

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 19.09.14.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 25.03.16 Bulletin 16/12.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : LEDIXIS Société par actions simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : LAVOLEE BRUNO.

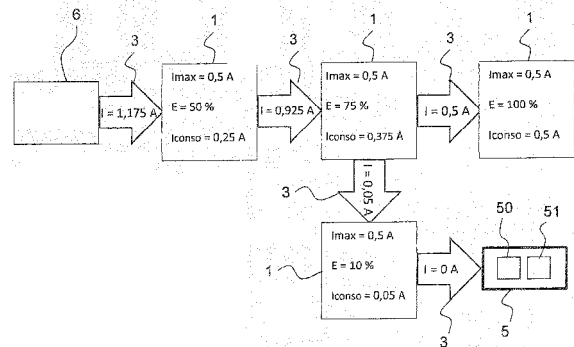
73 Titulaire(s) : LEDIXIS Société par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : LEGI LC.

54 **SYSTEME D'ECLAIRAGE MODULAIRE COMPRENANT UN ENSEMBLE DE MODULES D'ECLAIRAGE ET UN MODULE DE COMMANDE APTE A GERER UNE INTENSITE LIMITE DES MODULES D'ECLAIRAGE.**

57 L'invention concerne un système d'éclairage modulaire, comprenant une série de N modules d'éclairage (1) présentant au moins une unité électroluminescente commandée selon une instruction d'éclairage de E %, chaque module d'éclairage présentant au moins un connecteur (3) enfichable susceptible d'assurer une liaison électrique et mécanique, chaque connecteur comprenant une paire de contacts (30) chacun prévu pour supporter un courant admissible d'une intensité I_{limit}, le système comprenant au moins un module de commande (5) comprenant :

- des moyens d'acquisition (50) du nombre N de modules d'éclairage et de l'intensité I_{conso} ;
- un calculateur (51) paramétré pour :
- autoriser l'alimentation électrique des modules d'éclairage selon l'instruction d'éclairage de E % si la somme des intensités I_{conso} consommées par les N modules d'éclairage est inférieure ou égale à I_{limit} ;
- réduire E d'au moins certains modules d'éclairage si la somme des intensités I_{conso} consommées par les N modules d'éclairage est supérieure à I_{limit}.



Système d'éclairage modulaire comprenant un ensemble de modules d'éclairage et un module de commande apte à gérer une intensité limite des modules d'éclairage.

Le domaine de l'invention est celui de la conception et de la
5 fabrication de modules d'éclairage à source électroluminescente (LED, OLED, ...) et des systèmes d'éclairage obtenus à l'aide de ces modules. Plus précisément, l'invention concerne une technique d'assemblage de modules d'éclairage à LED couplés entre eux notamment à l'aide de connecteurs enfichable.

10 Dans le domaine de l'invention, le concept de la modularité d'un système d'éclairage, en particulier à LED, est désormais bien connu pour les avantages qu'il procure, et notamment :

- facilité de transport et de stockage ;
- possibilité d'assemblages multiples ;
- 15 - maîtrise des coûts ;
- personnalisation ;
- ...

Clairement, les solutions d'éclairage dites modulaires permettent aux utilisateurs de composer un dispositif d'éclairage en fonction des
20 besoins, ce qui permet, lors de déplacements, de n'emporter que le matériel nécessaire, conduisant à limiter l'encombrement et le poids du matériel transporté. En d'autres termes, ces systèmes d'éclairage modulaire offrent la possibilité aux utilisateurs de créer des dispositifs d'éclairage unique, personnalisés en fonction des besoins en lumière,
25 des budgets et des contraintes de place.

Toutefois, si la modularité de ces systèmes offre de nombreux avantages, elle impose également certaines contraintes.

En effet, il est certes possible d'interconnecter un grand nombre de modules entre eux, mais il n'est pas pour autant possible de tous les
30 allumer à leur niveau d'intensité lumineuse maximale.

Ceci est dû à deux facteurs.

En premier lieu, un facteur limitant réside dans la puissance maximale que peut fournir l'alimentation du système d'éclairage. En effet, si la puissance électrique demandée par le système d'éclairage modulaire est supérieure à la puissance que la source d'alimentation électrique peut fournir, le système d'éclairage ne peut fonctionner
5 correctement car l'alimentation est surchargée et ne peut donc fournir la puissance demandée. A titre d'exemple, dans une configuration comprenant vingt modules d'éclairage consommant chacun 500 mA et alimentés par une source électrique fournissant au maximum 5 A (ce qui
10 conduit par conséquent à une intensité totale de 10 A), le courant électrique requis pour une intensité lumineuse maximale des modules d'éclairage sera de $20 \times 500 \text{ mA}$ soit 10 A. Or, dans l'hypothèse selon laquelle la source d'alimentation est limitée à 5 A, les modules électroluminescents du système d'éclairage ne sont pas alimentés
15 correctement, et la tension d'alimentation risque de fortement chuter, produisant un mauvais fonctionnement du système d'éclairage.

Un deuxième facteur limitant réside dans le courant maximal pouvant circuler dans les contacts des connecteurs assurant les liaisons mécaniques électriques des modules d'éclairage entre eux. En effet, le
20 courant électrique requis par le système d'éclairage modulaire peut être supérieur au courant admissible que les contacts des connecteurs enfichables peuvent supporter. Dans ce cas, l'intensité excessive du courant peut engendrer un échauffement des contacts au point de les endommager, ce qui bien entendu conduit à un mauvais fonctionnement
25 du système d'éclairage et/ou à la détérioration irréversible des modules d'éclairage.

Selon un exemple de configuration dans laquelle le système d'éclairage comprend 40 modules d'éclairage consommant chacun une intensité maximale de 500 mA, ce qui conduit pour des instructions
30 d'éclairage de 100 % des modules à une intensité totale consommée de 20 A. Dans l'hypothèse selon laquelle le courant pouvant être transmis par les contacts des connecteurs est de 2 (contacts) \times 5 A, soit 10 A, le

courant maximal consommé par l'ensemble des modules d'éclairage du système d'éclairage est par conséquent supérieur de 10 A au courant admissible par la paire de contacts des connecteurs enfichables. Ces connecteurs vont par conséquent s'échauffer jusqu'à éventuellement brûler. Bien évidemment, les modules d'éclairage ne seront plus
5 alimentés correctement et la tension d'alimentation va fortement baisser, conduisant à un mauvais fonctionnement du système d'éclairage.

L'invention a notamment pour objectif de pallier ces inconvénients de l'art antérieur.

10 Plus précisément, l'invention a pour objectif de proposer un système d'éclairage modulaire qui permette d'éviter la dégradation des contacts des connecteurs enfichables, en particulier au fur et à mesure des ajouts de modules d'éclairage pour étendre la surface lumineuse du système d'éclairage.

15 L'invention a également pour objectif de fournir un tel système d'éclairage modulaire qui évite les baisses de tension susceptibles d'engendrer des mauvais fonctionnements des modules d'éclairage, en particulier au fur et à mesure des ajouts de modules dans le système en vue d'étendre sa surface lumineuse.

20 Ces objectifs, ainsi que d'autres qui apparaîtront par la suite, sont atteints grâce à l'invention qui a pour objet un système d'éclairage modulaire, du type comprenant un ensemble de N modules d'éclairage présentant au moins une unité électroluminescente commandée selon une instruction d'éclairage de E %, chaque module d'éclairage
25 présentant au moins un connecteur enfichable susceptible d'assurer une liaison électrique et mécanique, chaque connecteur comprenant une paire de contacts chacun prévu pour supporter un courant admissible d'une intensité I_{limit} , chaque module d'éclairage consommant une intensité I_{conso} , le système comprenant au moins un module de
30 commande et de contrôle susceptible d'être relié à une source d'alimentation électrique délivrant une puissance disponible P, caractérisé en ce que le module de commande comprend :

- des moyens d'acquisition du nombre N de modules d'éclairage présents dans le système et, pour chaque module d'éclairage, de l'intensité I_{conso} ;
- un calculateur paramétré pour :
 - 5 - autoriser l'alimentation électrique des modules d'éclairage selon l'instruction d'éclairage de $E \%$ si la somme des intensités I_{conso} consommées par les N modules d'éclairage est inférieure ou égale à I_{limit} ;
 - 10 - réduire E d'au moins certains modules d'éclairage si la somme des intensités I_{conso} consommées par les N modules d'éclairage est supérieure à I_{limit} .

15 Ainsi, selon l'invention, le module de commande est en mesure d'évaluer la consommation totale du système d'éclairage et, si nécessaire, de modifier les instructions d'éclairage des modules d'éclairage, ou à tout le moins de certains d'entre eux, pour éviter d'atteindre ou de dépasser l'intensité admissible dans les contacts des connecteurs enfichables.

20 En d'autres termes, lorsqu'un utilisateur amène le système d'éclairage dans une configuration telle qu'il engendre un dépassement de la grandeur limitante (l'intensité limite admissible par les contacts des connecteurs), le système, par l'intermédiaire du module de commande, s'adapte de lui-même de la manière la plus optimale possible.

25 Cet avantage de l'invention se traduit également en termes de gestion des baisses de tension excessives susceptibles d'intervenir lorsque l'utilisateur cherche à faire évoluer la configuration du système en ajoutant un certain nombre de modules au système. En effet, là encore, le module de commande va adapter des instructions d'éclairage, de
30 façon à réduire les intensités consommées et donc à préserver la tension résultante de la puissance de l'alimentation.

Selon un premier mode de fonctionnement, le calculateur est paramétré pour déterminer une correction CORR à appliquer de façon homogène à l'instruction d'éclairement de chacun des N modules d'éclairage.

5 Il en résulte alors que toute la surface lumineuse du système d'éclairage est impactée de la même manière par la diminution de l'instruction d'éclairement.

Dans ce cas, le calculateur est paramétré pour déterminer une correction CORR telle que :

10
$$\text{CORR} = I_{\text{limit}} / \sum I_{\text{conso}}$$

De cette façon, la correction est ajustée de façon à conserver un éclairage optimal par rapport aux limites de l'intensité admissible par les contacts des connecteurs enfichables.

Selon un autre mode de réalisation envisageable, le calculateur
15 est paramétré pour déterminer une correction CORR à appliquer de façon différenciée à l'instruction d'éclairement de certains des N modules.

Ainsi, il est possible de définir des modules prioritaires par rapport à d'autres, pour lesquels on conserve éventuellement une instruction
20 d'éclairement supérieure à celle d'autres modules moins prioritaires.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le module de commande comprend des moyens de référencement des positions individuelles et relatives des N modules d'éclairage.

Selon un mode de réalisation préférentiel de l'invention, le
25 système d'éclairage est le suivant.

Les modules d'éclairage sont polygonaux et comprennent :

- au moins trois côtés parmi lesquels au moins deux présentent chacun au moins un connecteur enfichable susceptible d'assurer une liaison mécanique et électrique avec un autre module d'éclairage ou un module de
30 commande ;
- une unité de communication ;

- un identifiant unique.

Le système d'éclairage comprend de plus un module de commande comprenant une unité de communication de base apte à communiquer par l'intermédiaire d'un bus de communication avec l'unité
5 de communication des modules d'éclairage, et chaque côté des modules d'éclairage comprend une entrée numérique et une sortie numérique destinées à communiquer avec respectivement une sortie numérique et une entrée numérique d'un module d'éclairage adjacent ou du module de
10 commande, les sorties logiques étant conçues pour prendre deux niveaux, à savoir un niveau haut correspondant à un module alimenté électriquement et un niveau bas correspondant à un module non alimenté électriquement, le module de commande étant programmé pour :

- interroger chaque module d'éclairage un à un en consultant
15 les niveaux hauts reçus par les entrées logiques de chaque module et,
- recenser les niveaux hauts reçus par l'ensemble des entrées logiques des modules d'éclairage présents dans le système.

20 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation préférentiel de l'invention, et de plusieurs de ses variantes, donnés à titre de simples exemples illustratifs et non limitatifs, et des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 illustre de façon schématique un exemple de
25 module d'éclairage susceptible d'être mis en œuvre dans un système d'éclairage selon l'invention ;
- les figures 2 et 3 sont des représentations schématiques d'un premier exemple de configuration d'un système
30 d'éclairage selon l'invention ;

- la figure 4 est une représentation schématique d'un deuxième exemple de configuration d'un système d'éclairage selon l'invention ;
- 5 - la figure 5 est une représentation schématique d'un troisième exemple de configuration d'un système d'éclairage selon l'invention ;
- la figure 6 est une représentation schématique des contacts des connecteurs enfichables de modules d'éclairage ;
- 10 - la figure 7 est une représentation schématique d'un quatrième exemple de configuration d'un système d'éclairage selon l'invention.

Tel que cela va être expliqué plus en détails par la suite, un système d'éclairage selon l'invention repose sur la mise en œuvre d'une pluralité de modules d'éclairage 1 tel que celui illustré par la figure 1. Un tel module d'éclairage comprend une plaque 2, en l'occurrence
15 métallique, portant au moins une unité électroluminescente commandée. Selon le présent mode de réalisation, la plaque 2 porte une pluralité d'unités électroluminescentes (non représentées). Par la suite de la description, ces unités électroluminescentes peuvent être classiquement
20 des diodes électroluminescentes (LED), l'invention n'étant bien entendu pas limitée à cette technologie.

La plaque 2 est équipée, selon le présent mode de réalisation, des parties constitutives suivantes :

- des circuits de pilotage des LED ;
- 25 - un circuit de contrôle ;
- des circuits de supervision photométrique et colorimétrique;
- des circuits de supervision de la température ;
- des circuits de supervision de la tension d'alimentation ;
- un accéléromètre.

30 De façon classique en soit, les circuits de pilotage des LED, les circuits de contrôle, les circuits de supervision et les LED elles-mêmes sont reliés par les pistes d'un circuit imprimé.

Les diodes électroluminescentes sont montées en face avant du module d'éclairage.

Le module d'éclairage présente une forme générale polygonale (la plaque support étant elle-même de forme polygonale) et présente donc
5 un périmètre présentant au moins trois côtés.

Tel que cela apparaît clairement sur la figure 1, le module d'éclairage selon le mode de réalisation comprend une plaque support de forme carrée, dont chaque côté présente :

- un connecteur 3 d'alimentation électrique ;
- 10 - deux connecteurs de données 4, de part et d'autre du connecteur 3 d'alimentation électrique.

On note que les connecteurs d'alimentation électrique et les connecteurs de données sont des connecteurs enfichables assurant une fonction de liaison mécanique. En outre, l'ensemble des connecteurs est
15 de conception hermaphrodite, et permet d'assurer une liaison de deux modules entre eux soit dans le même plan soit dans deux plans orthogonaux.

De façon générale, les modules d'éclairage présentent au moins trois côtés parmi lesquels deux présentent chacun un connecteur
20 enfichable pour l'alimentation électrique des modules.

En référence aux figures 2 et 3, un système d'éclairage modulaire selon l'invention comprend :

- N modules d'éclairage 1, interconnectés les uns aux autres par l'intermédiaire de connecteurs 3 enfichables, incluant
25 chacun au moins une paire de contacts 30 d'alimentation électrique, chacun prévu pour supporter un courant admissible d'une intensité I_{limit} ;
- au moins un module de commande 5, connecté à un des modules d'éclairage 1 par l'intermédiaire d'un connecteur enfichable ;
- 30 - une source d'alimentation électrique 6, délivrant une puissance disponible P, et fournissant une tension de type

continue et un courant de type continu dont l'intensité peut être variable.

On note qu'on entend par source d'alimentation électrique :

- 5 - soit un module d'alimentation connecté à un module d'éclairage 1, par le biais d'un connecteur de liaison enfichable ;
- soit un convertisseur secteur, connecté à un module d'éclairage 1 par l'intermédiaire d'un connecteur enfichable.

10 Le module de commande est conçu pour permettre à un opérateur d'effectuer des réglages sur les modules d'éclairage, et notamment :

- leur paramétrage en puissance, limitations, ... ;
- réglage de la lumière : température de couleur, intensité lumineuse, effets lumineux spéciaux...

15 La source d'alimentation continue est propagée de module d'éclairage en module d'éclairage par l'intermédiaire des connecteurs enfichables.

Les modules d'éclairage sont du type présentant au moins une unité électroluminescente, et préférentiellement une pluralité d'unités électroluminescentes telles que les LED ou des OLED.

20 Dans un système d'éclairage selon l'invention, le module de commande comprend des moyens d'acquisition du nombre N de modules d'éclairage présents dans le système et pour chaque module d'éclairage, des moyens d'acquisition de l'intensité consommée (I_{conso}).

25 Un tel système d'éclairage entre en fonctionnement normal après une phase d'initialisation durant laquelle le module de commande vérifie les conditions suivantes :

- tous les modules d'éclairage connectés sont de même type (même puissance lumineuse, même plage TCP (température de couleur proximale) ;
- 30 - tous les modules d'éclairage peuvent être adressés indépendamment, permettant des réglages de niveaux lumineux et/ou de TCP différents d'un module à un autre ;

- 5 - le courant maximal consommé par chaque module (I_{max}) est connu (et relève des propriétés intrinsèque à chaque module d'éclairage, la tension étant continue et sa valeur connue, les termes courant maximal et puissance maximale peuvent être substitués) ;
- le nombre de modules d'éclairage connectés est connus ;
- chaque module d'éclairage peut être piloté selon une instruction d'éclairement E comprise entre 0 et 100 % ;
- 10 - pour chaque module d'éclairage, la relation entre l'instruction d'éclairement (0 à 100 %) et l'intensité consommée I_{conso} est connue, et est typiquement la suivante $I_{conso} = I_{max} \times E \%$.

Selon le principe de l'invention, le module de commande comprend en outre un calculateur paramétré pour :

- 15 - autoriser l'alimentation électrique des modules d'éclairage avec l'intensité I_{conso} selon une instruction d'éclairement E prédéterminée si la somme des intensités consommées par les N modules d'éclairage est inférieure ou égale à I_{limit} ;
- réduire les instructions d'éclairement E d'au moins certains modules d'éclairage si la somme des intensités consommées par les N modules est supérieure à I_{limit} .
- 20

Ainsi, dans un premier exemple basé sur la configuration illustrée par la figure 2 dans laquelle le système d'éclairage comprend quatre modules d'éclairage 1, identiques et consommant chacun un courant maximum I_{max} de 0,5 A (consommation directement proportionnelle à l'éclairement), et dans laquelle la grandeur limitante est le courant supporté par les contacts des connecteurs enfichables (dans le cas présent $I_{limit} = 2A$).

On note qu'il est fait l'hypothèse que le courant consommé par le module de commande 5 est considéré comme négligeable.

30

Selon un premier exemple, les modules d'éclairage ont respectivement pour instruction d'éclairage E les valeurs suivantes : 50 %, 75 %, 100 % et 10 %.

Le module de commande connaît alors l'intensité totale I_{total} consommée par le système d'éclairage, à savoir :

$$I_{total} = (0,5 + 0,75 + 1 + 0,1) \times I_{max} = 1,175A.$$

Dans cet exemple, $I_{total} < I_{limit}$. Le fonctionnement normal du système d'éclairage peut être conservé, sans modification des instructions d'éclairage E des modules d'éclairage.

10 Dans la même configuration, si l'utilisateur décide d'allumer tous les modules d'éclairage à 100 % de leur capacité, c'est-à-dire de passer toutes les instructions d'éclairage E à 100 %.

Dans ce cas, le module de commande calcule la nouvelle valeur de l'intensité totale consommée, qui passe alors à 2A.

15 Cette valeur est égale à I_{limit} , et le fonctionnement normal peut toujours être conservé. Toutefois, la limite est atteinte et tout ajout de module entraînera une réduction de la puissance individuelle maximale.

Dans l'hypothèse où l'utilisateur décide d'ajouter un cinquième module d'éclairage, on passe alors à une configuration du système d'éclairage telle que celle illustrée par la figure 3.

Dans cette nouvelle configuration, si l'utilisateur règle le système pour allumer les quatre modules d'éclairage à 100 %, et le cinquième module à 50 %, le courant total consommé, calculé par le module de commande, est alors de 2,25 A.

25 Dans ce cas, l'intensité totale consommée devient supérieure à I_{limit} , ce qui risque, comme indiqué précédemment, d'endommager les contacts 30 des connecteurs 3 enfichables des modules.

Selon le principe de fonctionnement de l'invention, le module de commande adapte alors les réglages des différents modules, et en particulier modifie les instructions d'éclairage E de tout ou partie des modules d'éclairage.

30

Le module de commande peut être paramétré pour maintenir la cohérence initiale souhaitée par l'utilisateur (pour rappel, quatre modules d'éclairage allumés au double de puissance du cinquième module d'éclairage), la correction apportée étant ainsi identique pour tous les
5 modules d'éclairage.

Cette correction CORR est ainsi donnée par la formule suivante :

$$\text{CORR} = I_{\text{limit}} / I_{\text{total consommée}} \times 100 \%$$

Dans l'exemple donné avec les valeurs précédentes, la correction CORR est de 88 % et est appliquée à tous les modules du système.

10 On note que le système d'éclairage peut comprendre un témoin lumineux utilisé pour indiquer à l'utilisateur que le réglage qu'il a commandé n'est plus exactement celui qu'il obtient, étant donné que le système a atteint les limites physiques de fonctionnement (celles des contacts des connecteurs enfichables).

15 Avec la même configuration, dans le cas où l'utilisateur conserve les cinq modules, mais réduit l'intensité lumineuse, alors, il n'est pas possible d'allumer les cinq modules d'éclairage en même temps à 100 %. il est cependant possible de conserver un réseau identique avec une commande inférieure, ce qui montre que la limitation de puissance n'est
20 pas directement liée au nombre de modules, mais à leur consommation en temps réel.

Dans l'exemple de la configuration illustrée par la figure 4, le principe de fonctionnement du système modulaire est basé sur le même développement que celui décrit précédemment mais inclut également la
25 détermination de la répartition géographique des modules d'éclairage. Pour cela, le système d'éclairage comprend des moyens de référencement (52) des positions individuelles et relatives de chacun des N modules d'éclairage, décrits plus en détails par la suite.

Ainsi, en connaissant la position de l'alimentation électrique et
30 celle des modules d'éclairage, le module de commande 5 est capable d'optimiser la répartition de puissance en déterminant les différents chemins empruntés par le courant.

Dans un tel système, le module de commande définit les positions des modules sur deux axes définissant chacun une dimension, tels qu'illustrés par la figure 5.

On note que dans une telle configuration, la solution proposée par ce mode de réalisation est conçue de telle sorte que :

- elle est applicable quelle que soit l'orientation des modules d'éclairage tel que cela va être expliqué en détail par la suite ;
- elle est présentée pour des modules de forme carrée ou rectangulaire, en étant toutefois applicable à tout module de forme polygonale ;
- elle fonctionne tant pour des cartographies en deux dimensions que pour des cartographies en trois dimensions.

Selon le principe de ce mode de réalisation, chaque module d'éclairage ou de commande est de forme carrée ou rectangulaire et a ses côtés C identifiés par un nom, par exemple « haut », « droite », « bas », « gauche » ou « nord » (pour le côté « haut »), « est », (pour le côté « droite »), « sud » (pour le côté « bas »), « ouest » (pour le côté « gauche »).

Les connecteurs enfichables permettant de relier les modules d'éclairage entre eux ou le module de commande à un module d'éclairage sont identiques quel que soit le côté. Chaque module présente au moins deux de ses côtés pourvus de connecteurs enfichables.

En pratique, les connecteurs enfichables possèdent chacun quatre contacts, avec les signaux électriques affectés de la façon suivante :

- M-BUS (Mesh bus) : bus de communication bidirectionnel maillé, de type différentiel (RS455) (assurant une meilleure immunité aux parasites), permettant un débit minimum de 250Kbps et de transmettre des consignes de commande du module de commande aux modules d'éclairage, ainsi que

des remontées d'information des modules d'éclairage vers le module de commande ;

- 5 - Discovery_IN : entrée numérique de type CMOS dont le niveau haut est fixé à VCC (3V) et le niveau bas à GND (0V), ce signal permettant de détecter la connexion d'un module voisin sur au moins un des connecteurs enfichable, le signal étant à l'état haut pour indiquer qu'un module voisin est connecté et à l'état bas pour indiquer qu'aucun module d'éclairage voisin n'est connecté ;
- 10 - Discovery_OUT : sortie numérique de type CMOS dont le niveau haut est fixé à VCC (3V) et le niveau bas à GND (0V), ce signal permettant d'indiquer la présence au module d'éclairage voisin ;
- 15 - VCC + GND : dans le cas où tous les modules sont alimentés par un même étage de puissance, la tension d'alimentation doit être transmise de module en module.

Dans un tel système, les modules d'éclairage comprennent chacun une unité de communication 10 et le module de commande comprend une unité de communication de base 53 apte à communiquer, 20 par l'intermédiaire du bus de communication 7, avec l'unité de communication des modules d'éclairage.

L'entrée numérique d'un premier module d'éclairage est donc destinée à être reliée à la sortie numérique d'un deuxième module d'éclairage adjacent (c'est-à-dire par couplé directement par 25 l'intermédiaire de leur connecteur enfichable) au premier module d'éclairage, tandis que la sortie numérique du premier module d'éclairage est destinée à être reliée à l'entrée numérique du deuxième module d'éclairage adjacent.

L'interconnexion des signaux en deux modules est réalisée telle 30 qu'illustrée par la figure 6.

Avec les signaux indiqués précédemment, on retrouve donc, pour un module d'éclairage de forme carrée (ou plus généralement ploygonale), les signaux suivants :

- 5 - Discovery_IN haut, Discovery_IN droite, Discovery_IN bas et Discovery_IN gauche ;
- Discovery_OUT haut, Discovery_OUT droite, Discovery_OUT bas et Discovery_OUT gauche.

Par ailleurs, chaque module d'éclairage du système possède un module d'identification unique, fournit par un composant de type SSN (Silicon Serial Number), utilisé pour l'adressage sur le bus maillé. Ainsi, un module d'éclairage interprète un message uniquement s'il a été reçu en « broadcast » (en mode multi diffusion) ou en « unicast » (en mode point à point), et s'il contient son identifiant unique (ID) ou l'adresse logique qui lui a été affectée une fois que la cartographie a bien été
15 réalisée.

Selon le fonctionnement d'un tel système d'éclairage, les modules d'éclairage sont considérés comme des éléments passifs car ils ne prennent que très peu d'initiative. Les modules d'éclairage réalisent des taches qui sont :

- 20 - soit déclenchées par la réception de commande sur le bus de communication 7 maillé (par exemple le module de commande 5 pilote l'allumage des unités électroluminescentes) ;
- soit réalisées périodiquement afin de contrôler l'état du
25 système (monitoring de la température, de la tension d'alimentation, connexion/déconnexion d'un module adjacent...) selon une périodicité prédéterminée.

Lorsqu'un module d'éclairage est mis sous tension, il indique automatiquement à tous les modules d'éclairage adjacents sa présence, en plaçant la broche correspondante à la sortie numérique
30 Discovery_OUT de chacun de ses côtés à un niveau logique haut. Parallèlement, un module d'éclairage est capable de reconnaître la

présence de modules d'éclairage adjacents sur ses côtés en temps réel, en détectant un état haut sur ses entrées numériques Discovery_IN.

En revanche, un module d'éclairage n'a pas de notion de son orientation dans le système. Ainsi, selon la configuration illustrée par la figure 5, si le module d'éclairage N°2 détecte un module d'éclairage adjacent sur sa droite, d'un point de vue du système, ce module d'éclairage adjacent est placé en haut.

Le module de commande procède quant à lui de la manière suivante pour compter et cartographier les modules d'éclairage présents dans le système d'éclairage :

- il associe à un premier module d'éclairage (en l'occurrence le module N°1 avec lequel il est connecté par l'intermédiaire d'un connecteur enfichable) la position (0,0) dans le système et enregistre ce premier module d'éclairage ;
- il interroge via le bus maillé à ce premier module sur quel(s) côté(s) des modules d'éclairage adjacents sont connectés :
 - si le module d'éclairage est couplé à un module d'éclairage adjacent haut, alors le module d'éclairage adjacent est associé à la position (0, -1) et le module d'éclairage est enregistré en mémoire tel que décrit plus en détails par la suite ;
 - si le module d'éclairage est couplé à un module d'éclairage adjacent à droite, alors ce module d'éclairage adjacent est associé à la position (1, 0) et le module d'éclairage est enregistré en mémoire tel que décrit plus en détails par la suite ;
 - si le module d'éclairage est couplé à un module d'éclairage adjacent bas, alors ce module d'éclairage adjacent est associé à la position (0, 1) et le module d'éclairage est

- enregistré en mémoire tel que décrit plus en détails par la suite ;
- si le module d'éclairage est couplé à un module d'éclairage adjacent à gauche, alors ce module d'éclairage adjacent est associé à la position (-1, 0) et le module d'éclairage est enregistré en mémoire tel que décrit plus en détails par la suite ;
 - le module de commande consulte ensuite chacun des modules d'éclairage qu'il vient d'identifier, par l'intermédiaire du bus maillé, pour savoir sur quel côté il est relié avec des modules d'éclairage adjacents ;
 - selon une méthode similaire à celle effectuée avec le premier module, les positions des modules d'éclairage adjacents sont affectés en fonction de la position du module d'éclairage consulté, et les nouveaux modules d'éclairage identifiés sont enregistrés ;
 - le module de commande effectue les deux tâches précédentes jusqu'à ce qu'il ne trouve plus aucun nouveau module d'éclairage connecté ;
 - optionnellement, afin de ne conserver que des positions (X, Y) positives, le module de commande peut recalculer les positions de chaque module d'éclairage, en fonction des positions extrêmes détectées.
- 25 Selon ce procédé, le module de commande est donc programmé pour recenser les niveaux hauts reçus par l'ensemble des entrées logiques des modules d'éclairage présents dans le système.
- Par ailleurs, le module de commande est aussi programmé pour dialoguer avec chacun des modules d'éclairage présents dans le système pour collecter leur identifiant unique, ceci en vue de les interroger ou de les piloter individuellement, par le biais d'une adresse

logique que le module de commande aura donné à chaque module lumineux.

La phase de recensement des modules d'éclairage permet au module de commande d'obtenir cet identifiant, mais également d'autres
5 informations techniques sur les modules. En pratique, le module de commande est capable de dialoguer avec les modules d'éclairage durant la phase de recensement afin d'obtenir les identifiants uniques et les informations de positionnement « géographique ».

Pour permettre cette communication, le module de commande est
10 programmé pour cibler un module d'éclairage à interroger et pour lui transmettre une autorisation à répondre éphémère active pendant une période de l'ordre de quelques millisecondes.

Le processus est le suivant.

Le module d'éclairage ciblé reçoit sur l'entrée numérique
15 Discovery_IN un signal impulsionnel dont la durée est de quelques millisecondes : ce signal est appelé « autorisation de réponse à la commande de recensement (découverte) », noté par la suite « autorisation de réponse », sachant que dans le système d'éclairage, un seul module d'éclairage est autorisé à répondre afin d'éviter les collisions
20 sur le bus de communication maillé.

Le signal impulsionnel peut être émis par le module de commande ou un module d'éclairage adjacent ayant reçu une commande spécifique (d'émission de signal impulsionnel) par un module de commande. Le module de commande est toujours à l'initiative, et cible le module
25 d'éclairage pour lui donner l'autorisation à répondre à une commande en broadcast.

A réception de ce signal, le module d'éclairage est autorisé à répondre à une éventuelle requête émise en broadcast (c'est-à-dire à l'ensemble du système sans adresse spécifique) par le module de
30 commande sur le bus de communication maillé. La requête attendue est appelée « commande de recensement (découverte) », et est émise dans une fenêtre de quelques millisecondes.

Le module d'éclairage interrogé par le module de commande (par une commande recensement), autorisé à répondre, émet sur le bus de communication maillé, une trame de données contenant les informations suivantes :

- 5 - son identifiant unique du module d'éclairage ;
- le nom de côté (C) par lequel il a reçu l'autorisation de réponse.

En utilisant cette « autorisation de réponse » par signal impulsionnel couplé à une « commande de recensement » envoyé sur le
10 bus de communication maillé en broadcast, il est alors possible d'adresser un seul et unique module d'éclairage. Comme le module d'éclairage retourne son identifiant unique, le module de commande est ensuite en mesure de l'adresser directement sur le bus maillé.

La durée pendant laquelle la durée d'autorisation de réponse est
15 valide est limitée dans le temps. Cette durée est de quelques millisecondes après la réception d'une « autorisation à répondre ». A l'expiration de cette durée, l'autorisation à répondre a expiré, le module d'éclairage n'est plus autorisé à répondre. Il est également possible d'annuler la validité de cette autorisation grâce à une commande
20 spécifique reçue sur le bus maillé.

En utilisant les quatre contacts des connecteurs enfichables tel que listés précédemment, on attribue une double fonction aux contacts de l'entrée numérique Discovery_IN et de la sortie numérique Discovery_OUT. Ainsi, la sortie numérique Discovery_OUT passe au
25 niveau logique haut pour indiquer la présence d'un module d'éclairage à son voisin et transmet une autorisation de réponse en générant une impulsion de quelques millisecondes.

L'entrée numérique Discovery_IN est quant à elle capable de dissocier trois cas, à savoir :

- 30 - au niveau logique bas : pas de voisin ;
- au niveau logique haut : présence d'un voisin ;

- détection d'un pulse : présence d'un voisin + réception d'une autorisation de réponse.

L'autorisation de réponse permet également de déterminer l'orientation des modules d'éclairage. La référence du système correspond à l'orientation du module de commande. En effet, le module de commande décide sur quel côté du module d'éclairage une autorisation est émise. Le module d'éclairage retourne une information au module de commande en précisant le côté sur lequel il a reçu cette autorisation. A partir de ces deux informations, l'orientation d'un module d'éclairage est déterminée.

Dans l'exemple de la figure 7, le module d'éclairage N°2 est dans l'orientation « normale » (c'est-à-dire identique au module de commande), et le module d'éclairage N°1 est tourné de 270° dans le sens horaire.

Si le module de commande souhaite envoyer une autorisation à répondre au module N°1, il doit diriger celle-ci sur sa droite. Dans le cas où le module N°1 serait orienté de manière identique au module de commande, il détecterait alors que l'autorisation lui est parvenue de son côté gauche. Cependant, du fait de l'orientation de 270° dans le sens horaire, le module d'éclairage N°1 détecte que l'autorisation est parvenue par le côté haut.

En recoupant ces deux informations, le module de commande est capable de déterminer l'orientation du module tel qu'indiqué par le tableau ci-dessous :

25

Côté d'envoi de l'autorisation par le module de commande	Côté de réception (module d'éclairage)	Orientation du module d'éclairage par rapport
Droite	Haute	270° (sens horaire)
	Droite	180° (sens horaire)
	Bas	90° (sens horaire)
	Gauche	0°

Lorsque le module de commande souhaite demander au module d'éclairage N°1 d'envoyer une autorisation de réponse à droite, c'est-à-dire en direction du module d'éclairage N°2, il sait alors que la
5 commande à envoyer doit être de type :

[Module 1]-[Envoyer Autorisation de Réponse]-[côté=DROITE+OrientationModule1]

=> [Module 1]-[Envoyer Autorisation de Réponse]-[côté=BAS]

Le fonctionnement vu du module de commande est le suivant.

Tous comme pour les modules d'éclairage entre eux, le module de
10 commande effectue un recensement des modules d'éclairage adjacents, afin de connaître le nombre de modules d'éclairage qui lui sont directement connectés. Les données (ID et paramètres) concernant les modules d'éclairage sont stockés en mémoire dans une matrice. La matrice est complétée au fur et à mesure de l'avancement du
15 recensement des modules d'éclairage du système.

Les attributs affectés à un module d'éclairage sont les suivants :

- identifiant unique (ID) ;
- possède voisin haut : oui/non ;
- possède voisin droite : oui/non ;
- 20 - possède voisin bas : oui/non
- possède voisin gauche : oui/non ;
- orientation module : 0°, 90°, 180°, 270°
- position (X, Y) ;
- à traiter : oui/non.

25 Le processus suivi pour effectuer la cartographie est celui présenté ci-après.

Dans un premier temps, le module de commande identifie les modules adjacents qui lui sont directement connectés. Il interroge ensuite chaque module découvert et identifié pour connaître leur voisinage,
30 jusqu'à ce que tous les modules connectés au système soient répertoriés.

Lorsque la cartographie est achevée, le système entre dans un mode de fonctionnement dit « normal ». Il est cependant possible que l'utilisateur ajoute ou retire un ou plusieurs modules d'éclairage en cours de fonctionnement. Il est alors nécessaire de réaliser une nouvelle
5 cartographie.

Afin de détecter tout changement (arrivée/départ de modules d'éclairage), le module de commande dialogue de manière périodique avec les modules d'éclairage, afin de savoir si leur voisinage a changé. Les modules d'éclairage effectuant une détection de voisinage de
10 manière continue, le module de commande sera alors averti de tout changement.

Le module de commande effectuant également une détection de son voisinage, il est aussi capable de détecter si des modules d'éclairage ont été ajoutés/retirés.

15 La réalisation de la nouvelle cartographie peut être réalisée de deux manières :

- soit toute trace de la précédente répartition des modules d'éclairage a été effacée et une nouvelle cartographie est réalisée ;
- 20 - soit les modules ajoutés/retirés sont uniquement détectés, et la cartographie est mise à jour.

Avec le fonctionnement décrit précédemment, il est possible de compter et de cartographier les modules d'éclairage au sein du système d'éclairage. Il est cependant également possible d'appliquer cette
25 solution à la détection de différents types de modules d'éclairage. Il peut par exemple être utile de connaître l'emplacement dans le réseau du module d'alimentation. Le module d'alimentation devra alors intégrer toutes les fonctionnalités présentées précédemment, (contrôle du voisinage, posséder un identifiant unique...).

30 Des paramètres additionnels peuvent également être retournés sur réception de la commande de découverte.

REVENDEICATIONS

5

1. Système d'éclairage modulaire, du type comprenant une série de N modules d'éclairage (1) présentant au moins une unité électroluminescente commandée selon une instruction d'éclairément de E %, chaque module d'éclairage présentant au moins un
- 10 connecteur (3) enfichable susceptible d'assurer une liaison électrique et mécanique, chaque connecteur comprenant une paire de contacts (30) chacun prévu pour supporter un courant admissible d'une intensité I_{limit} , chaque module d'éclairage consommant une intensité I_{conso} , le système comprenant au moins un module de commande
- 15 (5) et de contrôle susceptible d'être relié à une source d'alimentation électrique (6) délivrant une puissance disponible (P), caractérisé en ce que le module de commande (5) comprend :
- des moyens d'acquisition (50) du nombre N de modules d'éclairage présents dans le système et, pour chaque

20 module d'éclairage (1), de l'intensité I_{conso} ;

 - un calculateur (51) paramétré pour :
 - autoriser l'alimentation électrique des modules d'éclairage selon l'instruction d'éclairément de E % si la somme des intensités I_{conso} consommées par les N modules d'éclairage

25 est inférieure ou égale à I_{lim} ;

 - réduire E d'au moins certains modules d'éclairage si la somme des intensités I_{conso} consommées par les N modules d'éclairage

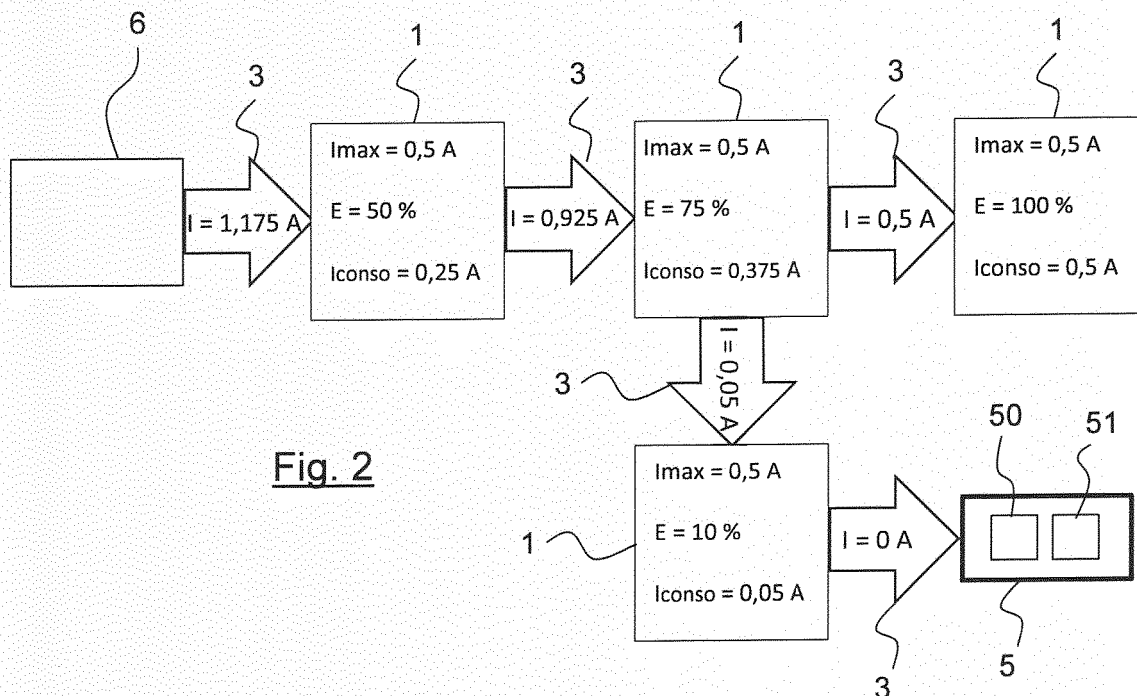
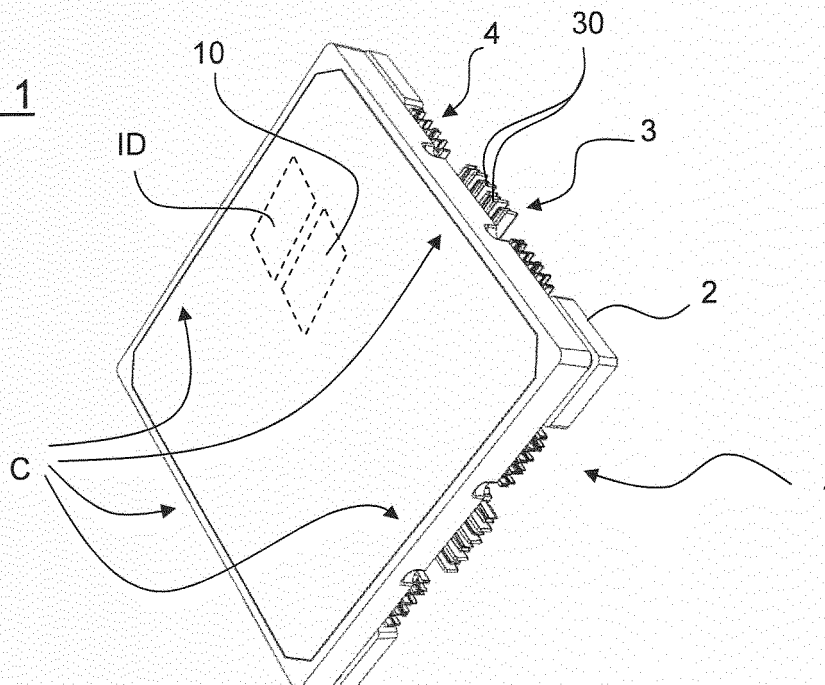
30 est supérieure à I_{lim} .

2. Système d'éclairage modulaire selon la revendication 1, caractérisé en ce que le calculateur (51) est paramétré pour déterminer une correction CORR à appliquer de façon homogène à l'instruction d'éclairage de chacun des N modules d'éclairage (1).
- 5 3. Système d'éclairage modulaire selon la revendication 1, caractérisé en ce que le calculateur est paramétré pour déterminer une correction CORR telle que :
- $$\text{CORR} = I_{\text{limit}} / \sum I_{\text{conso}} .$$
- 10 4. Système d'éclairage modulaire selon la revendication 1, caractérisé en ce que le calculateur (51) est paramétré pour déterminer une correction CORR à appliquer de façon différenciée à l'instruction d'éclairage de certains des N modules d'éclairage (1).
- 15 5. Système d'éclairage modulaire selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le module de commande (5) comprend des moyens de référencement (52) des positions individuelles et relatives des N modules d'éclairage.
- 20 6. Système d'éclairage modulaire selon la revendication 1, dans lequel les modules d'éclairage sont polygonaux et comprennent :
- au moins trois côtés (C) parmi lesquels au moins deux présentent chacun au moins un connecteur (3) enfichable susceptible d'assurer une liaison mécanique et électrique
 - 25 avec un autre module d'éclairage ou un module de commande ;
 - une unité de communication (10) ;
 - un identifiant unique (ID),
- le système d'éclairage comprenant de plus un module de commande
- 30 (5) comprenant une unité de communication de base (53) apte à communiquer par l'intermédiaire d'un bus de communication (7) avec l'unité de communication (10) des modules d'éclairage,

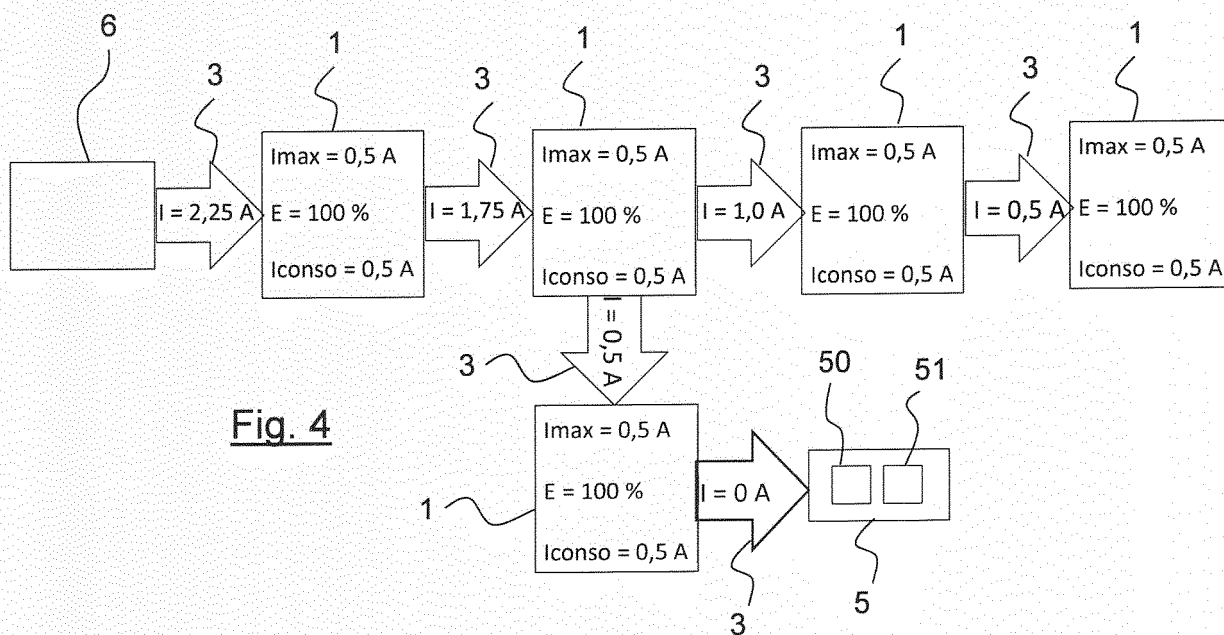
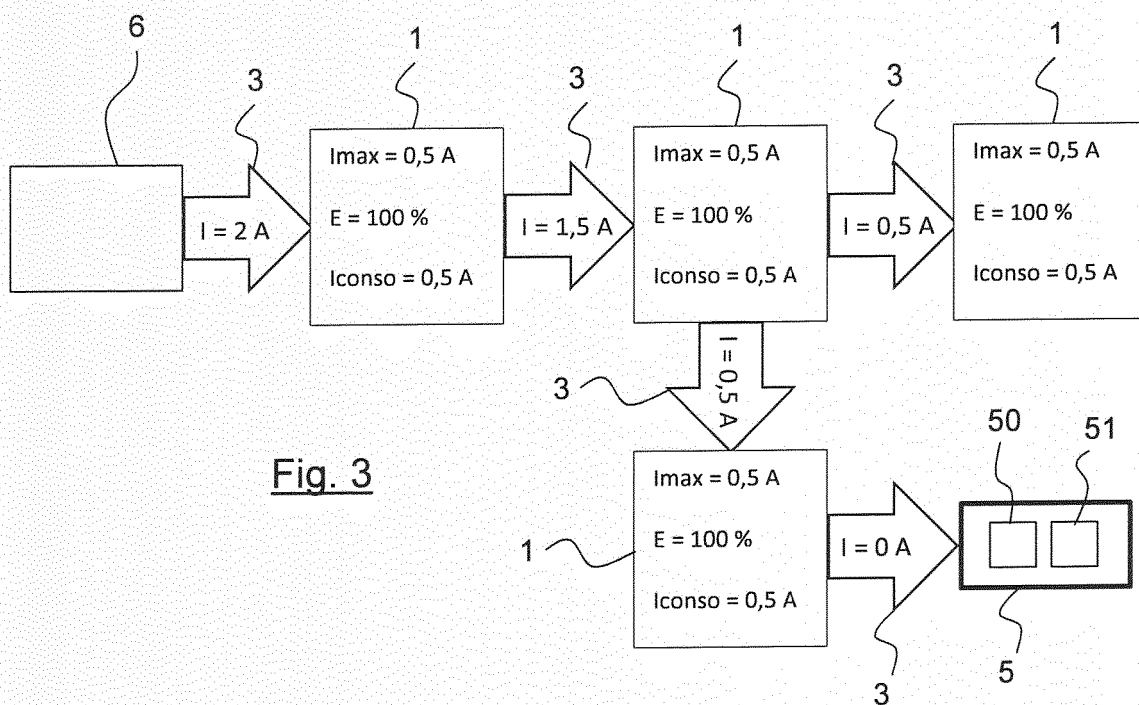
- caractérisé en ce qu'au moins deux des côtés (C) des modules d'éclairage comprend une entrée numérique (Discovery_IN) et une sortie numérique (Discovery_OUT) destinées à communiquer avec respectivement une sortie numérique (Discovery_OUT) et une entrée
- 5 numérique (Discovery_IN) d'un module d'éclairage adjacent ou du module de commande, les sorties logiques étant conçues pour prendre deux niveaux, à savoir un niveau haut correspondant à un module alimenté électriquement et un niveau bas correspondant à un module non alimenté électriquement,
- 10 et en ce que le module de commande (5) est programmé pour :
- interroger chaque module d'éclairage un à un en consultant les niveaux hauts reçus par les entrées numériques (Discovery_IN) de chaque module et,
 - recenser les niveaux hauts reçus par l'ensemble des
- 15 entrées numériques (Discovery_IN) des modules d'éclairage présents dans le système.

1/3

Fig. 1



2/3



3/3

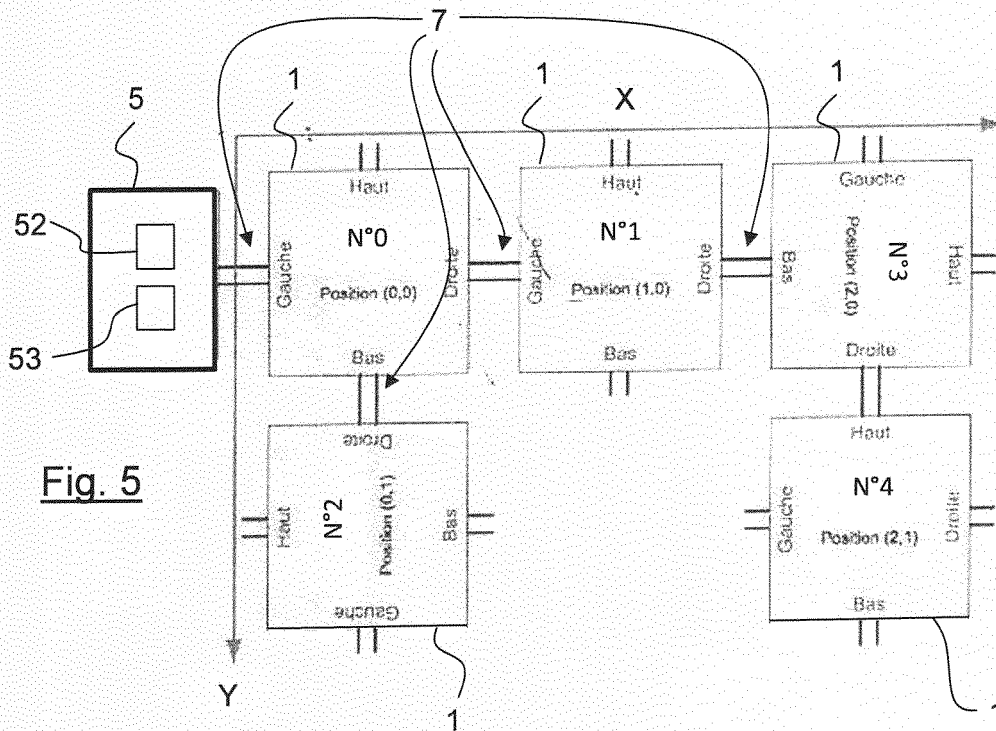


Fig. 5

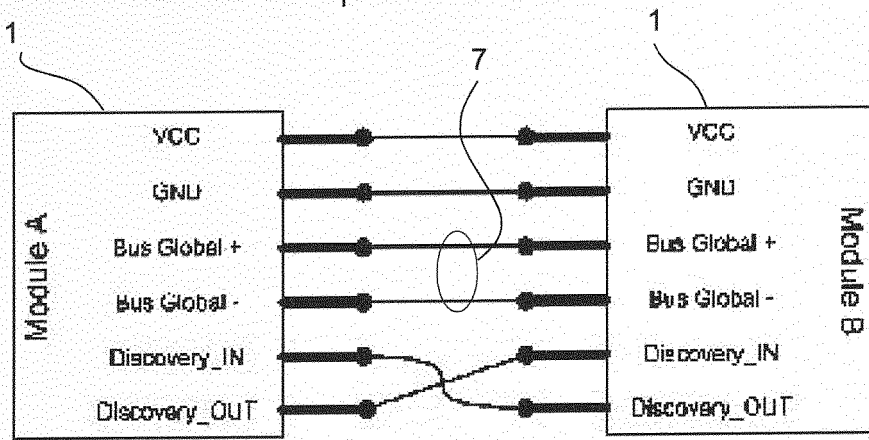


Fig. 6

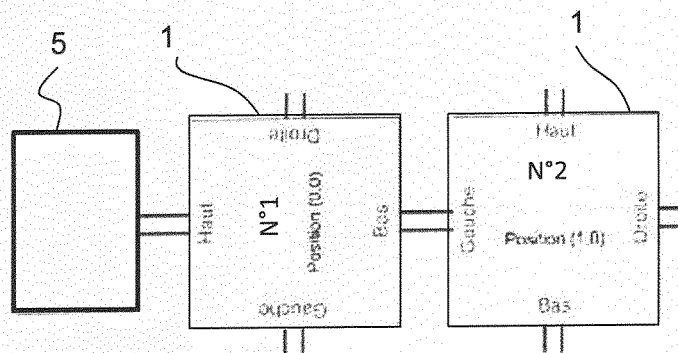


Fig. 7



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

FA 800302
FR 1458848

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	US 2007/217209 A1 (WONG MING Y [HK] WONG MING YIU [HK]) 20 septembre 2007 (2007-09-20) * page 2, alinéa 13 - page 3, alinéa 21; figures 1-25 * * page 4, alinéa 49 - page 6, alinéa 68 * -----	1-6	H05B37/02 G05D25/02 H01R9/16
Y	WO 2011/063205 A1 (LUTRON ELECTRONICS CO [US]; SALVESTRINI CHRISTOPHER JAMES [US]; BEDELL) 26 mai 2011 (2011-05-26) * le document en entier * -----	1-5	
Y	JP H05 336217 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE; NITSUKO LTD) 17 décembre 1993 (1993-12-17) * abrégé * -----	1-5	
Y	WO 2007/063487 A1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; SNIJDER PIETER J [NL]; BERGMAN AN) 7 juin 2007 (2007-06-07) * le document en entier * -----	6	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H05B H04M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
2 juin 2015		Brosa, Anna-Maria	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1458848 FA 800302**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **02-06-2015**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2007217209	A1	20-09-2007	AUCUN	

WO 2011063205	A1	26-05-2011	CA 2781392 A1	26-05-2011
			CN 102714896 A	03-10-2012
			EP 2502461 A1	26-09-2012
			US 2011121744 A1	26-05-2011
			WO 2011063205 A1	26-05-2011

JP H05336217	A	17-12-1993	AUCUN	

WO 2007063487	A1	07-06-2007	AT 469532 T	15-06-2010
			CN 101322443 A	10-12-2008
			EP 1961272 A1	27-08-2008
			ES 2346151 T3	11-10-2010
			JP 5258572 B2	07-08-2013
			JP 2009517830 A	30-04-2009
			KR 20080081009 A	05-09-2008
			US 2008309259 A1	18-12-2008
			WO 2007063487 A1	07-06-2007
