

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ DISPOSITIF DE GESTION D'UN ASSEMBLAGE DE CELLULES DE STOCKAGE OU DE PRODUCTION D'ENERGIE ELECTRIQUE.

②② Date de dépôt : 17.07.15.

③③ Priorité :

⑥① Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES
Etablissement public — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 20.01.17 Bulletin 17/03.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 03.05.19 Bulletin 19/18.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : DESPESSE GHISLAIN.

⑦③ Titulaire(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES
Etablissement public.

⑦④ Mandataire(s) : Thibon Laurent.

FR 3 039 006 - B1



**DISPOSITIF DE GESTION D'UN ASSEMBLAGE DE CELLULES DE STOCKAGE OU
DE PRODUCTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE**

Domaine

La présente demande concerne le domaine des assemblages série et/ou parallèle de cellules de stockage ou de production d'énergie électrique tels que des batteries électriques, des piles
5 à combustibles, des panneaux photovoltaïques, etc. Elle vise plus particulièrement un assemblage comportant un dispositif de gestion permettant de surveiller un ou plusieurs paramètres physiques de chacune des cellules de l'assemblage.

Exposé de l'art antérieur

10 Une batterie électrique est un groupement de plusieurs cellules de stockage d'énergie (piles, accumulateurs, etc.) reliées en série et/ou en parallèle entre deux noeuds ou bornes de fourniture d'une tension continue. Une batterie électrique peut être munie d'un dispositif de gestion comportant, associé à chaque
15 cellule, un ou plusieurs capteurs adaptés à mesurer un ou plusieurs paramètres physiques de la cellule, par exemple sa température ou sa tension. Un problème qui se pose est alors celui de la lecture des valeurs de sortie des capteurs du dispositif de gestion, et de la transmission des valeurs lues à une unité de
20 contrôle centralisée.

Pour réaliser cette lecture, on peut prévoir une liaison filaire connectant chaque capteur à l'unité de contrôle. Le nombre de câbles du dispositif de gestion est alors élevé, ce qui entraîne une augmentation significative du prix de revient de la batterie.

5 En outre, lorsque les cellules de la batterie sont connectées en série et que chaque capteur a pour tension d'alimentation la tension de la cellule à laquelle il est associé, les valeurs de sortie des différents capteurs peuvent être référencées par rapport à des potentiels distincts, parfois relativement éloignés.

10 Il faut alors prévoir des dispositifs d'isolation galvanique entre les sorties des capteurs et l'unité de contrôle, ce qui augmente encore le prix de revient de la batterie.

D'autres systèmes de communication ont été proposés tels que des systèmes de communication sans fil, des systèmes de communication par courant porteur utilisant le chemin de puissance

15 de la batterie pour transmettre les valeurs de sortie des capteurs, ou encore des systèmes à résonateurs du type décrit dans les demandes de brevet FR2976407 et US2014159735. Ces systèmes présentent divers inconvénients, et notamment ceux d'être

20 complexes et onéreux.

Résumé

Ainsi, un mode de réalisation prévoit un assemblage comportant : une pluralité de cellules de stockage et/ou de production d'énergie électrique connectées en série et/ou en

25 parallèle entre des première et deuxième bornes de fourniture d'une tension ; et un dispositif de gestion comportant une pluralité d'unités de mesure associées respectivement aux différentes cellules de l'assemblage, chaque unité de mesure comportant des première et deuxième bornes et un circuit de mesure

30 adapté à transmettre sur la deuxième borne un changement d'état d'un signal appliqué sur la première borne, avec un retard dépendant d'un paramètre physique de la cellule qui lui est associée, dans lequel les unités de mesure sont reliées en chaîne de sorte que chaque unité de mesure, à l'exception de la première

de la chaîne, ait sa première borne reliée à la deuxième borne de l'unité de mesure de rang précédent dans la chaîne.

Selon un mode de réalisation, chaque unité de mesure comporte en outre des troisième et quatrième bornes et un circuit de propagation adapté à transmettre sans retard sur la quatrième
5 borne un changement d'état d'un signal appliqué sur la troisième borne ou sur la deuxième borne.

Selon un mode de réalisation, dans chaque unité de mesure, le circuit de propagation est adapté à fournir sur la
10 quatrième borne un signal de sortie correspondant à un OU EXCLUSIF des signaux appliqués sur les troisième et deuxième bornes.

Selon un mode de réalisation, dans chaque unité de mesure, le circuit de propagation est adapté à fournir sur la quatrième borne un signal de sortie correspondant à un NON ET des
15 signaux appliqués sur les troisième et deuxième bornes.

Selon un mode de réalisation, dans chaque unité de mesure, le circuit de propagation est adapté à générer une impulsion sur la quatrième borne lors d'un changement d'état du signal appliqué sur la troisième borne ou sur la deuxième borne.

20 Selon un mode de réalisation, chaque unité de mesure, à l'exception de la première de la chaîne, a sa troisième borne reliée à la quatrième borne de l'unité de mesure de rang précédent dans la chaîne.

Selon un mode de réalisation, le dispositif de gestion
25 comporte en outre un circuit de contrôle relié aux première et troisième bornes de la première unité de mesure de la chaîne, et à la quatrième borne de la dernière unité de mesure de la chaîne.

Selon un mode de réalisation, dans chaque unité de mesure, le circuit de mesure comprend une résistance et un
30 condensateur formant un circuit RC, au moins un interrupteur de réinitialisation du circuit RC dont la grille de commande est reliée à la première borne de l'unité de mesure, et un comparateur dont l'entrée est reliée à une électrode du condensateur et dont la sortie est reliée à la deuxième borne de l'unité de mesure.

Selon un mode de réalisation, l'assemblage comporte au moins une capacité de liaison entre la première borne de l'unité de mesure et la grille de commande de l'interrupteur.

5 Selon un mode de réalisation, dans chaque unité de mesure, le comparateur est de type à drain ouvert ou à collecteur ouvert.

10 Selon un mode de réalisation : chaque unité de mesure est une carte de circuit imprimé, les première et troisième bornes de l'unité de mesure étant disposées sur une première face de la carte de circuit imprimé, et les deuxième et quatrième bornes de l'unité de mesure étant disposées sur une deuxième face de la carte de circuit imprimé, respectivement en regard des première et troisième bornes ; et les unités de mesure sont empilées de façon que chaque unité de mesure, à l'exception de la première de l'empilement, ait ses première et troisième bornes en contact
15 respectivement avec les deuxième et quatrième bornes de l'unité de mesure de rang précédent dans l'empilement.

Brève description des dessins

20 Ces caractéristiques et leurs avantages, ainsi que d'autres, seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

la figure 1 est un schéma électrique d'un exemple d'un mode de réalisation d'une batterie électrique équipée d'un
25 dispositif de gestion ;

la figure 2 représente plus en détail un exemple de réalisation d'une unité de mesure du dispositif de gestion de la figure 1 ;

30 la figure 3 est un chronogramme illustrant le fonctionnement du dispositif de gestion de la figure 1 selon un exemple de réalisation ;

la figure 4 est un chronogramme illustrant le fonctionnement du dispositif de gestion de la figure 1 selon, une variante de réalisation ;

les figures 5 à 13 détaillent divers exemples de réalisation de l'unité de mesure de la figure 2 ; et

les figures 14 et 15 illustrent schématiquement des exemples d'un mode de réalisation d'une pile à combustible équipée d'un dispositif de gestion.

Description détaillée

De mêmes éléments ont été désignés par de mêmes références aux différentes figures. Par souci de clarté, seuls les éléments qui sont utiles à la compréhension des modes de réalisation décrits ont été représentés et sont détaillés. En particulier, l'exploitation faite des mesures réalisées par les capteurs des dispositifs de gestion décrits n'est pas détaillée, les modes de réalisation décrits étant compatibles avec les utilisations usuelles qui peuvent être faites de telles mesures. Sauf précision contraire, les expressions "approximativement", "sensiblement", et "de l'ordre de" signifient à 10 % près, de préférence à 5 % près. Dans la présente description, on utilise le terme "connecté" pour désigner une liaison électrique directe, sans composant électronique intermédiaire, par exemple au moyen d'une ou plusieurs pistes conductrices, et le terme "couplé" ou le terme "relié", pour désigner soit une liaison électrique directe (signifiant alors "connecté") soit une liaison via un ou plusieurs composants intermédiaires (résistance, condensateur, etc.).

La figure 1 est un schéma électrique d'un exemple d'un mode de réalisation d'une batterie électrique 100 munie d'un dispositif de gestion 101.

La batterie 100 comprend une pluralité de cellules de stockage d'énergie, quatre cellules C1, C2, C3 et C4 dans l'exemple représenté, connectées en série entre une borne positive V+ et une borne négative V- de fourniture d'une tension continue. Les cellules C1, C2, C3 et C4 sont par exemple identiques ou similaires. Bien entendu, les modes de réalisation décrits s'appliquent quel que soit le nombre de cellules de la batterie.

La batterie 100 de la figure 1 comprend un dispositif de gestion 101 comportant, associé à chaque cellule de la batterie, une unité de mesure d'un paramètre physique de la cellule. Ainsi, dans l'exemple représenté, le dispositif de gestion 101 comporte quatre unités de mesure MU1, MU2, MU3, MU4, associées respectivement aux cellules C1, C2, C3 et C4.

Les unités de mesure MU_i, avec i entier allant de 1 à 4 dans cet exemple, sont par exemple identiques ou similaires. Chaque unité de mesure MU_i comprend une borne val- d'application d'un potentiel d'alimentation basse, et une borne val+ d'application d'un potentiel d'alimentation haute. Dans l'exemple représenté, chaque unité de mesure MU_i est alimentée par la cellule C_i à laquelle elle est associée. Ainsi, chaque unité de mesure MU_i a ses bornes d'alimentation basse val- et haute val+ connectées respectivement à la borne négative et à la borne positive de la cellule C_i. Les modes de réalisation décrits ne se limitent toutefois pas à ce cas particulier. A titre de variante, chaque unité de mesure MU_i peut nécessiter une tension d'alimentation supérieure à la tension d'une cellule. Dans ce cas, les bornes d'alimentation basse val- et haute val+ d'une unité de mesure MU_i peuvent être connectées respectivement à l'extrémité négative et à l'extrémité positive d'une association en série de plusieurs cellules de la batterie.

Chaque unité de mesure MU_i comprend en outre une première borne d'entrée Din, une deuxième borne d'entrée Sin, une première borne de sortie Dout, et une deuxième borne de sortie Sout. Dans cet exemple, les bornes Din, Sin, Dout et Sout sont destinées à recevoir ou à fournir des signaux binaires.

La figure 2 illustre plus en détail un exemple de réalisation d'une unité de mesure MU_i du dispositif de gestion 101 de la figure 1.

Dans cet exemple, l'unité de mesure MU_i comprend un circuit de mesure MES adapté à mesurer un paramètre physique P de la cellule C_i, par exemple sa tension ou sa température. Le circuit de mesure MES est connecté aux bornes Din et Dout de l'unité de

mesure MUi. Le circuit MES est adapté, lorsqu'un front montant ou descendant est appliqué sur la borne Din de l'unité de mesure MUi, à appliquer un front montant ou descendant sur la borne Dout de l'unité de mesure avec un retard dépendant de la valeur du paramètre physique mesuré. En d'autres termes, le circuit MES est adapté à reproduire sur la borne de sortie Dout un changement d'état du signal appliqué sur la borne d'entrée Din, avec un retard représentatif de la valeur du paramètre physique mesuré.

L'unité de mesure MUi comprend en outre un circuit de propagation PROP connecté à ses bornes Sin, Dout et Sout. Le circuit PROP est adapté, lorsqu'un front montant ou descendant est appliqué sur la borne Sin ou Dout de l'unité de mesure, à forcer sans retard un changement d'état d'un signal de sortie fourni sur la borne Sout. En d'autres termes, le circuit de propagation PROP est adapté à fournir sur la borne de sortie Sout un signal représentatif de changements d'état des signaux présents sur les bornes Dout et/ou Sin. Dans la présente description, sans retard signifie sans retard ou avec un retard négligeable, par exemple avec un retard inférieur à 10%, et de préférence inférieur à 1% du plus petit retard introduit par le circuit MES entre les bornes Din et Dout. A titre d'exemple, le retard introduit par le circuit MES entre les bornes Din et Dout peut aller de 10 μ s à 10 ms selon la valeur du paramètre mesuré, et le retard introduit par le circuit PROP entre les bornes Sin et Sout est inférieur à 1 μ s et de préférence inférieur à 100 ns.

Comme l'illustre la figure 1, les unités de mesure MUi sont connectées en chaîne par leurs bornes Din, Dout, Sin et Sout respectives, de la manière suivante.

Chaque unité de mesure MUi à l'exception de l'unité de mesure située à une première extrémité de la chaîne, à savoir l'unité de mesure MU1 dans l'exemple représenté, a ses bornes Din et Sin connectées respectivement aux bornes Dout et Sout de l'unité de mesure de rang précédent dans la chaîne, à savoir l'unité de mesure MUi-1 dans l'exemple représenté.

Le dispositif de gestion 101 comprend en outre une unité de contrôle 103 (CTRL), comprenant par exemple un microprocesseur. L'unité de contrôle 103 est reliée aux bornes d'entrée Din et Sin de la première unité de mesure de la chaîne (l'unité de mesure MU1 dans cet exemple). L'unité de contrôle 103 est en outre reliée aux bornes de sortie Dout et Sout de la dernière unité de mesure de la chaîne (l'unité de mesure MU4 dans cet exemple). L'unité de contrôle 103 n'est en revanche pas reliée aux bornes Din, Sin, Dout et Sout des unités de mesure intermédiaires de la chaîne. L'unité de contrôle 103 est adaptée à appliquer des signaux d'entrée sur les bornes Din et Sin de la première unité de mesure de la chaîne, et à lire des signaux de sortie sur les bornes Dout et Sout de la dernière unité de mesure de la chaîne. En pratique, les bornes Din et Sin de la première unité de mesure de la chaîne peuvent être connectées. En outre, la liaison entre la borne de sortie Dout de la dernière unité de mesure de la chaîne et l'unité de mesure 103 est optionnelle.

La figure 3 est un chronogramme illustrant le fonctionnement du dispositif de gestion de la figure 1. On considère ici un exemple de réalisation dans lequel les signaux sur les bornes Din et Dout de chaque unité de mesure MU_i sont initialement à un état bas, et dans lequel, lorsqu'un front montant est appliqué sur la borne Din, le circuit de mesure MES de l'unité de mesure met à l'état haut le signal de la borne Dout après un délai représentatif de la valeur du paramètre physique mesuré. De plus, dans cet exemple, les signaux sur les bornes Sin et Sout de chaque unité de mesure MU_i sont initialement à l'état bas, et le circuit de propagation PROP met en oeuvre un OU EXCLUSIF des signaux présents sur les bornes Sin et Dout, le signal sur la borne Sout correspondant au signal de sortie du OU EXCLUSIF. Par ailleurs, dans cet exemple, dans chaque unité de mesure MU_i, le circuit de mesure MES est adapté, lorsqu'un front descendant est appliqué sur sa borne d'entrée Din, à reproduire sans délai ce front descendant sur sa borne de sortie Dout, ce qui permet une réinitialisation rapide du dispositif.

Le chronogramme de la figure 3 représente l'évolution, en fonction du temps, des signaux Din(MU1), Din(MU2), Din(MU3) et Din(MU4) appliqués respectivement sur les bornes d'entrée Din des unités de mesure MU1, MU2, MU3 et MU4, du signal Sin(MU1) appliqué sur la borne d'entrée Sin de l'unité de mesure MU1, et des signaux Dout(MU4) et Sout(MU4) fournis sur les bornes de sortie Dout et Sout de l'unité de mesure MU4.

A un instant t_0 , le dispositif de gestion 101 est dans un état dit réinitialisé, dans lequel les signaux sur les bornes Din, Sin, Dout et Sout de chacune des unités de mesure sont à l'état bas.

A un instant t_1 postérieur à l'instant t_0 , les signaux Din(MU1) et Sin(MU1) sont mis à l'état haut par l'unité de contrôle 103. La mise à l'état haut du signal Sin(MU1) provoque sans délai un changement d'état du signal sur la borne de sortie Sout de l'unité de mesure MU1. Ce changement d'état se propage jusqu'à la borne de sortie Sout de l'unité de mesure MU4 par l'intermédiaire des circuits de propagation PROP des différentes unités de mesure. Ainsi, comme cela apparaît sur la figure 3, le signal Sout(MU4) passe à l'état haut sensiblement à l'instant t_1 . La mise à l'état haut du signal Din(MU1) provoque de plus le déclenchement du délai du circuit de mesure MES de l'unité de mesure MU1.

A un instant t_2 postérieur à l'instant t_1 , le signal sur la borne de sortie Dout de l'unité de mesure MU1, qui correspond au signal Din(MU2), passe à l'état haut. Le délai $t_2 - t_1$ est représentatif de la valeur du paramètre physique mesuré par le circuit de mesure MES de l'unité de mesure MU1. La mise à l'état haut du signal Din(MU2) provoque un changement d'état du signal sur la borne de sortie Sout de l'unité de mesure MU1. Ce changement d'état se propage jusqu'à la borne de sortie Sout de l'unité de mesure MU4. Ainsi, le signal Sout(MU4) passe à l'état bas sensiblement à l'instant t_2 . La mise à l'état haut du signal Din(MU2) provoque de plus le déclenchement du délai du circuit de mesure MES de l'unité de mesure MU2.

A un instant t_3 postérieur à l'instant t_2 , le signal Din(MU3) passe à l'état haut. Le délai t_3-t_2 est représentatif de la valeur du paramètre physique mesuré par l'unité de mesure MU2. La mise à l'état haut du signal Din(MU3) provoque un changement
5 d'état, sensiblement à l'instant t_3 , du signal Sout(MU4), et provoque en outre le déclenchement du délai de l'unité de mesure MU3.

A un instant t_4 postérieur à l'instant t_3 , le signal Din(MU4) passe à l'état haut. Le délai t_4-t_3 est représentatif de
10 la valeur du paramètre physique mesuré par l'unité de mesure MU3. La mise à l'état haut du signal Din(MU4) provoque un changement d'état, sensiblement à l'instant t_4 , du signal Sout(MU4), et provoque en outre le déclenchement du délai de l'unité de mesure MU4.

A un instant t_5 postérieur à l'instant t_4 , le signal Dout(MU4) passe à l'état haut. Le délai t_5-t_4 est représentatif de la valeur du paramètre physique mesuré par l'unité de mesure MU4. La mise à l'état haut du signal Dout(MU4) provoque un
15 changement d'état, sensiblement à l'instant t_5 , du signal Sout(MU4).
20

A un instant t_6 postérieur à l'instant t_5 , le dispositif est réinitialisé. Pour cela, les signaux Din(MU1) et Sin(MU1) sont mis à l'état bas, ce qui provoque la mise à l'état bas sans délai de l'ensemble des signaux sur les bornes Din, Sin, Dout et Sout
25 du dispositif de gestion.

Ainsi, dans le dispositif de gestion 101, les informations mesurées sont codées sous la forme d'une séquence temporelle fournie sur la borne de sortie Sout de la dernière
30 unité de mesure de la chaîne. Pour remonter aux valeurs mesurées, il suffit à l'unité de contrôle 103 de mesurer le temps écoulé entre deux basculements successifs du signal fourni sur la borne de sortie Sout de la dernière unité de mesure de la chaîne.

Les basculements du signal fourni sur la borne de sortie Sout de la dernière unité de mesure de la chaîne, caractéristiques
35 des valeurs des paramètres mesurés par les différentes unités de

mesure MUi, se produisent dans l'ordre dans lequel les unités de mesure sont disposées dans la chaîne. Ainsi, pour savoir à quelle unité de mesure MUi correspond une valeur lue sous la forme d'un écoulement de temps entre deux basculements successifs du signal fourni sur la borne de sortie Sout, il suffit à l'unité de contrôle 5 103 de compter le nombre de basculements du signal de sortie qui se sont produits depuis la dernière réinitialisation du dispositif.

On a décrit ici un exemple de fonctionnement du 10 dispositif de gestion dans lequel chaque circuit de mesure MES est adapté à propager un front montant de son entrée Din vers sa sortie Dout, avec un délai représentatif de la valeur du paramètre physique mesuré. A titre de variante, un fonctionnement similaire peut être mis en oeuvre avec des circuits de mesure adaptés à 15 propager des fronts descendants. Par ailleurs, les modes de réalisation décrits ne se limitent pas à l'exemple susmentionné dans lequel le circuit de propagation PROP de chaque unité de mesure MUi met en oeuvre une fonction OU EXCLUSIF des signaux présents sur les bornes Sin et Dout.

20 La figure 4 est un chronogramme illustrant le fonctionnement d'une variante de réalisation du dispositif de gestion de la figure 1. On considère ici un exemple de réalisation dans lequel les signaux sur les bornes Din et Dout de chaque unité de mesure MUi sont initialement à un état haut, et dans lequel, 25 lorsqu'un front descendant est appliqué sur la borne Din, le circuit de mesure MES de l'unité de mesure met à l'état bas le signal de la borne Dout après un délai représentatif de la valeur du paramètre physique mesuré. Dans cet exemple, le signal sur la borne Sin de la première unité de mesure MU1 est initialement à 30 l'état bas, et le circuit de propagation PROP met en oeuvre une fonction NON ET des signaux présents sur les bornes Sin et Dout. Par ailleurs, dans cet exemple, dans chaque unité de mesure MUi, le circuit de mesure MES est adapté, lorsqu'un front montant est appliqué sur sa borne d'entrée Din, à reproduire sans délai ce

front montant sur sa borne de sortie Dout, ce qui permet une réinitialisation rapide du dispositif.

Le chronogramme de la figure 4 représente l'évolution, en fonction du temps, des signaux Din(MU1), Din(MU2), Din(MU3) et Din(MU4) appliqués respectivement sur les bornes d'entrée Din des unités de mesure MU1, MU2, MU3 et MU4, des signaux Sin(MU1), Sin(MU2), Sin(MU3) et Sin(MU4) appliqués respectivement sur les bornes d'entrée Sin des unités de mesure MU1, MU2, MU3 et MU4, et des signaux Dout(MU4) et Sout(MU4) fournis sur les bornes de sortie Dout et Sout de l'unité de mesure MU4.

A un instant t_0 , le dispositif de gestion 101 est dans un état dit réinitialisé, dans lequel les signaux sur les bornes Din et Dout de chacune des unités de mesure sont à l'état haut, et dans lequel le signal Sin(MU1) est à l'état bas. Chaque circuit de propagation PROP de la chaîne d'unités de mesure mettant en oeuvre une fonction NON ET, les signaux Sin(MU2), Sin(MU3), Sin(MU4) et Sout(MU4) sont respectivement à l'état haut, à l'état bas, à l'état haut, et à l'état bas.

A un instant t_1 postérieur à l'instant t_0 , les signaux Din(MU1) et Sin(MU1) sont mis respectivement à l'état bas et à l'état haut par l'unité de contrôle 103. La mise à l'état haut du signal Sin(MU1) provoque sans délai un changement d'état du signal Sout(MU4), qui passe alors à l'état haut. La mise à l'état bas du signal Din(MU1) provoque le déclenchement du délai du circuit de mesure MES de l'unité de mesure MU1.

A un instant t_2 postérieur à l'instant t_1 , le signal sur la borne de sortie Dout de l'unité de mesure MU1, qui correspond au signal Din(MU2), passe à l'état bas. Le délai $t_2 - t_1$ est représentatif de la valeur du paramètre physique mesuré par le circuit de mesure MES de l'unité de mesure MU1. Ceci provoque un changement d'état du signal Sout(MU4), qui passe alors à l'état bas, et provoque en outre le déclenchement du délai du circuit de mesure MES de l'unité de mesure MU2.

A un instant t_3 postérieur à l'instant t_2 , le signal Din(MU3) passe à l'état bas. Le délai $t_3 - t_2$ est représentatif de

la valeur du paramètre physique mesuré par l'unité de mesure MU2. Ceci provoque un changement d'état du signal Sout(MU4), et provoque en outre le déclenchement du délai de l'unité de mesure MU3.

5 A un instant t_4 postérieur à l'instant t_3 , le signal Din(MU4) passe à l'état bas. Le délai t_4-t_3 est représentatif de la valeur du paramètre physique mesuré par l'unité de mesure MU3. Ceci provoque un changement d'état du signal Sout(MU4), et provoque en outre le déclenchement du délai de l'unité de mesure
10 MU4.

A un instant t_5 postérieur à l'instant t_4 , le signal Dout(MU4) passe à l'état bas. Le délai t_5-t_4 est représentatif de la valeur du paramètre physique mesuré par l'unité de mesure MU4. Ceci provoque un changement d'état du signal Sout(MU4).

15 A un instant t_6 postérieur à l'instant t_5 , le dispositif est réinitialisé. Pour cela, les signaux Din(MU1) et Sin(MU1) sont mis respectivement à l'état haut et à l'état bas.

Ainsi, comme dans l'exemple de la figure 3, les informations mesurées sont codées sous la forme d'une séquence
20 temporelle fournie sur la borne de sortie Sout de la dernière unité de mesure de la chaîne. Pour remonter aux valeurs mesurées, l'unité de contrôle 103 peut être configurée pour mesurer le temps écoulé entre deux basculements successifs du signal fourni sur la borne de sortie Sout de la dernière unité de mesure de la chaîne.

25 On notera que dans les exemples des figures 3 et 4, le circuit de propagation PROP met en oeuvre une fonction logique permettant d'obtenir un changement d'état du signal sur la borne Sout lorsque l'un des signaux des bornes Dout et Sin change d'état. Le nouvel état du signal sur la borne Sout est alors maintenu
30 jusqu'à la prochaine réinitialisation. A titre de variante, le changement d'état appliqué sur la borne Sout lorsque l'un des signaux des bornes Dout et Sin change d'état, peut-être de type impulsif, c'est-à-dire que le signal de la borne Sout change seulement brièvement d'état lors d'un changement d'état de l'un
35 des signaux des bornes Dout et Sin, puis reprend son état par

défaut jusqu'au prochain évènement. Dans ce cas, pour remonter aux valeurs mesurées, l'unité de contrôle 103 peut être configurée pour mesurer le temps écoulé entre deux impulsions successives du signal fourni sur la borne de sortie Sout de la dernière unité de mesure de la chaîne.

A titre de variante, le signal fourni sur la borne Sout de chaque unité de mesure peut être obtenu non pas à partir des signaux disponibles sur les bornes Sin et Dout de l'unité de mesure, mais à partir des signaux disponibles sur les bornes Sin et Din de l'unité de mesure. Dans ce cas, l'unité de contrôle 103 doit scruter non seulement le signal Sout de la dernière unité de mesure, mais aussi le signal Dout de la dernière unité de mesure, afin de pouvoir déterminer la valeur mesurée par la dernière unité de mesure. En effet, dans cette configuration, le changement d'état sur la borne Dout de la dernière unité de mesure n'est pas répercuté sur la borne Sout de cette unité de mesure.

Les figures 5 à 13 détaillent divers exemples de réalisation de l'unité de mesure MUi de la figure 2.

La figure 5 est un schéma électrique d'un exemple de réalisation du circuit de mesure MES de l'unité de mesure MUi de la figure 2.

Dans cet exemple, le circuit de mesure MES est adapté à propager un front montant entre la borne Din et la borne Dout de l'unité de mesure avec un délai représentatif de la tension entre ses bornes d'alimentation val- et val+. Ainsi, si on considère un dispositif de gestion dans lequel chaque unité de mesure MUi est alimentée par la cellule à laquelle elle est associée, chaque unité de mesure MUi est adaptée à mesurer la tension de la cellule à laquelle elle est associée.

Le circuit de mesure MES comprend un comparateur de tension CMP dont la sortie est reliée à la borne Dout de l'unité de mesure. L'entrée du comparateur CMP est connectée à une première extrémité d'une résistance R, la deuxième extrémité de la résistance R étant reliée à la borne d'alimentation haute val+ de l'unité de mesure par l'intermédiaire d'un interrupteur SW1.

L'entrée du comparateur CMP est en outre connectée à une première électrode d'un condensateur C, la deuxième électrode du condensateur C étant connectée à la borne d'alimentation basse val- de l'unité de mesure. Le circuit de mesure MES comprend de plus un interrupteur SW2 reliant la deuxième extrémité de la résistance R à la deuxième électrode du condensateur C. Les interrupteurs SW1 et SW2 sont commandés de manière complémentaire, par l'intermédiaire du signal appliqué sur la borne Din de l'unité de mesure. A titre d'exemple, les interrupteurs SW1 et SW2 sont respectivement à l'état bloqué et à l'état passant lorsque le signal Din est à un état bas, et sont respectivement à l'état passant et à l'état bloqué lorsque le signal Din à un état haut. Le comparateur est par exemple alimenté par la tension d'alimentation de l'unité de mesure. Le comparateur CMP est adapté à comparer sa tension d'entrée Vin, à savoir la tension aux bornes du condensateur C, à une tension de référence VREF (par exemple une référence interne). Lorsque la tension Vin est inférieure à la tension VREF, la tension de sortie Vout du comparateur (référéncée par rapport à la borne val- dans cet exemple) est à un état bas, par exemple proche de 0 V. Lorsque la tension Vin est supérieure à la tension VREF, la tension de sortie Vout du comparateur est à un état haut, par exemple de l'ordre de la tension d'alimentation du comparateur.

Lorsque les interrupteurs SW1 et SW2 sont respectivement à l'état bloqué et à l'état passant (c'est-à-dire lorsque le signal sur la borne Din est à l'état bas dans cet exemple), le condensateur C se décharge et la tension Vin prend une valeur proche de 0 V. La tension Vout est alors à l'état bas.

Lorsque les interrupteurs SW1 et SW2 sont mis respectivement à l'état passant et à l'état bloqué (c'est-à-dire lorsque le signal Din est à l'état haut dans cet exemple), le condensateur C se charge jusqu'à une tension proche de la tension d'alimentation de l'unité de mesure. Le temps de montée de la tension Vin jusqu'au seuil VREF, c'est-à-dire le délai s'écoulant entre la commande des interrupteurs SW1 et SW2 respectivement à

l'état passant et à l'état bloqué et la commutation de la tension Vout de l'état bas à l'état haut, dépend de la valeur de la tension d'alimentation de l'unité de mesure. Si les valeurs de la résistance R et de la capacité C sont considérées comme connues,
5 la mesure de ce délai (via le signal de sortie fourni sur la borne Sout de la dernière unité de mesure de la chaîne) permet de remonter à la tension de la cellule.

A titre de variante, le comparateur CMP peut être un comparateur à hystérésis pour limiter les effets de bruit et
10 favoriser une transition rapide et franche des signaux sur la borne Dout.

Par ailleurs, au lieu de mesurer le temps de charge du condensateur C jusqu'au seuil VREF en partant d'un état déchargé, on peut prévoir de mesurer le temps de décharge du condensateur C
15 jusqu'au seuil VREF en partant d'un état chargé. Par ailleurs, les deux modes de fonctionnement (en charge et en décharge) peuvent être mis en oeuvre successivement.

Ainsi, le circuit de mesure MES de la figure 5 est compatible avec un fonctionnement du type décrit en relation avec
20 les figures 1 à 4.

Plus généralement, un circuit du type de celui de la figure 5 peut être utilisé pour mesurer tout paramètre physique dont la valeur peut être convertie en une variation de tension, de courant, de résistance ou de capacité.

25 A titre d'exemple illustratif, un circuit du type décrit en relation avec la figure 5 peut être utilisé pour mesurer une température, en remplaçant la résistance R par une thermistance, c'est-à-dire une résistance dont la valeur varie en fonction de la température. Dans ce cas, pour obtenir une mesure indépendante
30 de la tension de la cellule, le seuil de référence du comparateur peut être fixé à une valeur fonction de la tension d'alimentation du comparateur, par exemple à la moitié de la tension d'alimentation du comparateur.

A titre de variante, la résistance R peut être remplacée
35 par tout capteur résistif permettant de transformer une variation

d'un paramètre physique en une variation de résistance, par exemple une jauge de déformation résistive ou piézorésistive, un capteur de déplacement résistif (type potentiomètre), une photorésistance, etc.

5 A titre de variante, la résistance R peut être remplacée par une source de courant délivrant un courant d'intensité variable en fonction d'un paramètre physique à mesurer, par exemple une photodiode, une source de courant pilotée en tension (ce qui permet de réaliser une mesure de tension), une cellule
10 photoélectrique, une source de courant pilotée en courant (ce qui permet de mesurer un courant, par exemple par l'intermédiaire d'un miroir de courant ou d'un transformateur de courant), etc.

 A titre de variante, la résistance R peut être considérée comme connue, et le condensateur C peut être remplacé
15 par tout capteur capacitif permettant de transformer une variation d'un paramètre physique en une variation de capacité, par exemple un accéléromètre capacitif, un capteur de déplacement capacitif, un détecteur de proximité capacitif, une capacité variable dont la valeur dépend de sa tension de polarisation (ce qui permet de
20 réaliser une mesure de tension), etc.

 La figure 6 est un schéma électrique d'une variante de réalisation du circuit de mesure MES de la figure 5. Le circuit de mesure MES de la figure 6 diffère de celui de la figure 5 en ce que, dans le circuit de la figure 6, l'interrupteur SW2 a été
25 supprimé, et la résistance R et le condensateur C sont connectés en parallèle entre l'entrée du comparateur CMP et la borne val-. L'interrupteur SW1 relie l'entrée du comparateur CMP à la borne val+.

 Le fonctionnement du circuit de la figure 6 est le
30 suivant. Lorsque l'interrupteur SW1 est à l'état passant, le condensateur C se charge à une valeur proche de la tension d'alimentation de l'unité de mesure. La tension de sortie Vout du comparateur CMP est alors à l'état haut. Lorsque l'interrupteur SW1 est ouvert, le condensateur C se décharge jusqu'à atteindre
35 le seuil de commutation du comparateur. Le temps écoulé entre

l'ouverture de l'interrupteur SW1 et la commutation du comparateur CMP est représentatif de la valeur du paramètre physique mesuré.

La figure 7 est un schéma électrique d'une autre variante de réalisation du circuit de mesure MES de la figure 5.

5 Le circuit de mesure MES de la figure 7 diffère de celui de la figure 5 en ce que, dans le circuit de la figure 7, l'interrupteur SW2 a été supprimé, et la résistance R et le condensateur C sont connectés en parallèle entre l'entrée du comparateur CMP et la borne val+. L'interrupteur SW1 relie l'entrée du comparateur CMP
10 à la borne val-.

Le fonctionnement du circuit de la figure 7 est le suivant. Lorsque l'interrupteur SW1 est à l'état passant, la tension d'entrée Vin du comparateur CMP s'annule. La tension de sortie Vout du comparateur CMP est alors à l'état bas. Lorsque
15 l'interrupteur SW1 est ouvert, la tension d'entrée Vin du comparateur CMP remonte progressivement jusqu'au seuil de commutation du comparateur CMP, à une vitesse qui dépend de la valeur du paramètre physique mesuré.

On notera que dans les exemples des figures 5, 6 et 7,
20 les interrupteurs SW1 et, le cas échéant, SW2, sont commandés par le signal appliqué sur la borne d'entrée Din de l'unité de mesure, qui correspond au signal fourni sur la borne de sortie Dout de l'unité de mesure de rang précédent dans la chaîne d'unités de mesure. En pratique, pour que les changements d'état de la sortie
25 Dout de l'unité de mesure de rang précédent permettent de commander les interrupteurs SW1 et, le cas échéant, SW2, des capacités de liaison peuvent être prévues entre la borne Din et la ou les bornes de commande du ou des interrupteurs.

La figure 8 est un schéma électrique illustrant une
30 variante de réalisation du circuit de mesure MES de la figure 7, incluant une telle capacité de liaison.

Le circuit de mesure MES de la figure 8 comprend les mêmes éléments que le circuit de mesure MES de la figure 7, agencés sensiblement de la même manière. Dans cet exemple, le comparateur
35 CMP est formé par une porte inverseuse dont les bornes

d'alimentation basse et haute sont connectées respectivement à la borne val- et à la borne val+. Le seuil de comparaison est sensiblement égal à la moitié de la tension d'alimentation de l'unité de mesure. De plus, dans cet exemple, l'interrupteur SW1
5 est un transistor MOS à canal N dont le drain (d) est connecté à l'entrée du comparateur CMP, et dont la source (s) est connectée à la borne val-. Le circuit de mesure MES de la figure 8 comprend en outre un condensateur de liaison Cl dont une première électrode est connectée à la grille (g) de commande de l'interrupteur SW1,
10 et dont la deuxième électrode est connectée à la borne Din. Le circuit de mesure MES de la figure 8 comprend de plus une résistance de polarisation Rp dont une première extrémité est connectée à la grille de commande de l'interrupteur SW1 et dont la deuxième extrémité est connectée à la borne val+.

15 Par défaut, la résistance de polarisation Rp maintient le transistor SW1 à l'état fermé. Le potentiel par défaut de la borne Din est le potentiel haut de la borne de sortie Dout de l'unité de mesure de rang précédent, sensiblement égal au potentiel de la borne d'alimentation basse val- de l'unité de
20 mesure considérée (à noter que dans l'exemple de la figure 8, la porte inverseuse complémente le résultat de la comparaison, c'est-à-dire que la tension de sortie Vout est à l'état bas lorsque la tension d'entrée Vin est supérieure au seuil de comparaison, et à l'état haut lorsque la tension d'entrée Vout est inférieure au
25 seuil de comparaison). La capacité de liaison Cl est alors par défaut chargée à la tension d'alimentation de l'unité de mesure, via la résistance de polarisation Rp. Lorsque la sortie Dout de l'unité de mesure de rang précédent passe à l'état bas (à la fin du délai généré par l'unité de mesure de rang précédent dans la
30 chaîne), la tension grille source du transistor SW1 s'annule, entraînant l'ouverture de l'interrupteur SW1, et par conséquent le déclenchement du délai généré par le circuit de mesure MES.

A titre de variante, plutôt que d'utiliser une capacité de liaison entre la borne Din et la ou les bornes de commande du

ou des interrupteurs, on peut prévoir d'utiliser un comparateur CMP de type à collecteur ou drain ouvert.

La figure 9 est un schéma électrique illustrant une variante de réalisation du circuit de mesure MES de la figure 7, dans laquelle le comparateur CMP est un comparateur de type à collecteur ou drain ouvert.

Le circuit de mesure MES de la figure 9 comprend les mêmes éléments que le circuit de mesure MES de la figure 7, agencés sensiblement de la même manière. Dans cet exemple, le comparateur CMP est de type à drain ouvert ou à collecteur ouvert. L'interrupteur SW1 est un transistor MOS à canal N dont le drain (d) est connecté à l'entrée du comparateur CMP, et dont la source (s) est connectée à la borne val-. Le circuit de mesure MES de la figure 9 comprend en outre une résistance de polarisation Rp dont une première extrémité est connectée à la grille de commande de l'interrupteur SW1 et dont la deuxième extrémité est connectée à la borne val+.

L'utilisation d'un comparateur à drain ou collecteur ouvert permet de choisir librement le niveau de potentiel pris par la borne de sortie Dout du comparateur lorsque la sortie du comparateur est à l'état haut. Dans l'exemple de la figure 9, ce potentiel est ramené sensiblement au potentiel de la borne d'alimentation haute val+ de l'unité de mesure de rang supérieur dans la chaîne d'unités de mesure, par la résistance de polarisation Rp de l'unité de mesure de rang supérieur. Ceci conduit à maintenir fermé le transistor SW1 de l'unité de mesure de rang supérieur. Lorsque la sortie Dout du comparateur CMP passe à l'état bas, le potentiel de la borne Dout devient sensiblement égal au potentiel de la borne d'alimentation basse val- de l'unité de mesure courante, ce qui conduit à ouvrir le transistor SW1 de l'unité de mesure de rang supérieur.

La figure 10 est un schéma électrique d'un exemple de réalisation du circuit de propagation PROP de l'unité de mesure MUi de la figure 2.

Dans cet exemple, le circuit de propagation PROP est adapté à mettre en oeuvre une fonction de type OU EXCLUSIF.

Le circuit de propagation PROP comprend une porte OU EXCLUSIF à deux entrées e1 et e2 et une sortie s1, désignée par la référence XOR sur la figure. Le circuit PROP comprend en outre un transistor MOS 121, à canal P dans l'exemple représenté, dont la source (s) est connectée à la borne d'alimentation haute val+ de l'unité de mesure, et dont le drain (d) est relié à la borne d'alimentation basse val- de l'unité de mesure par l'intermédiaire d'une résistance de polarisation 123. L'entrée e1 de la porte XOR est connectée au drain du transistor 121, et l'entrée e2 de la porte XOR est connectée d'une part à la borne Sin et d'autre part à la borne val+ par l'intermédiaire d'une résistance de polarisation 125. Le circuit PROP comprend en outre un transistor MOS 127, à canal N dans l'exemple représenté, dont la source (s) est connectée à la borne val-, dont le drain (d) est relié à la borne Sout par l'intermédiaire d'une résistance de polarisation 129, et dont la grille (g) est connectée à la sortie s1 de la porte XOR.

Si la borne Dout est à un niveau logique haut (potentiel supérieur ou égal à celui de la borne d'alimentation haute val+ de l'unité de mesure), le transistor 121 est à l'état ouvert, et l'entrée e1 de la porte XOR est maintenue à l'état bas par la résistance 123. Si la borne Dout est à un niveau logique bas, le transistor 121 est à l'état fermé, et l'entrée e1 de la porte XOR est à l'état haut. Si la borne Sin est à un niveau logique haut (transistor 127 de l'unité de mesure de rang précédent ouvert), l'entrée e2 de la porte XOR est tirée à l'état haut par la résistance 125. Si la borne Sin est à un niveau logique bas (transistor 127 de l'unité de mesure de rang précédent fermé), l'entrée e2 de la porte XOR est à l'état bas. La résistance 129 permet d'éviter que la tension d'entrée de la porte logique de l'unité de mesure de rang supérieur ne devienne négative.

La figure 11 est un schéma électrique d'un autre exemple de réalisation du circuit de propagation PROP de l'unité de mesure MUi de la figure 2.

Dans cet exemple, le circuit de propagation PROP est
5 adapté à mettre en oeuvre une fonction de type NON ET.

Le circuit de propagation PROP comprend deux transistors MOS 131 et 133, à canal N dans l'exemple représenté. Le transistor 131 a sa source (s) connectée à la borne d'alimentation basse val- de l'unité de mesure, sa grille (g) connectée à la borne Dout, et
10 son drain (d) connecté à la source (s) du transistor 133. Le transistor 133 a sa grille (g) connectée à la borne Sin et son drain (d) connecté à la borne Sout. Le circuit PROP comprend en outre une résistance 135 reliant la borne Sin à la borne d'alimentation haute val+ de l'unité de mesure.

15 La sortie Sout est à l'état bas uniquement lorsque les transistors 131 et 133 sont fermés, c'est-à-dire lorsque les bornes Dout et Sin sont à l'état haut. Le montage de la figure 11 réalise donc bien une fonction NON ET. Ce montage est compatible avec un fonctionnement dans lequel le potentiel de la borne Dout dépasse, à l'état haut, le potentiel de la borne d'alimentation
20 haute val+. De plus, ce montage est compatible avec un fonctionnement dans lequel le potentiel de la borne Sin, à l'état bas, est inférieur au potentiel de la borne d'alimentation basse val-.

25 Le fonctionnement du circuit PROP de la figure 11 est le suivant. Lorsque la borne Dout est à l'état haut (état par défaut dans cet exemple), la valeur complémentée du signal présent sur la borne Sin est directement reproduite sur la borne Sout. Il y a donc propagation immédiate des changements d'état se
30 produisant dans les unités de mesure précédentes. Lorsque le délai de l'unité de mesure courante est déclenché, c'est-à-dire lorsque l'entrée Din passe à l'état bas dans cet exemple, l'entrée Sin est mise à l'état haut (la sortie Sout est alors à l'état bas). En pratique, on peut pour cela appliquer un front montant sur
35 l'entrée Sin de la première unité de mesure de la chaîne pendant

que l'on applique un front descendant sur l'entrée Din de cette même première unité de mesure. Lorsque le délai est écoulé, la sortie Dout passe à l'état bas, entraînant l'ouverture du transistor 131. La sortie Sout passe alors à l'état haut. Ensuite, la sortie Dout étant à l'état bas, la sortie Sout reste maintenue à l'état haut. Les changements d'état ne sont alors plus transmis par l'unité de mesure jusqu'à la prochaine réinitialisation.

La figure 12 est un schéma électrique d'un autre exemple de réalisation du circuit de propagation PROP de l'unité de mesure MUi de la figure 2.

Dans cet exemple, le circuit de propagation PROP est adapté à générer une impulsion de tension sur la borne Sout à la fin du délai fixé par le circuit de mesure MES, et à propager sans délai les impulsions de tension générées sur les bornes Sout des unités de mesure de rang précédent dans la chaîne d'unités de mesure. Dans cet exemple, le potentiel de la borne Sout est par défaut à l'état bas, et est mis brièvement à l'état haut lors des impulsions.

Le circuit PROP comprend une diode 141 dont l'anode est connectée à la borne Dout et dont la cathode est connectée à la borne Sout, un condensateur de liaison 143 dont une première électrode est connectée à la borne Sout et dont la deuxième électrode est connectée à la borne Sin, et une résistance 145 dont une première extrémité est connectée à la borne Sout et dont la deuxième extrémité est connectée à la borne val-.

Par défaut, les bornes Dout et Sout sont sensiblement au même potentiel que la borne d'alimentation basse val-. Lorsqu'un front montant est appliqué sur la borne Dout, la diode 141 devient passante et le front montant est reproduit sur la borne Sout. Ce front montant est en outre reproduit sur la borne Sin par l'intermédiaire du condensateur de liaison 143. En pratique, ce front montant est répercuté sur toutes les bornes Sin et Sout de la chaîne d'unités de mesure, par l'intermédiaire des condensateurs de liaison 143. Ainsi, lorsqu'un front montant est appliqué sur la borne de sortie Dout de l'une des unités de

mesure, toutes les unités de mesure voient apparaître une surtension sur leurs bornes Sin et Sout. Cette surtension est temporaire, et, dans chaque unité de mesure, le potentiel de la borne Sout est rapidement ramené soit au potentiel de la borne d'alimentation basse val- de l'unité de mesure par l'intermédiaire de la résistance 145 si la borne Dout est à l'état bas, soit au potentiel de la borne Dout par l'intermédiaire de la diode 141 si la borne Dout est à l'état haut.

La figure 13 est un schéma électrique d'une variante de réalisation du circuit de propagation PROP de la figure 12. Dans cet exemple, le potentiel de la borne Sout est par défaut à l'état haut, et est mis brièvement à l'état bas lors des impulsions.

Le circuit PROP de la figure 13 comprend les mêmes éléments que le circuit PROP de la figure 12, mais, dans l'exemple de la figure 13, la diode 141 a son anode connectée à la borne Sout, et sa cathode connectée à la borne Dout, et la résistance 145 relie la borne Sout à la borne d'alimentation haute val+ de l'unité de mesure.

Des modes de réalisation particuliers ont été décrits. Diverses variantes et modifications apparaîtront à l'homme de l'art. En particulier, les modes de réalisation décrits ne se limitent pas aux exemples de réalisation des circuits de mesure MES et de propagation PROP décrits en relation avec les figures 5 à 13.

En outre, les modes de réalisation décrits ne se limitent pas à l'exemple particulier représenté en figure 1, dans lequel les cellules sous surveillance sont connectées en série. En pratique, le dispositif de gestion décrit fonctionne quel que soit le schéma d'interconnexion des cellules sous surveillance.

En outre, les modes de réalisation décrits peuvent être adaptés à d'autres types d'assemblage que des batteries. A titre d'exemple, les modes de réalisation décrits peuvent être mis en oeuvre dans un assemblage de type panneau photovoltaïque, les

cellules sous surveillance étant alors des cellules photovoltaïques reliées en série et/ou en parallèle entre des bornes de fourniture de tension.

A titre de variante, comme l'illustre schématiquement la figure 14, les modes de réalisation décrits peuvent être mis en oeuvre dans un assemblage de type pile à combustible comportant un empilement de cellules élémentaires cell1, cell2, ... cellN connectées en série. Les cellules sous surveillance sont alors les cellules élémentaires de la pile à combustible. Dans ce cas, les unités de mesure MU1, MU2, ... MUN du dispositif de gestion peuvent être réalisées sous la forme de cartes de circuit imprimé, chaque carte de circuit imprimé correspondant à une unité de mesure. Chaque carte de circuit imprimé peut être disposée sensiblement dans le même plan moyen que la cellule à laquelle elle est associée, et être montée solidaire de la cellule à laquelle elle est associée. Les différentes cartes de circuit imprimé peuvent être empilées sensiblement dans le même ordre que les cellules de la pile à combustible. Des éléments de connexion électriques, par exemple des lames à ressort, peuvent être disposés sur les faces inférieure et supérieure de chaque unité de mesure pour former les bornes de connexion Din, Sin, Dout et Sout, de façon que la liaison en chaîne des unités de mesure MU_i ne nécessite pas de câbles intermédiaires entre deux unités de mesure successives. A titre de variante, comme l'illustre schématiquement la figure 15, pour protéger les cartes électroniques contre les chocs, ces dernières peuvent être intégrées au sein même de la pile à combustible dans une cavité 151 traversant l'ensemble des cellules de la pile à combustible et étanchéifiée par un joint périphérique 153 disposé au niveau de chaque cellule, entre les plaques conductrices formant les collecteurs de courant de chacune d'elles.

Par ailleurs, les modes de réalisation décrits peuvent être adaptés à un dispositif de gestion mesurant plusieurs paramètres physiques par cellule. Dans ce cas, plusieurs unités de mesure reliées en chaîne peuvent être associées à chaque

cellule de stockage ou de production d'énergie électrique, ces cellules pouvant éventuellement partager un même circuit de propagation adapté pour recevoir les signaux fournis par les bornes de sortie Dout des différentes unités de mesure associées
5 à la cellule.

Dans les modes de réalisation décrits, les cellules surveillées par les unités de mesure peuvent être des cellules élémentaires de l'assemblage, ou des groupes de plusieurs cellules élémentaires connectées en série et/ou en parallèle. A titre
10 d'exemple, dans le cas d'un panneau de production d'énergie photovoltaïque, les cellules surveillées peuvent être des groupes de plusieurs cellules photovoltaïques élémentaires, afin de limiter le nombre d'unités de mesure équipant le panneau.

Par ailleurs, on notera que dans les exemples décrits
15 en relation avec les figures 5 à 9, le comparateur CMP peut être un simple transistor dont le seuil de basculement est fixé par la tension appliquée sur sa borne de commande en ouverture et en fermeture (grille ou base).

REVENDEICATIONS

1. Assemblage (100) comportant :

une pluralité de cellules (C1, C2, C3, C4) de stockage et/ou de production d'énergie électrique connectées en série et/ou en parallèle entre des première (V-) et deuxième (V+) bornes de
5 fourniture d'une tension ; et

un dispositif de gestion (101) comportant une pluralité d'unités de mesure (MU1, MU2, MU3, MU4) associées respectivement aux différentes cellules de l'assemblage, chaque unité de mesure (MU_i) comportant des première (Din) et deuxième (Dout) bornes et
10 un circuit de mesure (MES) adapté à transmettre sur la deuxième borne (Dout) un changement d'état d'un signal appliqué sur la première borne (Din), avec un retard dépendant d'un paramètre physique de la cellule qui lui est associée,

dans lequel les unités de mesure (MU1, MU2, MU3, MU4)
15 sont reliées en chaîne de sorte que chaque unité de mesure (MU_i), à l'exception de la première de la chaîne, ait sa première borne (Din) reliée à la deuxième borne (Dout) de l'unité de mesure de rang précédent dans la chaîne, et dans lequel chaque unité de mesure (MU_i) comporte en outre des troisième (Sin) et quatrième
20 (Sout) bornes et un circuit de propagation (PROP) adapté à transmettre sans retard sur la quatrième borne (Sout) un changement d'état d'un signal appliqué sur la troisième borne (Sin) ou sur la deuxième borne (Dout).

2. Assemblage (100) selon la revendication 1, dans
25 lequel, dans chaque unité de mesure (MU_i), le circuit de propagation (PROP) est adapté à fournir sur la quatrième borne (Sout) un signal de sortie correspondant à un OU EXCLUSIF des signaux appliqués sur les troisième (Sin) et deuxième (Dout) bornes.

30 3. Assemblage (100) selon la revendication 1, dans lequel, dans chaque unité de mesure (MU_i), le circuit de propagation (PROP) est adapté à fournir sur la quatrième borne (Sout) un signal de sortie correspondant à un NON ET des signaux appliqués sur les troisième (Sin) et deuxième (Dout) bornes.

4. Assemblage (100) selon la revendication 1, dans lequel, dans chaque unité de mesure (MUi), le circuit de propagation (PROP) est adapté à générer une impulsion sur la quatrième borne (Sout) lors d'un changement d'état du signal appliqué sur la troisième borne (Sin) ou sur la deuxième borne (Dout).

5. Assemblage (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel chaque unité de mesure (MUi), à l'exception de la première de la chaîne, a sa troisième borne (Sin) reliée à la quatrième borne (Sout) de l'unité de mesure de rang précédent dans la chaîne.

6. Assemblage (100) selon la revendication 5, dans lequel le dispositif de gestion (101) comporte en outre un circuit de contrôle (103) relié aux première (Din) et troisième (Sin) bornes de la première unité de mesure (MU1) de la chaîne, et à la quatrième borne (Sout) de la dernière unité de mesure (MU4) de la chaîne.

7. Assemblage (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel, dans chaque unité de mesure (MUi), le circuit de mesure (MES) comprend une résistance (R) et un condensateur (C) formant un circuit RC, au moins un interrupteur (SW1, SW2) de réinitialisation du circuit RC dont la grille de commande est reliée à la première borne (Din) de l'unité de mesure, et un comparateur (CMP) dont l'entrée est reliée à une électrode du condensateur (C) et dont la sortie est reliée à la deuxième borne (Dout) de l'unité de mesure.

8. Assemblage (100) selon la revendication 7, comportant au moins une capacité de liaison (Cl) entre la première borne (Din) de l'unité de mesure et la grille de commande dudit au moins un interrupteur (SW1, SW2).

9. Assemblage (100) selon la revendication 7, dans lequel, dans chaque unité de mesure (MUi), le comparateur (CMP) est de type à drain ouvert ou à collecteur ouvert.

10. Assemblage (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel :

chaque unité de mesure (MUi) est une carte de circuit imprimé, les première (Din) et troisième (Sin) bornes de l'unité de mesure étant disposées sur une première face de la carte de circuit imprimé, et les deuxième (Dout) et quatrième (Sout) bornes de l'unité de mesure étant disposées sur une deuxième face de la carte de circuit imprimé, respectivement en regard des première (Din) et troisième (Sin) bornes ; et

les unités de mesure (MUi) sont empilées de façon que chaque unité de mesure, à l'exception de la première de l'empilement, ait ses première (Din) et troisième (Sin) bornes en contact respectivement avec les deuxième (Dout) et quatrième (Sout) bornes de l'unité de mesure de rang précédent dans l'empilement.

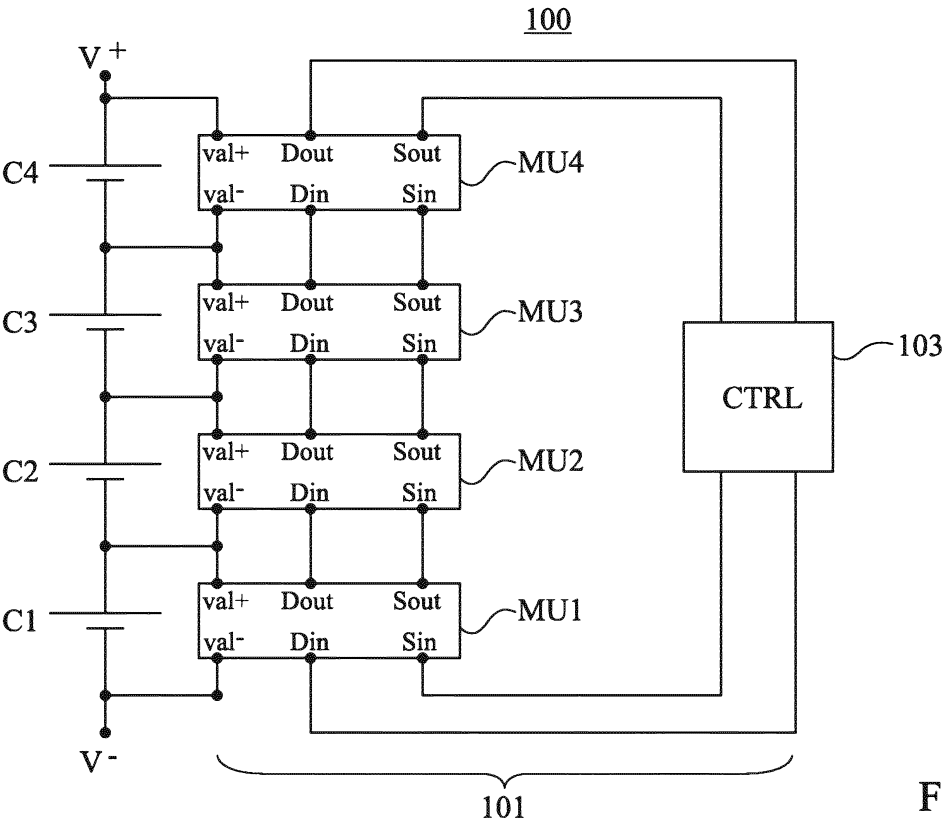


Fig 1

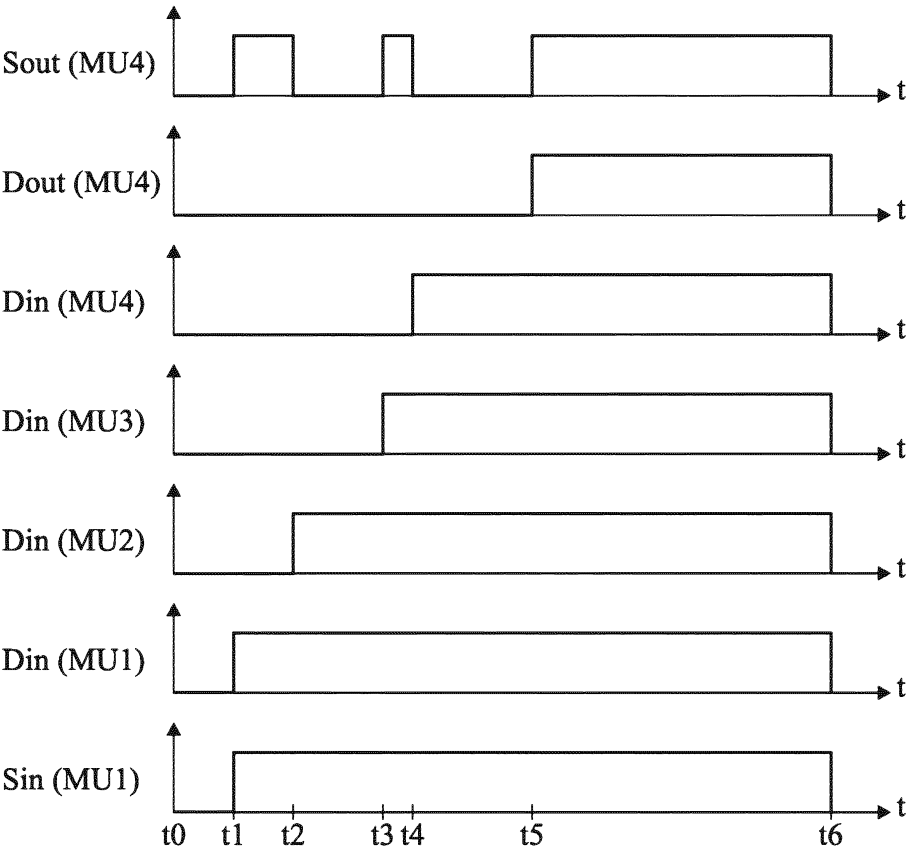


Fig 3

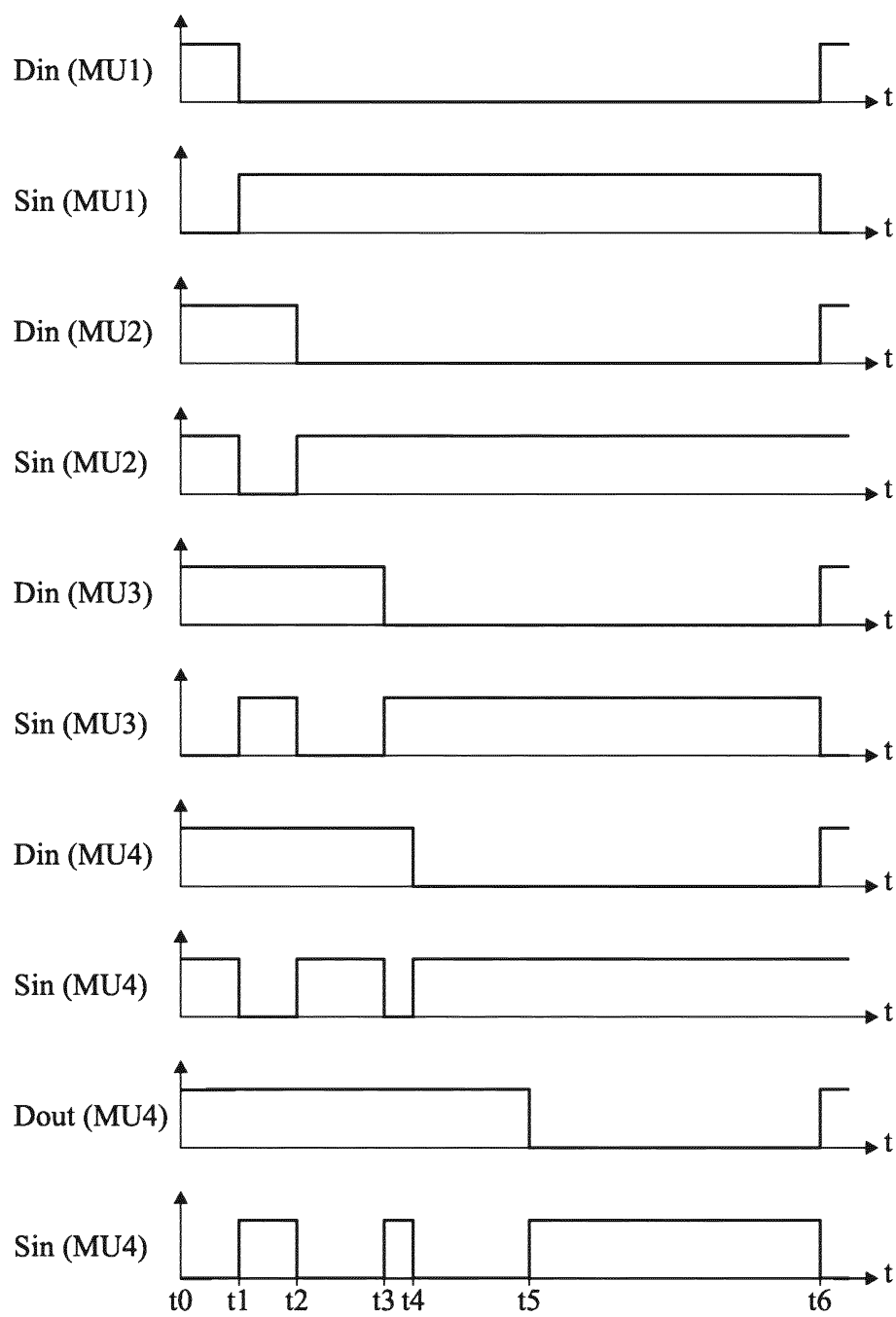
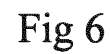
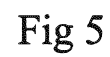
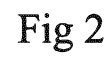
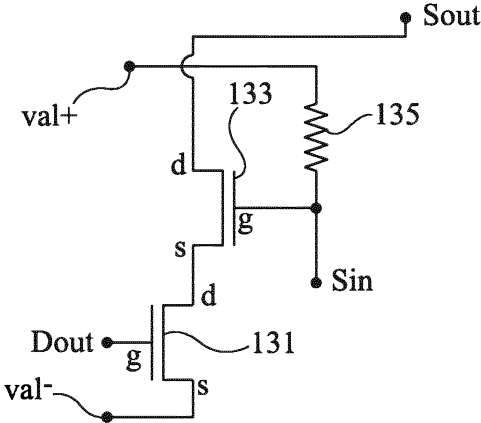
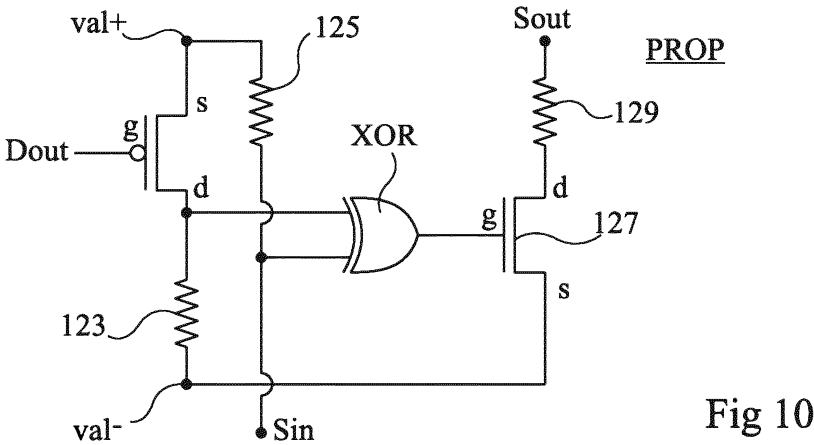
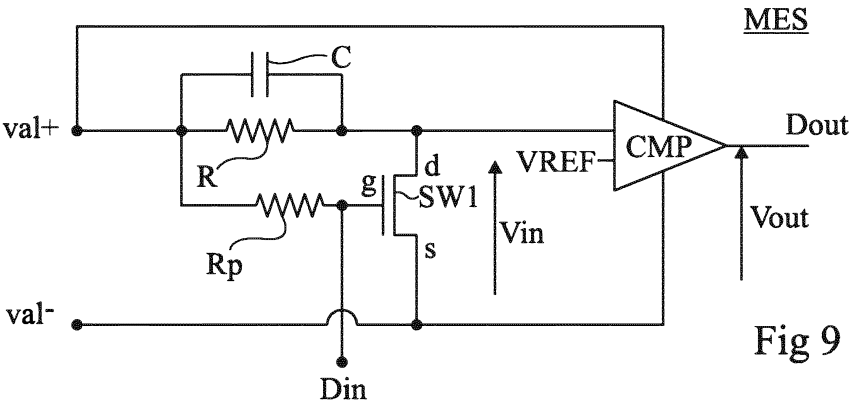
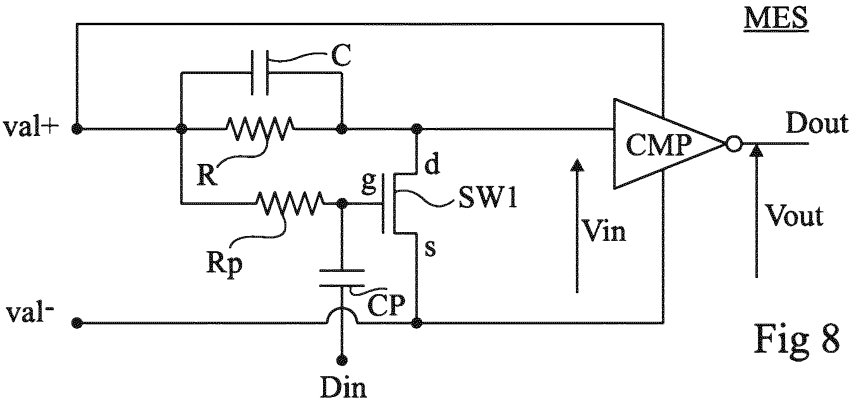


Fig 4





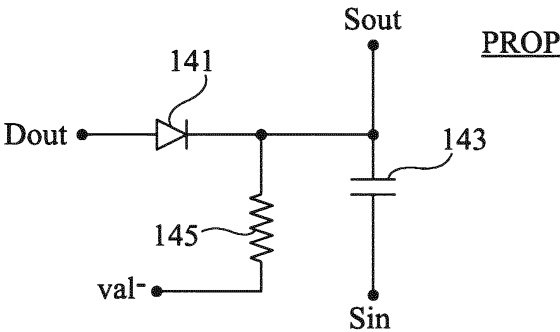


Fig 12

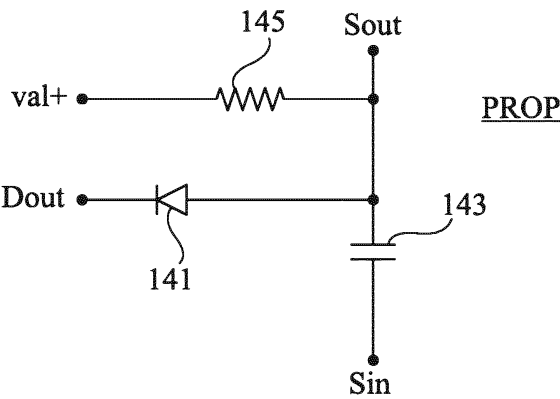


Fig 13

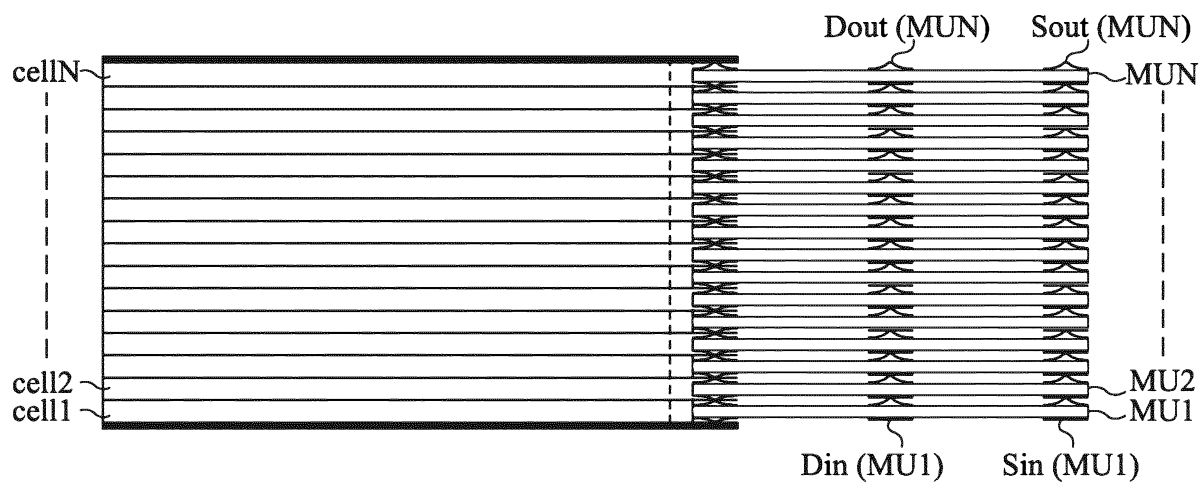


Fig 14

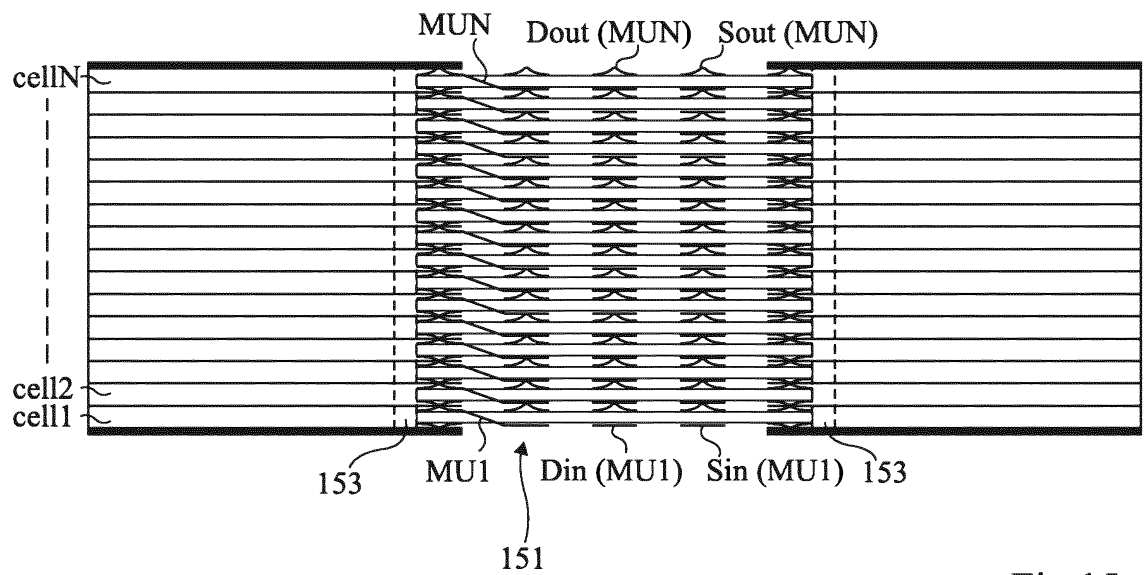


Fig 15

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☐ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

US 2013/265058 A1 (DANNER JEFFREY DAVID [US]) 10 octobre 2013 (2013-10-10)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

US 2011/025270 A1 (NAKANISHI TOSHIAKI [JP]) 3 février 2011 (2011-02-03)

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT