

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 47044 A1** (51) Cl. internationale : **F24F 11/00; G08C 17/02**

(43) Date de publication :
31.05.2021

(21) N° Dépôt :
47044

(22) Date de Dépôt :
10.10.2019

(71) Demandeur(s) :
**Université internationale de Rabat, PARC TECNOPOLIS RABAT-SHORE CAMPUS
UNIVERSITAIRE UIR ROCADE RABAT-SALE 11100 (MA)**

(72) Inventeur(s) :
Bakhouya Mohamed ; Akssas Elmakki ; BROUINE Anass ; NAITMALEK Youssef

(74) Mandataire :
Bouya Mohsine

(54) Titre : **Un système de contrôle de fonctionnement d'un dispositif de climatisation permettant la visualisation de la consommation électrique en temps réel**

(57) Abrégé : Un système de contrôle de fonctionnement d'un dispositif de climatisation permettant la visualisation de la consommation électrique en temps réel caractérisé par :
- Une carte électronique liée au dispositif de climatisation. - Ladite carte électronique comprenant des capteurs pour mesurer instantanément des valeurs de l'environnement climatisé et l'énergie consommée. - Ladite carte électronique contenant un module interne pour contrôler le fonctionnement du dispositif de climatisation. - Ladite carte électronique comprend un module sans fil de transmission des données vers une plateforme à distance. - Ladite plateforme comprenant des modules d'acquisition, traitement, visualisation, et de stockage des données issues de la carte électronique. - Ladite plateforme comprenant un module de contrôle à distance du fonctionnement du dispositif de climatisation en se basant sur les données issues de la carte électronique. - Une application mobile pour contrôler le système à distance.

Abrégé

Un système de contrôle de fonctionnement d'un dispositif de climatisation permettant la visualisation de la consommation électrique en temps réel caractérisé par :

- Une carte électronique liée au dispositif de climatisation.
- Ladite carte électronique comprenant des capteurs pour mesurer instantanément des valeurs de l'environnement climatisé et l'énergie consommée.
- Ladite carte électronique contenant un module interne pour contrôler le fonctionnement du dispositif de climatisation.
- Ladite carte électronique comprenne un module sans fil de transmission des données vers une plateforme à distance.
- Ladite plateforme comprenant des modules d'acquisition, traitement, visualisation, et de stockage des données issues de la carte électronique.
- Ladite plateforme comprenant un module de contrôle à distance du fonctionnement du dispositif de climatisation en se basant sur les données issues de la carte électronique.
- Une application mobile pour contrôler le système à distance.

Description

Les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC) consomment plus de 40% du montant total de la consommation d'énergie. Il est également considéré comme un contributeur important aux émissions de gaz à effet de serre. Il faut donc élaborer des stratégies de contrôle pour trouver un compromis entre consommation d'énergie et confort des occupants. Dans des études récentes, de nombreuses approches ont été proposées en prenant en compte les paramètres de confort tout en optimisant la consommation d'énergie des systèmes HVAC.

Dans les bâtiments commerciaux, le principal défi consiste à équilibrer les cotes énergétiques des systèmes CVC en améliorant le confort thermique de l'enveloppe du bâtiment et en améliorant l'efficacité énergétique opérationnelle des services du bâtiment. Ce défi doit répondre au besoin des occupants avec le contrôle flexible des services de CVC pour de meilleures conditions environnementales intérieures dans les bâtiments. Par conséquent, les approches de contrôle intelligentes développées doivent prendre en compte les conditions environnementales, qui reposent principalement sur les normes internationales. Par exemple, ASHRAE (Société américaine des ingénieurs en chauffage, en réfrigération et en climatisation) est l'une des principales sociétés standard qui définit les mesures de performance et de confort.

Cette invention s'intéresse à développer un système intelligent qui intègre différentes technologies et techniques basé sur l'internet des objets et big data permettant la visualisation, le control et le traitement en assurant l'équilibre entre l'efficacité énergétique et le confort thermique associé au fonctionnement des systèmes de CVC. Ce système est basé sur une approche de contrôle intelligente mettant en œuvre une technique de retour d'état est introduite afin de réguler la température de l'air intérieur en temps réel.

Cette section présente les composants du système afin de réaliser le contrôle des systèmes CVC. Dans ce travail, nous mettons davantage l'accent sur le contrôle du CVC en commutant automatiquement le cycle (c'est-à-dire le chauffage ou le refroidissement) chaque fois que la température de départ n'est pas satisfaite. Ce prototype comprend deux composants principaux décrits dans les sous-sections suivantes : la carte de contrôle et l'application de rétroaction intelligente. Ces composants communiquent et échangent des données dans le cadre d'une plate-forme d'acquisition, de traitement et de visualisation de données, illustrée à la figure 1. Comme illustré sur cette figure, la carte de commande est intégrée au système HVAC, qui convertit les signaux de commande envoyés par le contrôleur Arduino (5V). au composant spécifique (220V), la stratégie de contrôle est envoyée sous forme Arduino au compresseur, au ventilateur intérieur ou à la vanne à l'aide de cette carte. Ensuite, les données collectées (température et humidité) sont envoyées à l'application mobile via un module de communication sans fil pour une visualisation des données éventuelle. En fait, cette carte permet à l'utilisateur de contrôler le système CVC et la réception des données d'alimentation (c'est-à-dire la température) à l'aide d'une application mobile.

Les cartes électroniques sont aujourd'hui intégrées à tous les systèmes, qu'elles soient automatiques ou semi-automatiques, afin de contrôler différents composants du système afin de réaliser une fonction de service hybride. Nous avons développé une carte de contrôle comme interface avec le système HVAC, comme illustré à la Fig. 2.

En effet, cette carte constitue une interface entre tous les composants du système CVC et notre dispositif de contrôle. Les principaux services mis en œuvre dans la carte de contrôle sont : l'alimentation stabilisée

12V (A), qui sert à alimenter les relais avec 12V sous forme de circuit d'alimentation stabilisé et génère une tension à valeur fixe. Le même fonctionnement que l'alimentation stabilisée 12V, le bloc (B) a utilisé le régulateur LM7812 pour abaisser la tension de 12V à 5V. Les blocs (C), (D) et (F) réalisent le bouton de commande marche / arrêt constitué de relais pour activer / désactiver le compresseur, la vanne et le ventilateur externe / interne. Cependant, le bloc (G) consiste en une régulation, il est composé de triac et d'optocoupleur triac MOC3021 et permet de contrôler le ventilateur en marche / arrêt ou en fonction de la variation de vitesse, ainsi que de la consommation d'énergie. Le dernier composant n'agit que sur le délai d'amorçage du triac, dans lequel nous avons utilisé un détecteur de passage par zéro pour connaître le temps de blocage du système par le bloc (E). Le détecteur de passage à zéro est un circuit qui indique la transition du signal à zéro volt. Il contient un comparateur et un redresseur. Il a pour rôle de générer des impulsions chaque fois que le signal alterne avec la sortie du pont de Graetz. Nous avons implémenté la variation de vitesse en utilisant un détecteur de passage par zéro. Comme on le sait, la fréquence de la tension des réseaux au Maroc est de 50Hz, donc la période est de 20ms, et le signal passe par zéro, 2 fois par période, puis par 10ms entre chaque impulsion de détecteur de croisement par zéro. Et pour modifier la vitesse, nous agissons sur le délai d'amorçage du triac, qui doit être inférieur à 9ms. Si le délai augmente, la vitesse diminue et l'inverse est correct. Par exemple, pour avoir une vitesse maximale, le délai doit être égal à zéro et pour avoir la moitié de la vitesse, il doit être égal à 5 ms. Comme indiqué précédemment, nous avons utilisé la commande retour d'état pour calculer la variation de vitesse u en fonction de la température souhaitée, la température actuelle de l'air intérieur. Nous avons donc implémenté une fonction $u = f(Pd)$ pour modifier cette valeur. Variation PWM du vecteur u à un délai d'amorçage Pd allant de 0 à 9 ms.

Comme le montre la figure 3, la carte de commande 3D proposée contient 3 relais permettant de contrôler l'activation / désactivation du compresseur, de la vanne et du ventilateur, ainsi qu'une variation de vitesse permettant de réguler le triac. Nous avons ajouté un Node MCU en tant que microcontrôleur qui collecte les valeurs de température des capteurs et reçoit la température d'alimentation de l'application intelligente. Il effectue ensuite le contrôle du retour d'état thermique afin de réguler la vitesse du système HVAC afin d'améliorer le confort thermique et de réduire la consommation d'énergie.

L'élaboration d'approches de contrôle dans les systèmes CVC nécessite l'extraction de différents événements thermiques et matériels à partir de capteurs intégrés, tels que des capteurs de température et d'humidité, et d'actionneurs pour le système de contrôle CVC. La plate-forme est composée de composants matériels (c'est-à-dire la carte de contrôle). Ce sont principalement des capteurs et des actionneurs (capteurs de température et relais étanches) intégrés dans un microcontrôleur NodeMCU pour collecter les valeurs de température et les envoyer via le protocole MQTT à la passerelle du serveur pour un traitement et une commande en temps réel.

Le composant logiciel est basé sur les technologies IoT et Big Data, qui inclut l'application Kaa pour la collecte de données de capteurs et d'actionneurs, puis les envoie à l'application de traitement Storm. Cette dernière traite ensuite les données collectées à partir du Kaa, les visualise, les stocke dans la MongoDB et envoie une rétroaction (la température d'alimentation) de l'application de contrôle à distance aux actionneurs afin de contrôler le système CVC dans lequel la carte de contrôle est déployée.

La plate-forme développée est composée principalement de trois couches : la collecte de données, le traitement de données, le stockage de données et la visualisation. La collecte de données recueille la valeur des capteurs et effectue le contrôle de rétroaction. Nous avons également implémenté dans le

NodeMCU un programme en cours qui mesure périodiquement les températures intérieure et extérieure et envoie l'état et le type de cycle du système CVC. Ces valeurs sont transmises au serveur via les modules ESP8622 à la fois pour le stockage et pour l'activation ou non du contrôle déjà déployé dans le microcontrôleur. Pour stocker et visualiser les données, nous avons développé une application Web permettant de visualiser les données stockées dans la base de données sous forme de graphiques.

L'objectif principal de cette expérience est de contrôler le système CVC afin de maintenir le niveau de température dans la plage confortable (c'est-à-dire entre 23 ° C et 27 ° C) tout en optimisant le taux de triac afin de réduire la consommation d'énergie. Nous n'avons envisagé qu'un jour pour une visualisation facile des résultats.

Nous avons évalué trois paramètres principaux :

- i) la température de l'air intérieur par rapport à la température d'alimentation,
- ii) la variation du triac en fonction de la température souhaitée,
- iii) et la consommation électrique calculée par notre plateforme de mesure intelligente (capteur courant).

Ces métriques sont évaluées en mode de fonctionnement de chauffage. Une véritable plate-forme de site de test a été mise en place pour mesurer et contrôler le système de CVC en hiver. Un prototype a été illustré à la figure 1 et des expériences ont été effectuées pour évaluer les paramètres ci-dessus. La rétroaction d'état régule la température intérieure en fonction de la température de chauffage préférée des occupants.

En ce qui concerne la consommation, une plate-forme de mesure intelligente a été mise en place pour mesurer la consommation quotidienne d'électricité.

Dans cette expérimentation, nous nous concentrons uniquement sur la consommation d'électricité horaire du système HVAC. La consommation totale d'électricité par heure varie en moyenne de 300 à 700 W / h par rapport au système CVC sans la commande proposée qui consomme entre 800 et 1 000 W / h en mode chauffage. Le contrôle de retour d'état permet d'économiser plus de 30,41% d'énergie par rapport à la stratégie de contrôle tout ou rien utilisée par le système CVC normal. Il est également capable de maintenir le confort thermique en réglant automatiquement la variation de vitesse du système CVC selon les préférences des occupants.

Revendications

- 1- Un système de contrôle de fonctionnement d'un dispositif de climatisation permettant la visualisation de la consommation électrique en temps réel caractérisé en ce que la carte électronique adaptée à tous les systèmes de climatisation classique ou conventionnel qui peut facilement s'installer à la place de la carte originale du système de climatisation.
- 2- Un système de contrôle de fonctionnement d'un dispositif de climatisation permettant la visualisation de la consommation électrique en temps réel caractérisé en ce que les capteurs sont des sondes de température et capteur de courant électrique.
- 3- Un système de contrôle de fonctionnement d'un dispositif de climatisation permettant la visualisation de la consommation électrique en temps réel caractérisé en ce que la carte électronique communique sur un réseau domotique.
- 4- Un système de contrôle de fonctionnement d'un dispositif de climatisation permettant la visualisation de la consommation électrique en temps réel caractérisé en ce que le module sans fil est un module wifi.
- 5- Un système de contrôle de fonctionnement d'un dispositif de climatisation permettant la visualisation de la consommation électrique en temps réel caractérisé en ce que la carte électronique intègre un module permettant de contrôler le flux d'échange de la température.
- 6- Un système de contrôle de fonctionnement d'un dispositif de climatisation permettant la visualisation de la consommation électrique en temps réel caractérisé par en ce que la plateforme est un serveur permet la visualisation des données de température ambiante de l'environnement climatisé en temps réel à distance.
- 7- Un système de contrôle de fonctionnement d'un dispositif de climatisation permettant la visualisation de la consommation électrique en temps réel caractérisé par en ce que la plateforme est un serveur intégrant plusieurs outils et applications basés sur les technologies Internet des Objets (IoT) et big data permettant l'acquisition des données en format csv, la visualisation, le traitement et le stockage.

Dessins

Figure 1

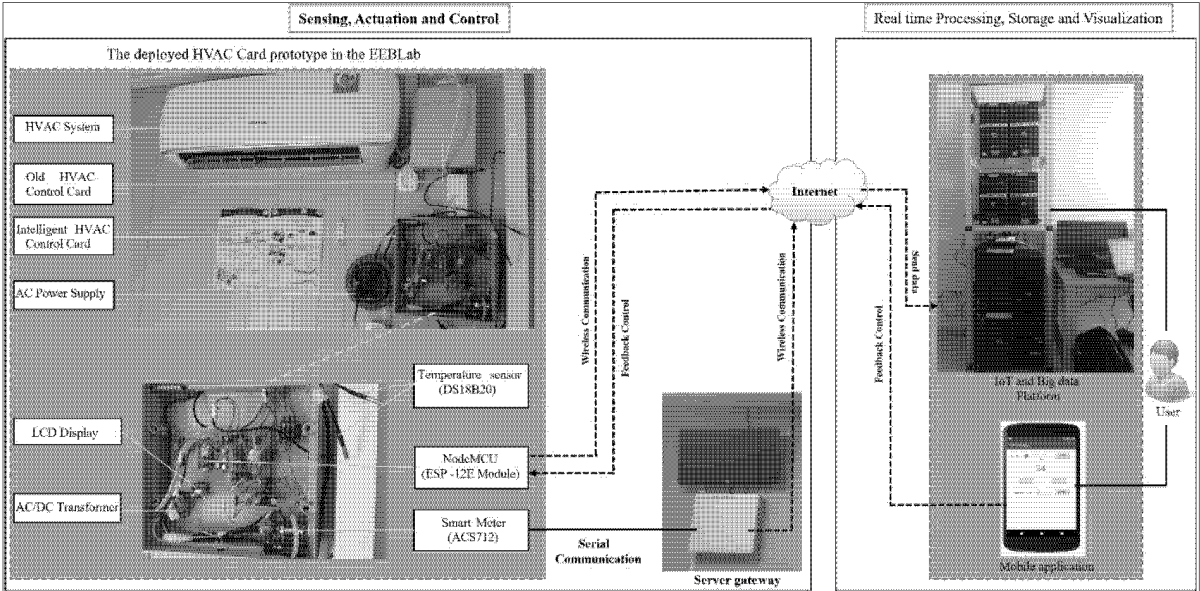
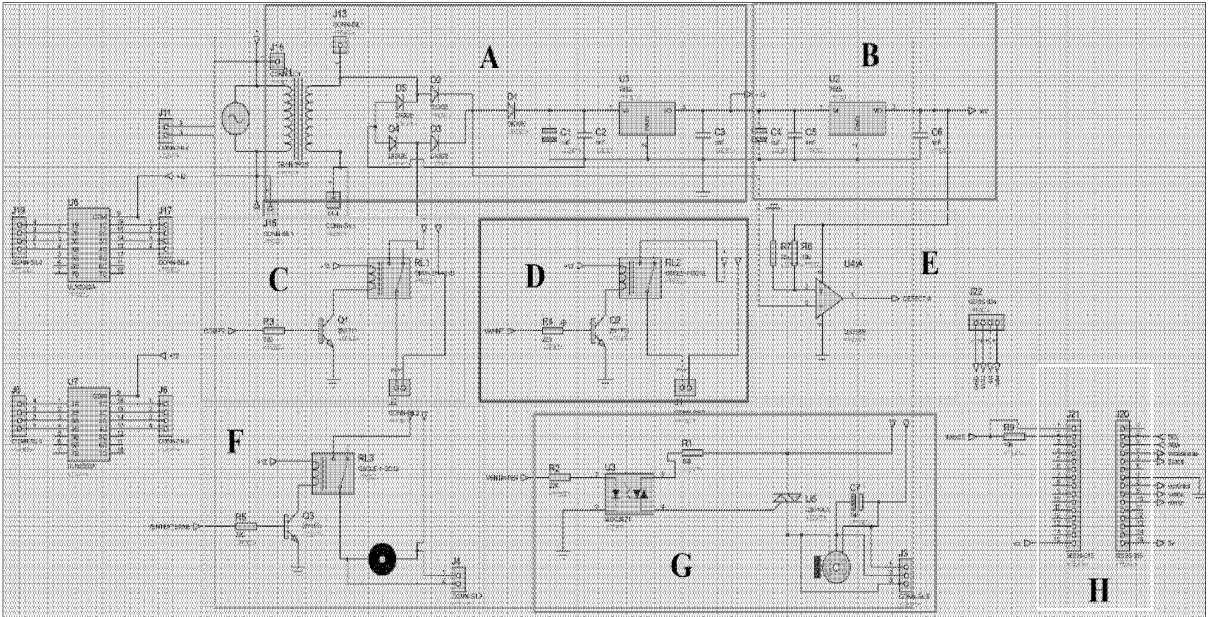
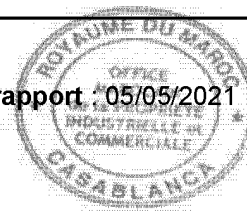


Figure 2



**RAPPORT DE RECHERCHE
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée
par la loi 23-13)

| | |
|--|--|
| Renseignements relatifs à la demande | |
| N° de la demande : 47044 | Date de dépôt : 10/10/2019 |
| Déposant : Université internationale de Rabat | |
| Intitulé de l'invention : Un système de contrôle de fonctionnement d'un dispositif de climatisation permettant la visualisation de la consommation électrique en temps réel | |
| Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. | |
| Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site http://worldwide.espacenet.com , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu. | |
| Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants : | |
| Partie 1 : Considérations générales | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité <input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés | |
| Partie 2 : Rapport de recherche | |
| Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de forme et de clarté <input type="checkbox"/> Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle | |
| Examineur : EL KINANI MOHAMED | Date d'établissement du rapport : 05/05/2021 |
| Téléphone : 212 5 22 58 64 14/00 | |



Partie 1 : Considérations générales**Cadre 1 : base du présent rapport**

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description
3 Pages
- Revendications
1-7
- Planches de dessin
1 Page

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : F24F11/47 ; F24F11/523 ; F24F11/59 ; F24F11/61 ; F24F11/67

CPC : F24F11/47 ; F24F11/523 ; F24F11/59 ; F24F11/61 ; F24F11/67

Plateformes et bases de données électroniques de recherche :

EPOQUENET, WPI, ScienceDirect, IEEE, ORBIT

| Catégorie* | Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | N° des revendications visées |
|------------|--|------------------------------|
| X | US2017292725 (A1); EMERSON ELECTRIC CO [US]; 12-10-2017 | 1-7 |
| A | US2019063774 (A1) ; MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP] ; 28-02-2019 | 1-7 |

***Catégories spéciales de documents cités :**

- « X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
 - « Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
 - « A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
 - « P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs
 - « E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité**Cadre 4 : Remarques de forme et de clarté**

La demande ne satisfait pas aux exigences de l'article 35 de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13, les revendications 1, 5, 7 n'étant pas claires :

Les formulations « la carte électronique adaptée a tous les systèmes de climatisation classique ou conventionnel qui peut facilement s'installer à la place de la carte originale », « un module permettant de contrôler le flux d'échange de la température », « un serveur intégrant des outils et applications basés sur les technologies internet des objets et big data » sont vagues et imprécises, et laissent subsister un doute quant à la signification des caractéristiques techniques auxquelles elles se rapportent, au point que l'objet desdites revendications n'est pas clairement défini.

Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

| | | |
|--------------------------|---|------------|
| Nouveauté | Revendications aucune Revendications 1-7 | Oui Non |
| Activité inventive | Revendications aucune Revendications 1-7 | Oui Non |
| Application Industrielle | Revendications 1-7 Revendications aucune | Oui Non |

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : US2017292725 (A1)

1. Nouveauté et Activité inventive

Le document D1 divulgue un système de contrôle de fonctionnement d'un dispositif de climatisation permettant la visualisation de la consommation électrique en temps réel (paragr. [0067] ; [0084]) caractérisé en ce que qu'il est adapté pour opérer avec différents types d'installations HVAC classiques (paragr. [0064]) et pour s'adapter à des systèmes existants (paragr. [0065]).

D'où l'objet de la revendication 1 n'est pas nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13.

Par ailleurs, le système de D1 comprend des capteurs de courant électrique 216 et de température 240.

D'où l'objet de la revendication 2 n'est pas nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97

modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les revendications 3-7 ne comportent pas de caractéristiques supplémentaires qui satisfont aux exigences de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13 en matière de nouveauté :

Revendications 3, 4 : voir paragr. [0092] ; [0118] ; [0119] ; [0131].

Revendication 5 : module de control 112.

Revendication 6 : voir paragr. [0187] - [0189].

Revendication 7 : voir paragr. [0213] - [0226].

2. Application industrielle

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.