

(19)



(11)

EP 2 393 342 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
07.08.2019 Bulletin 2019/32

(51) Int Cl.:
H05B 37/02 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **10290301.0**

(22) Date de dépôt: **04.06.2010**

(54) Réseau de balises lumineuses autonomes synchrones

Netz aus autonomen synchronen Leuchtbaken

Network of synchronous standalone ground lights

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO SE SI SK SM TR**

(43) Date de publication de la demande:
07.12.2011 Bulletin 2011/49

(73) Titulaire: **Picariello, Michel**
31650 Saint-Orens (FR)

(72) Inventeur: **Picariello, Michel**
31650 Saint-Orens (FR)

(74) Mandataire: **Demulsant, Xavier**
Dejade & Biset
35, rue de Châteaudun
75009 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A2- 2 026 636 EP-A2- 2 107 857
EP-A2- 2 131 630 WO-A1-03/098977
WO-A1-2007/052960 WO-A1-2009/003279
WO-A2-2007/011852 DE-U1-202007 002 125
US-A1- 2008 018 494 US-A1- 2009 034 258

EP 2 393 342 B1

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

Description

[0001] La présente invention se rapporte au domaine technique des réseaux d'entités programmables, et plus particulièrement d'entités de signalisation telles que des balises lumineuses.

[0002] On entend ici, par « entité programmable », tout dispositif communicant configuré pour agir en fonction de données qui lui sont transmises ou qui y sont programmées.

[0003] L'utilité des balises est notoirement reconnue. La pratique en démontre le besoin dans différents domaines, parmi lesquels :

- la sécurité, telle que la délimitation d'une zone dangereuse ;
- le guidage, tel que le balisage d'un chemin d'accès ;
- la traçabilité, tel que le suivi d'un produit dans une ligne de production ;
- le repérage, tel que la localisation d'un élément mobile dans un environnement balisé ;
- l'éclairage économique, tel qu'un système d'éclairage activable par détection de la présence de personnes ;
- le divertissement, tel que l'éclairage d'ambiance lors d'un événement cérémonial ;
- ou plus généralement la signalisation.

[0004] Les balises font, généralement, office d'actionneurs ou de témoins lumineux et/ou sonores. Ces balises sont couramment déployées dans les environnements intérieurs ou extérieurs, d'architecture simple ou complexe, tels qu'une halle, un chantier, une chambre, un plan d'eau, une station de ski, ou encore un parking.

[0005] Ces balises sont, généralement, mises en réseau sans-fil à l'aide d'un système de communication, généralement, de courte portée.

[0006] Pour illustrer diverses solutions de balisage, on pourra notamment se référer à la demande de brevet américain n°US2008/0265799, ou EP 2131630, qui décrit un système d'éclairage composé d'une pluralité d'éléments d'éclairage repartis en un réseau sans-fil et programmables via un moyen de commande à distance.

[0007] On pourra également se référer à la demande internationale WO2009/003279, qui propose un système de contrôle d'un système d'éclairage sensible au mouvement et à la vitesse de déplacement d'un utilisateur dans l'environnement où ce montage est déployé. Le système d'éclairage est composé d'une pluralité d'entités communicantes en liaison radio et dont les états (intensité lumineuse, éclairage/extinction) dépendent des données récupérées depuis une pluralité de capteurs, ou des données qui lui sont transmises depuis une autre entité.

[0008] Les procédés et systèmes connus sont perfectibles, notamment parce qu'ils ne permettent pas :

- une synchronisation inter-balises (c.à.d. une syn-

chronisation intra-réseau de balises) sans référence à une horloge externe ;

- un déploiement du réseau de balises quel que soit l'environnement (intérieur ou extérieur) ;
- une autonomie en énergie électrique de la balise ;
- une programmation avancée des balises et non pas des instructions simples du type « allumer »/« éteindre » ;
- une communication radio adaptée à l'environnement de déploiement du réseau de balises.

[0009] Un objet de la présente invention est de pallier ces limitations, et les inconvénients des procédés et dispositifs de l'art antérieur.

[0010] Un autre objet de la présente invention est de proposer un réseau d'entités de signalisation opérant en autosuffisance énergétique.

[0011] Un autre objet de la présente invention est de fournir un réseau d'entités de signalisation synchrones.

[0012] Un autre objet de la présente invention est de fournir un réseau d'entités de signalisation programmables simultanément ou individuellement.

[0013] L'invention se rapporte, selon un premier aspect, à un système de balises comprenant une balise comprenant un module de fourniture d'énergie électrique, un module de communication radio, une unité logique de traitement, ladite unité logique de traitement comprenant une mémoire, une horloge synchronisée à une horloge de référence, ledit moyen de fourniture d'énergie électrique comprenant un générateur d'énergie électrique et un moyen de stockage d'énergie.

[0014] A cette fin, l'invention se rapporte, selon un deuxième aspect, à un procédé de balisage comprenant une balise pourvue d'un module de fourniture d'énergie électrique, un module de communication radio, une unité logique de traitement, ce procédé comprenant

- une étape de transformation d'une forme d'énergie en une énergie électrique ;
- une étape de stockage d'une énergie électrique ;
- une étape de synchronisation d'une horloge, comprise dans l'unité logique de traitement, à une horloge de référence ;
- une étape d'exécution, par la balise, d'un programme d'instructions compris dans une mémoire comprise dans l'unité logique de traitement.

[0015] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement et de manière plus détaillée à la lecture de la description ci-après de modes de réalisation préférés, laquelle est faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 illustre schématiquement un environnement balisé par un système de balises lumineuses autonomes synchrones mises en réseau sans-fil ;
- la figure 2 illustre schématiquement une représentation fonctionnelle non-limitative d'une balise lumi-

neuse autonome communicante ; et

- la figure 3 illustre schématiquement une représentation fonctionnelle non-limitative d'un moyen de contrôle des balises.

[0016] La description suivante va être effectuée en référence à des balises lumineuses. Ce type de balise n'est nullement limitatif. En particulier, d'autres types de balises, par exemple sonores ou plus généralement des actionneurs, peuvent être utilisés. Autrement dit, les balises lumineuses ne sont données, ici, qu'à titre d'exemple illustratif d'actionneurs permettant d'agir sur des éléments d'éclairage, selon des données qui lui sont transmises ou qui y sont programmées.

[0017] Les balises lumineuses ne sont, donc, données, ici, qu'à titre d'exemple et l'invention peut faire l'objet de très nombreuses applications en remplaçant les éléments d'éclairage par d'autres éléments fonctionnels (par exemple l'émission d'un son, la commande d'un déplacement, d'un actionnement, ou d'une mesure).

[0018] Dans cette optique, sur la figure 1 est représenté un ensemble de balises 1 lumineuses contrôlables via un moyen 2 de contrôle.

[0019] Le réseau de balises 1 lumineuses couvre un environnement 3 qui peut être intérieur ou extérieur. Un chantier, une halle, la face d'un mur, un musée, une chambre, une usine, une enseigne commerciale, un parking, une piste, une gare, ou un parc sont des exemples de l'environnement 3. Le réseau de balises 1 lumineuses peut être plus ou moins dense dans cet environnement 3, suivant la couverture spatiale recherchée, et la portée de la connectivité sans-fil (Bluetooth™, Wifi, Infrarouge, ZigBee, Home RF, HiperLAN, HiperMAN, WiMAX, Wireless LAN par exemple) des balises 1.

[0020] En se reportant à présent à la figure 2, on voit que la balise 1 lumineuse comprend :

- un module de fourniture d'énergie électrique 11 ;
- un module de communication radio 12 (émission/réception) alimenté par le module de fourniture d'énergie électrique 11 et pourvu, notamment, d'une antenne et d'un circuit émetteur/récepteur de données ;
- une unité logique de traitement 13, telle qu'un microcontrôleur, comprenant, notamment, des ports d'entrée/sortie, un calculateur, une mémoire et une horloge, et alimentée par le module de fourniture d'énergie électrique 11 ; et
- un module d'éclairage 15 comprenant au moins un élément d'éclairage 151, 156 capable d'émettre de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique.

[0021] Le module de fourniture d'énergie électrique 11 comprend, de préférence,

- un générateur 110 d'énergie électrique ; et
- un moyen de stockage d'énergie 111 permettant

d'emmagasiner au moins une partie de l'énergie électrique produite par le générateur 110.

[0022] Dans un mode de réalisation préféré, le générateur 110 d'énergie électrique est un générateur photovoltaïque (incluant des cellules solaires photovoltaïques) permettant de générer de l'énergie électrique à partir d'une lumière à laquelle il est exposé. Le moyen de stockage d'énergie 111 se charge, dans ce cas, de stocker au moins une partie de l'énergie électrique produite, qui peut ensuite être utilisée en absence de lumière.

[0023] En variante ou en combinaison, le module de fourniture d'énergie électrique 11 comprend tout autre système récupérateur d'énergie apte à exploiter les variations de l'état physique de l'environnement de la balise 1 telles que biomécanique, piézo-électrique, thermoélectrique, pyro-électrique, barométrique, magnétique, ou métabolique par exemple.

[0024] Plus généralement, le générateur 110 peut être considéré comme tout dispositif capable de transformer une forme d'énergie (lumière, chaleur, énergie mécanique ou chimique par exemple) en une énergie électrique.

[0025] Le moyen de stockage d'énergie 111 peut comprendre des moyens de stockage :

- électrochimiques, tels que des piles, des batteries ou plus généralement des accumulateurs électrochimiques ;
- capacitifs, tels que des condensateurs ou des supercapacités ;
- électromagnétiques, tels que des inductances ; ou
- inertiels tel que des volants d'inertie.

[0026] Le choix des composants appropriés du module de fourniture d'énergie électrique 11 est laissé au libre choix de l'homme du métier en fonction :

- du rendement de ces composants (rendement du générateur 110 d'énergie électrique, rapport énergie stockée / énergie restituée du moyen de stockage d'énergie 111 par exemple) ;
- de la puissance électrique totale requise par la balise 1 ; et
- d'une pluralité de commodités (taille, design, coût par exemple).

[0027] Avantageusement, le module de fourniture d'énergie électrique 11, comprenant un générateur 110 d'énergie électrique et un moyen de stockage d'énergie 111, permet à la balise 1 d'opérer en autosuffisance énergétique sans interruption et sans remplacement d'éléments internes pendant une longue durée.

[0028] Par ailleurs, le module de fourniture d'énergie électrique 11 comprend un convertisseur 112 CC/CC (continu/continu) agencé pour délivrer des tensions de sortie constantes, isolées de la tension sur son entrée, à l'unité logique de traitement 13, et de préférence sous contrôle de cette dernière, au module de communication

radio 12, et au module d'éclairage 15. A titre d'exemple illustratif, la tension de sortie du convertisseur 112 peut être de 3,3 V avec une intensité maximale de 100 à 500 mA, stabilisée avec une tension en sortie du moyen de stockage d'énergie 111 de quelques mV à plusieurs V.

[0029] Le convertisseur 112 CC-CC permet, en outre, la gestion du chargement du moyen de stockage d'énergie 111 à l'aide de l'énergie électrique produite par le générateur 110 d'énergie électrique.

[0030] Quant au module d'éclairage 15, il comprend :

- un contrôleur 150 (pilote ou driver en anglais) contrôlé par l'unité logique de traitement 13 ; et
- une pluralité d'éléments d'éclairage 151, 156.

[0031] Le contrôleur 150 est configuré pour :

- recevoir et interpréter des commandes (éléments d'éclairage désignés ; état : éteindre-allumer ; intensité ; couleur par exemple) qui lui sont transmises depuis l'unité logique de traitement 13 via ses ports ; et
- appliquer ces commandes interprétées aux éléments d'éclairage 151, 156 concernés par ces commandes.

[0032] De préférence, les éléments d'éclairage 151, 156 sont de faible consommation électrique et permettent une illumination RVB (Rouge Vert Bleu) et/ou une pluralité de niveaux d'intensité lumineuse. A titre d'exemple non limitatif, les éléments d'éclairage 151, 156 sont des diodes électroluminescentes (LEDs) RVB, des diodes luminescentes, des diodes laser, des lampes à décharge, ou plus généralement tout dispositif faisant office de source lumineuse.

[0033] L'unité logique de traitement 13, pourvue d'un processeur, d'un convertisseur A/D (Analogique/Digital), d'une mémoire non volatile et d'une horloge, et de préférence de très faible consommation électrique, permet :

- de modifier, via le contrôleur 150, l'état des éléments d'éclairage 151, 156 en fonction d'un programme d'instructions préalablement chargé dans sa mémoire ou d'instructions qui lui sont communiquées. Pour cela, l'unité logique de traitement 13 envoie via ses ports de sortie, de préférence, des signaux réglés en modulation de largeur d'impulsion, dite aussi PWM (Pulse Width Modulation) - citons à titre d'exemple illustratif des signaux modulés en PWM à quelques centaines de Hz avec des valeurs de rapports cyclique de 0 à 100% ou également des signaux réglés par tout autre type de commande (tension, courant par exemple) permettant de moduler la couleur et l'intensité des éléments d'éclairage 151, 156 ; et
- de gérer les communications entrantes/sortantes de la balise 1 via le module de communication radio 12.

[0034] De préférence, l'unité logique de traitement 13 comprend, en outre, au moins un port de sortie de réserve pour une utilisation future.

[0035] Mettant en oeuvre les modules précités, le fonctionnement d'une balise 1 comprend plusieurs phases :

- une phase d'initialisation qui se déroule, par exemple, au moment de sa mise en route ou son insertion dans un réseau de balises 1 (attribution d'un identifiant, vérification de l'appartenance à un groupe de balises, détection des balises adjacentes, réglage de la puissance d'émission, initialisation des paramètres de l'unité logique de traitement 13 par exemple);
- une phase de configuration pour y charger un programme d'instructions par exemple; et
- une phase d'exécution d'un certain programme composé de séquences d'animation, de préférence, organisées en cycles.

[0036] De préférence, une balise 1 lumineuse comprend dans sa mémoire une pluralité de cycles. Un cycle comprend une pluralité de séquences successives, chaque séquence s'étalant sur une durée qui lui est propre et comprenant des informations concernant des éléments d'éclairage 151, 156. Dans un mode de réalisation, une séquence est définie par

- une couleur parmi 256 ou plus;
- une intensité sur une échelle de 0% à 100% ; et
- une durée, de préférence exprimée en un nombre entier d'unité de base de l'horloge de l'unité logique de traitement 13, la couleur et l'intensité restant constants pendant cette durée.

[0037] A titre d'exemple illustratif, ci-après un exemple de cycle C1 constitué de 13 séquences S1-S13 successives à exécuter par une balise 1 lumineuse (l'unité de base de l'horloge de la balise 1 est supposée être la milliseconde) :

- S1 : durée 500 ms, intensité 0%
- S2 : durée 200 ms, couleur rouge, intensité 50%
- S3 : durée 500 ms, couleur bleu, intensité 80%
- S4 : durée 1 s, couleur jaune, intensité 100%
- S5 : durée 300 ms, couleur vert, intensité 90%
- S6 : durée 300 ms couleur rouge, intensité 80%
- S7 jusqu'à S13, durée 300 ms, couleur blanche, intensité en baisse par pas de 10% ;
- retour à S1: durée 500 ms, intensité 0%.

[0038] Dans cet exemple, la durée de C1 = 4900 ms peut être, éventuellement, augmentée d'une séquence vide (sans altération des états) de 100 ms pour atteindre une durée entière de 5 secondes.

[0039] Plus généralement, la durée d'une séquence et/ou d'un cycle de séquences correspond à n fois (n étant un nombre entier) l'unité de mesure de base d'une

horloge de l'unité logique de traitement 13.

[0040] Pour exécuter un cycle, les ports de sortie de l'unité logique de traitement 13 - connectés au contrôleur 150 des éléments d'éclairage 151, 156 - sont de préférence commandés en modulation PWM (pour Pulse Width Modulation) ou par tout autre type de commande (tension, courant par exemple). A titre d'exemple, à supposer que les éléments d'éclairage 151, 156 sont des LEDs RVB, trois ports de sortie de l'unité logique de traitement 13 permettent de contrôler la couleur, l'intensité et l'état (allumé/éteint) des LEDs RVB, conformément au contenu des séquences en exécution. Il en résulte que la balise 1 lumineuse peut exécuter des séquences d'animations lumineuses variables en couleur et en intensité.

[0041] Dans un mode particulier de réalisation, les éléments d'éclairage 151, 156 sont animés différemment. Ceci peut être obtenu :

- en utilisant deux cycles d'animation différents, stockés dans la mémoire de l'unité logique de traitement 13 ; ou
- en dupliquant un même cycle d'animation et en y apportant ensuite des modifications (décalage, inversion, ou modification, par exemple, d'une séquence d'animation) au moyen du contrôleur 150.

[0042] Dans un mode de réalisation préféré, à l'aide d'une application logicielle embarquée, l'unité logique de traitement 13 est apte à exécuter les opérations suivantes, selon des instructions qui lui seront communiquées via son module de communication radio 12 :

- interrompre un cycle d'animation,
- pause/reprise d'un cycle d'animation,
- avancer/reculer dans un cycle d'animation,
- aller au cycle suivant d'animation,
- revenir au cycle précédent d'animation.

[0043] Avantagusement, les modules de la balise 1 sont montés dans un boîtier unique qui forme l'enveloppe de la balise 1, qui peut en outre être pourvue d'un socle mural ou de moyens de fixation directe sur un support horizontal ou vertical.

[0044] Les balises 1 lumineuses sont contrôlables et configurables séparément ou simultanément à l'aide du moyen 2 de contrôle à distance, lequel est pourvu, en référence à la figure 3 :

- d'un module de communication radio 25 (émission/réception) permettant d'établir une communication avec au moins une balise 1 lumineuse de l'environnement 3 ;
- d'une unité centrale de traitement 23 (un microprocesseur ou plus généralement un processeur) pourvue d'une mémoire et d'une horloge et comprenant des moyens (sous forme de programmes) permettant de requérir l'accès et/ou la modification d'au moins une donnée de configuration relative à au

moins une balise 1 lumineuse de l'environnement 3 ;

- de moyens 24 d'entrées (un clavier réel ou virtuel, ou des boutons de sélection par exemple) ;
- une interface 21 de communication filaire ou sans-fil (tel qu'un port USB, un port Ethernet, une interface Bluetooth, une interface infrarouge par exemple) ; et
- une source 22 d'énergie électrique alimentant l'ensemble des circuits électroniques au niveau du moyen 2 de contrôle.

[0045] Il est à noter que l'expression « unité centrale de traitement » couvre, ici, tout dispositif intégrant un processeur programmé pour assurer une ou plusieurs fonctions prédéterminées, ou toute application logicielle (programme ou sous-programme, plugin) implémentée sur un processeur, indépendamment ou en combinaison avec d'autres applications logicielles.

[0046] De préférence, le moyen de contrôle 2 comprend, en outre, un moyen d'affichage (écran) 26. Dans un mode de réalisation, le moyen d'affichage 26 est un écran tactile.

[0047] L'interface 21 de communication est agencée pour permettre la communication du moyen 2 de contrôle avec un terminal utilisateur tel que, par exemples, un ordinateur (mobile/fixe), un Smartphone, un PDA (Personal Digital Assistant), ou un téléphone portable.

[0048] Dans un mode de réalisation, la source 22 d'énergie électrique est une pile électrique (ou également, une batterie) rechargeable via l'interface 21 de communication (rechargeable via un port USB par exemple).

[0049] La communication avec un terminal utilisateur, via l'interface 21 de communication, permet au terminal utilisateur de charger, grâce à un produit programme d'ordinateur approprié, dans la mémoire du moyen 2 de contrôle, une configuration (un programme d'instruction) destiné à une ou plusieurs balise(s) 1 lumineuse(s).

[0050] Dans un mode de réalisation, le moyen 2 de contrôle est lui-même un terminal utilisateur. A titre d'exemples, le moyen 2 de contrôle est

- un ordinateur, de préférence mobile, ayant une connectivité radio (Bluetooth™, Wifi, ZigBee, Home RF, HiperLAN, Wireless LAN par exemple) compatible avec celle du réseau de balise 1 lumineuse, et une application informatique appropriée pour le contrôle des balises 1 lumineuses, y est installé ;
- un Smartphone ayant une connectivité radio (Bluetooth™, Wifi, ZigBee, Home RF, HiperLAN, Wireless LAN par exemple) compatible avec celle du réseau de balises 1, et une application informatique appropriée pour le contrôle des balises 1 lumineuses, y est installé.

[0051] De préférence, le produit programme d'ordinateur, pour la programmation des balises 1 lumineuses, comprend une interface utilisateur graphique (Graphic User Interface ou GUI) permettant l'affichage et/ou la si-

mulation des séquences d'animation par les balises 1 lumineuses. Avantageusement, cette interface utilisateur graphique permet de fournir une représentation physique de la localisation des balises 1 et de programmer graphiquement des animations lumineuses.

[0052] Dans la mise en oeuvre illustrée sur la figure 2, le moyen 2 de contrôle est une télécommande permettant le contrôle, simultanément ou individuellement, des balises 1 lumineuses constituant le réseau sans-fil.

[0053] Dans un autre mode de réalisation, le moyen 2 de contrôle est un terminal mobile permettant d'établir des sessions de communications avec les balises 1 en y récupérant des informations ou en y transférant un programme d'instructions depuis un produit programme d'ordinateur de configuration.

[0054] De préférence, le moyen 2 de contrôle comporte, par défaut, dans sa mémoire, des séquences d'animation.

[0055] Lors de sa communication avec une balise 1 lumineuse, le moyen 2 de contrôle permet :

- de récupérer des informations depuis la balise 1 lumineuse (son identifiant, le niveau d'énergie disponible dans le moyen de stockage d'énergie 111, la puissance d'émission radio, l'état de fonctionnement des éléments d'éclairage 151, 156, le numéro de la séquence/cycle en cours d'exécution, la version d'au moins une application informatique embarquée, la position relative/absolue de la balise dans le réseau, balise coordinatrice ou non par exemple) ;
- d'envoyer des ordres à la balise 1 (interruption d'un cycle, veille, pause, saut de cycle, exécution d'un cycle, modifier la puissance d'émission radio, désignation en tant que balise coordinatrice par exemple) ;
- de charger un programme d'instructions (des séquences d'animation) dans la mémoire de la balise 1 lumineuse ;
- de synchroniser l'horloge de la balise 1 lumineuse à son horloge.

[0056] Le moyen 2 de contrôle est, notamment, apte à communiquer simultanément avec une pluralité de balises 1 lumineuses (tout ou une partie du réseau de balises 1). En effet, le moyen 2 de contrôle peut être programmé pour communiquer avec les balises 1 lumineuses selon différents modes, tel que par exemple, un mode de communication groupée (une diffusion vers toutes les balises 1 lumineuses) pour

- le contrôle de la couleur de la lumière émise par les éléments d'éclairage 151, 156 des balises 1, d'une manière cyclique en appuyant, par exemple, sur des boutons des moyens d'entrées 24 ;
- le contrôle de l'intensité de la lumière émise par des balises 1 lumineuses, dans une plage comprise entre un seuil minimum et un seuil maximum, via les boutons des moyens d'entrées 24 par exemple ;

- la validation (bouton OK, par exemple) d'une commande à transmettre à une pluralité de balises 1 lumineuses ;
- le changement de l'état (veille/mise en route par exemple) d'une pluralité de balises 1 lumineuses, via le bouton 241 des moyens 24 d'entrée, par exemple ;
- le chargement d'un programme vers des balises 1 lumineuses depuis la mémoire du moyen 2 de contrôle. Une touche « DNL » (pour Download) permet, par exemple, de déclencher le téléchargement vers les balises 1 lumineuses d'une configuration sélectionnée depuis la mémoire du moyen 2 de contrôle.

[0057] En combinaison, le moyen 2 de contrôle permet un mode de communication sélective autorisant un contrôle sélectif des balises 1 lumineuses (s'adresser à un groupe particulier de balises 1 lumineuses, ou à une seule balise 1 lumineuse).

[0058] Dans un mode de réalisation, lors de sa première mise en service par exemple, une balise 1 lumineuse est configurée pour mettre tous les ports de sortie de l'unité logique de traitement 13 à zéro (aucune séquence n'étant alors transmise au contrôleur 150), et attendre une requête d'initialisation de la part du moyen 2 de contrôle.

[0059] Pour démarrer une balise 1 lumineuse n'ayant pas encore d'identifiant, la balise 1 est d'abord sélectionnée lors d'une étape d'initialisation par interprétation d'un signal radio émis, de préférence en faible puissance, par le moyen 2 de contrôle afin d'obliger ce dernier à ne communiquer qu'avec une balise se situant à proximité (se trouvant dans voisinage de x cm du moyen 2 de contrôle par exemple, où x est un réel positif prédéterminé). Cette sélection par proximité permet d'initialiser d'une manière sélective une balise 1, ou un groupe particulier de balises 1. Dès qu'une requête d'initialisation est reçue par la balise 1, celle-ci attend alors une attribution d'identifiant de la part du moyen 2 de contrôle. Le moyen 2 de contrôle transmet, alors, un identifiant à la balise 1. En réponse, cette dernière peut émettre :

- un signal lumineux et/ou audio particulier permettant de vérifier qu'elle vient d'être initialisée; ou
- un signal radio vers le moyen 2 de contrôle permettant de confirmer sa bonne initialisation notamment par communication de l'identifiant qui lui est attribué.

[0060] Ce processus peut également être exécuté pour changer l'identifiant d'une balise 1 ou son appartenance à un groupe.

[0061] En variante, un identifiant unique est affecté à chaque balise 1 dès sa fabrication, cet identifiant étant stocké dans sa mémoire.

[0062] Pour reprendre son fonctionnement (notamment suite à une décharge du moyen de stockage d'énergie 111 en absence de lumière par exemple), la balise 1 peut procéder selon différentes méthodes, à titre

d'exemple :

- se mettre en mode veille, en restant en écoute d'une manière périodique (toutes les 100 ms par exemple) des signaux qui lui seront destinés, sans exécuter aucun cycle ;
- exécuter, après un éventuel délai, un cycle de redémarrage choisi parmi les cycles enregistrés dans sa mémoire, ou reprendre le dernier cycle qui a été en exécution, dès lors que la synchronisation avec le moyen 2 de contrôle est établie.

[0063] Le choix entre ces options peut être programmé au préalable à l'aide du produit programme d'ordinateur lors de la phase de configuration de la balise 1 par le moyen 2 de contrôle.

[0064] Le moyen 2 de contrôle, permet entre autres, de :

- requérir une interruption. Pour cela, une balise 1 lumineuse est périodiquement en écoute (pendant quelques ms, toutes les 100 ms par exemple). Cette requête d'interruption comprend au moins
 - un identifiant d'une balise 1 ou d'un groupe de balises 1 concernée(s) par cette demande d'interruption ;
 - un identifiant de l'action à exécuter correspondant, par exemple, à l'exécution d'un cycle prédéfini, à une mise en veille, à un délai à attendre avant l'exécution de cette interruption;
- envoyer une configuration de cycles à une ou plusieurs balise(s) 1. En effet, pendant l'exécution des séquences ou même en veille, la balise 1 est en écoute de manière périodique (quelques ms toutes les 100 ms, par exemple). Dès la réception de cette demande de configuration, comprenant notamment l'identifiant de la ou les balises 1 concernées, celles-ci
 - reconnaissent la demande de configuration issue du moyen 2 de contrôle, qui comprend notamment le ou les cycles à reprogrammer ;
 - se mettent en réception continue pendant un temps prédéfini permettant de recevoir les trames de reconfiguration pour un cycle, la taille maximale d'une trame étant prédéfinie. Ces trames sont, de préférences, assorties d'un code permettant de confirmer l'intégrité des données reçues ;
 - confirment l'intégrité des informations de reconfiguration reçues
- demander des paramètres concernant une ou plusieurs balise(s) 1 (identifiant de la balise 1, identifiant du cycle en cours d'exécution, mode de fonctionnement actuel (exécution/veille), niveau de la batterie,

niveau de production des cellules photovoltaïques, numéro de la version du programme d'exploitation de la balise 1 par exemple).

[0065] Dans un mode de réalisation, la balise 1 confirme ou accuse (acknowledge) la réception d'une commande/message, qui lui est transmise, en émettant un signal lumineux et/ou sonore spécifique. A titre d'exemple, une balise peut clignoter en vert pendant une durée prédéterminée pour signaler que le chargement, dans sa mémoire, d'un programme d'instructions est achevé correctement.

[0066] Dans un autre mode de réalisation, la confirmation de l'intégrité des informations qui lui sont transmises est faite d'une manière automatique. En effet, le moyen 2 de contrôle ou une balise coordinatrice est agencé(e) pour envoyer une requête au sujet de la bonne réception d'une information (une reconfiguration par exemple) adressée à une balise 1 particulière. Dans ce cas, celle-ci et elle seule répondra à cette requête en communiquant son identifiant, ainsi qu'un paramètre permettant de détecter des erreurs de transmission (CRC - Cyclic Redundancy Check - par exemple) de la séquence reçue. Ceci permet, dès réception de cette réponse par le moyen 2 de contrôle ou la balise coordinatrice, de vérifier si l'interaction avec cette balise 1 est correctement terminée.

[0067] Dans une mise en oeuvre, une balise 1 particulière peut aider le moyen 2 de contrôle à relayer ou envoyer, sous l'ordre du moyen 2 de contrôle, un message à d'autres balises 1, cette balise agissant comme balise coordinatrice, apte à remplacer le moyen 2 de contrôle dans certaines de ses fonctions, notamment la synchronisation des balises 1.

[0068] Avantagusement, une balise 1 coordinatrice permet au moyen 2 de contrôle de communiquer avec des balises 1 non incluses dans la zone de couverture radio du moyen 2 de contrôle. Dans ce cas, il est préférable que chaque balise 1 soit identifiée dans le réseau par un identifiant unique connu du moyen de contrôle 2, de la balise coordinatrice et de préférence d'autres balises 1 éventuellement adjacentes selon la topologie du réseau.

[0069] Diverses méthodes (radiogoniométrie, triangulation, décroissance de la puissance) peuvent être mises en oeuvre pour estimer la position spatiale d'une balise 1 coordinatrice dans un réseau de balises 1. Citons à titre d'exemple l'utilisation de la puissance d'un signal inter-échangé entre les balises 1 pour en déduire une estimation des leurs inter-distances.

[0070] Par ailleurs, le réseau de balises 1 communicantes permet la synchronisation des horloges d'au moins un groupe des balises 1,

- à l'initiative d'une balise 1 coordinatrice désignée par le moyen de contrôle 2 ; ou
- d'une manière régulière sans intervention d'une balise 1 coordinatrice.

[0071] Avantageusement, la synchronisation des horloges d'au moins un groupe des balises 1, peut être assurée par une balise 1 coordinatrice, lorsque le moyen 2 de contrôle est hors de portée de ces balises 1 ou est branché à ce moment-là sur un terminal utilisateur distant qui comprend un logiciel de configuration, par exemple. Plus généralement, la balise 1 coordinatrice peut servir d'horloge de synchronisation en absence et/ou en présence du moyen 2 de contrôle.

[0072] La synchronisation des balises 1 (ou, plus précisément, des horloges des balises 1) constitue un élément clé conditionnant le bon fonctionnement des animations, ou plus généralement des actions produites par les balises 1. Ces balises 1 représentent un système distribué, c'est-à-dire un ensemble d'entités communicantes connectées en réseau.

[0073] Il est couramment admis que deux horloges démarrant en phase ne demeurent jamais synchrones. Une variation à court terme dans les facteurs environnementaux (par exemple la température, la pression, l'altitude, la tension d'alimentation) ou à long terme telle que l'usure ou la fatigue d'une horloge par rapport à une autre, engendrent des dérives plus ou moins importantes (jusqu'à plusieurs secondes par jour). Une synchronisation entre les balises 1 est par conséquent indispensable. Cette synchronisation a pour effet de synchroniser des cycles et séquences d'animation de toutes les balises 1. A cette fin, les balises 1 doivent avoir une notion commune du temps.

[0074] Une synchronisation interne (interne au réseau de balises 1) basée sur le partage d'une horloge globale, notamment celle du moyen 2 de contrôle ou d'une balise 1 coordinatrice, permet de maintenir synchrones toutes les horloges des balises 1. Autrement dit, les horloges des balises 1 ont pour référence temporelle commune une seule et même horloge globale partagée.

[0075] Avantageusement, le procédé de synchronisation permet de faire converger toutes les horloges des balises 1 vers une même référence temporelle. Dans un mode de réalisation, cette référence temporelle peut être différente du temps réel. Elle n'est, dans ce cas, qu'une référence satisfaisant un certain alignement entre toutes les horloges des balises 1. A la réception d'une trame de synchronisation, les horloges des balises 1 essaient de se rapprocher le plus possible du rythme (fréquence) de l'horloge de référence. Des trames de synchronisation peuvent être envoyées, par exemple, toutes les secondes, ou à chaque début de cycle.

[0076] Dans un mode de réalisation, à réception d'une trame de synchronisation, une balise 1 retrouve la fréquence d'oscillation de l'horloge de référence (celle du moyen 2 de contrôle ou celle d'une balise 1 coordinatrice) à l'aide d'une boucle à verrouillage de phase (PLL : Phase-Locked Loop). Cette PLL permet d'asservir la fréquence de l'horloge de la balise 1, sur la fréquence de l'horloge de référence à l'aide des trames de synchronisation. En conséquence, la balise 1 réceptrice règle le rythme de son horloge.

[0077] Dans un mode de réalisation, la trame de synchronisation comprend le nombre d'unités de temps (des secondes par exemple) écoulées depuis le début d'un cycle ou depuis une autre référence choisie par le moyen 2 de contrôle par exemple.

[0078] Dans un autre mode de réalisation, la trame de synchronisation comprend un nombre de coups (estampille, ou timestamp en anglais) de l'horloge du moyen 2 du contrôle, enregistrés dans une fenêtre temporelle préfinie (sur la base du temps du terminal utilisateur auquel est connecté le moyen 2 de contrôle par exemple).

[0079] Il est à noter que le temps de transit des signaux radio peut contribuer à une incertitude sur la précision de la synchronisation des balises 1. Cependant, cet effet est négligeable en raison de la vitesse de propagation du signal radio, compte tenu de l'étendue spatiale relativement modeste du réseau de balises 1. Des corrections (principalement, des compensations) peuvent être apportées au contenu des trames de synchronisation afin de tenir compte des perturbations dues au canal de transmission.

[0080] Le temps de traitement, par les balises 1, des trames de synchronisation (dans le cas d'un réseau maillé par exemple), peut être compensé au niveau de chaque balise 1 (un noeud du réseau) de sorte qu'il n'affecte pas la précision de la synchronisation de l'ensemble des horloges des balises 1. En effet, le temps de retard induit par le franchissement d'une balise 1 peut être corrigé avant la retransmission de la trame de synchronisation à une autre balise 1 (un autre noeud du réseau).

[0081] Dans un mode de réalisation non limitatif, un procédé de synchronisation de balises 1, de préférence organisées dans un réseau en étoile, comprend :

- une étape d'émission, pendant une durée t , selon une période T ($t = 1\text{ms}$, $T = 1\text{s}$ par exemple), d'une trame de synchronisation par le moyen 2 de contrôle ou par une balise 1 coordinatrice ;
- une étape d'alignement, par une balise 1, de son horloge en accord avec le contenu de la trame de synchronisation dès la réception de cette dernière ;
- une étape de mise de la balise 1 en mode « attente de synchronisation » pendant le temps $2 \cdot t$ autour de la période T , laissant ainsi une durée de t avant et après l'instant attendu de réception d'une trame de synchronisation ;
- si aucune trame de synchronisation n'est reçue par la balise 1, alors une étape de mise en réception permanente de la balise 1 selon une durée $T+t$, jusqu'à la réception d'une trame de synchronisation ;
- si aucune trame de synchronisation n'est reçue par la balise 1, alors une étape de mise en veille pendant une durée $n \cdot T$ (où n est une valeur entière prédéterminée), jusqu'à reprise de l'étape précédente.

[0082] Dans un mode de réalisation, le réseau de balises 1 comprend :

- un réseau en étoile autour du moyen 2 de contrôle ;
- un réseau en étoile autour d'une balise 1 coordinatrice ;
- une pluralité de réseaux en étoile, respectivement, autour d'une pluralité de balises coordinatrices qui sont elles-mêmes autour du moyen 2 de contrôle.

[0083] Avantageusement, dans une topologie en étoile, les balises 1 sont décréées recevoir en même temps les trames de synchronisation émises depuis le moyen 2 de contrôle ou depuis une balise 1 coordinatrice. Ceci favorise, notamment, une synchronisation de haute résolution, ainsi que l'autonomie en énergie des balises 1 (pas de retransmission des trames de synchronisation et, donc, pas d'utilisation excessive de l'unité logique de traitement et de la liaison radio).

[0084] Si le réseau de balises 1 présente une topologie en anneau, en arbre, en bus ou maillée, il est préférable de tenir compte du temps d'arrivée des trames de synchronisation aux balises 1 (en particulier, pour compenser le temps de latence induit par le traitement et/ou la propagation des trames de synchronisation).

[0085] Dans un mode de réalisation, pour confirmer la synchronisation des balises 1, le moyen 2 de contrôle ou une balise 1 coordinatrice envoie une requête de vérification de synchronisation adressée à une seule balise 1 à la fois. Dans ce cas, la balise 1 destinataire, et elle seule, répondra afin de confirmer sa bonne synchronisation en communiquant son identifiant, ainsi qu'un horodatage du temps écoulé depuis sa dernière synchronisation ou tout autre paramètre permettant de calculer et vérifier cette synchronisation.

[0086] Ceci permet au moyen 2 de contrôle ou à la balise coordinatrice de vérifier, dès réception de cette information, que la balise 1 en question est bien synchronisée, moyennant une tolérance qui prendra en compte les incertitudes liées aux temps de calculs requis par la balise 1 et par le moyen 2 de contrôle ou la balise 1 coordinatrice.

[0087] Dans un autre mode de réalisation, une balise 1 répond à une requête de vérification de la synchronisation dans un délai qui lui est imparti. Ce délai peut être prédéterminé lors d'une phase de configuration, ou en fonction de l'identifiant de balise 1 si elle a connaissance des identifiants des autres balises. Avantageusement, ceci permet d'ordonner, dans le temps, les réponses des balises 1 à une requête de vérification de la synchronisation adressée simultanément à un groupe de balises 1. Ceci permet, notamment, d'éviter une interférence des différentes réponses des balises 1 interrogées. En variante, les balises 1 émettent à des fréquences légèrement différentes. Plus généralement, le procédé de communication entre le moyen 2 de contrôle et les balises 1 comporte une notion de groupe, permettant au moyen 2 de contrôle de s'adresser à plusieurs balises 1 sans risque d'interférence dans les échanges radio avec ces balises 1. Le protocole LBT (pour Listen Before Talk, ou aussi Listen Before Transmit) est un exemple d'un tel

procédé.

[0088] De préférence, des requêtes de vérification de synchronisation sont envoyées, par le moyen 2 de contrôle ou une balise coordinatrice, d'une manière périodique à chaque balise 1 (par exemple, toutes les m trames de synchronisation, où m est un entier prédéterminé) de sorte à interroger l'ensemble des balises 1 sur une période de temps donnée.

[0089] Cette période peut être choisie en fonction de la dérive des horloges des balises 1.

[0090] De préférence, le procédé de synchronisation des balises 1 n'influence pas l'autonomie en énergie des balises 1 (une utilisation minimale du module de communication radio des balises 1 par exemple), laquelle est plutôt majoritairement destinée pour les éléments d'éclairage 151, 156.

[0091] Il est à noter qu'une horloge externe au réseau de balises 1 (par exemple, le temps GPS, Global Positioning System) peut être aussi utilisée, mais au détriment de l'autonomie en énergie des balises 1.

[0092] Dans le cas où une ou plusieurs balises 1 ne sont pas synchronisées, le moyen 2 de contrôle ou une balise 1 coordinatrice peut décider d'une certaine action. Cette action peut être, par exemple,

- l'enregistrement des identifiants des balises 1 non synchronisées. Cette information mémorisée peut ensuite être communiquée à l'utilisateur à des fins d'information générale, statistique et de maintenance ;
- la signalisation de la balise 1 non-synchronisée à l'utilisateur en ordonnant à cette balise 1 une séquence d'animation particulière par exemple.

[0093] Il est à noter qu'un dysfonctionnement d'une balise 1 (une désynchronisation, un bogue informatique par exemple) n'affecte que cette balise 1, sans aucun effet sur les autres balises 1.

[0094] Lorsqu'une balise 1 vient d'être identifiée dans un réseau, elle est mise en attente de synchronisation pendant une période au moins égale à la durée séparant deux trames de synchronisation, de manière à pouvoir ensuite et le cas échéant démarrer l'exécution de son animation lumineuse en synchronisation avec l'animation lumineuse en cours de déroulement des autres balises 1.

[0095] Si une balise 1 coordinatrice pour une raison quelconque, par exemple à la suite d'une décharge du moyen de stockage d'énergie 111 en l'absence de lumière, n'est plus en état d'émettre des trames de synchronisation, la fonction de balise coordinatrice est alors assignée à une autre balise 1, selon un processus de choix lié à son numéro d'identification, sa position spatiale, ou tout autre critère de décision préalablement programmé à l'aide du produit programme d'ordinateur lors de la phase de configuration des balises 1 par le moyen 2 de contrôle. Ceci permet, notamment, d'assurer la continuité de la synchronisation du réseau des balises 1 en

cas de défaillance d'une balise 1 coordinatrice. Une balise 1 coordinatrice est décrétée défaillante lorsque les balises 1 de son groupe ne reçoivent pas de trames de synchronisation pendant une durée prédéterminée ou ne reçoivent pas *p* trames de synchronisation successives (où *p* est une valeur entière prédéterminée).

[0096] Dans un mode de réalisation, le programme d'instructions chargé dans la mémoire d'une balise 1 dépend des données collectées depuis un système de capteurs. Un dispositif RFID, un détecteur de la luminosité ambiante, un gyroscope, un clinomètre, un microphone, un thermomètre, un manomètre, un photomètre, un hygromètre, un pluviomètre, un détecteur de niveau, un détecteur de présence, un interrupteur de position, une montre, un compteur de vitesse, une antenne, ou un détecteur de fumée sont des exemples d'éléments du système de capteurs. Ceci permet, à titre d'exemple, d'exécuter une animation lumineuse en fonction de l'heure, de présence/absence de personne, de la vitesse de mouvement d'une personne par exemple. Il est également à noter que le moyen 2 de contrôle ou la balise 1 coordinatrice peut, de manière inconditionnelle, ou éventuellement en réception d'information issues du système de capteurs :

- commander le passage d'un cycle d'animation vers un autre cycle sur une ou plusieurs balises 1 du réseau ; ou
- apporter des modifications aux séquences d'animations, par exemple adapter l'intensité lumineuse (ou la tonalité) par rapport à la luminosité (ou, au bruit) ambiante autour d'une balise 1.

[0097] D'autres actions peuvent être couplées à l'animation lumineuse du réseau de balises 1 (ouvrir une porte, lire un fichier audio, déclencher une alarme par exemple).

[0098] Le procédé qui vient d'être décrit présente un certain nombre d'avantages. Il permet en effet une gestion avancée (une configuration avancée des balises 1), une programmation dynamique (un réseau programmable à tout moment), et une synchronisation des balises 1 lumineuses (une animation lumineuse synchrone).

Revendications

1. Système de balises lumineuses comprenant au moins deux balises lumineuses (1), chaque balise (1) étant pourvue :

- d'un module de fourniture d'énergie électrique (11) comprenant un générateur (110) d'énergie électrique et un moyen de stockage d'énergie (111),
- d'un module de communication radio (12),
- d'une unité logique de traitement (13) comprenant une mémoire et une horloge,

le système de balises comprenant, en outre, un moyen (2) de contrôle des balises (1), ledit moyen (2) de contrôle comprenant :

- un module de communication radio (25),
- des moyens (24) d'entrées,
- une unité centrale de traitement (23) incluant une horloge et une mémoire,

le système étant **caractérisé en ce que** le moyen (2) de contrôle est un terminal utilisateur et l'horloge des balises (1) sont synchronisées à l'horloge du moyen (2) de contrôle de sorte à pallier une variation d'une horloge par rapport à une autre pour synchroniser des cycles et séquences d'animation de toutes les balises (1).

2. Système selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le moyen (2) de contrôle est agencé pour permettre le chargement d'un programme d'instructions dans la mémoire d'au moins une des balises (1).

3. Système selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le programme d'instructions est dépendant des données collectées depuis un système de capteurs.

4. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le moyen (2) de contrôle est agencé pour synchroniser l'horloge des balises (1) sur son horloge.

5. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les balises (1) sont mises en réseau sans-fil.

6. Système selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** l'une des balises (1) est configurée pour relayer, sous l'ordre du moyen (2) de contrôle, un message à au moins une autre des balises (1).

7. Procédé de balisage au moyen d'au moins deux balises lumineuses (1), chaque balise (1) étant pourvue :

- d'un module de fourniture d'énergie électrique (11),
- d'un module de communication radio (12),
- d'une unité logique de traitement (13) incluant une horloge et une mémoire,

les balises (1) pouvant être contrôlées par un moyen (2) de contrôle, ce moyen (2) de contrôle étant un terminal utilisateur et comprenant :

- un module de communication radio (25)
- des moyens (24) d'entrées, et

- une unité centrale de traitement (23) incluant une horloge et une mémoire,

le procédé comprend :

- une étape de transformation d'une forme d'énergie en une énergie électrique ;
- une étape de stockage d'une énergie électrique ;
- une étape d'exécution, par au moins une des balises (1), d'un programme d'instructions compris dans la mémoire de l'unité logique de traitement (13),

le procédé étant **caractérisé en ce qu'il** comprend une étape de synchronisation de l'horloge des balises (1) à l'horloge du moyen (2) de contrôle de sorte à pallier une variation d'une horloge par rapport à une autre pour synchroniser des cycles et séquences d'animation de toutes les balises (1).

8. Procédé selon la revendication précédente, **caractérisé en ce qu'il** comprend une étape de communication d'au moins une des balises (1) avec le moyen (2) de contrôle.

9. Procédé selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** l'étape de communication comprend une étape de configuration permettant de charger un programme d'instructions depuis le moyen (2) de contrôle vers la mémoire de la au moins une des balises (1).

10. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'étape de synchronisation comprend :

- la réception, par au moins deux des balises (1), d'une trame de synchronisation ;
- l'asservissement de la fréquence de l'horloge desdites au moins deux balises (1) à l'aide des trames de synchronisation reçues.

11. Procédé selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** l'étape de synchronisation comprend, en outre, une étape de vérification de synchronisation.

Patentansprüche

1. System aus Leuchtbaken, mindestens zwei Leuchtbaken (1) umfassend, wobei jede Bake (1) versehen ist mit

- einem Modul zum Bereitstellen elektrischer Energie (11), einen Generator (110) für elektrische Energie und ein Mittel zum Speichern von Energie (111) umfassend,

- einem Funkkommunikationsmodul (12),
- einer logischen Verarbeitungseinheit (13), einen Speicher und eine Taktrate umfassend,

wobei das System aus Baken weiter ein Mittel (2) zur Kontrolle der Baken (1) umfasst, wobei das Mittel (2) zur Kontrolle umfasst:

- ein Funkkommunikationsmodul (25),
- Eingangsmittel (24),
- eine Verarbeitungszentraleinheit (23), die eine Taktrate und einen Speicher beinhaltet,

wobei das System **dadurch gekennzeichnet ist, dass** das Mittel (2) zur Kontrolle ein Benutzerendgerät ist und die Taktrate der Baken (1) mit der Taktrate des Mittels (2) zur Kontrolle synchronisiert ist, um eine Variation einer Taktrate im Verhältnis zu einer anderen auszugleichen, um Animationszyklen und -sequenzen aller Baken (1) zu synchronisieren.

2. System nach dem vorstehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mittel (2) zur Kontrolle ausgeführt ist, um das Laden eines Anweisungsprogrammes in den Speicher mindestens einer der Baken (1) zu ermöglichen.

3. System nach dem vorstehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anweisungsprogramm von den aus einem Sensorsystem gesammelten Daten abhängig ist.

4. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mittel (2) zur Kontrolle ausgeführt ist, um die Taktrate der Baken (1) mit seiner Taktrate zu synchronisieren.

5. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Baken (1) drahtlos vernetzt sind.

6. System nach dem vorstehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine der Baken (1) konfiguriert ist, um unter dem Befehl des Mittels (2) zur Kontrolle eine Nachricht an mindestens eine andere der Baken (1) weiterzuleiten.

7. Verfahren zum Markieren anhand mindestens zweier Leuchtbaken (1), wobei jede Bake (1) versehen ist mit

- einem Modul zum Bereitstellen elektrischer Energie (11),
- einem Funkkommunikationsmodul (12),
- einer logischen Verarbeitungseinheit (13), einen Speicher und eine Taktrate beinhaltend,

wobei die Baken (1) durch ein Mittel (2) zur Kontrolle

kontrolliert werden können, wobei dieses Mittel (2) zur Kontrolle ein Benutzerendgerät ist und Folgendes umfasst:

- ein Funkkommunikationsmodul (25),
- Eingangsmittel (24), und
- eine Verarbeitungszentraleinheit (23), die eine Taktrate und einen Speicher beinhaltet,

wobei das Verfahren umfasst:

- einen Umwandlungsschritt von einer Energieform in eine elektrische Energie;
- einen Speicherschritt einer elektrischen Energie;
- einen Ausführungsschritt durch mindestens eine der Baken (1) eines Anweisungsprogrammes, das in dem Speicher der logischen Verarbeitungseinheit (13) enthalten ist,

wobei das Verfahren **dadurch gekennzeichnet ist, dass** es einen Synchronisationsschritt der Taktrate der Baken (1) mit der Taktrate des Mittels (2) zur Kontrolle umfasst, um eine Variation einer Taktrate im Verhältnis zu einer anderen auszugleichen, um Animationszyklen und -sequenzen aller Baken (1) zu synchronisieren.

8. Verfahren nach dem vorstehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen Kommunikationsschritt mindestens einer der Baken (1) mit dem Mittel (2) zur Kontrolle umfasst.

9. Verfahren nach dem vorstehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kommunikationsschritt einen Konfigurationsschritt umfasst, der es ermöglicht, ein Anweisungsprogramm aus dem Mittel (2) zur Kontrolle in den Speicher der mindestens einen der Baken (1) zu laden.

10. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Synchronisationsschritt umfasst:

- den Empfang durch mindestens zwei der Baken (1) eines Synchronisationsrasters;
- das Ansteuern der Frequenz der Taktrate der mindestens zwei Baken (1) mithilfe der empfangenen Synchronisationsraster.

11. Verfahren nach dem vorstehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Synchronisationsschritt weiter einen Synchronisationsüberprüfungsschritt umfasst.

Claims

1. Light beacon system comprising at least two light beacons (1), each beacon (1) being provided:

- with a module for supplying electrical energy (11) comprising an electrical energy generator (110) and an energy storage means (111),
- a radio communication module (12),
- a processing logic unit (13) comprising a memory and a clock,

the beacon system further comprising a means (2) for controlling beacons (1), said control means (2) comprising:

- a radio communication module (25),
- input means (24),
- a processing core unit (23) including a clock and a memory,

the system being **characterised in that** the control means (2) is a user terminal, and the beacon clock (1) is synchronised with the clock by the control means (2) so as to overcome a variation from one clock to another to synchronise cycles and movement sequences for all the beacons (1).

2. System according to the preceding claim, **characterised in that** the control means (2) is arranged to make it possible for the loading of an instruction program in the memory of at least one of the beacons (1).

3. System according to the preceding claim, **characterised in that** the instruction program is dependent on the data collected from a sensor system.

4. System according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the control means (2) is arranged to synchronise the beacon clock (1) to the clock thereof.

5. System according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the beacons (1) are put into a wireless network.

6. System according to the preceding claim, **characterised in that** one of the beacons (1) is configured to relay, under the order of the control means (2), a message to at least one other of the beacons (1).

7. Beacons method by means of at least two light beacons (1), each beacon (1) being provided:

- with a module for supplying electrical energy (11),
- a radio communication module (12),
- a processing logic unit (13) including a clock

and a memory,

the beacons (1) could be controlled by a control means (2), this control means (2) being a user terminal and comprising:

5

- a radio communication module (25),
- input means (24), and
- a processing core unit (23) including a clock and a memory,

10

the method comprises:

- a step of transforming an energy form into an electrical energy;
- a step of storing an electrical energy;
- a step of executing, by at least one of the beacons (1), an instruction program comprised in the memory of the processing logic unit (13),

15

20

the method being **characterised in that** it comprises a step of synchronising the beacon clock (1) to the clock of the control means (2) so as to overcome a variation of a clock with respect to another to synchronise cycles and movement sequences for all the beacons (1).

25

8. Method according to the preceding claim, **characterised in that** it comprises a step of communicating at least one of the beacons (1) with the control means (2). 30
9. Method according to the preceding claim, **characterised in that** the communication step comprises a configuration step making it possible to load an instruction program from the control means (2) to the memory of the at least one of the beacons (1). 35
10. Method according to claim 7, **characterised in that** the synchronisation step comprises: 40
 - the reception, by at least two of the beacons (1), of a synchronisation frame;
 - the enslavement of the frequency of the clock of said at least two beacons (1) using the synchronisation frames received. 45
11. Method according to the preceding claim, **characterised in that** the synchronisation step further comprises a synchronisation verification step. 50

55

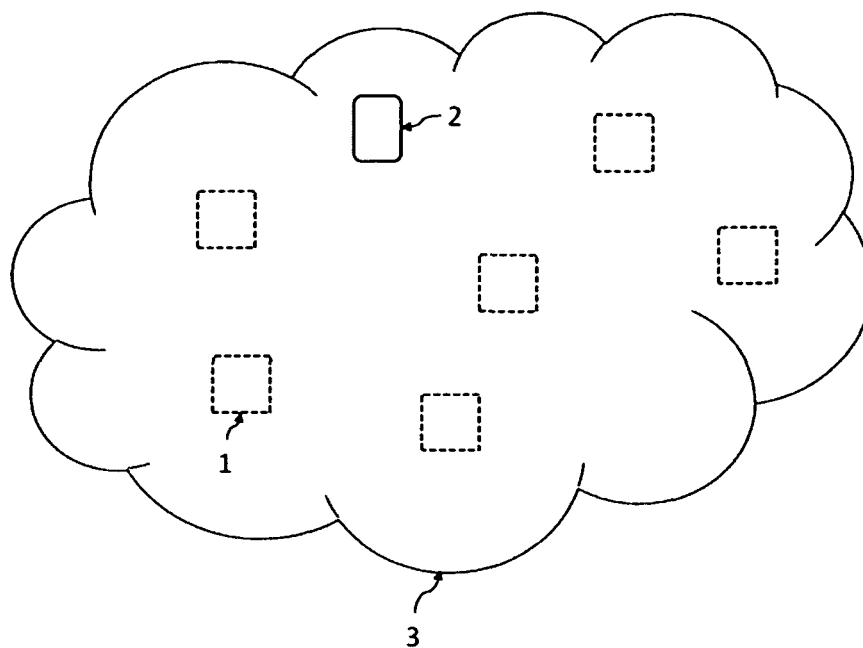


FIG.1

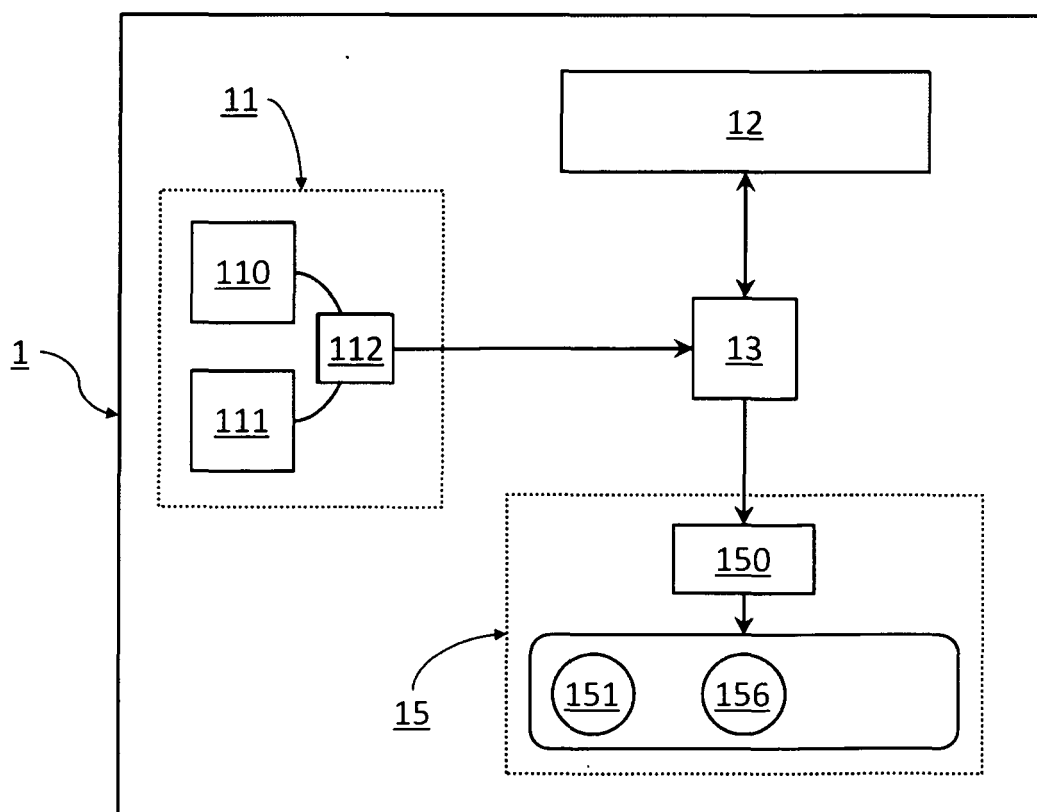


FIG.2

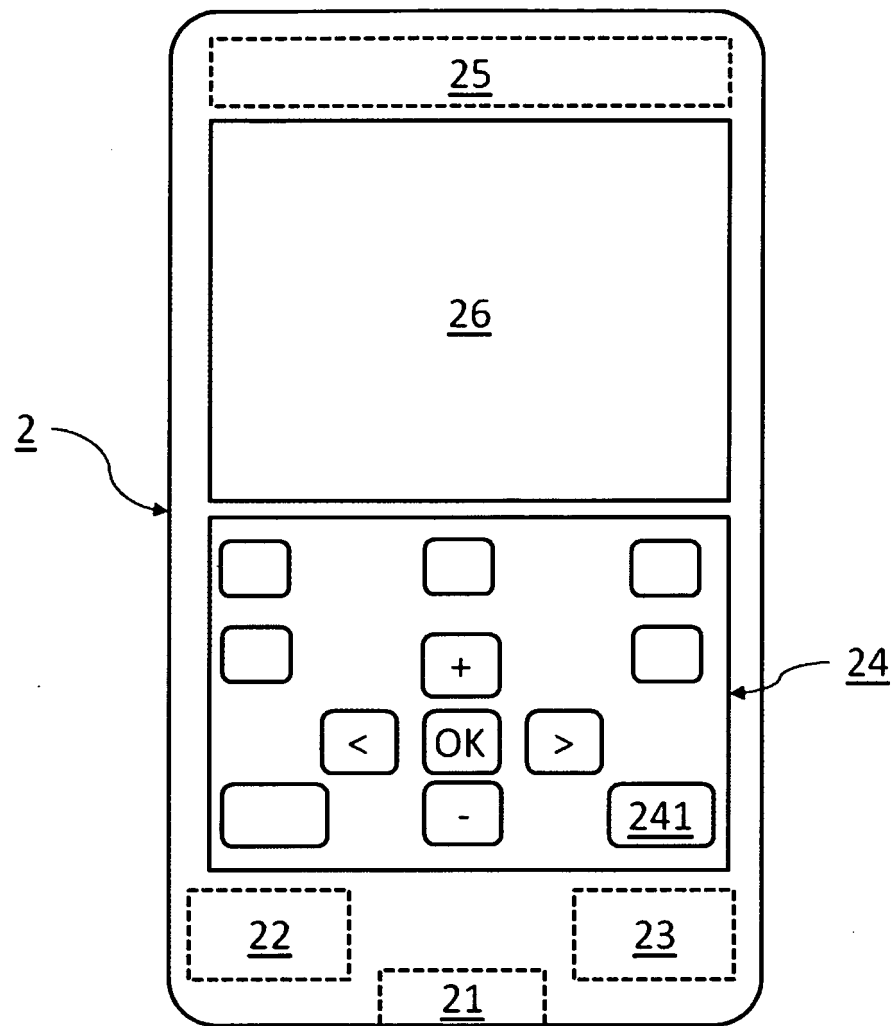


FIG.3

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- US 20080265799 A [0006]
- EP 2131630 A [0006]
- WO 2009003279 A [0007]