



(11) **EP 3 764 751 A2**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**13.01.2021 Bulletin 2021/02**

(51) Int Cl.:  
**H05B 45/50 (2020.01)**

(21) Numéro de dépôt: **20185386.8**

(22) Date de dépôt: **11.07.2020**

(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 RS SE SI SK SM TR**  
Etats d'extension désignés:  
**BA ME**  
Etats de validation désignés:  
**KH MA MD TN**

(71) Demandeur: **Fridgant, Corneliu**  
**06700 Saint Laurent du Var (FR)**

(72) Inventeur: **Fridgant, Corneliu**  
**06700 Saint Laurent du Var (FR)**

(74) Mandataire: **Schuffenecker, Thierry**  
**120 Chemin de la Maure**  
**06800 Cagnes sur Mer (FR)**

(30) Priorité: **11.07.2019 FR 1907832**

(54) **LUMINAIRE DE RUE POUR UNE GESTION CENTRALISÉE ET PROCÉDÉ DE GESTION ASSOCIÉE**

(57) Un luminaire de rue, comprenant :

- un élément inférieur (1) situé en bas du mât comportant une unité d'alimentation électrique destinée à l'alimentation du luminaire (90) et un premier module (100) comprenant un processeur (110) et des moyens de commutation (120) commandé par ledit processeur, comprenant :

une première interface (50) pour un premier couplage au réseau de distribution électrique ;

une seconde interface (30) pour un second couplage à une alimentation électrique (90) destiné à l'alimentation du luminaire ;

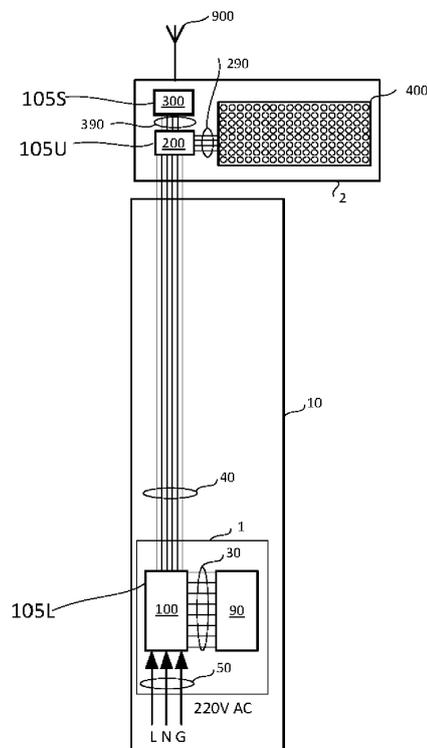
une troisième interface (40) destinée à un troisième couplage avec un second module (200) situé dans un élément supérieur (2) situé en haut du mât ;

- un élément supérieur (2) situé en haut du mât comprenant

un second module (200) configuré pour être couplé audit premier module, et une platine à LEDs (400) couplée audit second module par une quatrième interface (290) ; dans lequel la seconde interface comporte des conducteurs configurés pour recevoir des signaux électriques représentatifs d'un capteur de température (190) transmises audit processeur ; et dans lequel la quatrième interface comporte des conducteurs configurés pour recevoir des signaux électriques représentatifs d'un capteur de température (280) positionné sur la platine de LEDs ;

dans lequel lesdits premier (100) et second (200) modules échangent des informations de surveillance des paramètres de fonctionnement de l'alimentation (90) et de la platine de LEDs (400) pour générer des alarmes pré-

dictives de pannes.



**Fig. 1**

**EP 3 764 751 A2**

## Description

### Domaine technique de l'invention

**[0001]** La présente invention concerne le domaine technique de l'éclairage de rue et des luminaires disposés sur le domaine public, et plus spécifiquement une architecture de luminaire de rue pour une gestion centralisée et un procédé de gestion relatif.

### Etat de la technique

**[0002]** Le développement de l'urbanisation et de la densification urbaine a imposé le recours à des systèmes d'éclairage de rue plus sophistiqués et plus performants.

**[0003]** Les problématiques sont en effet diverses.

**[0004]** Un premier problème que pose la mise en œuvre et la gestion d'un éclairage de rue est celui de la maintenance qui est, aujourd'hui le plus souvent, basée sur le relevé humain sur site. En effet, pour connaître le nombre de luminaires hors service, l'exploitant doit mettre l'éclairage en marche forcée en journée afin que des équipes spécialisées puissent se rendre sur les lieux et relever le nombre et les références des pièces défectueuses. Les luminaires étant, en général, disposés en haut de mats élevés, il est alors nécessaire de recourir à du matériel et des équipes de maintenance spécialisés, notamment du personnel habilité à travailler sous tension, et disposant de nacelles pour atteindre les parties hautes des mats sur lesquels sont disposés les luminaires.

**[0005]** De tels déplacements occasionnent un coût de maintenance extrêmement élevé. Par ailleurs les pannes sur les luminaires sont diverses et apparaissent de façon imprévisible de sorte qu'il est extrêmement difficile, avec les moyens conventionnels, de maintenir un parc d'éclairage qui fonctionne 100% du temps d'exploitation.

**[0006]** Un second problème qui se pose au gestionnaire d'un éclairage de rue est celui du stock de pièces détachées. En fonction du type et de la qualité de l'éclairage désiré, chaque luminaire est alimenté par une alimentation spécifique, qui est la partie la plus sensible et fragile d'un luminaire à LED. Ce qui impose de fortes contraintes de stocks et de nombreuses pièces détachées.

**[0007]** Un troisième problème auquel se trouve confronté le gestionnaire d'un parc de luminaires publics, est celui du fait que les luminaires publics conventionnels sont extrêmement sensibles à la panne d'un composant élément comme une LED. En effet, les LEDs des luminaires étant câblées en série, lorsqu'une LED est hors service, toute la série de LED apparaît comme étant défectueuse, rendant le luminaire hors service.

**[0008]** Enfin, on note également un quatrième problème qui est celui découlant du fait que l'allumage des luminaires publics est en général effectué au moyen d'une impulsion générée par le distributeur du réseau électrique (la société EDF en France, par exemple), ou grâce

à une horloge. Pendant la journée, le courant électrique qui alimente les luminaires est coupé par des relais. Dans de nombreux cas de figure, on observe que les câbles électriques sont exposés à la délinquance et aux vols puisque les personnes mal intentionnées peuvent accéder aux câbles sans danger d'électrocution. Par ailleurs, l'allumage et l'arrêt des luminaires est effectué à des heures fixes, entraînant de ce fait un fort appel de courant lorsque tous les luminaires démarrent simultanément à pleine puissance.

**[0009]** Il est donc souhaitable de présenter une architecture performante adaptée pour un parc de luminaires de rue qui permettent de résoudre tout ou une partie des problèmes cités ci-dessus.

**[0010]** Tel est l'objet de la présente invention.

### Exposé de l'invention

**[0011]** La présente invention a pour but de proposer une nouvelle architecture de luminaire particulièrement adaptée à la réalisation d'un parc de luminaires de rue pouvant être géré de manière centralisée.

**[0012]** Un deuxième but de la présente invention consiste à proposer un dispositif de luminaire permettant une analyse prédictive de pannes des composants essentiels de ce luminaire.

**[0013]** Un troisième but de la présente invention est de fournir une structure de luminaires permettant de réduire significativement les frais de maintenance.

**[0014]** Un quatrième but de la présente invention est de fournir une platine à LEDs adaptée pour un luminaire performant, permettant une gestion prédictive de panne.

**[0015]** L'invention réalise ces buts au moyen d'une structure de luminaire de rue comportant un mât (déjà existant), comprenant :

- un élément inférieur situé en bas du mât comportant une unité d'alimentation électrique destinée à l'alimentation du luminaire et un premier module (100) comprenant un processeur (110) et des moyens de commutation (120) commandées par ledit processeur, comprenant :

une première interface pour un premier couplage au réseau de distribution électrique ;

une seconde interface pour un second couplage à une alimentation électrique (90) destiné à l'alimentation du luminaire ;

une troisième interface destinée à un troisième couplage avec un second module situé dans un élément supérieur situé en haut du mat ;

- un élément supérieur situé en haut du mât comprenant un second module configuré pour être couplé audit premier module, et une platine à LEDs couplée audit

second module par une quatrième interface ; dans lequel la seconde interface comporte des conducteurs configurés pour recevoir des signaux électriques représentatifs d'un capteur de température transmises audit processeur par l'interface; et dans lequel la seconde interface comporte des conducteurs configurés pour recevoir des signaux électriques représentatifs d'un capteur de température positionné sur la platine de LEDs ; dans lequel lesdits premier et second modules échangent des informations de surveillance des paramètres de fonctionnement de l'alimentation et de la platine de LEDs pour générer des alarmes prédictives de pannes.

**[0016]** Dans un mode de réalisation particulier, le premier module comporte un premier module de mesure des paramètres de tension et de courant d'entrée ainsi qu'un second module de mesure des paramètres de tension et courant en sortie de ladite unité d'alimentation.

**[0017]** De préférence, le second module comporte un troisième module de mesure pour mesurer les paramètres de fonctionnement de ladite platine LED.

**[0018]** Plus spécifiquement, le second module comporte des moyens de communication sans fil, par exemple de type LoRa, permettant une communication d'incidents et de données statistiques du fonctionnement du luminaire à une passerelle connectée au réseau Internet.

**[0019]** L'invention permet également la réalisation d'un procédé de gestion d'un luminaire comportant les étapes consistant à :

- mesurer les paramètres d'entrées, U/I/P, du module et tracer les incidents relatifs à ces paramètres ;
- mesurer et tracer les paramètres de sortie, U/I/P, de l'unité d'alimentation par le module 100 et tracer les incidents relatifs à ces paramètres ;
- mesurer et tracer les paramètres de température de l'unité d'alimentation par le module et de la platine LED par le module 200 et tracer les incidents relatifs à ces paramètres ;
- mesurer le facteur de puissance de l'unité d'alimentation et tracer les incidents relatifs à ces paramètres ;
- utiliser les incidents relatifs aux paramètres précités pour générer des alarmes prédictives de pannes qui sont envoyées vers la passerelle à destination d'un serveur de gestion et de maintenance .

**[0020]** L'invention a également pour objet de réaliser une platine à LED destinée à un éclairage, comportant un ensemble de LEDs organisés suivant un maillage de LEDs comportant un ensemble de P branches (410, 420, 430, 440...) comprenant chacune N LEDs (410-1,

410-2, ..., 410-n),

dans laquelle les P branches sont connectées en parallèle, et

- 5 dans laquelle chaque LED individuelle de la première branche est connectée en outre en parallèle à une LED d'un rang correspondant de la seconde branche ; et
- 10 dans laquelle chaque LED individuelle de la P-ième branche est connectée en parallèle avec une LED d'un rang correspondant de la P-1-ième branche ; et
- 15 chaque LED individuelle de toutes les autres branches, à l'exception des branches n°1 et P, sont connectées en parallèle à deux LEDs respectivement issue d'une branche précédente et d'une branche suivante.

## 15 Description des dessins

**[0021]** D'autres caractéristiques, but et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description et des dessins ci-après, donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs. Sur les dessins annexés :

20

La figure 1 illustre une architecture générale d'un luminaire de rue conforme à un mode de réalisation préféré de la présente invention.

25

La figure 2 représente la structure du bloc inférieur 1 du luminaire de rue de la figure 1.

30

La figure 3 illustre la structure électronique générale du mode de réalisation préféré de la figure 1.

35

La figure 4 illustre le détail du couplage du second module 200 (réf 105U) au premier module 100 (réf 105L) et au troisième module (réf 105S), ainsi qu'à la platine de LEDs du luminaire.

40

La figure 5 illustre un mode de réalisation du détail du second module 200, avec la platine 400.

45

La figure 6 illustre l'architecture générale du parc de luminaires, communiquant avec un ensemble de modules 610-1, ..., 610-n servant de passerelle (600) pour un transport d'information via le réseau Internet (620) à un serveur de gestion et de maintenance dédié (650).

50

La figure 7 illustre l'architecture matérielle du premier module 100.

55

La figure 8 illustre l'architecture matérielle du deuxième module 200.

La figure 9 illustre l'architecture matérielle du module 600.

La figure 10 illustre un premier mode de réalisation d'une platine de 144 LEDs conforme à la présente invention.

La figure 11 illustre un second mode de réalisation d'une platine de 288 LEDs conforme à la présente invention.

La figure 12 illustre le procédé de suivi et d'analyse de la tension d'entrée émanant du réseau électrique.

La figure 13 illustre le procédé de suivi et l'analyse de la consommation du module 90.

La figure 14 illustre un procédé de mesure et d'analyse du facteur de puissance effectué par le module 100.

La figure 15 illustre un mode de réalisation d'un procédé d'analyse de la température de fonctionnement de l'alimentation 90.

La figure 16 illustre un mode de réalisation d'un procédé d'analyse des conditions de fonctionnement de la platine de LEDs 400.

La figure 17 illustre un autre mode de réalisation plus synthétique d'un procédé d'analyse des conditions de fonctionnement de la platine de LEDs 400.

La figure 18 illustre un procédé de surveillance généralisé de la communication entre le luminaire et le serveur de gestion et de maintenance.

La figure 19 illustre un procédé de test des capteurs installés dans le troisième module 300.

### Description d'un mode de réalisation préféré

**[0022]** L'on décrit à présent comment l'on peut améliorer de manière extrêmement performante une architecture de luminaire de rue, à créer ou tout simplement déjà existante.

**[0023]** L'on décrira successivement l'architecture structurelle qui est proposée (I), et le fonctionnement des différents composants (II). On résumera ensuite les avantages de la solution proposée (III).

#### I. Architecture et description structurelle

**[0024]** Pour introduire les nouvelles fonctionnalités qui seront décrites ci-après, et résoudre les problématiques évoquées précédemment, l'on organise chaque luminaire suivant une architecture illustrée dans la figure 1, basée sur un ensemble de quatre modules (référéncé 105L, 105U, 105S et 105G, ce dernier n'étant pas représenté).

**[0025]** Le luminaire se compose d'un mât (déjà existant) 10 fixé au sol, abritant en son sein deux éléments 1 et supportant l'élément 2 respectivement inférieur et supérieur.

**[0026]** L'élément inférieur 1 comporte notamment un premier module 100 (réf interne 105L) couplé à une ali-

mentation 90, qui pourra être une alimentation générique quelconque ou même une alimentation présente dans un luminaire déjà existant, de préférence dotée d'une interface de gradation (« dimming » dans la littérature anglo-saxonne).

**[0027]** L'élément supérieur 2, logé en haut du mât, comporte une platine lumineuse 400, dotée d'un ensemble de LED, couplé à un second module 200 (réf interne 105U) et communiquant avec le premier module 100 situé dans la partie inférieure du mât. Un troisième module 300 (réf 105S) est également couplé au bloc 200 et sert de bloc spécifique comportant un ou plusieurs capteurs que l'on décrira ci-après.

**[0028]** L'architecture se comporte en outre d'un quatrième module 600 (réf 105G), non représenté dans la figure 1, qui sert de passerelle comme illustré dans la figure 6, et qui permet de centraliser et reporter toutes les informations de suivi et les statistiques afférentes à serveur de gestion dédié.

**[0029]** Comme on le voit sur la figure, le premier module 100 comporte une première interface 50 permettant le raccordement de câbles d'alimentation électriques conventionnels (Phase, Neutre et Terre), une seconde interface 30 permettant le raccordement de câbles pour le couplage à l'alimentation 90 et enfin une troisième interface 40 basée sur un câble permettant le couplage au second module 200. Pour simplifier l'exposé, l'interface et le câble correspondant seront considérés sous la même référence numérique.

**[0030]** Le détail du raccordement du premier module 100 à l'alimentation générique 90 est illustré dans la figure 2, où l'on voit que le module 100 est couplé à l'alimentation générique 90 via l'interface 30 qui se décompose en trois jeux de connecteurs, de type IP68, et destinés à faciliter les opérations de maintenance.

**[0031]** Un premier jeu de connecteurs 31/32 - respectivement mâle et femelle, permet un raccordement du module 100 à l'alimentation 90 pour deux conducteurs destinés à permettre la transmission de signaux de commande pour la gradation de l'intensité lumineuse (« dimming » dans la littérature anglo-saxonne).

**[0032]** Un second jeu de connecteurs 33/34 - respectivement femelle et mâle - permet un raccordement du module 100 à l'alimentation 90, afin de permettre au module 100 de recevoir une tension d'alimentation continue - par exemple 48 Volts - destinée à l'alimentation des LEDs du luminaire.

**[0033]** Un troisième jeu de connecteurs 35/36 - respectivement mâle et femelle - permet un raccordement du module 100 à l'alimentation 90, afin de permettre à l'alimentation 90 de recevoir par ces connecteurs la tension d'alimentation 220 Volts (resp. Phase, Neutre et Terre) sous le contrôle du premier module 100.

**[0034]** Enfin, une liaison permet le couplage d'un capteur de température 190 qui sera positionné sur l'alimentation générique 90, au plus près de la source de chaleur, afin de permettre au premier module 100 d'effectuer le suivi de sa température de fonctionnement.

**[0035]** Comme on le voit déjà sur la figure 2, grâce au couplage réalisé par les différentes composantes de l'interface 30, le module 100 est en mesure de gérer la totalité des variables et paramètres du fonctionnement de l'alimentation générique 90, dont on relèvera qu'elle est la cause de la plus grande partie des pannes mettant le luminaire hors service. Parmi ces variables et paramètres, le module 100 mesure et analyse la tension et le courant d'entrée (connecteurs 35-36), la tension et le courant de sortie (connecteurs 33-34), les paramètres de gradation (connecteurs 31-32), ainsi que la température de fonctionnement de cette alimentation 90 (liaison 39).

**[0036]** Cette coopération entre l'alimentation 90 - qui est l'élément de puissance du luminaire - et le premier module 100 qui centralise une partie de l'intelligence du système, permet une surveillance constante et particulièrement performante du fonctionnement de l'alimentation 90 propre à autoriser une prédictibilité des pannes.

**[0037]** En revenant à la figure 2, l'on voit que le couplage du premier module 100 au second module 200 situé en haut du mat, se réalise au moyen de l'interface 40 qui met en œuvre un connecteur 6 fils que l'on décrira plus bas, en relation avec le schéma structurel de la figure 3.

**[0038]** Le premier module 100 comporte un microprocesseur 110 doté de ses composants associés bien connus, tels que composants mémoire et unités d'entrée/sortie (I/O) non illustrés, et qu'il n'est pas nécessaire, dans un souci de concision, de développer plus avant. Il suffira de préciser cependant que les composants mémoires servent au stockage des instructions de microprogramme destinés au déroulement des procédés qui seront décrits ci-après, mais également au stockage des informations et données relatives au fonctionnement des différents composants du système, et notamment de l'alimentation 90. A cet effet, une mémoire dédiée, non effaçable, servira au stockage de données statistiques permettant de tracer les incidents liés au fonctionnement de l'alimentation 90 ou tout autre composant. Le microprocesseur est alimenté par un convertisseur AC/DC 140, protégé par un élément de protection parafoudre 170 contre les surtensions, et commande, d'une manière générale, tous les autres composants du module 100, dont un relais 120, un premier bloc de mesure 130, un module de communication RS485 150, un second bloc de mesure 160.

**[0039]** Plus spécifiquement, l'élément de protection 170 est couplé, en entrée, à l'interface d'entrée 50 recevant la tension d'alimentation du secteur (220V), comportant les circuits conventionnels PHASE, NEUTRE et TERRE. En sortie, l'élément 170 est couplé au relais 120, au bloc de mesure 130 et au convertisseur AC/DC 140.

**[0040]** Le relais 120 comporte une entrée couplée à l'élément 170 et une sortie comportant deux conducteurs couplés aux connecteurs 35-36 de l'interface 30 avec l'alimentation 90. Le relais est un élément important de l'architecture car c'est lui qui permet, sous la commande

du microprocesseur 110, la transmission de la tension d'alimentation 220 Volts (par exemple, ou 110 Volts) à l'alimentation 90 afin de commander et contrôler le fonctionnement de cette dernière durant le fonctionnement du luminaire, mais également durant les phases de test qui seront décrites plus loin.

**[0041]** Le premier bloc de mesure 130 comporte une entrée couplée à l'élément de protection 170 et comporte des circuits d'analyse et de mesure du couple tension/courant, dont les résultats sont transmis par un circuit approprié au microprocesseur 110. Dans un mode de réalisation particulier, le bloc de mesure pourra comporter un convertisseur analogique numérique permettant la conversion de la tension d'entrée en une représentation numérique qui pourra être traitée par le microprocesseur 110.

**[0042]** Le convertisseur 140 comporte une première entrée couplée à l'élément de protection 170. Il reçoit donc la tension/courant d'alimentation et génère une alimentation continue destinée à l'alimentation de tous les modules de commande de la présente architecture, en particulier les modules 100, 200 et 300. Il est à noter, et cela est un élément important, que le convertisseur AC/DC n'a pas vocation à générer l'alimentation de puissance des lampes LED qui, elle, est générée par l'alimentation 90 sous surveillance par le module 100. Le convertisseur AC/DC 140 reste donc exclusivement réservé à l'alimentation des modules 100, 200 et 300, permettant l'apport de l'intelligence nécessaire à la mise en place des différentes fonctionnalités décrites ci-après.

**[0043]** Le convertisseur AC/DC 140 comporte deux sorties distinctes, à savoir une première sortie destinée à l'alimentation des autres composants du module 100 - par exemple 5 Volts, dont le microprocesseur 110 que l'on voit sur la figure, mais également une seconde sortie qui est couplée à deux conducteurs spécifiques de l'interface 40 permettant le raccordement, le long du mât, du premier module 100 au second module 200 dans le but de fournir à ce dernier une alimentation spécifique, par exemple 12 Volts.

**[0044]** Le module de communication RS485 150 comporte une entrée couplée au microprocesseur 110 et une sortie couplée à deux autres conducteurs spécifiques du câble 40 permettant le raccordement des modules 100 et 200. Ce module de communication RS485 150 permet donc de réaliser une communication bidirectionnelle entre le microprocesseur 110 du module 100 et le microprocesseur 210 du module 200 situé dans l'élément supérieur 2 en haut du mât du luminaire.

**[0045]** Enfin, un second bloc de mesure 160 comporte une entrée couplée aux connecteurs 33/34 raccordés à l'alimentation 90, et comporte des circuits d'analyse et de mesure des tension/courant de sortie (48 Volts par exemple) générée par l'alimentation 90 en vue de l'alimentation des LED, dont les résultats sont transmis par un circuit approprié au microprocesseur 110. Dans un mode de réalisation particulier, le bloc de mesure pourra comporter un convertisseur analogique numérique per-

mettant la conversion de la tension d'entrée en une représentation numérique qui pourra être traitée par le microprocesseur 110.

**[0046]** Enfin, dans un mode de réalisation particulier, le premier module 100 pourra comporter une interface supplémentaire permettant un accès direct au microprocesseur via une console extérieure, notamment pour la mise à jour du programme informatique stocké dans le module 100.

**[0047]** Le second module 200 situé en haut du mat présente une architecture similaire. On y trouve un microprocesseur 210 comportant tous les composants accessoires bien connus d'un homme du métier, mais également un module de communication RS 485 220 permettant le couplage aux deux conducteurs spécifique du câble 40 recevant les données de communication échangées avec le microprocesseur 110 du module 100, par l'intermédiaire du module 150.

**[0048]** En outre, le module 200 comporte un module 230 de communication sans fil suivant le protocole LoRa (Long Range Radio Wide Area Network dans la littérature anglo-saxonne), raccordée à une antenne 900. Ce module permet l'échange d'informations suivant un protocole sans fil avec le quatrième module 600 (réf 105G non représenté) qui sert de passerelle pour le renvoi de toutes les informations de gestion et de statistiques via une passerelle 600 à un serveur dédié 650 comme cela est illustré dans la figure 6.

**[0049]** Le protocole de communication LoRa est un protocole bien connu permettant le déploiement d'un réseau étendu à longue portée. Il n'est pas nécessaire de le développer davantage. Le lecteur se reportera aux nombreux articles présents sur Internet, notamment : <https://fr.wikipedia.org/wiki/LoRaWAN>

**[0050]** La figure 4 illustre le détail du couplage du second module 200 au premier module 100 (réf 105L) et au troisième module 300 (réf 105S), respectivement via les interfaces 40 et 390, par le biais de connecteurs IP68 adéquats. L'interface 40 avec le premier module 100 est réalisé au moyen d'un câble idoine raccordé via un connecteur à six conducteurs représentés sur la figure, tandis que l'interface 290 avec la platine de LEDs utilise un jeu de connecteurs 291/292 - respectivement mâle et femelle - permettant le raccord de deux conducteurs d'alimentations (+ 48 Volts par exemple) mais également deux conducteurs supplémentaires pour le raccordement d'un capteur de température 280 situé sur la platine de LEDs. Par ailleurs, l'interface 390 permet le couplage du module 200 au module 300 (réf 105S) permettant l'introduction de capteurs spécifiques additionnels.

**[0051]** La figure 5 illustre plus en détail le schéma électronique du second module 200, et les composants essentiels permettant les fonctions de tests qui seront décrites ci-après. L'on observe que le module 200 comporte un convertisseur DC-DC 240 ayant une entrée recevant une alimentation continue DC extraite de deux conducteurs spécifiques de l'interface 40, et générée par le convertisseur AC/DC 140, et une sortie délivrant une tension

adéquate, indépendante de la longueur du câble 40 située dans le mât, pour l'alimentation des différents composants des modules 200 et 300.

**[0052]** Par ailleurs le module 200 comporte un élément de mesure 260, similaires aux éléments 130 et 160 du module 100, permettant la mesure des paramètres U, I et P de fonctionnement de la platine LEDs 400. En particulier, l'élément 260 pourra comporter un convertisseur analogique/numérique permettant de transmettre une version numérique des mesures analogiques effectuées pour permettre au processeur 210 d'effectuer les calculs adéquats. L'entrée de l'élément de mesure 260 est configurée pour recevoir la tension continue +48V extraite de l'interface 40, elle-même générée par l'alimentation 90, tandis que la sortie de ce même élément est couplée à l'interface 290 pour l'alimentation de la platine de LEDs. Les deux autres conducteurs de l'interface 290 étant, comme on l'a vu précédemment, dédié à la transmission du signal généré par le capteur de température 280.

**[0053]** L'on voit également dans la figure 5 que l'interface 390 avec le troisième module 300 comporte deux types d'interface spécifiques, respectivement UART3/I2C et GPIO pour permettre le couplage de divers capteurs et détecteurs, tant numériques qu'analogiques.

**[0054]** La figure 6 illustre l'architecture générale du parc de luminaires 610-1 à 610-n, communiquant avec un ensemble de modules 600 (trois modules étant représentés) qui servent chacun de « passerelle » pour un transport d'information via le réseau Internet 620 à un serveur 650 de gestion et de maintenance dédié.

**[0055]** La figure 7 illustre les différents composants matériels utilisés dans un mode de réalisation préféré pour le module 100.

**[0056]** Le module 100 comporte plus spécifiquement :

- un module 110 qui est un microprocesseur de type STM32L...
- un module 111 qui est une mémoire EEPROM
- un module 112 qui est une commande PWM pour la gradation de luminosité
- un module 113 qui est un test de fonctionnement interne
- un module 120 qui est un relais pour la coupure de l'alimentation secteur ; en effet si la tension d'entrée n'est pas dans les plages prédéfinies, le relais est mis on position OFF pour protéger l'alimentation 90 des sous ou surtensions....
- un module 130 qui assure la mesure du couple tension/courant AC
- un module 140 qui est un convertisseur AC/DC nécessaire à l'alimentation du module 100, 200 et 300.

- un module 141 qui stabilise la tension DC
- un module 150 qui assure la communication RS485 entre les modules 100 et 200
- un module 160 qui assure la mesure du couple tension/courant DC
- un module 170 qui assure la protection des décharges électrostatiques
- un module 190 qui est une sonde de température qui mesure la température de fonctionnement de l'alimentation 90.

**[0057]** La figure 8 illustre les différents composants matériels utilisés dans un mode de réalisation préféré pour le module 200.

**[0058]** Le module 200 comporte plus spécifiquement :

- un module 210 qui est un microprocesseur de type STM32L...
- un module 213 qui est un test de fonctionnement interne
- un module 240 qui est un convertisseur DC/DC nécessaire à l'alimentation du module 200
- un module 241 qui stabilise la tension DC
- un module 220 qui assure la communication RS485 entre les modules 100 et 200
- un module 230 qui assure la communication avec le module 600 par l'intermédiaire du module 900.
- un module 250 qui assure la mesure du couple tension/courant DC
- un module 280 qui est une sonde de température qui mesure la température de fonctionnement de la platine LED 400

**[0059]** La figure 9 illustre les différents composants matériels utilisés dans un mode de réalisation préféré pour le module 600.

**[0060]** Le module 600 comporte plus spécifiquement :

- un module 610 qui est un microprocesseur de type AM4376 Cortex-A9
- un module 611 qui est une EEPROM AT24C02
- un module 612 qui est FLASH W25Q328V
- un module 613 qui est une mémoire EMMC MTFC8GLDEA-4M

- un module 614 qui est une mémoire DDR3L X 2 MT41K256 M16HA
- un module 630 qui est un convertisseur AC/DC nécessaire à l'alimentation du module 600
- un module 640 qui est le module LoRa
- un module 660 qui est un lecteur de carte SD
- un module 670 qui est un récepteur / transmetteur Ethernet
- un module 680 qui est un module 4G
- un module 690 qui est un module GPS

**[0061]** L'architecture que l'on a décrite permet la gestion d'un parc de luminaires de diverses natures et diverses puissances. Il est particulièrement adapté aux luminaires à LEDs qui se généralisent dans l'éclairage de rue.

**[0062]** L'inventeur a conçu une platine de LED très spécifique, particulièrement adaptée aux modules 100-300 décrits précédemment, mais que l'on pourrait également considérer indépendamment des autres modules décrits.

**[0063]** La figure 10 illustre un premier mode de réalisation d'une telle platine LED conçue par l'inventeur. Cette platine est basée sur un ensemble de LEDs connectées suivant un maillage, c'est-à-dire comportant un ensemble de P branches 410, 420, 430, 440 etc.... comportant chacune N LEDs. La branche 410 comporte ainsi N LED référencées respectivement 410-1, 410-2, ..., 410-n, tandis que la branche 420 comporte également N LEDs référencées respectivement 420-1, 420-2, 420-3, ... 420-N etc...

**[0064]** L'on forme ainsi, en venant connecter en parallèle les P branches 410, 420, ... un maillage de LEDs qui sont toutes connectées en série (au sein de la même branche), mais également en parallèle avec les deux LEDs voisines issues de la branche précédente et de la branche suivante, et de même rang au sein de la branche.

**[0065]** Plus spécifiquement, on relève que les P branches sont connectées en parallèle et que chaque LED individuelle de la première branche est connectée en outre en parallèle à une LED d'un rang correspondant de la seconde branche. De même, chacune des LED individuelle de la P ième branche est connectée en parallèle avec une LED d'un rang correspondant de la P-1 ième branche. Enfin, comme on le voit sur la figure 8, chacune des LEDs de toutes les autres branches, à l'exception des branches n°1 et P, sont connectées en parallèle à deux LEDs de rang identique, respectivement issue d'une branche précédente et d'une branche suivante.

**[0066]** Cette configuration particulièrement originale et inédite se révèle est des plus avantageuse. En effet, elle

permet d'éviter que la panne d'une seule LED entraîne la mise hors service de toute une branche de LED. Dans la configuration qui est proposée, lorsqu'une LED tombe en panne, elle provoque en un circuit ouvert, et les tensions et les courants se réorganisent autour des autres LEDs voisines qui continueront d'éclairer et de contribuer à l'allumage du luminaire. Et la mise hors service de la LED pourra être finement détectée par les blocs de mesure du module 200 pour permettre un suivi en temps réel et reporter l'incident au serveur de maintenance dédlié.

**[0067]** La figure 10 illustre un mode de réalisation particulier correspondant à un maillage de 144 LEDs, correspondant à un maillage de  $P=18$  et  $N=8$ .

**[0068]** La figure 11 illustre un autre mode de réalisation d'une platine de 288 LEDs, correspondant à un maillage de  $P=36$ ,  $N=8$ .

**[0069]** Il est à noter que si les platines des figures 10 et 11 sont particulièrement avantageuses lorsqu'utilisées en combinaison avec les modules 100-400, l'une ou l'autre de ces platines peut être néanmoins utilisée indépendamment de ces modules 100-300.

**[0070]** La platine LED est équipée d'un capteur de température 280.

**[0071]** L'architecture qui vient d'être exposée précédemment permet le déploiement d'un parc de luminaires, à créer ou déjà existant et, comme on va le voir à présent, qui feront chacun l'objet d'une surveillance minutieuse et en temps réel afin de permettre une analyse circonstanciée des conditions de fonctionnement du parc, des paramètres de fonctionnement de chaque luminaire et des incidents reportés, de nature à permettre une prédictibilité de panne des plus avantageuse.

## II. Fonctionnement

**[0072]** Comme on va le voir à présent, le premier module 100 (réf 105L) est positionné en bas du mat à côté de l'alimentation du luminaire.

**[0073]** Ce module assure l'interface entre le secteur (220Vac), l'alimentation et l'ensemble du système, à l'exclusion des LEDs du luminaire. Les connectiques entre le module 100 (réf 105L), le module 200 (réf 105U) et l'alimentation 90 du luminaire sont assurées par des connecteurs mâles/femelles de type IP68, aisées à manipuler pour un personnel de maintenance.

**[0074]** Ce module permet, grâce à son processeur, de contrôler :

- La tension secteur
- La puissance consommée par l'alimentation du luminaire
- Le facteur de puissance de l'alimentation du luminaire
- La température de l'alimentation du luminaire

- La tension DC de sortie de l'alimentation du luminaire
- La gradation de l'intensité lumineuse
- L'alimentation du luminaire

**[0075]** L'ensemble des mesures et analyses contextuelles qui sont réalisées sont transmises du module 100 vers le module 200, dans le but d'être ensuite dirigées vers la passerelle 600 à des fins de gestion de maintenance.

**[0076]** L'on décrit à présent, en relation avec la figure 12 un procédé visant à effectuer le suivi et l'analyse de la tension d'entrée émanant du réseau électrique.

**[0077]** Le procédé démarre par une étape 1210.

**[0078]** Puis, dans une étape 1220, le procédé effectue au moyen du premier bloc de mesure 130 une mesure des paramètres d'entrées, à savoir la tension fournie au niveau de l'interface 50.

**[0079]** Puis, dans une étape 1230, le procédé effectue un test sur le relais 120 pour déterminer si ce dernier est activé (ON) ou désactivé (OFF).

**[0080]** Si le test de l'étape 1230 révèle que le relais 120 est désactivé (OFF), alors le procédé retourne à l'étape 1220.

**[0081]** Au contraire si le test de l'étape 1230 révèle que le relais 120 est activé (ON), alors le procédé va à une étape 1240 qui consiste en un test supplémentaire réalisé par le premier bloc de mesure 130 pour déterminer si la tension d'entrée disponible au niveau de l'interface 50 est comprise dans une première plage de tension prédéfinie, par exemple 115V - 260Volts, auquel cas le procédé retourne à l'étape 1220.

**[0082]** Au contraire si, dans l'étape 1240, la tension d'entrée au niveau de l'interface 50 n'est pas comprise dans la plage de valeurs prédéfinie (par exemple 115-260 Volts), alors le procédé poursuit avec une étape 1250 qui est le démarrage d'un temporisateur T.

**[0083]** Puis le procédé poursuit avec une étape 1260 consistant en un nouveau test, identique à celui de l'étape 1240, consistant à déterminer si la tension d'entrée est comprise dans la plage de valeurs prédéfinie, par exemple 115-260 Volts, auquel cas le procédé retourne à l'étape 1220.

**[0084]** Au contraire si, au terme de la temporisation, le test de l'étape 1260 révèle que la tension V est encore hors de la plage de valeurs prédéfinie 115-260 Volts, alors le procédé poursuit avec une étape 1270 au cours de laquelle le processeur 110 génère une information d'incident de sous-tension ou de surtension, selon le cas, et stocke cette information dans une mémoire de données statistiques.

**[0085]** Puis, dans une étape 1280, le processeur 110 effectue une lecture de la mémoire de données statistiques et effectue une analyse de ces données pour déterminer le nombre d'incidents déjà reportés et stockés, ainsi que leur fréquence.

**[0086]** Puis, dans l'étape 1290 le processeur 110 génère une alarme reportant l'incident et la transmet via le module RS485 150 aux autres modules 200-600, dont la passerelle 600 pour qu'elle achemine celle-ci au serveur de gestion et de maintenance via le réseau Internet.

**[0087]** Cette alarme, comme toutes les alarmes qui seront décrites ci-après avec les figures 13-19, sont considérées comme étant « prédictives » dans la mesure où elles permettent d'anticiper un dysfonctionnement à court terme d'un composant important comme l'alimentation 90 ou la platine de LED 400.

**[0088]** La figure 13 illustre plus spécifiquement le suivi et l'analyse de la consommation du module d'alimentation 90, et spécifiquement l'intensité débitée par ce dernier.

**[0089]** Le procédé démarre par une étape 1310.

**[0090]** Puis, dans une étape 1320, le procédé effectue une mesure des paramètres de fonctionnement de l'alimentation 90, et ce au moyen du bloc de mesure 130 recevant, en entrée la tension et le courant d'alimentation A/C et le bloc 160 générée par l'alimentation 90.

**[0091]** Puis le procédé poursuit avec une étape 1330 qui consiste à déterminer si l'intensité I et la puissance P sont dans une seconde et une troisième plage de valeurs prédéfinies, auquel cas le procédé retourne à l'étape 1320.

**[0092]** Si, dans l'étape 1330, on détermine que les valeurs I et P ne sont pas comprises dans les plages prédéfinies, le procédé poursuit avec une étape 1340 au cours de laquelle le processeur 110 génère une information d'incident et stocke cette information dans la mémoire de données statistiques.

**[0093]** Puis, dans une étape 1350, le procédé effectue une lecture de la mémoire de données statistiques et effectue une analyse de ces données pour déterminer le nombre d'incidents déjà reportés et stockés, ainsi que leur fréquence.

**[0094]** Dans une étape 1360, le procédé effectue un test sur la fréquence des incidents déjà reportés et déterminer si la fréquence excède un seuil prédéterminé.

**[0095]** Si le test de l'étape 1360 montre que la fréquence d'incidents reportés sur I ou P reste inférieure au seuil prédéterminé, alors le procédé poursuit avec une étape 1370 au cours de laquelle le relais 120 est désactivé.

**[0096]** Puis le procédé poursuit avec une étape 1380 au cours de laquelle, à l'expiration d'une temporisation prédéterminée, le relais 120 est réactivé de manière à redémarrer l'alimentation 90, et le procédé retourne alors à l'étape 1320.

**[0097]** Dans le cas où l'étape 1360 a révélé une fréquence d'incidents déjà reportés supérieure au seuil prédéterminé, alors le procédé poursuit va directement à une étape 1390 au cours de laquelle le processeur 110 génère une alarme prédictive de panne transmise aux modules 200-600, afin que cette alarme puisse être réacheminée via le réseau Internet au serveur de gestion.

**[0098]** Comme on le voit, grâce à l'invention, le serveur de gestion et de maintenance est avisé en temps réel

des conditions d'utilisation de l'alimentation générique 90, même lorsque celle-ci ne comporte pas, de fabrication, des moyens de télétransmission. Grâce à la coopération des différents modules 100-200-600, le serveur de gestion et de maintenance peut alors programmer automatiquement une intervention sur site dans les jours (semaines ou mois) à venir pour procéder au remplacement de l'alimentation 90 pressentie comme étant susceptible de tomber en panne. On notera par ailleurs que, grâce à l'architecture générale du luminaire, le remplacement de l'alimentation 90 - située en position basse dans le mât du luminaire considéré - pourra être effectué très simplement par du personnel non spécialisé sans avoir besoin de recourir à un camion nacelle.

**[0099]** La figure 14 illustre un procédé de mesure et d'analyse du facteur de puissance effectué par le module 100.

**[0100]** Le procédé démarre par une étape 1410.

**[0101]** Puis, dans une étape 1420, le procédé effectue une mesure du facteur de puissance de l'alimentation 90 au moyen des informations de mesure collectées par le premier bloc de mesure 130 et le second bloc de mesure 160. De manière concrète, pour calculer le facteur de puissance, on calcule le rendement de l'alimentation 90 en procédant à un calcul d'un rapport entre les paramètres d'entrée et de sortie de l'alimentation. Un tel calcul est bien connu d'un homme du métier et ne nécessite pas de développement supplémentaire.

**[0102]** Puis, le procédé effectue un test au cours d'une étape 1430 consistant à déterminer si le facteur de puissance est supérieur à un seuil prédéterminé, auquel cas le procédé retourne à l'étape 1420.

**[0103]** Si le test de l'étape 1430 révèle un facteur de puissance inférieur au seuil prédéterminé, le procédé poursuit avec une étape 1440 au cours de laquelle un test complémentaire est effectué de manière à déterminer si l'alimentation 90 fonctionne en mode de « gradation » (« dimming »).

**[0104]** Si l'alimentation ne fonctionne pas en mode de gradation, le processeur 110 commande l'activation du mode « gradation » dans une étape 1450, au moyen de signaux de commande adéquats transmis via les connecteurs 31-32, puis le procédé retourne à l'étape 1420.

**[0105]** Si l'alimentation 90 fonctionne déjà en mode « gradation » dans le test de l'étape 1440, alors le procédé poursuit avec une étape 1460 au cours de laquelle le processeur 110 effectue une lecture des données stockées dans la mémoire d'incidents pour déterminer si l'alimentation 90 a déjà été redémarrée plusieurs fois au cours d'un intervalle prédéterminé, dans une étape 1461.

**[0106]** Dans une étape 1462, le procédé effectue un test sur la fréquence des incidents déjà reportés et déterminer si la fréquence excède un seuil prédéterminé.

**[0107]** Si le test de l'étape 1460 révèle que l'alimentation a fait l'objet de plusieurs redémarrages suite à des incidents identifiés sur le facteur de puissance, alors le processeur 110 génère une alarme prédictive dans l'étape 1490 qui est stockée dans la base de données statisti-

ques et est également transmises aux blocs 200-600 ainsi qu'au serveur de gestion et de maintenance pour programmer une opération de remplacement de l'alimentation 90.

**[0108]** Dans le cas négatif, le procédé poursuit avec une étape 1470 au cours de laquelle l'alimentation 90 est arrêtée.

**[0109]** Puis, le procédé poursuit par une étape 1471 de temporisation, par exemple 10 secondes, redémarrée dans l'étape 1472 et retourne ensuite à l'étape 1420.

**[0110]** Il convient de noter que divers modes de réalisation sont ainsi envisageables pour opérer une analyse circonstanciée du facteur de puissance et s'en servir pour programmer, le cas échéant, une opération de remplacement de l'alimentation 90.

**[0111]** Dans un mode de réalisation particulier, lorsqu'une mesure du facteur de puissance apparaît inférieure à un seuil prédéterminé, le processeur 110 opère une séquence de variations croissantes sur l'alimentation 90 afin de déterminer, le cas échéant, un impact de cette variation sur le facteur de puissance. Les résultats de ces mesures successives pourront alors être utilisés pour commander, soit le retour à l'étape 1420 (situation normale), soit la génération de l'alerte dans l'étape 1490. Ainsi, concrètement, si le processeur détecte un mauvais facteur de puissance alors que l'alimentation n'opère aucune gradation, ce processeur exécute une séquence de mesures successives avec différents niveaux de gradation (10%, 20% etc...) pour analyser l'impact de la gradation sur la valeur du facteur de puissance mesurée. Si, au bout d'un certain niveau de gradation, le facteur de puissance se rétablit, le processeur pourra distinguer cette situation d'une situation de panne imminente dans laquelle le facteur de puissance reste mauvais pour toute valeur de gradation.

**[0112]** Dans un autre mode de réalisation, le processeur 110 utilise une table de correspondance (« look-up ») comportant deux entrées, à savoir le taux de gradation et la température, et permettant de donner un seuil de facteur de puissance à utiliser pour le test de l'étape 1430.

**[0113]** Comme on le voit, un homme du métier pourra adapter la présente invention à diverses configurations et précisions dans les mesures du rapport de puissance.

**[0114]** On décrit à présent, en relation avec la figure 15, un mode de réalisation d'un procédé d'analyse de la température de fonctionnement de l'alimentation 90.

**[0115]** Le procédé débute par une étape 1510.

**[0116]** Puis, dans une étape 1520, le procédé effectue une mesure de la température de fonctionnement l'alimentation 90, et ce au moyen du capteur de température 190 positionné sur cette dernière.

**[0117]** Puis le procédé poursuit avec une étape 1530 qui consiste à déterminer si la température mesurée est comprise dans une quatrième plage de valeur prédéfinies, auquel cas le procédé poursuit avec l'étape 1520.

**[0118]** Si, dans l'étape 1530, on détermine que la température mesurée n'est pas comprise dans la plage de

valeur autorisée, le procédé poursuit avec une étape 1531 au cours de laquelle le processeur 110 génère une information d'incident et stocke cette information dans la mémoire de données statistiques.

**[0119]** Puis, dans une étape 1532, le procédé effectue une lecture de la mémoire de données statistiques et effectue une analyse de ces données pour déterminer le nombre d'incidents déjà reportés et stockés, ainsi que leur fréquence.

**[0120]** Dans une étape 1540, le procédé effectue un test sur la fréquence des incidents déjà reportés et déterminer si la fréquence reste inférieure à un seuil prédéterminé.

**[0121]** Si le test de l'étape 1540 montre que la fréquence d'incidents reportés sur la mesure de la température est inférieure à un seuil prédéterminé, alors le procédé poursuit avec une étape 1541 au cours de laquelle le degré de gradation (dimming) est réduit de 10%.

**[0122]** Puis le procédé poursuit avec une étape 1542 au cours de laquelle, à l'expiration d'une temporisation prédéterminée - par exemple 2 minutes - le procédé retourne alors à l'étape 1520.

**[0123]** Dans le cas où l'étape 1540 a révélé une fréquence d'incidents de mesure de température déjà reportés supérieure au seuil prédéterminé, alors le procédé poursuit va directement à une étape 1550 pour tester l'état du relais 120.

**[0124]** Si le relais 120 est activé, alors le procédé poursuit avec une étape 1560 au cours de laquelle le relais 120 est alors désactivé. Puis le procédé poursuit avec une étape de temporisation 1570 et ensuite une étape 1380 de redémarrage du relais 120 avant de retourner à l'étape 1520.

**[0125]** Si le test de l'étape 1550 conduit à constater un relais désactivé, le procédé poursuit alors avec une étape 1590 au cours de laquelle le processeur 110 génère une alarme prédictive de panne transmise aux modules 200-600, afin que cette alarme puisse être réacheminée via le réseau Internet au serveur de gestion.

**[0126]** La figure 16 illustre un autre mode de réalisation plus synthétique d'un procédé d'analyse des conditions de fonctionnement de la platine de LEDs 400 et notamment de la surveillance de tous ses paramètres de fonctionnement électriques U, I et P.

Le procédé débute par une étape 1610

**[0127]** Puis, dans une étape 1620, le procédé effectue une mesure des paramètres de fonctionnement de la platine de LEDs et notamment la mesure de la tension V, de l'intensité I et de la puissance P consommée, et mesurée par l'élément de mesure 260 localisé dans le module 200.

**[0128]** Puis le procédé poursuit avec une étape 1630 qui consiste à déterminer si ces paramètres U, I et P sont compris dans une cinquième plage de valeurs prédéfinies, auquel cas le procédé poursuit avec une étape 1640 qui consiste à tester l'état du relais 120.

**[0129]** Si, dans l'étape 1640, le relais est détecté comme étant activé, alors le procédé retourne à l'étape 1620. Dans le cas contraire, le procédé active le relais 120 dans une étape 1641, puis retourne à l'étape 1620.

**[0130]** Si, dans l'étape 1630, on détermine que les paramètres de fonctionnement V, I et P ne sont pas dans la cinquième plage de valeurs autorisée, alors le procédé poursuit avec une étape 1650 au cours de laquelle un test est exécuté pour déterminer si le triplet (V, I, P) est égal à (48,0,0) - représentatif d'un dysfonctionnement complet de la platine LED 400, auquel cas une alarme est immédiatement générée et transmise au serveur de maintenance durant une étape 1690 pour provoquer une opération de maintenance immédiate de remplacement de la platine LED 400.

**[0131]** Si le test de l'étape 1650 est négatif, alors le procédé poursuit avec une étape 1651 au cours de laquelle le processeur 110 génère une information d'incident et stocke cette information dans la mémoire de données statistiques.

**[0132]** Puis, dans une étape 1652, le procédé effectue une lecture de la mémoire de données statistiques et effectue une analyse de ces données pour déterminer le nombre d'incidents déjà reportés et stockés, ainsi que leur fréquence.

**[0133]** Dans une étape 1660, le procédé effectue un test sur la fréquence des incidents déjà reportés et déterminer si la fréquence excède un seuil prédéterminé.

**[0134]** Si le test de l'étape 1660 montre que la fréquence d'incidents reportés est inférieure au seuil prédéterminé, alors le procédé poursuit avec une étape 1661 au cours de laquelle le degré de gradation (dimming) est diminué d'un montant prédéterminé, par exemple 10%.

**[0135]** Puis le procédé poursuit avec une étape 1662 au cours de laquelle, à l'expiration d'une temporisation prédéterminée - par exemple 2 minutes - le procédé retourne alors à l'étape 1620.

**[0136]** Dans le cas où l'étape 1660 a révélé une fréquence d'incidents de mesure de conditions de fonctionnement de la LEDs déjà reportés supérieure au seuil prédéterminé, alors le procédé poursuit va directement à une étape 1670 pour tester l'état du relais 120.

**[0137]** Si le relais 120 est activé, alors le procédé poursuit avec une étape 1671 au cours de laquelle le relais 120 est alors désactivé, puis le procédé poursuit avec une étape 1672 au cours de laquelle, à l'expiration d'une temporisation prédéterminée - par exemple 2 minutes - le procédé retourne alors à l'étape 1620.

**[0138]** Si le test de l'étape 1670 conduit à constater un relais désactivé, le processeur 110 génère un signal de commande d'activation du relais 120 dans une étape 1680, puis le procédé poursuit avec une étape 1690 au cours de laquelle une alarme de panne prédictive est transmise aux modules 200-600, afin que cette alarme puisse être réacheminée via le réseau Internet au serveur de gestion.

**[0139]** On décrit à présent, en relation avec la figure 17, un mode de réalisation d'un procédé d'analyse de la

température de la platine de LEDs.

**[0140]** Le procédé débute par une étape 1710.

**[0141]** Puis, dans une étape 1720, le procédé effectue une mesure de la température de fonctionnement le platine de LEDs, au moyen du capteur de température 290 positionné sur cette dernière.

**[0142]** Puis le procédé poursuit avec une étape 1730 qui consiste à déterminer si la température mesurée est comprise dans une sixième plage de valeur prédéfinies, auquel cas le procédé poursuit avec une étape 1740 qui consiste à tester l'état du relais 120.

**[0143]** Si, dans l'étape 1740, le relais est détecté comme étant activé, alors le procédé retourne à l'étape 1720. Dans le cas contraire, le procédé active le relais 120 dans une étape 1741, puis retourne à l'étape 1620.

**[0144]** Si, dans l'étape 1730, on détermine que la température mesurée n'est pas comprise dans la plage de valeur autorisée, le procédé poursuit avec une étape 1731 au cours de laquelle le processeur 110 génère une information d'incident et stocke cette information dans la mémoire de données statistiques.

**[0145]** Puis, dans une étape 1732, le procédé effectue une lecture de la mémoire de données statistiques et effectue une analyse de ces données pour déterminer le nombre d'incidents déjà reportés et stockés, ainsi que leur fréquence.

**[0146]** Dans une étape 1750, le procédé effectue un test sur la fréquence des incidents déjà reportés et déterminer si la fréquence excède un seuil prédéterminé.

**[0147]** Si le test de l'étape 1750 montre que la fréquence d'incidents reportés sur la mesure de la température est inférieure au seuil prédéterminé, alors le procédé poursuit avec une étape 1751 au cours de laquelle le degré de gradation (dimming) est réduit de 10%.

**[0148]** Puis le procédé poursuit avec une étape 1752 au cours de laquelle, à l'expiration d'une temporisation prédéterminée - par exemple 2 minutes - le procédé retourne alors à l'étape 1720.

**[0149]** Dans le cas où l'étape 1750 a révélé une fréquence d'incidents de mesure de température déjà reportés supérieure au seuil prédéterminé, alors le procédé poursuit va directement à une étape 1760 pour tester l'état du relais 120.

**[0150]** Si le relais 120 est activé, alors le procédé poursuit avec une étape 1761 au cours de laquelle le relais 120 est alors désactivé. Puis le procédé poursuit avec une étape de temporisation 1762 avant de retourner à l'étape 1720.

**[0151]** Si le test de l'étape 1760 conduit à constater un relais désactivé, le procédé poursuit alors avec une étape 1790 au cours de laquelle le processeur 110 génère une alarme prédictive de panne qui peut alors être transmise aux modules 200-600, afin que cette alarme puisse être réacheminée via le réseau Internet au serveur de gestion.

**[0152]** La figure 18 illustre un procédé de surveillance généralisé de la communication entre le module 100 et 200.

**[0153]** Le procédé démarre avec une étape 1810.

**[0154]** Puis dans une étape 1820, le procédé effectue une détection de la communication entre le module RS485 150 situé dans le module 100 et le module RS485 220 situé dans le module 200.

**[0155]** Dans une étape 1830, le procédé effectue un test pour vérifier la réception des informations.

**[0156]** Si les données semblent correctes, le procédé poursuit avec l'étape 1840 et après une temporisation de 10 secondes poursuit avec l'étape 1820 qui relance l'opération

**[0157]** Par contre si les données semblent erronées le procédé poursuit alors avec une étape 1850.

**[0158]** Si le test de l'étape 1850 est positif, alors le procédé poursuit avec une étape 1840.

**[0159]** Si le test de l'étape 1850 est négatif, alors le procédé poursuit avec une étape 1860 au cours de laquelle le processeur 110 génère une information d'incident et stocke cette information dans la mémoire de données statistiques.

**[0160]** Puis, dans une étape 1870, le procédé effectue une lecture de la mémoire de données statistiques et effectue une analyse de ces données pour déterminer le nombre d'incidents déjà reportés et stockés, ainsi que leur fréquence, au cours de laquelle le processeur 110 génère une alarme prédictive de panne qui peut alors être transmise aux modules 200-600, afin que cette alarme puisse être réacheminée via le réseau Internet au serveur de gestion.

**[0161]** La figure 19 illustre un procédé de test des capteurs installés dans le troisième module 300.

**[0162]** Le procédé démarre par une étape 1910.

**[0163]** Puis, dans une étape 1920, le procédé effectue une détection des capteurs logés dans le module 300, et ce au moyen d'une requête appropriée transmise via l'interface adéquate analogique UART3/I2C ou numérique GPIO.

**[0164]** Dans une étape 1930, le procédé effectue un test pour vérifier la réception d'une réponse du capteur.

**[0165]** Dans le cas d'une réponse, le procédé va ensuite à une étape 1960 pour tester la validité des informations collectées afférentes au capteur.

**[0166]** Si les données semblent correctes, le procédé poursuit avec l'étape 1920.

**[0167]** Par contre si les données semblent erronées le procédé poursuit alors avec une étape 1970 au cours de laquelle le processeur 110 génère une alarme prédictive de panne qui peut alors être transmise aux modules 200-600, afin que cette alarme puisse être réacheminée via le réseau Internet au serveur de gestion.

**[0168]** Par contre, en cas de réponse trop tardive dans le test de l'étape 1930, le procédé poursuit avec une étape 1940 au cours de laquelle le processeur 110 génère une information d'incident et stocke cette information dans la mémoire de données statistiques.

**[0169]** Puis, dans une étape 1950, le procédé effectue une lecture de la mémoire de données statistiques et

effectue une analyse de ces données pour déterminer le nombre d'incidents déjà reportés et stockés, ainsi que leur fréquence.

**[0170]** Le procédé poursuit alors avec une étape 1970 au cours de laquelle le processeur 110 génère une alarme prédictive de panne qui peut alors être transmise aux modules 200-600, afin que cette alarme puisse être réacheminée via le réseau Internet au serveur de gestion.

**[0171]** Comme on l'a décrit en relation avec la figure 6, l'invention permet le suivi et la télétransmission d'incidents détectés sur un parc de luminaires de rue, de façon à gérer directement l'éclairage depuis le serveur distant 650, via un logiciel configuré à cet effet qui est installé sur un serveur sécurisé et qui est accessible depuis un ordinateur, d'une tablette ou un téléphone mobile.

**[0172]** Le logiciel permet notamment de :

- voir l'ensemble des luminaires installés sur un plan 2D ou 3D
- Modifier les éventuels scénarios d'allumage, gradation, ... pour :
  - a. Un luminaire
  - b. Pour un groupe dans une rue
  - c. Pour un groupe dans un secteur
  - d. Pour l'ensemble des luminaires
- Vérifier le bon fonctionnement des luminaires

**[0173]** Le logiciel analyse automatiquement l'ensemble des informations.

**[0174]** Il agit tout seul dans le cas où il s'agit d'anomalies liées à l'environnement. Les paramètres de fonctionnement sont définis à l'installation.

**[0175]** Par exemple :

a. Si la tension du secteur est inférieure à 100 VAC ou supérieure à 270 VAC l'alimentation du luminaire est coupée automatiquement. Dès que la tension secteur redevient normale il redémarre automatiquement l'alimentation du luminaire

b. Si la température du driver augmente à +55°C il va dimmer l'alimentation de -10 ou -20% pour permettre le refroidissement. Dès que la température devient inférieure à +50°C il augmente la gradation jusqu'à la valeur définie.

c. Si la température des LED augmente à +50°C il va dimmer l'alimentation de -10 ou -20% pour permettre le refroidissement. Dès que la température devient inférieure à +40°C il augmente la gradation jusqu'à la valeur définie.

**[0176]** En cas d'anomalie lie au système, il envoie l'information au service technique par rapport à l'intervention prédictive à effectuer

**[0177]** Par exemple :

a. Si la température du driver augmente à +55°C il va dimmer l'alimentation de -10 ou -20% pour permettre le refroidissement. Si la température ne redescend pas au bout d'une certaine temporisation, il maintient la gradation et envoie un message (SMS ou courriel) de type « Remplacer l'alimentation du luminaire N° à l'adresse suivante : ... »

b. Si une des 144 LED de la platine de la figure 10 ou les 288 LED de la platine de la figure 11 est défectueuse, le luminaire continue à fonctionner normalement par compensation automatique en raison du câblage inédit des LEDs, tel que cela a été décrit en relation avec les figures 10 et 11. Si une deuxième ou troisième LED devient défectueuse dans un laps de temps réduit, un calcul de durée de vie est effectué au moyen du logiciel. En tenant compte de la date de mise en service ainsi que du nombre d'heures de fonctionnement, le message sera de type « Remplacer la platine LED, dans les trois mois à venir, du luminaire N° à l'adresse suivante : ... »

**[0178]** Pendant la durée de la garantie, soit 10 ans, le même message nous parvient. Nous pourrions ainsi anticiper l'échange standard de la pièce défectueuse.

### III. Avantages de l'invention

**[0179]** Au regard de la problématique de maintenance, et de son coût de mise en œuvre évoquée précédemment, la présente invention permet le déploiement d'un parc de luminaires géo localisés, qui envoient les informations de leurs états en temps réel à la supervision.

**[0180]** Ainsi, il n'y a aucun besoin de dépêcher une équipe pour réaliser les relevés sur site et les luminaires peuvent être remplacés sans délai.

**[0181]** Par ailleurs, l'alimentation étant déportée dans la partie inférieure du mât, en cas de panne (90% des cas) l'intervention est effectuée par une seule personne et sans avoir à recourir à du matériel spécialisé et coûteux, comme un camion nacelle. En outre, les luminaires étant alimentés en 48V courant continu, le personnel n'a pas l'obligation d'avoir une certification spécifique, réduisant encore d'avantage les coûts de la maintenance.

**[0182]** La présente invention permet en outre de réduire le stock des pièces détachées puisque, grâce à l'électronique de commande déportée dans les modules 100 du parc, et venant centraliser toutes les informations dans le même serveur, il devient possible de piloter différents types de luminaires, notamment des luminaires de 30W à 150W, ou de 90W à 300W (pour le luminaire réf 888D)

**[0183]** La présente invention permet également, grâce

à la supervision et aux remontées de toutes les mesures des divers paramètres des luminaires du parc, d'analyser de façon prédictive, avec précision, l'apparition d'une faiblesse dans un luminaire. Ainsi il devient possible de prévoir le remplacement de celui-ci avant qu'il tombe en panne et donc maintenir un parc de luminaires en fonctionnement total en permanence.

**[0184]** En outre, l'on relèvera que le câblage spécifique des LEDs au sein de la platine de LEDs évite que la perte d'une seule LED entraîne une perte totale de l'éclairage. Grâce à la supervision des paramètres de fonctionnement de la platine d'éclairage, les modules 100 et 200 permettent de détecter la mise HS d'une seule LED, puis d'une seconde et de transmettre les informations correspondantes au serveur dédié via la passerelle 600, en sorte qu'il devient possible de prévoir le remplacement d'une platine de LEDs identifiée comme étant proche d'une panne.

**[0185]** Un avantage supplémentaire de l'invention proposée réside dans le fait que le module 600 (contrôleur réf 105G) est géolocalisé, et peut effectuer l'allumage et l'extinction des feux à heures spécifique, en fonction du couché du soleil correspondant à la géolocalisation. L'on évite ainsi les brusques appels de courant liés à l'allumage simultané de centaines de luminaires. En outre, le courant électriques étant présent continuellement sur le réseau du fait que l'allumage de luminaire est géré par le module 600 (réf 105G), en cas de vol des câbles électriques, l'information est donnée de manière instantanée et géolocalisée.

**[0186]** On mesure ainsi, grâce à l'invention, des économies :

- jusqu'à 80% sur la consommation électrique
- supérieures à 80% sur le cout de la maintenance.

### Revendications

1. Luminaire de rue, comprenant :

- un élément inférieur (1) situé en bas du mât comportant une unité d'alimentation électrique destinée à l'alimentation du luminaire (90) et un premier module (100) comprenant un processeur (110) et des moyens de commutation (120) commandé par ledit processeur, comprenant :

une première interface (50) pour un premier couplage au réseau de distribution électrique ;

une seconde interface (30) pour un second couplage à une alimentation électrique (90) destiné à l'alimentation du luminaire ;

une troisième interface (40) destinée à un troisième couplage avec un second module (200) situé dans un élément supérieur (2)

- situé en haut du mat ;
- un élément supérieur (2) situé en haut du mât comprenant un second module (200) configuré pour être couplé audit premier module, et une platine à LEDs (400) couplée audit second module par une quatrième interface (290) ; dans lequel la seconde interface comporte des conducteurs configurés pour recevoir des signaux électriques représentatifs d'un capteur de température (190) transmises audit processeur ; et dans lequel la quatrième interface comporte des conducteurs configurés pour recevoir des signaux électriques représentatifs d'un capteur de température (280) positionné sur la platine de LEDs ; dans lequel lesdits premier (100) et second (200) modules échangent des informations de surveillance des paramètres de fonctionnement de l'alimentation (90) et de la platine de LEDs (400) pour générer des alarmes prédictives de pannes.
2. Le luminaire selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** ledit premier module comporte un premier module de mesure (130) des paramètres de tension et de courant d'entrée ainsi qu'un second module de mesure (160) des paramètres de tension et courant en sortie de ladite unité d'alimentation (90).
  3. Le luminaire selon la revendication 2 **caractérisé en ce que** ledit second module comporte un troisième module de mesure (260) pour mesurer les paramètres de fonctionnement de ladite platine LED.
  4. Le luminaire selon la revendication 3 **caractérisé en ce que** l'élément supérieur 2 peut comporter un troisième module (300) destiné à l'installation de capteurs supplémentaires.
  5. Le luminaire selon la revendication 4 **caractérisé en ce que** ledit second module (200) comporte des moyens de communication sans fil (230, 900) permettant une communication d'incidents et de données statistiques du fonctionnement du luminaire à une passerelle (600) connectée au réseau Internet.
  6. Le luminaire selon la revendication 5 **caractérisé en ce que** le protocole de communication sans fil utilisé par ledit second module est LoRa.
  7. Un procédé de gestion d'un luminaire tel que défini dans la revendication n°1 comportant les étapes consistant à :
    - mesurer les paramètres d'entrées, U/I/P, du module 100 et tracer les incidents relatifs à ces paramètres ;
    - mesurer et tracer les paramètres de sortie, U/I/P, de l'unité d'alimentation (90) du module 100 et tracer les incidents relatifs à ces paramètres ;
    - mesurer et tracer les paramètres de température de l'unité d'alimentation (90) et de la platine LED (400) du module 100 et tracer les incidents relatifs à ces paramètres ;
    - mesurer le facteur de puissance de l'unité d'alimentation (90) et tracer les incidents relatifs à ces paramètres ;
    - utiliser les incidents relatifs aux paramètres précités pour générer des alarmes prédictives de pannes qui sont envoyées vers la passerelle (600) à destination d'un serveur de gestion et de maintenance (650).
  8. Une platine à LED destinée à un éclairage, comportant un ensemble de LEDs organisés suivant un maillage de LEDs comportant un ensemble de P branches (410, 420, 430, 440...) comprenant chacune N LEDs (410-1, 410-2, ..., 410-n), dans laquelle les P branches sont connectées en parallèle, et dans laquelle chaque LED individuelle de la première branche est connectée en outre en parallèle à une LED d'un rang correspondant de la seconde branche ; et dans laquelle chaque LED individuelle de la Pième branche est connectée en parallèle avec une LED d'un rang correspondant de la P-1 ième branche ; et chaque LED individuelle de toutes les autres branches, à l'exception des branches n°1 et P, sont connectées en parallèle à deux LEDs respectivement issue d'une branche précédente et d'une branche suivante.
  9. Un luminaire selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 **caractérisé en ce qu'il** comporte une platine à LEDs (400) telle que définie dans la revendication n°8.

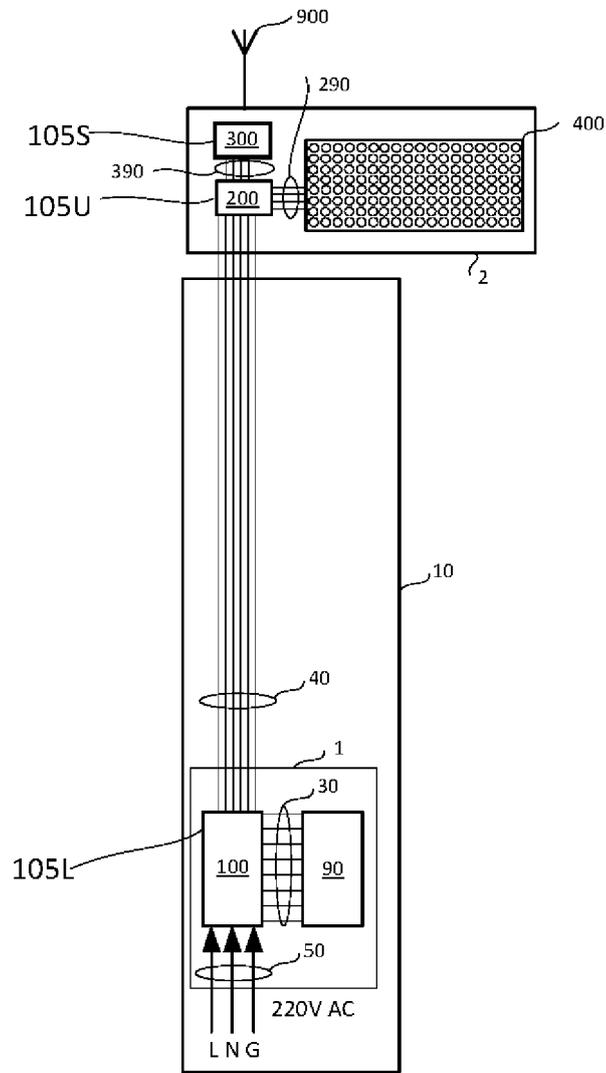


Fig. 1

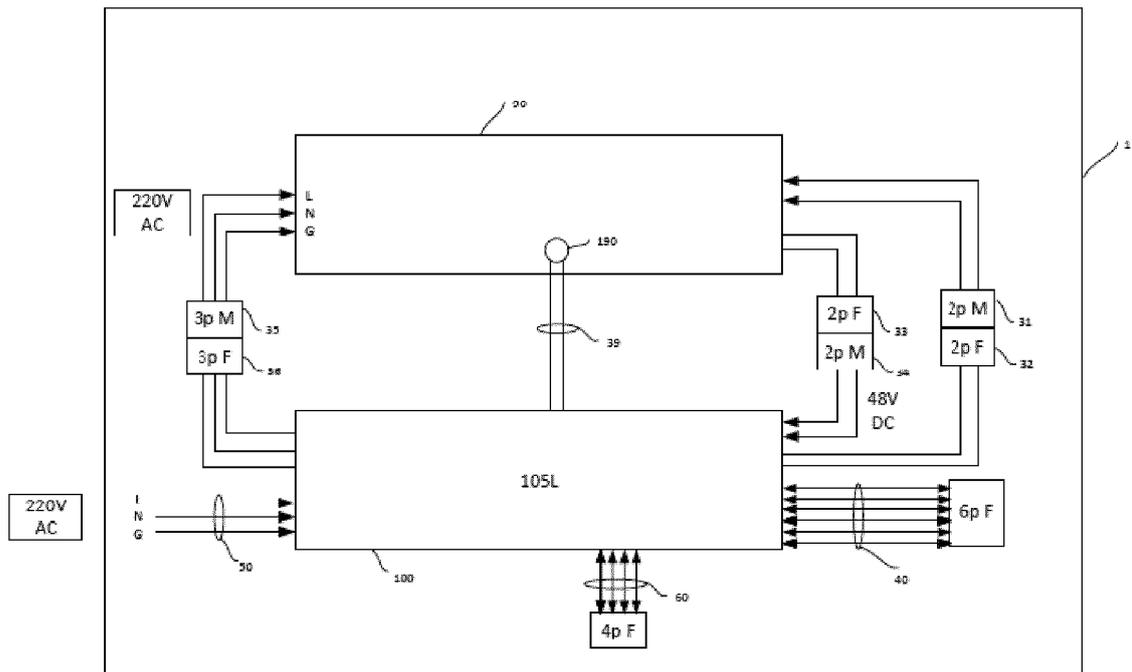


Fig. 2

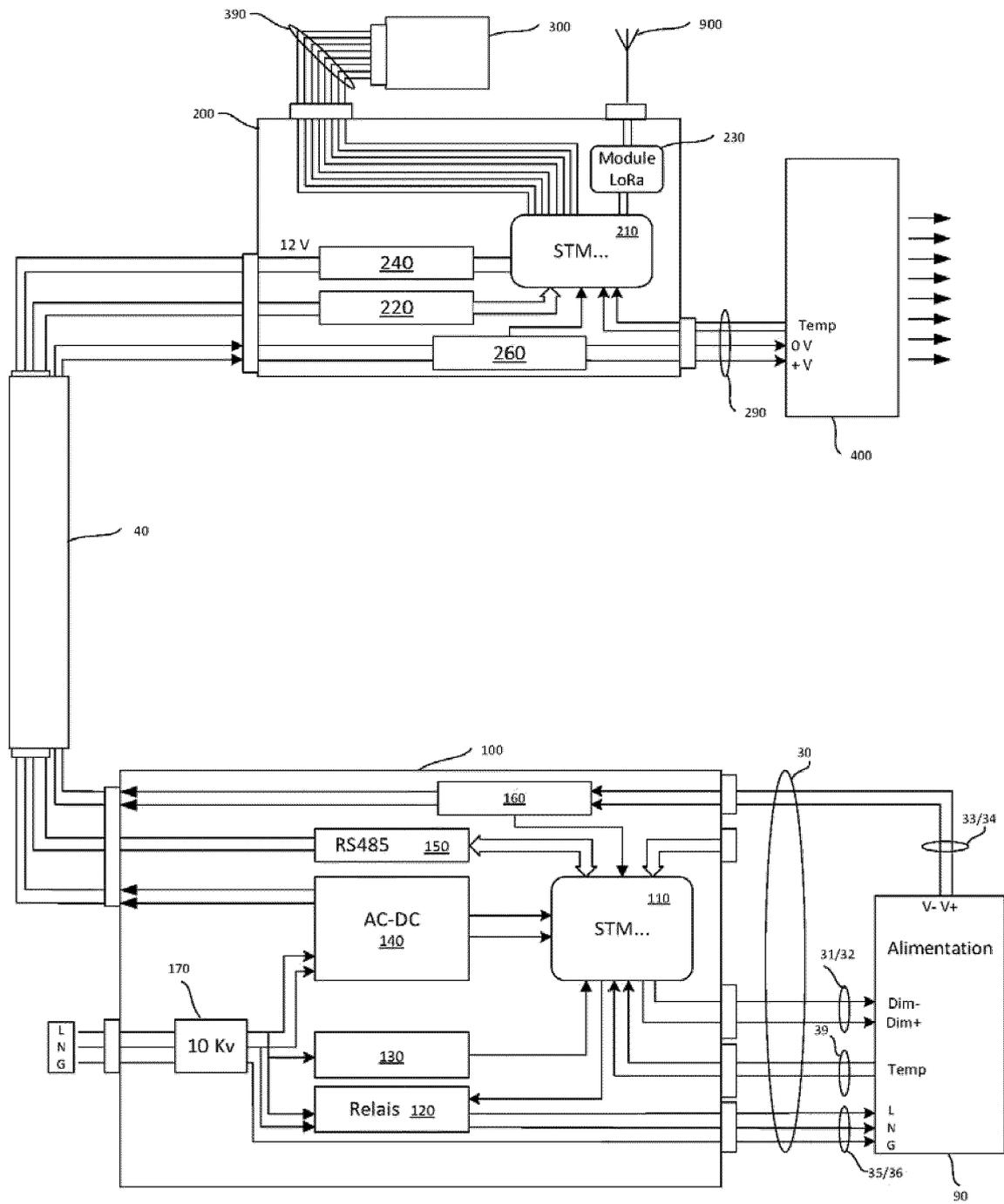


Fig. 3

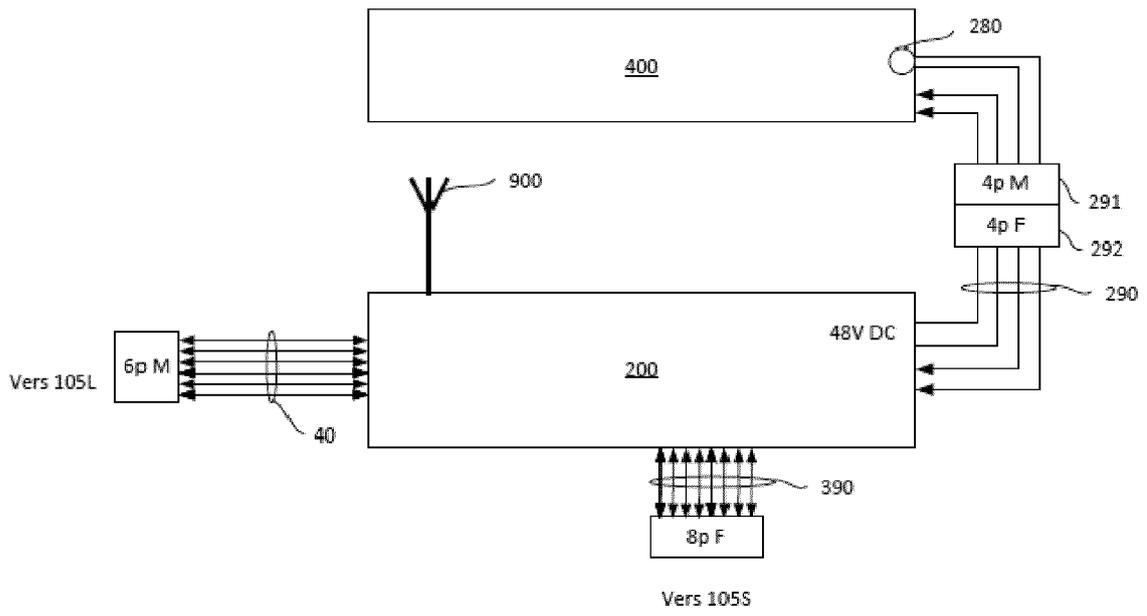


Fig. 4

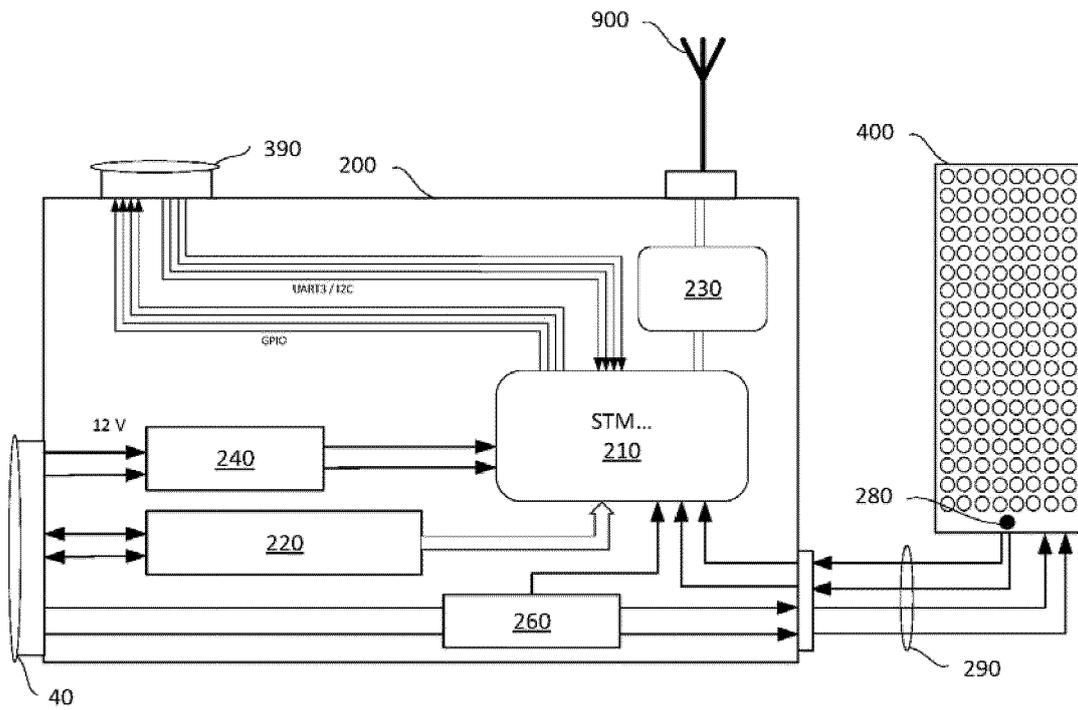


Fig. 5

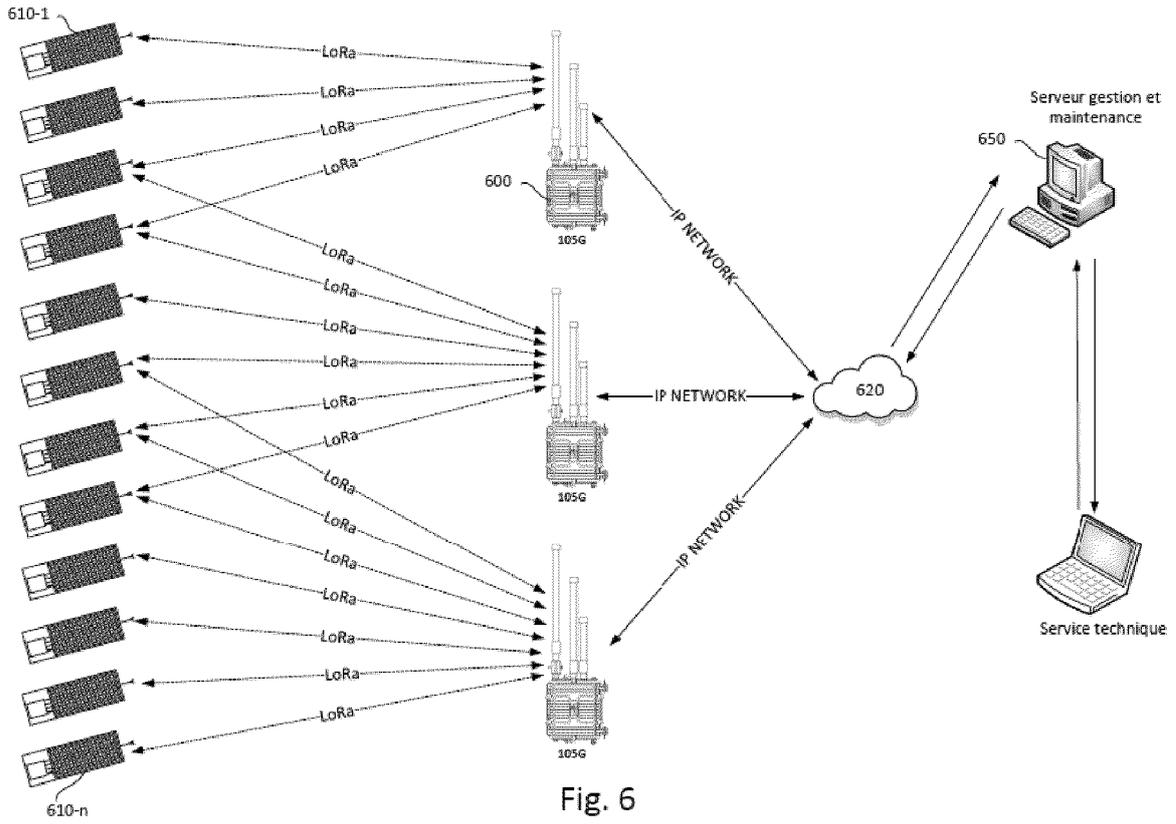


Fig. 6

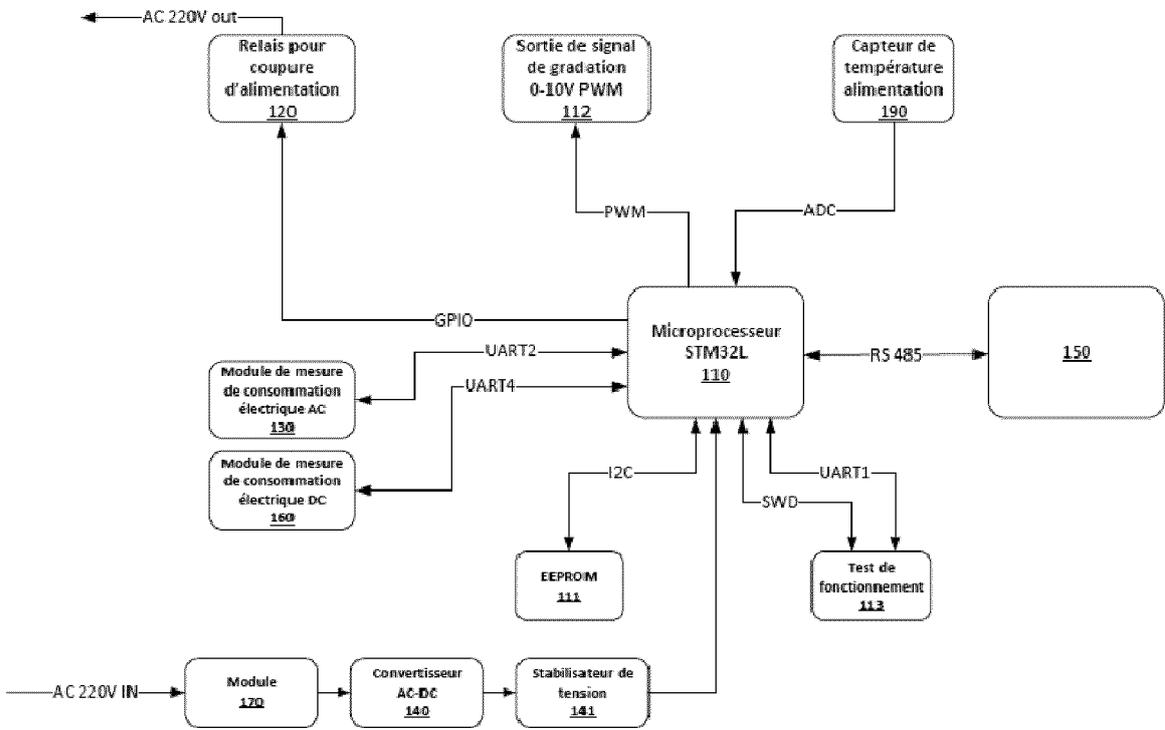


Fig. 7

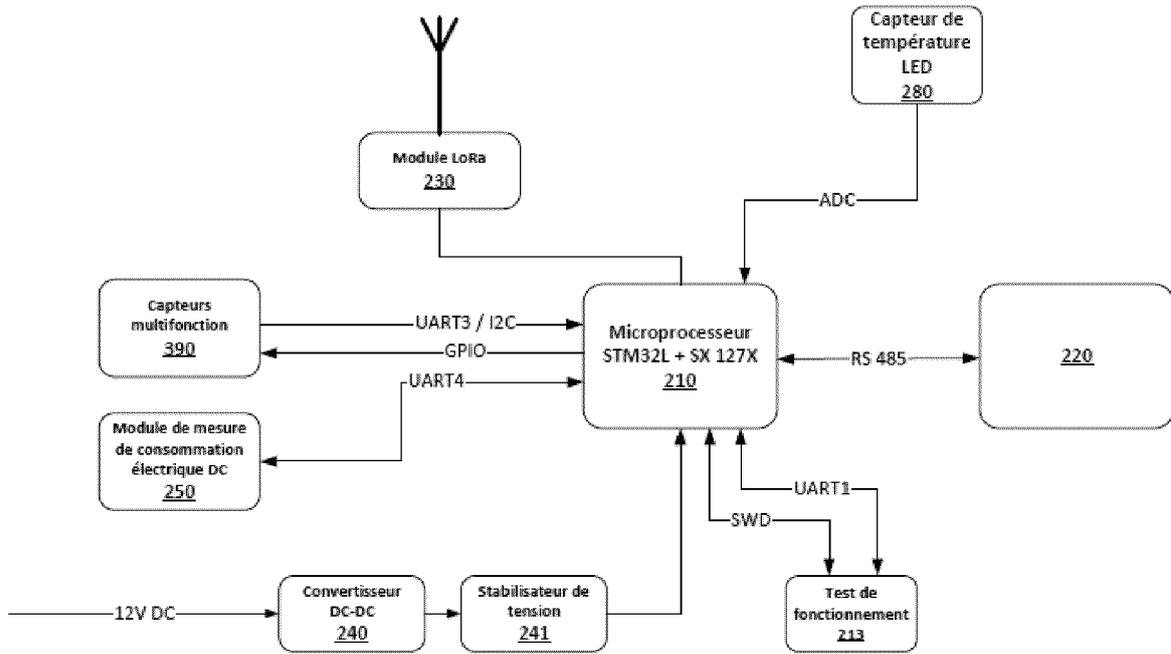


Fig. 8

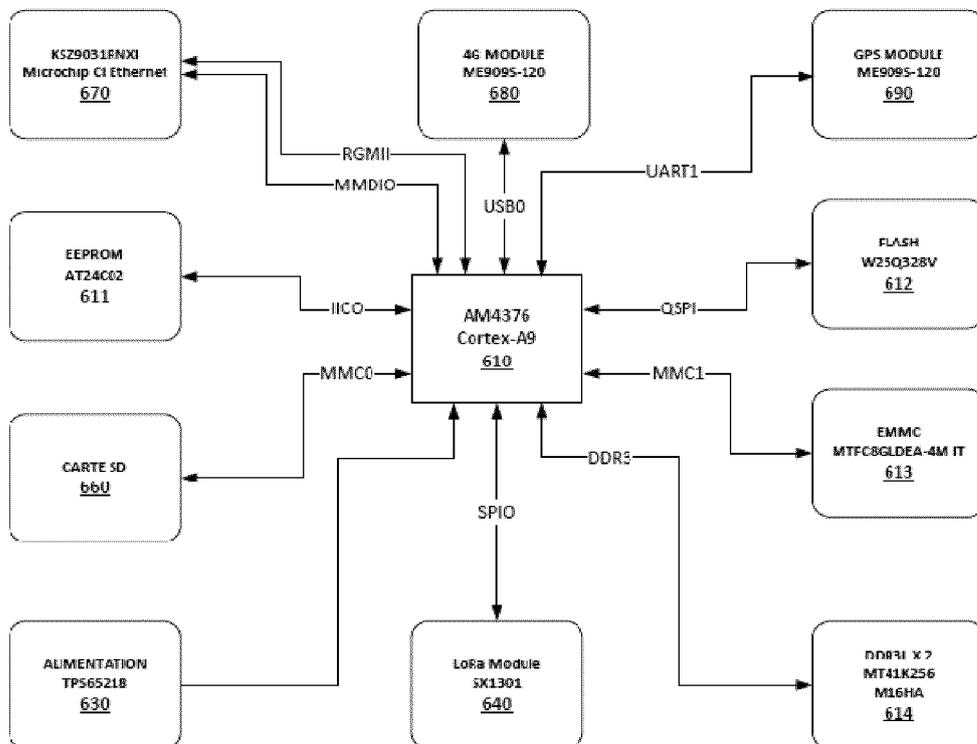


Fig. 9

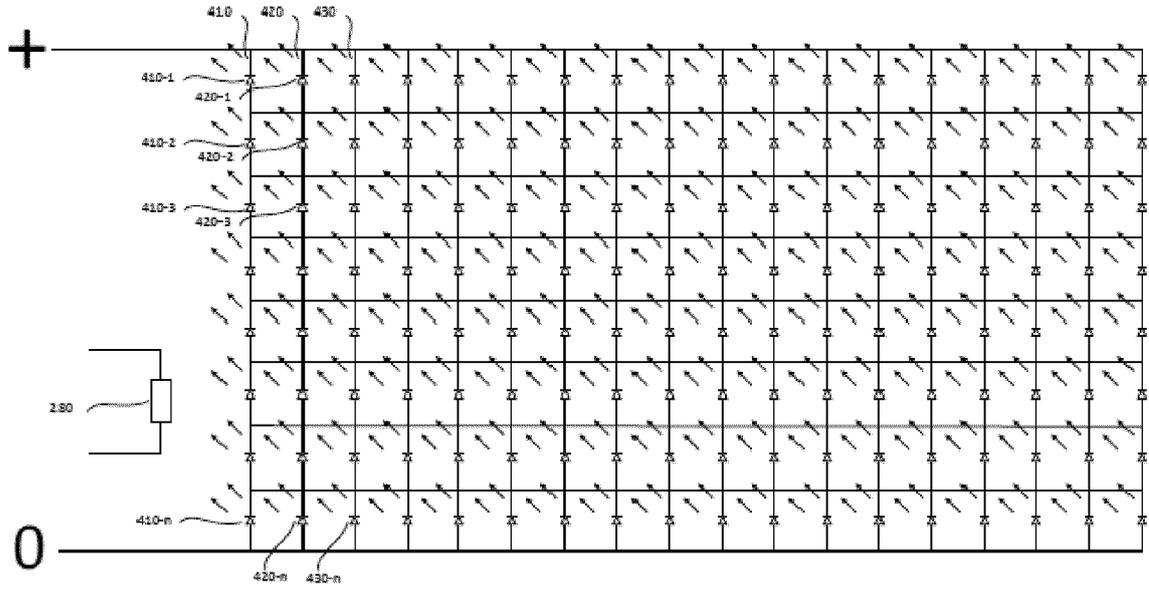


Fig. 10



Fig. 11

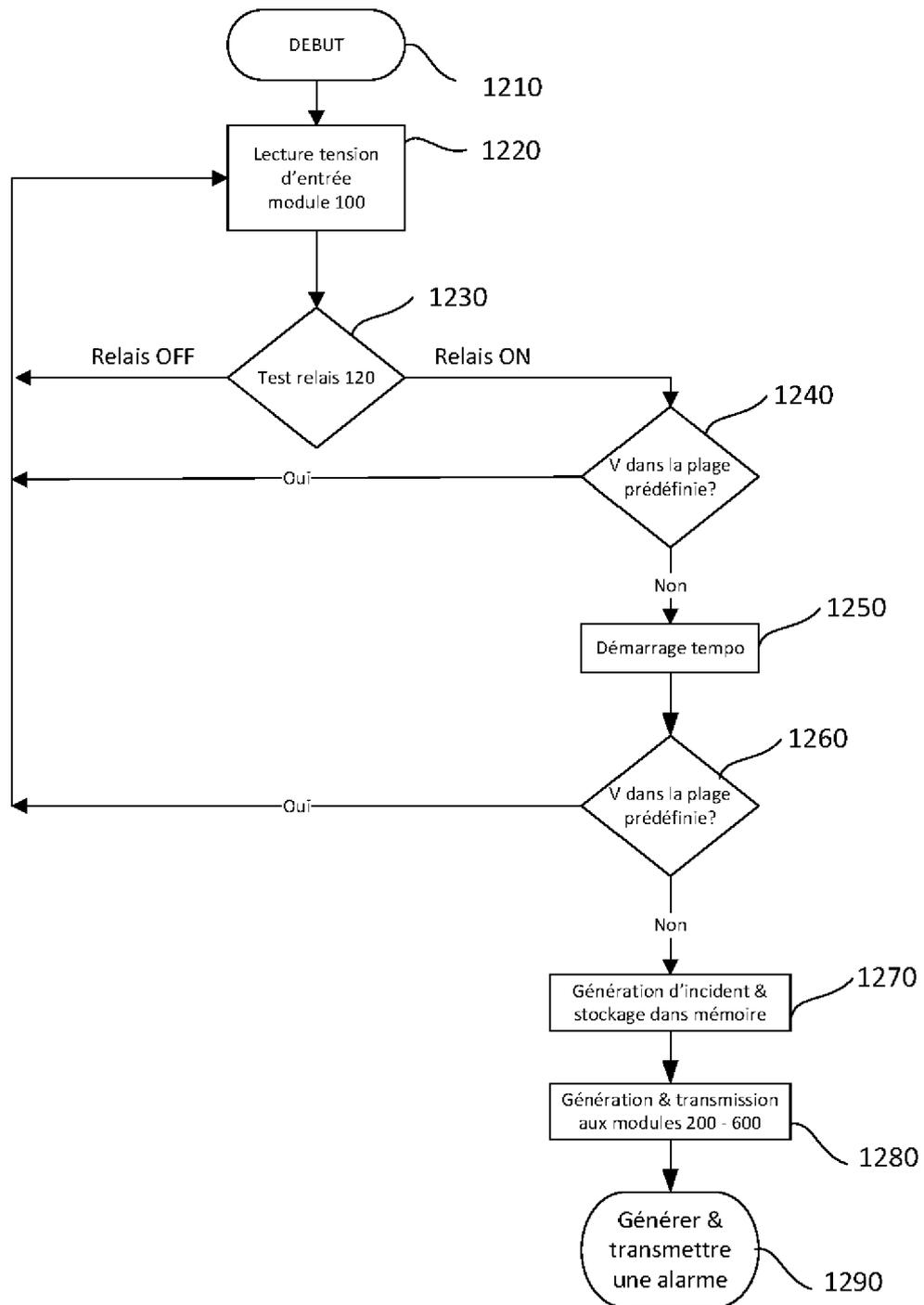


Fig. 12

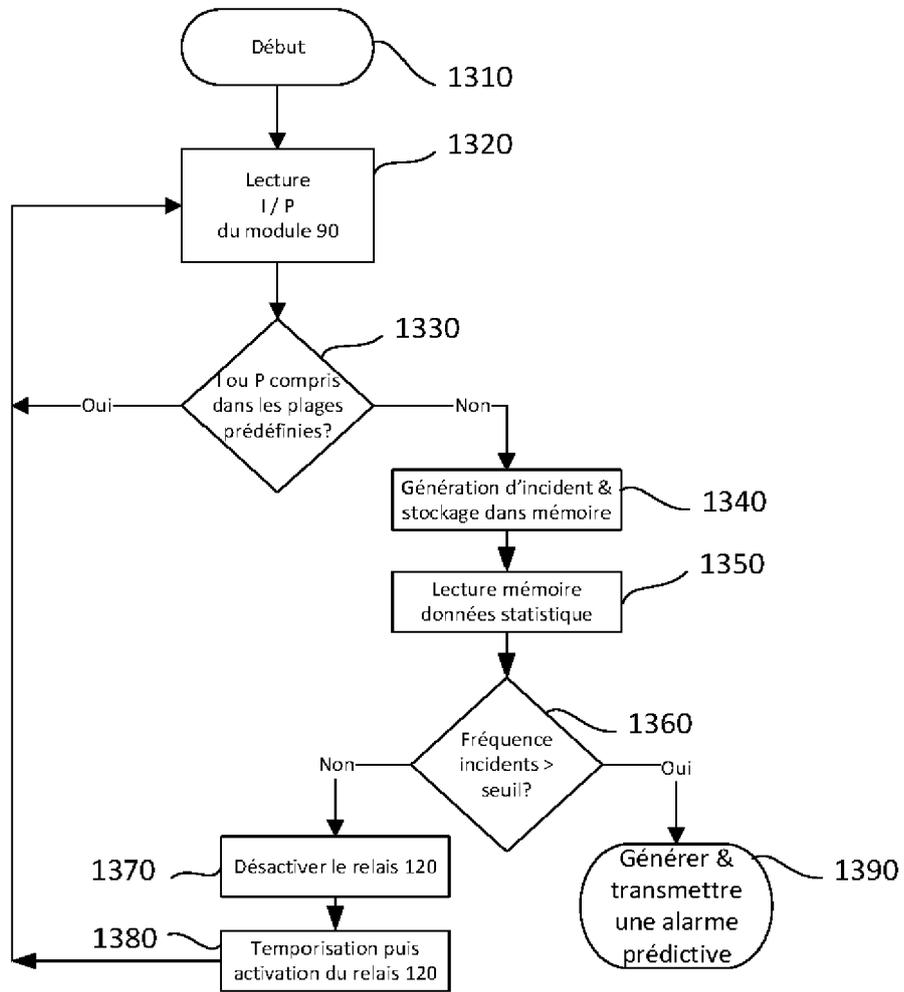


Fig. 13

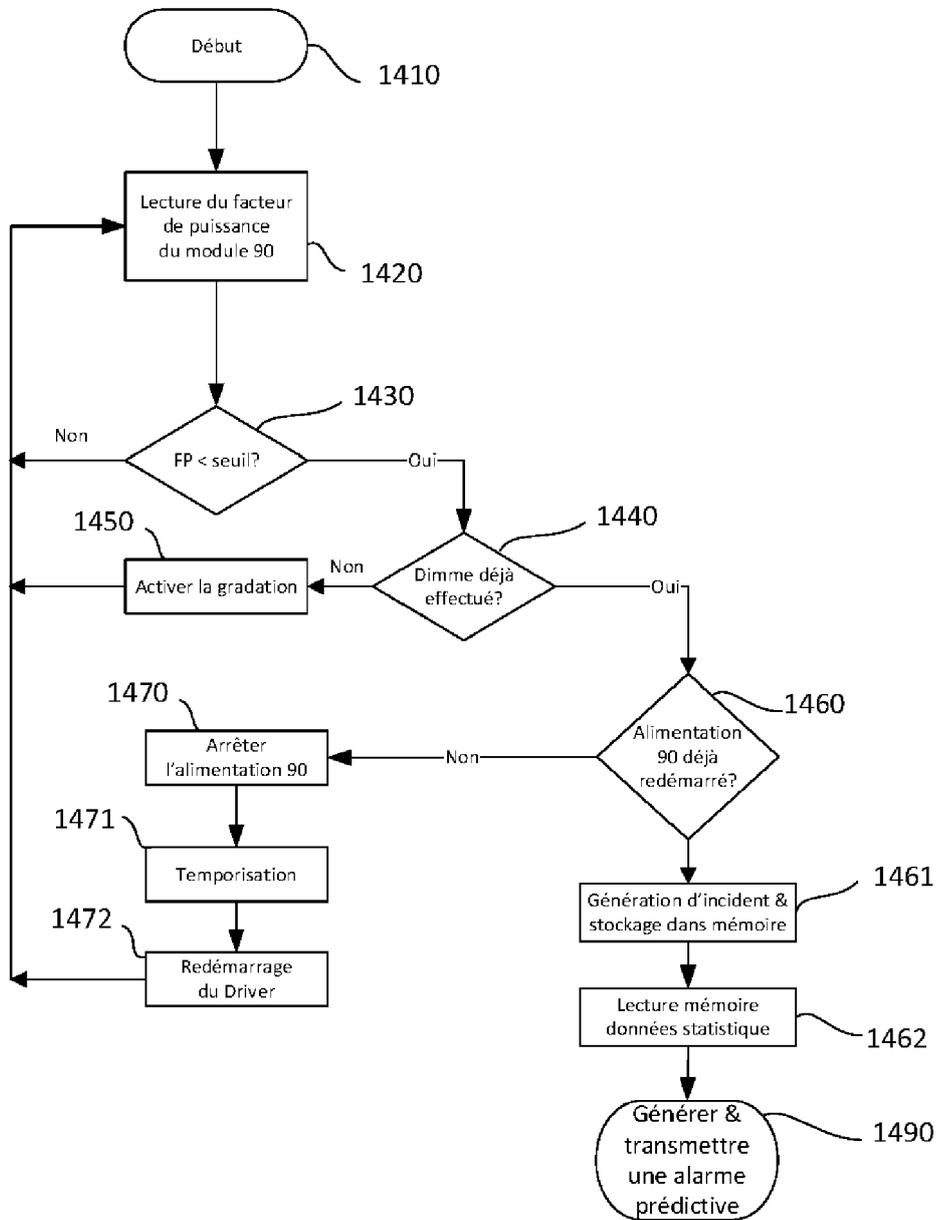


Fig. 14

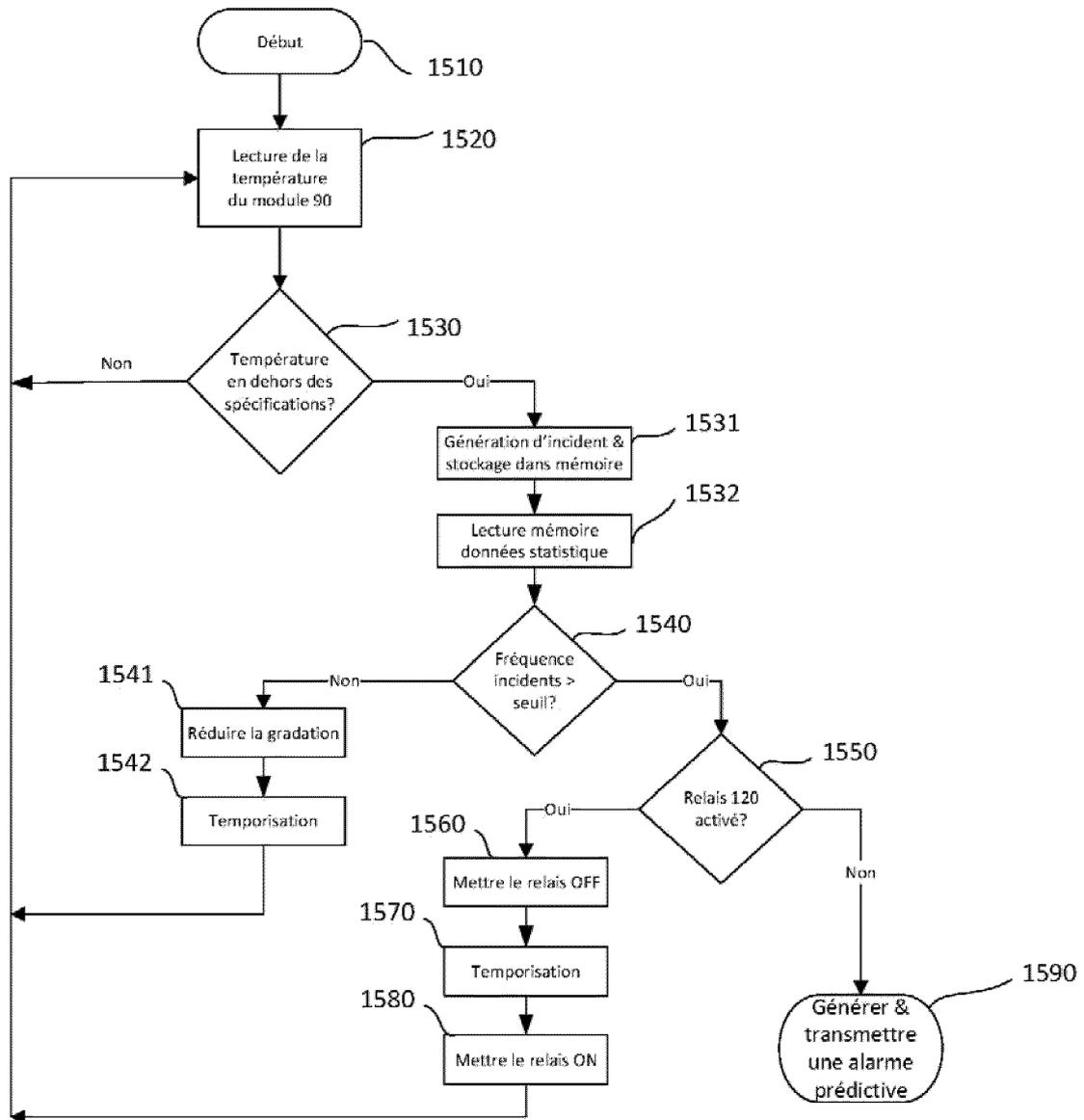


Fig. 15

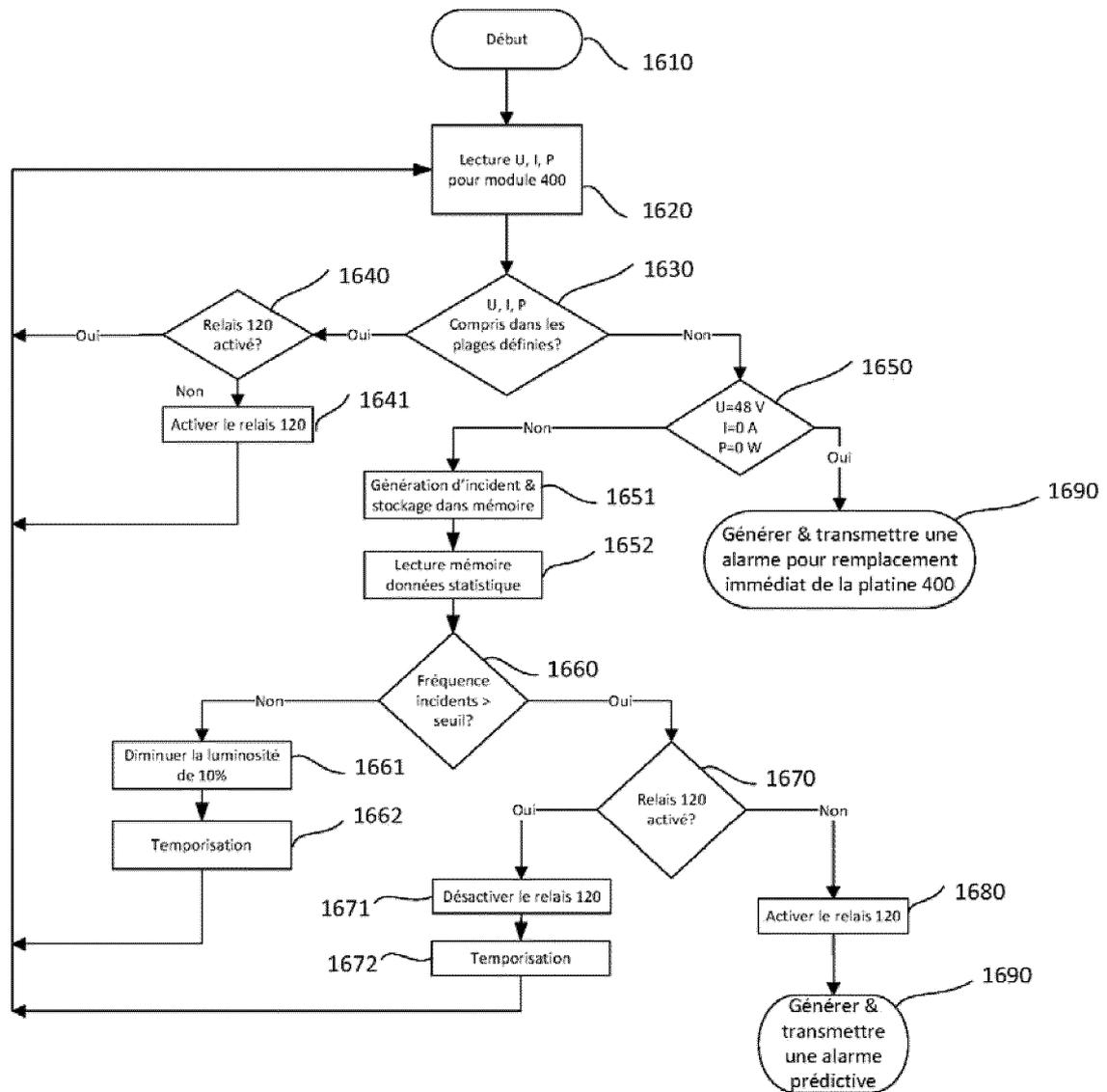


Fig. 16

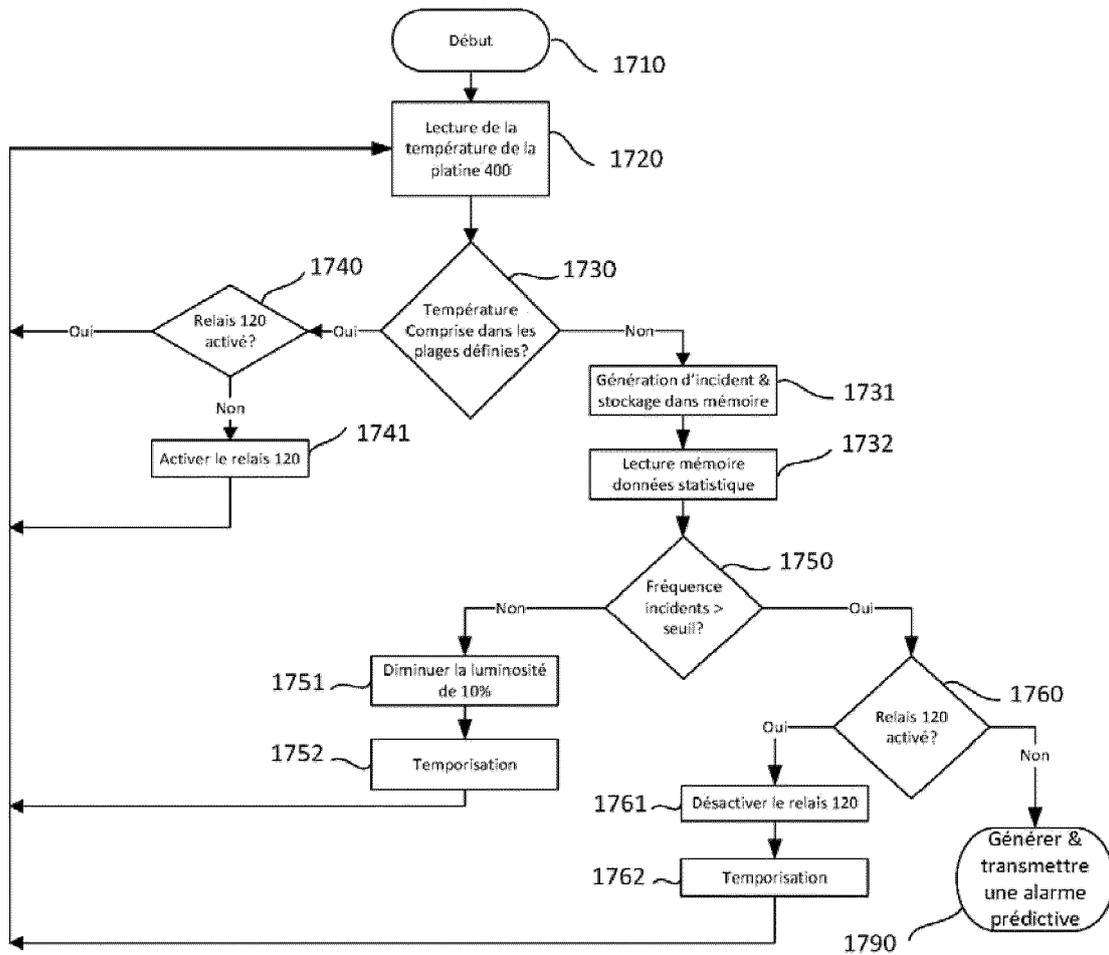


Fig. 17

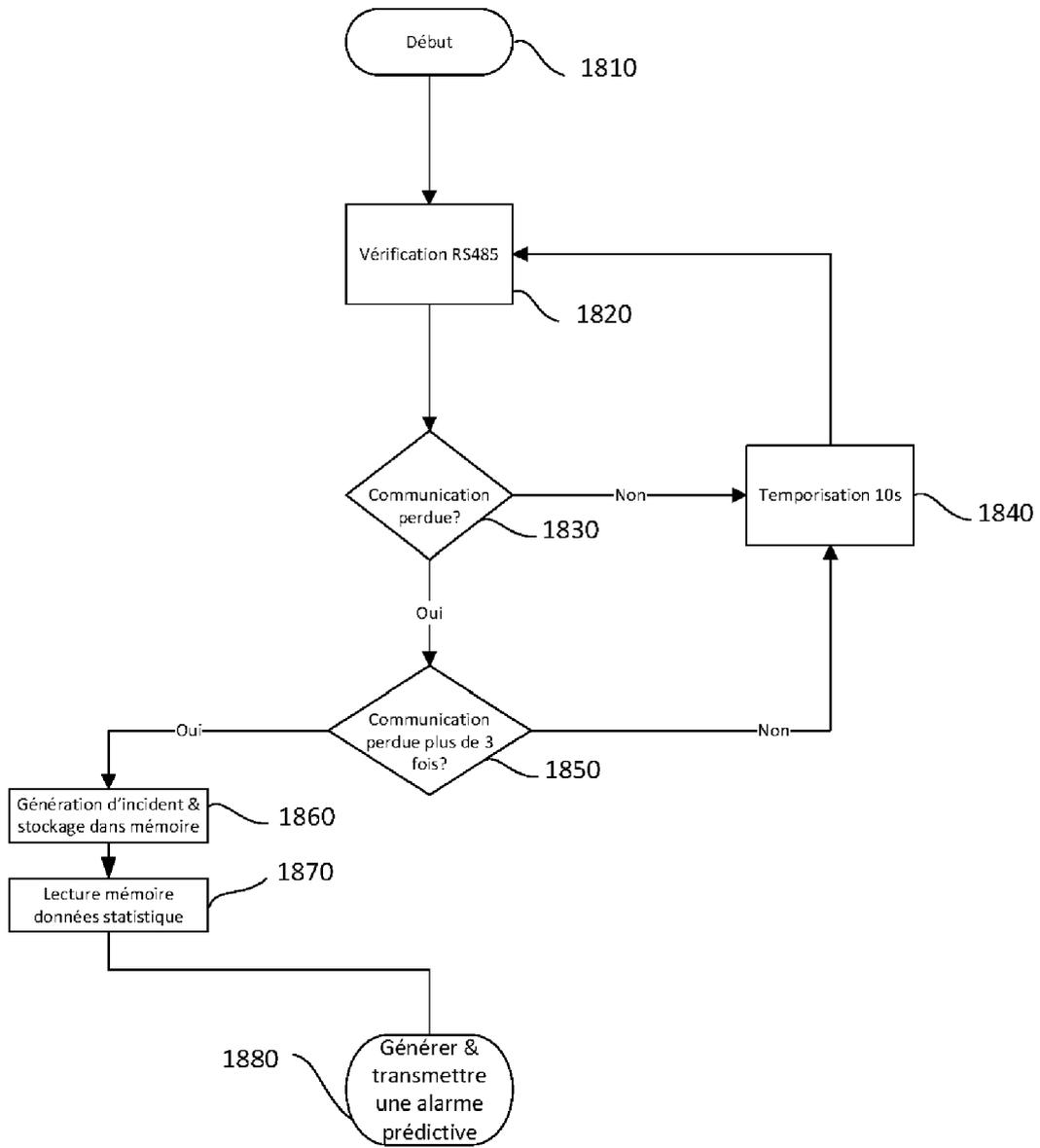


Fig. 18

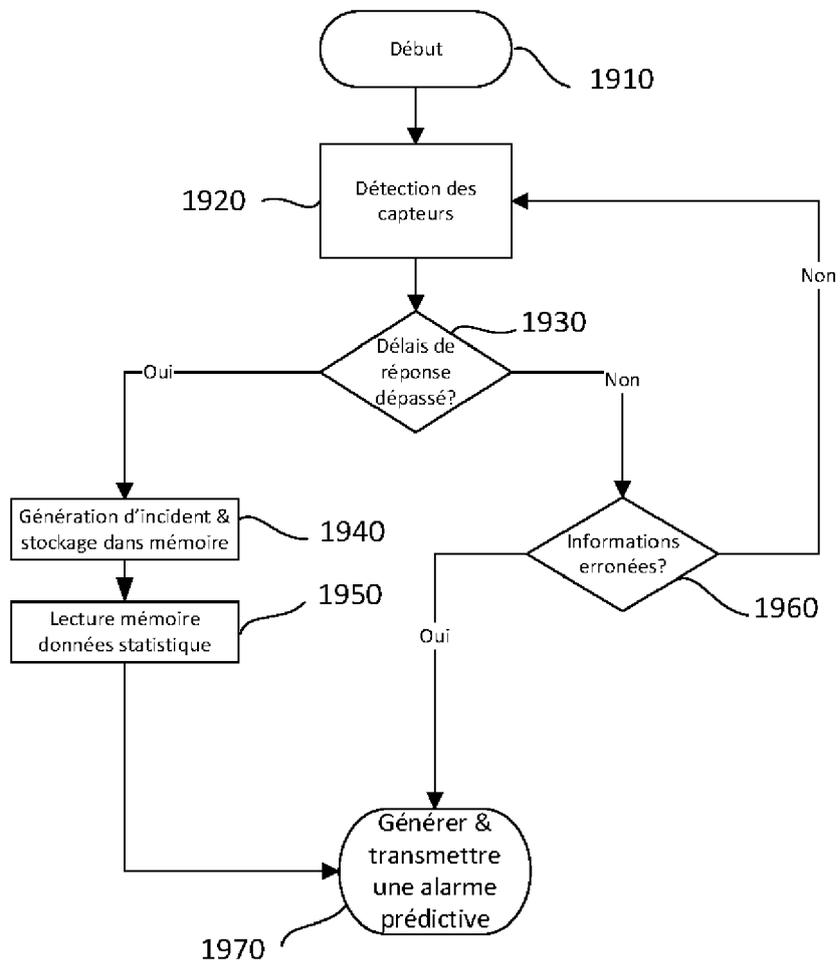


Fig. 19