

## (12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 50323 B1** (51) Cl. internationale : **G01D 4/00; G01R 19/25; G01R 21/133**
- (43) Date de publication : **29.04.2022**
- 
- (21) N° Dépôt : **50323**
- (22) Date de Dépôt : **29.07.2020**
- (71) Demandeur(s) : **UNIVERSITE INTERNATIONALE DE RABAT, PARC TECHNOPOLIS RABAT-SHORE, CAMPUS UNIVERSITAIRE UIR, ROCADE RABAT-SALE, 11100 SALA EL JADIDA (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **Mohamed Aymane Ahajjam ; Mohamed El Ouahabi ; Daniel Bonilla Licea ; Mounir Ghogho ; Abdellatif Kobbane**
- (74) Mandataire : **MOHSINE BOUYA**
- 
- (54) Titre : **Système intelligent pour la détection et l'identification des appareils en fonctionnement à l'aide d'une surveillance bimodale non-intrusive du signal électrique**
- (57) Abrégé : L'invention a pour objet un système intelligent pour la détection et l'identification des appareils en fonctionnement à l'aide d'une surveillance bimodale non-intrusive du signal électrique, caractérisé par : • Ledit système collecte la consommation d'électricité globale du local par le biais d'une unité de traitement, un capteur de courant, et un capteur de tension. • Ladite surveillance bimodale d'énergie agrégée se fait à différentes fréquences d'échantillonnage selon la consommation. • Ladite détection des événements se fait par le biais d'un algorithme de détection approprié. • Ladite identification intelligente des appareils est faite par le biais d'un modèle de classification d'intelligence artificielle. • Ledit système traite les données collectées décrivant les appareils utilisés afin de donner des informations et proposer des recommandations sur sa consommation. Ce système incorpore une surveillance bimodale non-intrusive permettant une acquisition conditionnelle fondée sur la détection de différents événements se rapportant avec le fonctionnement des appareils connectés. Lors qu'aucun événement n'est détecté (i.e., mode basse fréquence), l'acquisition est faite par une fréquence d'échantillonnage basse; une fois un événement est détecté, une acquisition avec une meilleure fréquence d'échantillonnage est déclenchée (mode haute fréquence) pour une durée spécifique afin de capturer les caractéristiques discriminantes relatives à chaque appareil.

## Intitulé

*Système intelligent pour la détection et l'identification des appareils en fonctionnement à l'aide d'une surveillance bimodale non-intrusive du signal électrique*

## Abrégé

L'invention a pour objet un système intelligent pour la détection et l'identification des appareils en fonctionnement à l'aide d'une surveillance bimodale non-intrusive du signal électrique, caractérisé par :

- Ledit système collecte la consommation d'électricité globale du local par le biais d'une unité de traitement, un capteur de courant, et un capteur de tension.
- Ladite surveillance bimodale d'énergie agrégée se fait à différentes fréquences d'échantillonnage selon la consommation.
- Ladite détection des événements se fait par le biais d'un algorithme de détection approprié.
- Ladite identification intelligente des appareils est faite par le biais d'un modèle de classification d'intelligence artificielle.
- Ledit système traite les données collectées décrivant les appareils utilisés afin de donner des informations et proposer des recommandations sur sa consommation.

Ce système incorpore une surveillance bimodale non-intrusive permettant une acquisition conditionnelle fondée sur la détection de différents événements se rapportant avec le fonctionnement des appareils connectés. Lors qu'aucun événement n'est détecté (i.e., mode basse fréquence), l'acquisition est faite par une fréquence d'échantillonnage basse ; une fois un événement est détecté, une acquisition avec une meilleure fréquence d'échantillonnage est déclenchée (mode haute fréquence) pour une durée spécifique afin de capturer les caractéristiques discriminantes relatives à chaque appareil.

## Description

### Domaine de la technique

La présente invention se rapporte à la mesure des variables électriques ; mesure des variables magnétiques de la classe MÉTROLOGIE ; ESSAIS et plus particulièrement aux sous classes : - Dispositions électromécaniques pour la mesure de l'intégrale dans le temps d'une puissance ou d'un courant électrique, p.ex. de la consommation.

### Etat de l'art

Plusieurs systèmes existent pour l'estimation de la consommation d'électricité et ainsi l'identification des équipements dans différents scénarios d'utilisation. En général, il existe deux démarches principales pour achever à ce but. Une méthode classique qui consiste à installer des systèmes de monitoring sur chaque équipement existant dans le même local. Même si l'estimation singulière de la consommation est plus directe et possible, l'achat, la maintenance et la gestion des données prévenantes de tous les nœuds sont difficiles. L'utilisation d'un simple wattmètre ou ampèremètre est plus pratique dans ce cas, mais nécessitant une expérience et connaissance préalable avant l'intervention. Ils existent d'autres système qui se basent sur une méthode moins chère mais plus exigeante consistant à exploiter la consommation totale du local pour estimer l'énergie consommée par chaque équipement. Il existe deux méthodes générales pour identifier les équipements responsables pour une consommation globale acquit par une acquisition non intrusive (NILM) : une basée sur la détection des évènements et une autre directe. La deuxième approche se rapporte avec l'utilisation des algorithmes de classification directement avec les données, lors que la première approche se rapport avec l'utilisation d'un des algorithmes de détection des évènements de changement d'état des appareils (e.g., ON/OFF) avant d'extraire des paramètres discriminants de chaque évènement détecté et les utiliser pour le trainage des modèles de classification.

Dans la littérature, les systèmes NILM sont principalement développés pour l'acquisition de la consommation globale avec une haute fréquence d'échantillonnage (Raingeaud, 2016), avec un contrôle précis des instances d'allumage et d'arrêt des appareils (Meziane, 2016) pour l'analyse des régimes transitoires des appareils, ou dans le contexte d'un système englobant différents capteurs (niveau de lumière, intensité du son, niveau d'humidité, vibration, etc.) en synchronisation avec ceux pour décrivant la consommation d'électricité (Anderson, 2012). Pour l'approche basée sur la détection des évènements, l'acquisition de la consommation globale avec une haute fréquence d'échantillonnage sur une longue durée est essentielle. Or, avec les systèmes déjà mentionnés, un problème majeur est confronté : comment stocker et traiter un très grand nombre de données ? La nécessité à une grande capacité de stockage et ainsi capabilité de traitement des données augmente rapidement vu que la taille des fichiers de mesures dépende de la fréquence d'échantillonnage et de la durée d'acquisition.

La présente invention vise donc à remédier à ces inconvénients. Plus particulièrement la présente invention vise à prévoir un système incorporant une surveillance bimodale non-intrusive permettant une acquisition conditionnelle fondée sur la détection de différents évènements se rapportant avec le fonctionnement des appareils connectées. Lors qu'aucun

évènement n'est détecté (i.e., mode basse fréquence), l'acquisition est faite par une fréquence d'échantillonnage basse ; une fois un évènement est détecté, une acquisition avec une meilleure fréquence d'échantillonnage est déclenchée (mode haute fréquence) pour une durée spécifique afin de capturer les caractéristiques discriminantes relatives à chaque appareil. L'identification des appareils est ainsi achevée en injectant ces séquences de haute fréquence au modèle de classification.

L'invention a pour objet un Système intelligent pour la détection et l'identification des appareils en fonctionnement à l'aide d'une surveillance bimodale non-intrusive du signal électrique, caractérisé par :

- Ledit système collecte la consommation d'électricité globale du local par le biais d'une unité de traitement, un capteur de courant, et un capteur de tension.
- Ladite surveillance bimodale d'énergie agrégée se fait à différentes fréquences d'échantillonnage selon la consommation.
- Ladite détection des évènements se fait par le biais d'un algorithme de détection approprié.
- Ladite identification intelligente des appareils est faite par le biais d'un modèle de classification d'intelligence artificielle.
- Ledit système traite les données collectées décrivant les appareils utilisés afin de donner des informations et proposer des recommandations sur sa consommation.

Ledit système incorpore une approche non intrusive d'acquisition et de traitement de la consommation électrique globale depuis le tableau électrique monophasé ou triphasé alimentant un local. Ce système comprend principalement ladite unité de traitement, lesdits capteur de courant et de tension et l'interface d'affichage.

-En référence à la figure 1, ledit système fonctionne suivant le processus suivant :

- Ladite unité de traitement commence par la lecture des entrées de l'utilisateur décrivant la puissance moyenne de chaque appareil disponible dans son local depuis leurs plaques signalétique.
- Le mode basse fréquence correspondant à l'acquisition basse fréquence (e.g.,  $\leq 10\text{Hz}$ ) démarre ensuite par défaut, avec l'algorithme de détection d'évènements. Une fois ce dernier détecte un évènement, le mode haute fréquence correspondant à l'acquisition haute fréquence (e.g.,  $50\text{kHz}$ ) est exécuté pour une durée spécifique (e.g. deux secondes). Cette durée est la durée minimale acceptable entre deux instances d'évènements (correspondante à l'utilisation des appareils). Les séquences de données acquises durant cette durée (i.e., courant et tension waveforms) sont les seules à stocker.
- Ladite identification intelligente des appareils (en parallèle avec l'acquisition) se fait par le biais d'un modèle de classification pré-entraîné d'intelligence artificielle capable de faire une classification multi-label c'est-à-dire d'identifier plusieurs pairs {nom appareil, état du fonctionnement} à la fois depuis la consommation globale. Les appareils et leurs états (ON ou OFF) identifiés sont ensuite retenus dans un fichier de mesure avec la date et le temps de détection.

- Les paramètres statistiques, décrivant la consommation des résidents du local, sont calculés par ledit système en se base sur les pairs identifiés. Pour un appareil ( $x$ ) durant un jour ( $i$ ) :
  - Appareils les plus utilisés : Ledit système calcule la durée du fonctionnement ( $T_f$ ) de de ( $x$ ) durant ( $i$ ) suivant l'équation suivante :

$$T_{f_x} = \sum_i t_{OFF_x} - t_{ON_x} \quad (1)$$

Où  $t_{ON_x}$  et  $t_{OFF_x}$  représentent les instances de l'identification de l'état ON et OFF de ( $x$ ) identifiées durant ( $i$ ) respectivement.

- Appareils les plus consommateurs : Ledit système calcule la consommation de ( $x$ ) durant ( $i$ ) suivant l'équation suivante :

$$C_x = T_{f_x} P_x \quad (2)$$

Où ( $P_x$ ) représente la valeur de la puissance de ( $x$ ) définit par l'utilisateur en préalable.

### Description des dessins

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit pour la compréhension de laquelle on se reportera aux dessins annexes dans lesquels

Figure 1 : Flowchart décrivant le fonctionnement du système.

### Références

Anderson, K. a. O. A. a. B. D. a. C. D. a. R. A. a. B. M., 2012. *BLUED: A fully labeled public dataset for event-based non-intrusive load monitoring research*. Qiang Yang, ACM, pp. 1--5.

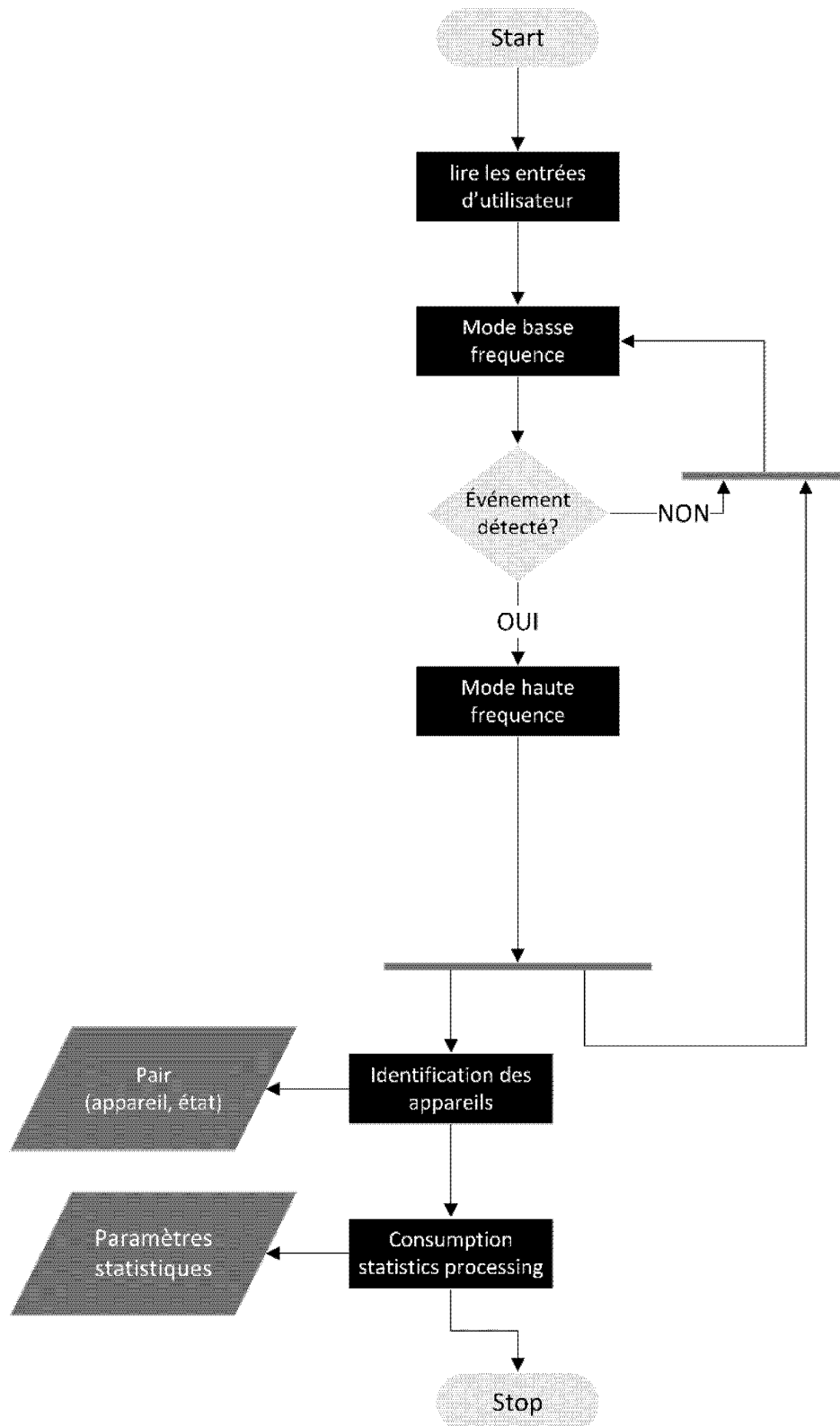
Meziane, M. N. a. P. T. a. R. P. a. L. G. a. L. B. J.-C. a. R. Y., 2016. *COOLL: Controlled On/Off Loads Library, a Public Dataset of High-Sampled Electrical Signals for Appliance Identification*. s.l., s.n.

Raingaud, M. N. M. a. T. P. a. P. R. a. G. L. a. J. L. B. a. Y., 2016. *A measurement system for creating datasets of on/off-controlled electrical loads*. Florence, Italy, IEEE, pp. 1--5.

## Revendications

1. Un système intelligent pour la détection et l'identification des appareils en fonctionnement à l'aide d'une surveillance bimodale non-intrusive du signal électrique, caractérisé par :
  - Ledit système collecte la consommation d'électricité globale du local par le biais d'une unité de traitement, un capteur de courant, et un capteur de tension.
  - Ladite surveillance bimodale d'énergie agrégée se fait à différentes fréquences d'échantillonnage selon la consommation.
  - Ladite détection des événements se fait par le biais d'un algorithme de détection approprié.
  - Ladite identification intelligente des appareils est faite par le biais d'un modèle de classification d'intelligence artificielle.
  - Ledit système traite les données collectées décrivant les appareils utilisés afin de donner des informations et proposer des recommandations sur sa consommation.

## Dessins



**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)

<b>Renseignements relatifs à la demande</b>	
N° de la demande : 50323	Date de dépôt : 29/07/2020
Déposant : UNIVERSITE INTERNATIONALE DE RABAT	
Intitulé de l'invention : Système intelligent pour la détection et l'identification des appareils en fonctionnement à l'aide d'une surveillance bimodale non-intrusive du signal électrique	
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 <a href="http://worldwide.espacenet.com">http://worldwide.espacenet.com</a> , 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: Sara AGUENDICH	Date d'établissement du rapport : 03/02/2021
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
- Planches de dessin  
1 Pages

**Partie 2 : Rapport de recherche**

Classement de l'objet de la demande :

CIB : G01 D4/00 ; G01 R19/25 ; G01 R21/133 ;  
CPC : G01 D4/002 ; G01 R19/2513 ; G01 R21/1331 ; Y04 S20/30

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
A	WO2016141978A1; YOU KNOW WATT [BE] ; 15-09-2016 Description ; Abrégé ; Paragraphe [0024]	1
A	WO2016079229A1; UNIV BRUXELLES [BE] ; 26-05-2016 Description ; Abrégé ;	1

**\*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***- Remarques de clarté*

La revendication indépendante 1 manque de clarté et ne satisfait pas aux exigences de l'art. 35 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. L'objet de la revendication indépendante 1 porte sur un dispositif qui est caractérisé par les étapes d'un procédé au lieu de définir clairement ce dispositif en termes de caractéristiques techniques. Par conséquent, la revendication 1 a été interprétée en tant que revendication de procédé. Il importe donc de modifier le préambule de la revendication 1 pour indiquer la catégorie procédé.

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

Nouveauté	Revendications 1	Oui
	Revendications aucune	Non
Activité inventive	Revendications 1	Oui
	Revendications aucune	Non
Application Industrielle	Revendications 1	Oui
	Revendications aucune	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 : WO2016141978A1

D2 : WO2016079229A1;

**1. Nouveauté**

Aucun des documents cités ci-dessus, considéré isolément, ne divulgue un procédé pour la détection et l'identification des appareils comprenant l'ensemble des caractéristiques techniques énoncées dans la revendication indépendante 1. D'où l'objet de ladite revendication est nouveau au sens de l'art. 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

**2. Activité inventive**

Le document D1, qui est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1, divulgue :

Un procédé pour la détection et l'identification des appareils en fonctionnement à l'aide d'une surveillance bimodale non-intrusive du signal électrique, caractérisé par les étapes suivantes :

- Collecter la consommation d'électricité globale du local par le biais d'une unité de traitement, un capteur de courant et un capteur de tension.
- Détecter les événements par le biais d'un algorithme de détection approprié.
- Identifier les appareils par le biais d'un modèle de classification d'intelligence artificielle.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce que ledit procédé comprend :

- Une étape de surveillance bimodale d'énergie agrégée qui se fait à différentes fréquences d'échantillonnage selon la consommation.
- Une étape de traitement des données collectées décrivant les appareils utilisés afin de donner des informations et proposer des recommandations sur sa consommation.

L'effet technique des dites différences est celui de permettre l'acquisition de la consommation de l'appareil en deux modes de fréquence (basse fréquence et haute fréquence) ainsi que de calculer les paramètres statistiques relatifs à sa consommation.

Le problème objectif technique que la présente invention se propose de résoudre est celui de fournir une solution alternative pour l'acquisition de la consommation des appareils et le calcul des paramètres statistiques relatifs à leur consommation.

La solution à ce problème proposée dans la revendication 1 n'est pas décrite dans l'art antérieur, pris seul ou en combinaison. Aucun enseignement n'a été trouvé dans les documents de l'état de la technique qui aurait incité l'homme du métier, d'arriver à la solution telle que décrite dans la revendication 1.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 implique une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13 concernant l'activité inventive.

### **3. 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.