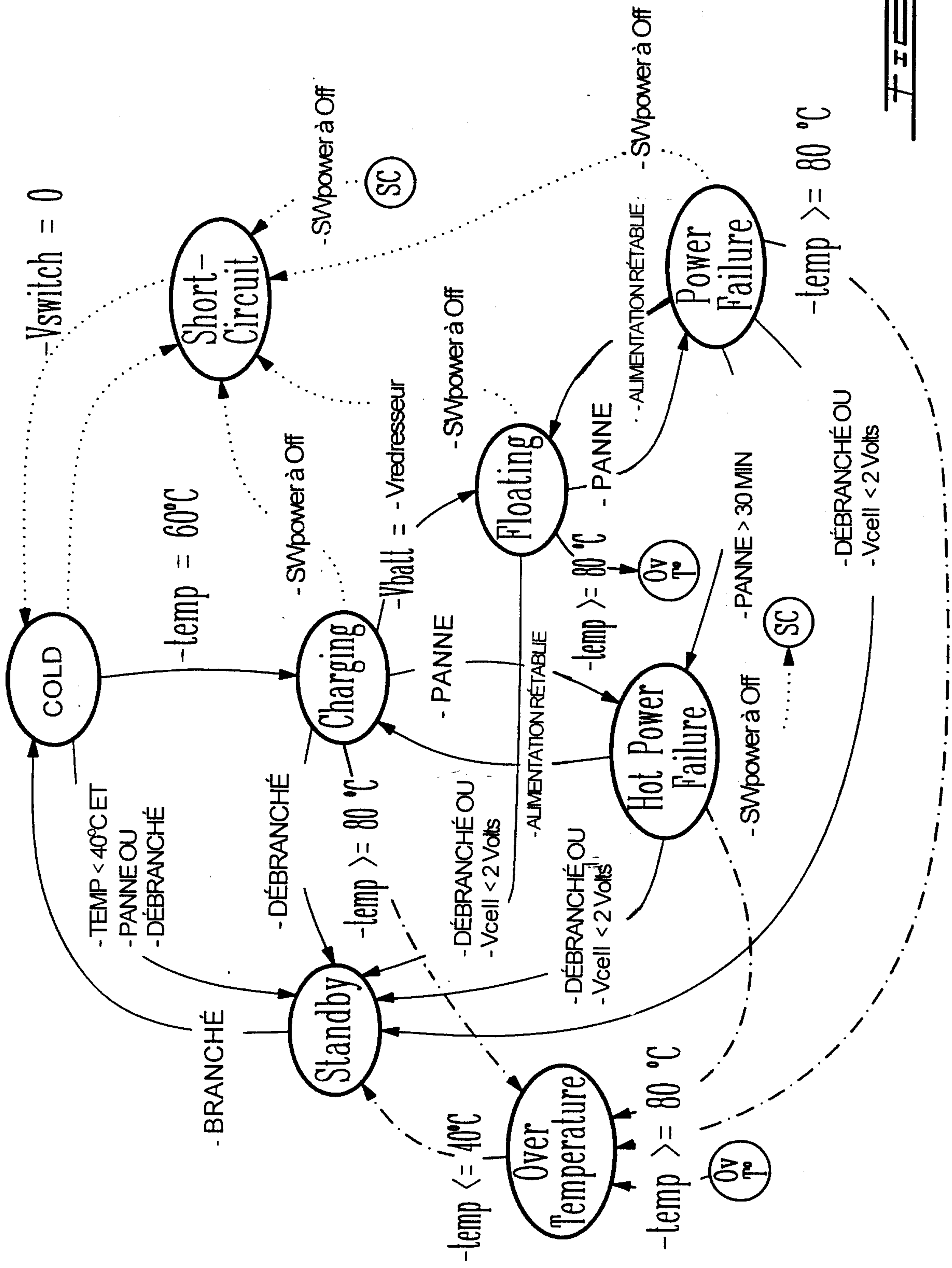


3/11



4/11

Fig. 5



FEI - 8

6/11

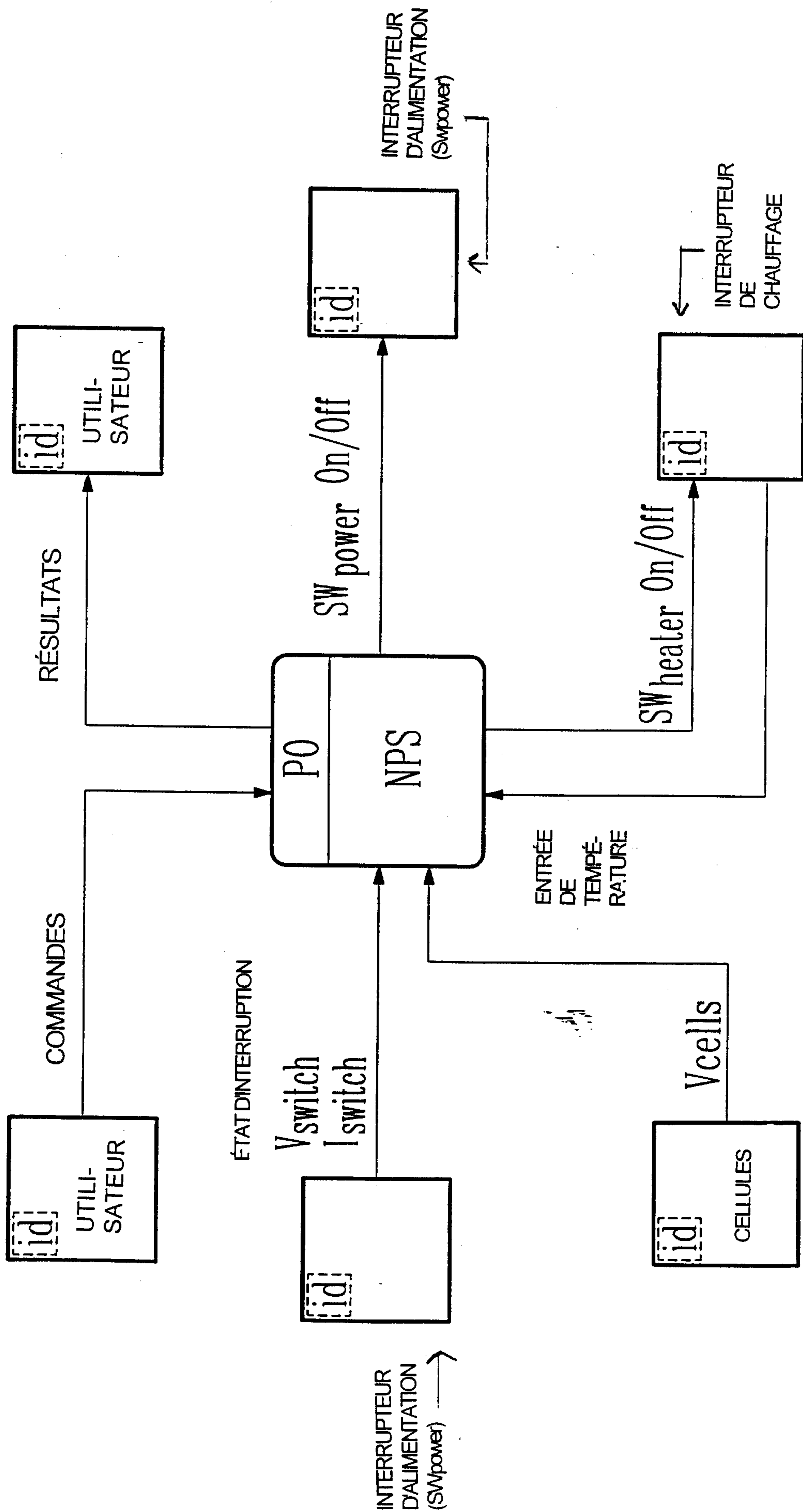
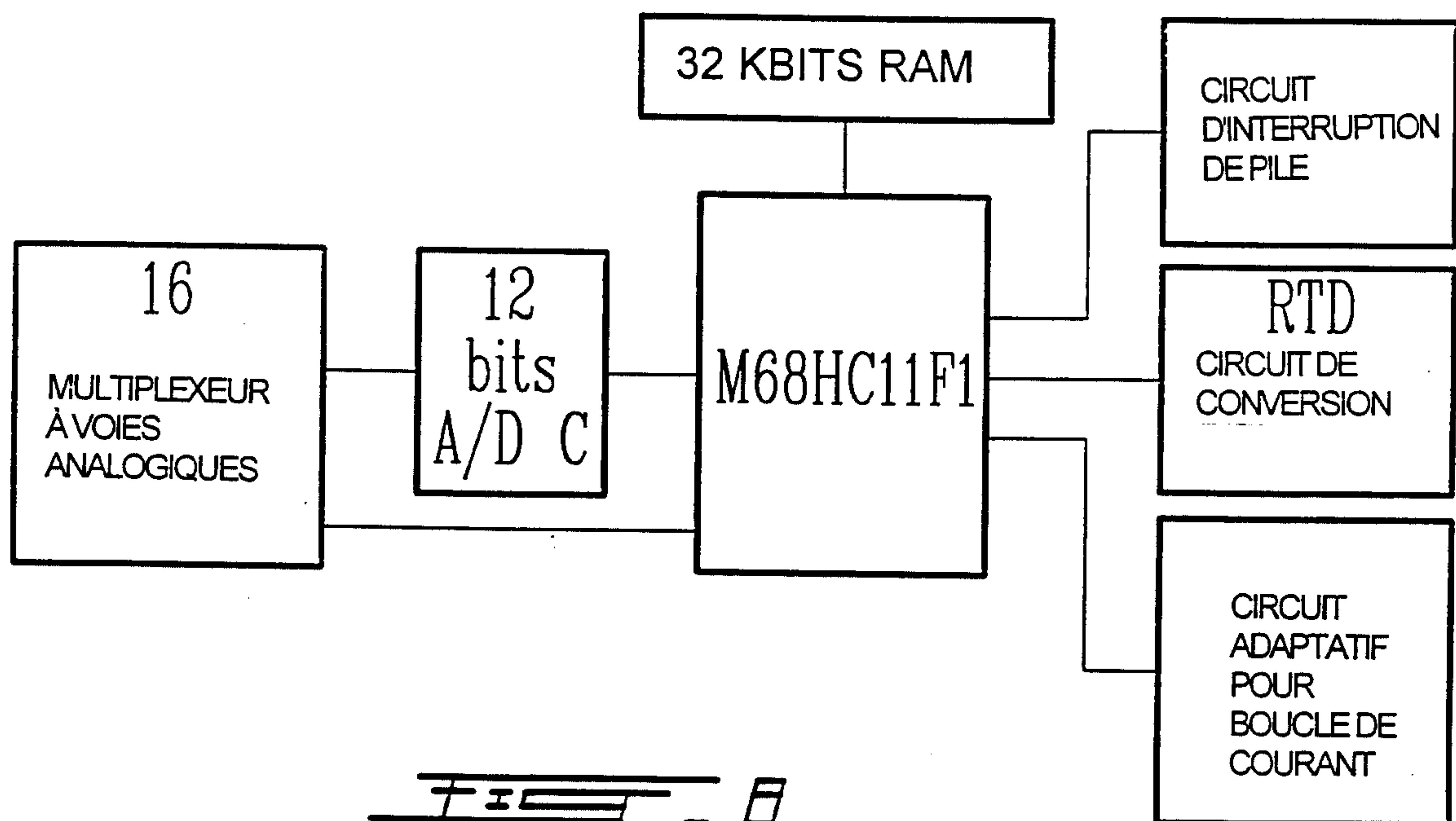
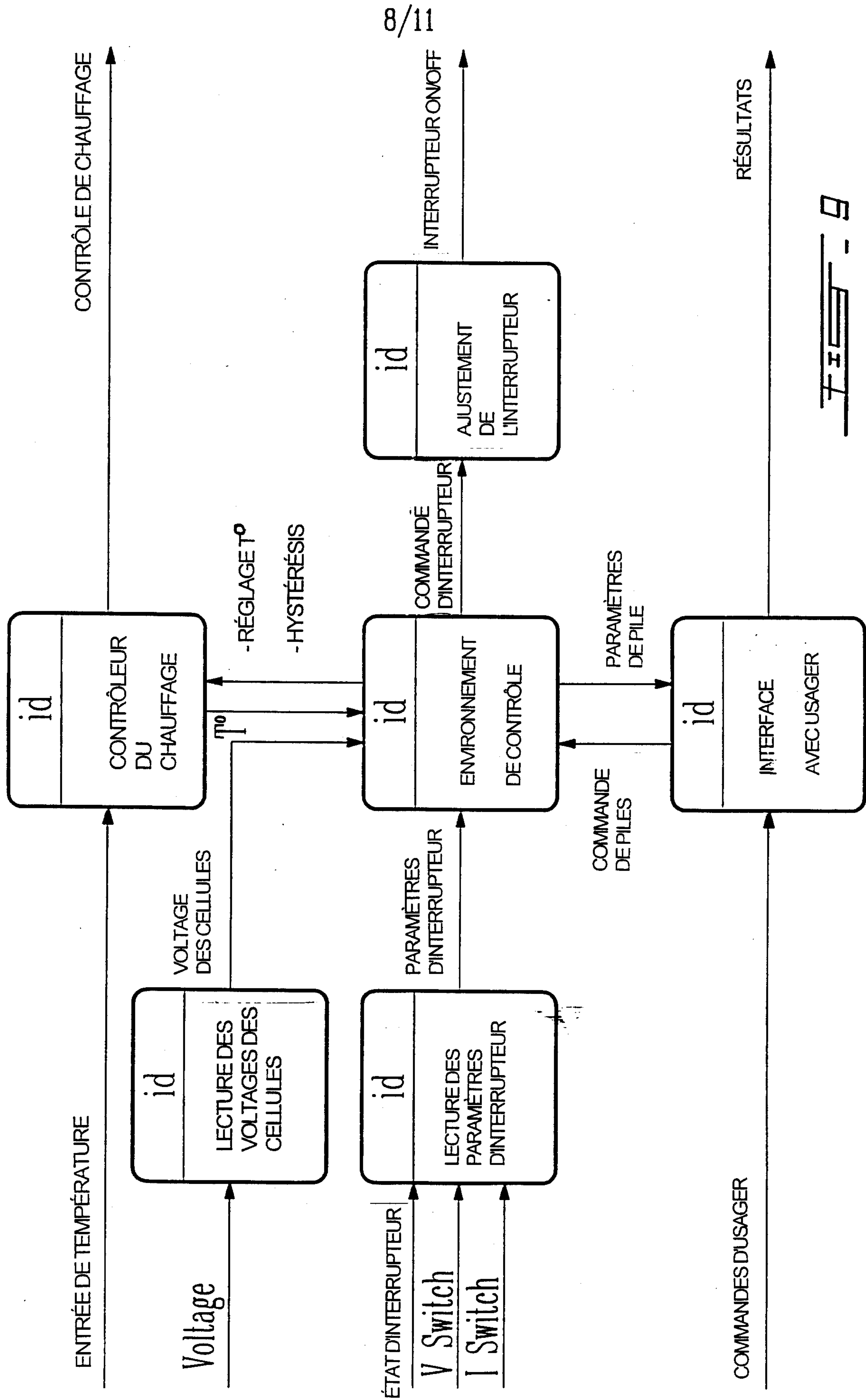
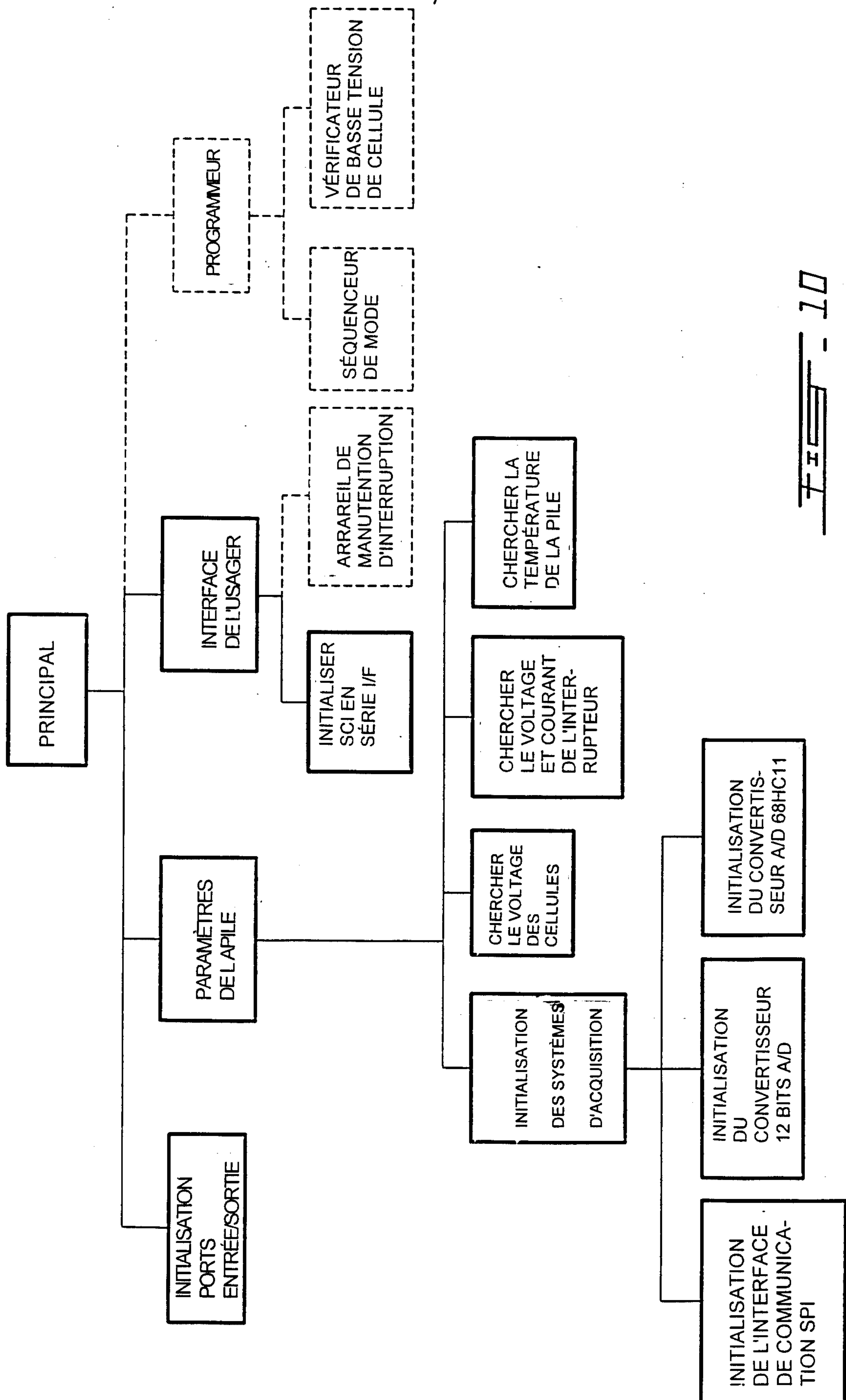


FIG. 7

7/11

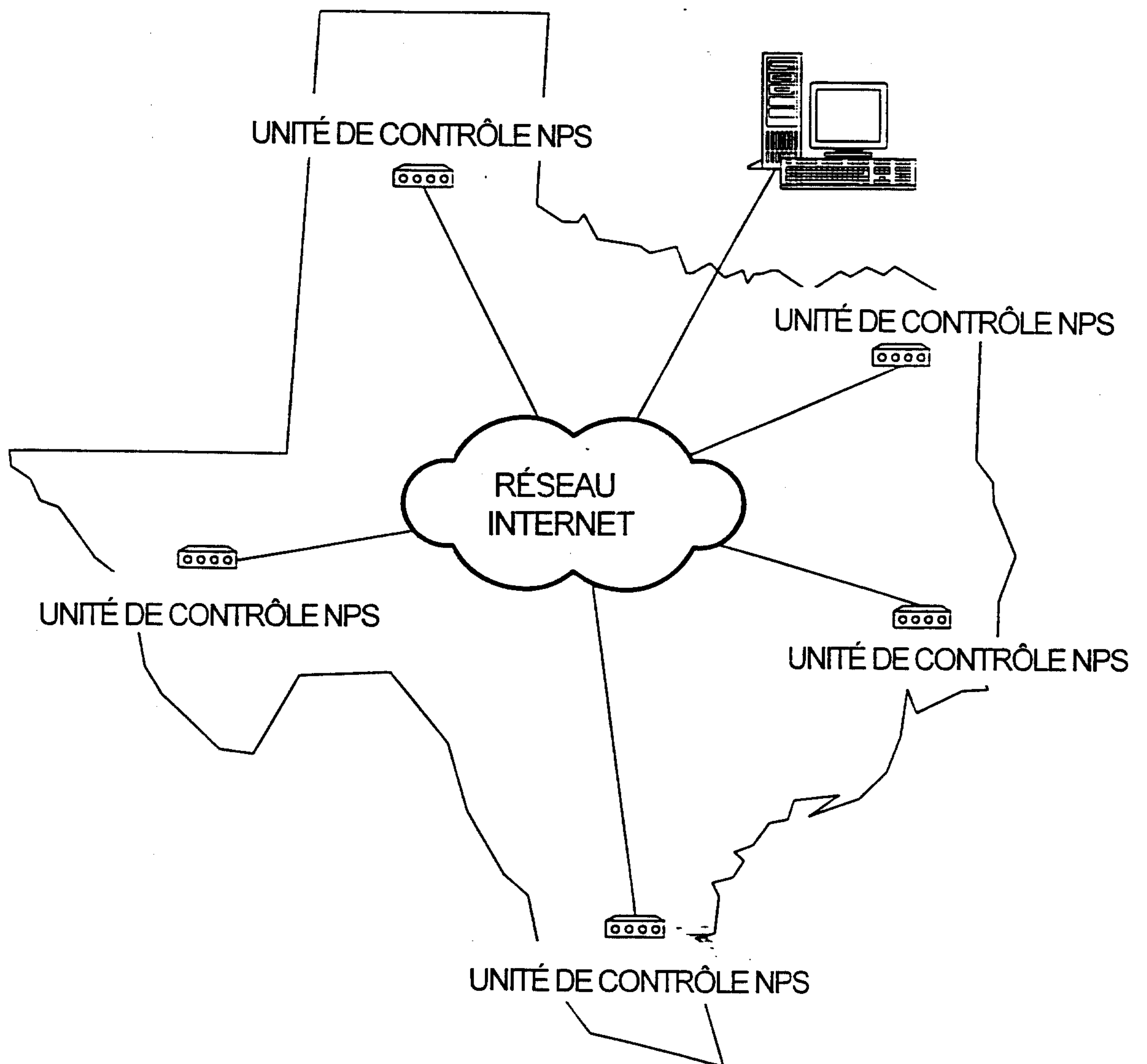






FEI - 07

10/11

FIG - 11

