(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 032 037**

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **15 50524**

(51) Int Cl[8] : ***G 01 R 21/06*** *(2016.01), G 01 R 21/133, 31/02, H 02 B 1/24*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 22.01.15.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 29.07.16 Bulletin 16/30.

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

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

( ) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS Société par actions simplifiée* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** MOLLIER CHRISTOPHE, COUTELOU OLIVIER, GAILLARD MAXIME et SILLANS DAMIEN.

(73) **Titulaire(s) :** SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS Société par actions simplifiée.

(74) **Mandataire(s) :** LAVOIX.

(54) DISPOSITIF ET PROCEDE DE SURVEILLANCE D'UNE TENSION OU D'UNE INTENSITE, SYSTEME DE SURVEILLANCE D'UN TABLEAU ELECTRIQUE, ARMOIRE ELECTRIQUE ET POSTE DE TRANSFORMATION ASSOCIES.

(57) Dispositif électronique (60; 62A, 62N) de surveillance d'une grandeur électrique, le dispositif comprenant:

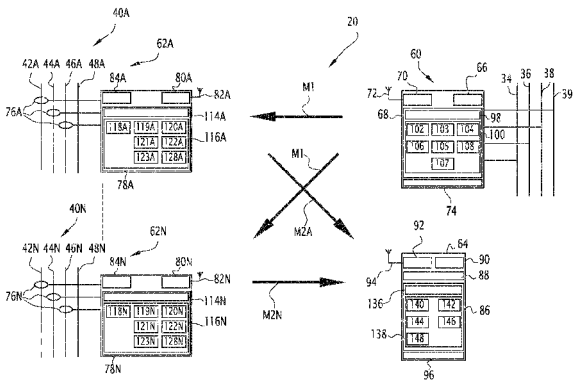
- un module de mesure (66; 76A, 76N) d'au moins une valeur de la grandeur électrique,
- un module d'échantillonnage (103; 119A,...,119N) de la valeur mesurée,
- un module d'émission (106; 128A, ..., 128N) configuré pour émettre, avec une période d'émission, un message.

Le dispositif comprend en outre un module (104; 123A,...,123N) de détermination d'une première table et d'une deuxième table,

la première table contenant une pluralité de premiers coefficients, chaque premier coefficient étant fonction d'un cosinus et dépendant de la fréquence de la tension, et

la deuxième table contenant une pluralité de deuxièmes coefficients, chaque deuxième coefficient étant fonction d'un sinus et dépendant de ladite fréquence,

le nombre de coefficients de chaque table étant égal au nombre d'échantillons de la grandeur lors de la période d'émission.



FR 3 032 037 - A1

Dispositif et procédé de surveillance d'une tension ou d'une intensité, système de surveillance d'un tableau électrique, armoire électrique et poste de transformation associés

La présente invention concerne un dispositif électronique de surveillance d'une grandeur électrique parmi une tension et une intensité relative à un courant alternatif circulant dans un conducteur électrique, le courant alternatif comportant au moins une phase.

Le dispositif de surveillance comprend un module de mesure configuré pour mesurer au moins une valeur de la grandeur électrique, un émetteur-récepteur radioélectrique, et un module d'émission relié à l'émetteur-récepteur radioélectrique.

La présente invention concerne également un système électronique de surveillance d'un tableau électrique comportant au moins un conducteur électrique primaire de départ et au moins un conducteur électrique secondaire de départ, chaque conducteur secondaire de départ étant connecté électriquement à un conducteur primaire de départ correspondant.

Le système de surveillance comprend de tels dispositifs de surveillance, à savoir un premier dispositif électronique de surveillance de la tension de chaque conducteur électrique primaire de départ, et au moins un deuxième dispositif électronique de surveillance de l'intensité du courant alternatif circulant dans chaque conducteur électrique secondaire.

La présente invention concerne également une armoire électrique comprenant un tableau électrique comportant des conducteurs électriques de départ, et un tel système de surveillance.

La présente invention concerne également un poste de transformation d'un courant électrique présentant une première tension alternative en un courant électrique présentant une deuxième tension alternative, ce poste de transformation comprenant une telle armoire électrique, un tableau d'arrivée comportant au moins un conducteur électrique d'arrivée propre à être relié à un réseau électrique, le conducteur d'arrivée présentant la première tension alternative, le tableau de l'armoire formant un tableau de départ dont les conducteurs de départ correspondants présentent la deuxième tension alternative. Le poste de transformation comporte en outre un transformateur électrique connecté entre le tableau d'arrivée et le tableau de départ, le transformateur étant propre à transformer le courant présentant la première tension alternative en le courant présentant la deuxième tension alternative.

La présente invention concerne également un procédé de surveillance d'une grandeur électrique parmi une tension et une intensité relative à un courant alternatif circulant dans un conducteur électrique.

On connaît du document WO 2013/017663 A1 un système de surveillance du type précité. Ce système de surveillance permet en particulier de mesurer l'énergie électrique du courant circulant dans des conducteurs secondaires reliés à un conducteur primaire, les conducteurs secondaires correspondant à des conducteurs de départ d'un tableau de départ et présentant sensiblement la même tension que le conducteur primaire. Le module primaire forme un dispositif de surveillance de la tension du conducteur primaire, et chaque module secondaire forme un dispositif de surveillance de l'intensité du courant circulant dans le conducteur secondaire correspondant.

Le module primaire mesure la tension du conducteur primaire, et transmet avec une période d'émission un premier message contenant une donnée de synchronisation et des valeurs représentatives de la tension. Pour cela, le module primaire calcule deux tables de corrélation couvrant chacune une période de tension. Le module primaire échantillonne ensuite la tension pendant une période de tension, puis calcule, à partir des tables de corrélation, la décomposition en série de Fourier de la tension mesurée sur cette période de tension. Les coefficients de Fourier calculés sont ensuite inclus dans le premier message. Chaque module secondaire se synchronise alors à l'aide de la donnée de synchronisation reçue ; mesure, de manière synchronisée avec le module primaire, les coefficients de Fourier de l'intensité du courant circulant dans le conducteur secondaire correspondant ; puis calcule l'énergie du courant circulant dans ledit conducteur secondaire à l'aide des valeurs mesurées d'intensité et des valeurs de tension contenues dans le premier message. Chaque module secondaire envoie ensuite, à destination d'un module de centralisation et selon un mécanisme de jeton distribué entre les modules secondaires, un deuxième message contenant l'identifiant du module secondaire correspondant et l'énergie calculée par le module secondaire, par exemple sous forme de différentes valeurs de compteurs d'énergie.

Toutefois, ce système de surveillance n'est pas adapté à des réseaux dans lesquels la tension et/ou la fréquence varient de manière notable, tels que les réseaux électriques insulaires. En effet, la mesure de la tension est faite, pour chaque période d'émission, sur une seule période de tension qu'on considère être représentative, la période d'émission correspondant à plusieurs périodes de tension. La période d'émission est, par exemple, égale à 1 seconde, alors que la période de tension est généralement égale à 16,66 millisecondes (ms) aux Etats-Unis et à 20 ms en Europe. La mesure de la tension est donc effectuée sur une brève partie de la période d'émission.

Le but de l'invention est de proposer des dispositifs de surveillance de la tension, et respectivement de l'intensité d'un courant alternatif circulant dans un conducteur électrique, et un système de surveillance comprenant de tels dispositifs, permettant de remédier au problème précité.

A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif électronique de surveillance du type précité, comprenant en outre un module de détermination d'une première table et d'une deuxième table, et un module de calcul d'au moins un paramètre de surveillance de la grandeur à partir de la première table, de la deuxième table, et d'échantillons de la grandeur, issus du module d'échantillonnage,

la première table contenant une pluralité de premiers coefficients, chaque premier coefficient étant fonction d'un cosinus et dépendant de la fréquence de la tension du conducteur électrique, et

la deuxième table contenant une pluralité de deuxièmes coefficients, chaque deuxième coefficient étant fonction d'un sinus et dépendant de ladite fréquence,

le nombre de coefficients de chaque table étant égal au nombre d'échantillons de la grandeur lors de la période d'émission.

Avec le dispositif de surveillance selon l'invention, l'énergie électrique est calculée de manière plus précise et plus rapide. En particulier, les première et deuxième tables sont calculées pour toute la période d'émission, et le calcul de l'énergie électrique prend donc en compte les variations de la tension et/ou de l'intensité sur l'ensemble de la période d'émission. En outre, l'utilisation des première et deuxième tables permet de réduire le temps de calcul de l'énergie électrique.

Avec le système de surveillance de l'état de la technique, la tension est mesurée sur une seule période de tension, et est considérée comme ne variant pas sur le reste de la période d'émission.

Suivant d'autres aspects avantageux de l'invention, le dispositif électronique de surveillance comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

- les premiers coefficients vérifient l'équation : $C^{1}_{j,m} = \cos(2 \times \Pi \times F \times j \times m \times P_{ech})$, et

les deuxièmes coefficients vérifient l'équation :

$$C^{2}_{j,m} = \sin(2 \times \Pi \times F \times j \times m \times P_{ech})$$

où j est compris entre 1 et J, J étant un nombre entier, de préférence supérieur ou égal à 5,

P_{ech} est la période d'échantillonnage de la grandeur, et

m est un indice d'échantillon variant entre 1 et Ntotal_ech, Ntotal_ech étant un nombre entier représentant le nombre d'échantillons de la grandeur lors de la période d'émission ;

- le module de détermination est propre à recalculer, lors de chaque période d'émission, la première table et la deuxième table à partir d'une valeur de la fréquence mesurée lors de l'avant-dernière période d'émission ;

- le module d'échantillonnage est apte à échantillonner la grandeur électrique avec une période d'échantillonnage et la valeur de la période d'échantillonnage est fonction d'une valeur de la fréquence de la tension mesurée lors de l'avant-dernière période d'émission ;

- le dispositif est adapté pour surveiller la tension du conducteur électrique, le module de mesure est configuré pour mesurer la fréquence de la tension, et le message émis contient en outre une valeur mesurée de la fréquence de la tension ;

- le module de mesure est configuré pour calculer, pour chaque échantillon de tension, les parties réelle et imaginaire d'un phaseur de tension correspondant vérifiant les équations :

$$\mathrm{Re}\,P_{i,m} = \frac{\sqrt{2}}{Nech}\sum_{n=0}^{Nech-1} U_{i,m+n}\cos\left(\frac{2\Pi n}{Nech}\right) \text{ ; et}$$

$$\mathrm{Im}\,P_{i,m} = \frac{-\sqrt{2}}{Nech}\sum_{n=0}^{Nech-1} U_{i,m+n}\sin\left(\frac{2\Pi n}{Nech}\right)$$

où Nech est le nombre d'échantillons de tension acquis pendant une période de tension, la période de tension étant égale à l'inverse de la fréquence, et

pour mesurer, avec une période de mesure, une valeur de la fréquence à partir de deux phaseurs de tension correspondant respectivement à deux instants temporels séparés temporellement d'une période de mesure ;

- la période de mesure est sensiblement égale à la moitié de la période de tension ;

- le dispositif est adapté pour surveiller une intensité, et comporte un module de réception d'un message de données comprenant une valeur mesurée de la fréquence de la tension.

L'invention a également pour objet un système électronique de surveillance d'un tableau électrique comportant au moins un conducteur électrique primaire de départ et au moins un conducteur électrique secondaire de départ, le ou chaque conducteur secondaire de départ étant connecté électriquement à un conducteur primaire de départ correspondant, les conducteurs de départ correspondants présentant une tension alternative, le système comprenant :

- un premier dispositif électronique de surveillance de la tension de chaque conducteur électrique primaire de départ,

- au moins un deuxième dispositif électronique de surveillance de l'intensité du courant alternatif circulant dans chaque conducteur électrique secondaire,

dans lequel chaque dispositif électronique de surveillance est tel que défini ci-dessus.

Suivant d'autres aspects avantageux de l'invention, le système électronique de surveillance comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

- chaque dispositif électronique de surveillance comprend en outre un module de détermination d'une première table et d'une deuxième table, et un module de calcul d'au moins un paramètre de surveillance de la grandeur à partir de la première table, de la deuxième table, et d'échantillons de la grandeur, issus du module d'échantillonnage,

la première table contenant une pluralité de premiers coefficients, chaque premier coefficient étant fonction d'un cosinus et dépendant de la fréquence de la tension du conducteur électrique, et

la deuxième table contenant une pluralité de deuxièmes coefficients, chaque deuxième coefficient étant fonction d'un sinus et dépendant de ladite fréquence,

le nombre de coefficients de chaque table étant égal au nombre d'échantillons de la grandeur lors de la période d'émission ;

- le premier dispositif de surveillance est adapté pour surveiller la tension du conducteur électrique, le module de mesure est configuré pour mesurer la fréquence de la tension, et le message émis contient en outre une valeur mesurée de la fréquence de la tension , et chaque deuxième dispositif de surveillance est adapté pour surveiller une intensité, et comporte un module de réception d'un message de données comprenant une valeur mesurée de la fréquence de la tension ;

- le premier dispositif de surveillance comporte en outre un module de détermination d'une première table et d'une deuxième table, et un module de calcul d'au moins un paramètre de surveillance de la grandeur à partir de la première table, de la deuxième table, et d'échantillons de la grandeur, issus du module d'échantillonnage,

la première table contenant une pluralité de premiers coefficients, chaque premier coefficient étant fonction d'un cosinus et dépendant de la fréquence de la tension du conducteur électrique, et

la deuxième table contenant une pluralité de deuxièmes coefficients, chaque deuxième coefficient étant fonction d'un sinus et dépendant de ladite fréquence,

le nombre de coefficients de chaque table étant égal au nombre d'échantillons de la grandeur lors de la période d'émission, et chaque deuxième dispositif de surveillance

comprend un module de détermination apte à calculer une troisième table de corrélation et une quatrième table de corrélation,

la troisième table contenant une pluralité des premiers coefficients, et

la quatrième table contenant une pluralité des deuxièmes coefficients,

le nombre de coefficients de chaque table étant égal au nombre d'échantillons de la grandeur lors d'une période de tension correspondante.

L'invention a également pour objet une armoire électrique comprenant :

- un tableau comportant au moins un conducteur électrique primaire de départ et au moins un conducteur électrique secondaire de départ, le ou chaque conducteur secondaire de départ étant connecté électriquement à un conducteur primaire de départ correspondant, le courant circulant dans les conducteurs de départ correspondants présentant une tension alternative, et

- un système de surveillance du tableau électrique,

dans lequel le système de surveillance est tel que défini ci-dessus.

L'invention a également pour objet un poste de transformation d'un courant électrique présentant une première tension alternative en un courant électrique présentant une deuxième tension alternative, comprenant une armoire électrique telle que définie ci-dessus, un tableau d'arrivée comportant au moins un conducteur électrique d'arrivée propre à être relié à un réseau électrique, le conducteur d'arrivée présentant la première tension alternative, le tableau de l'armoire formant un tableau de départ dont les conducteurs de départ correspondants présentent la deuxième tension alternative, et un transformateur électrique connecté entre le tableau d'arrivée et le tableau de départ, le transformateur étant propre à transformer le courant présentant la première tension alternative en le courant présentant la deuxième tension alternative.

L'invention a également pour objet un procédé de surveillance d'une grandeur électrique parmi une tension et une intensité relative à un courant alternatif circulant dans un conducteur électrique, le courant alternatif comportant au moins une phase, le procédé étant mis en œuvre par un dispositif électronique de surveillance, et comprenant les étapes suivantes :

- b) la mesure d'au moins une valeur de la grandeur électrique et l'échantillonnage de la valeur mesurée,

- d) l'émission, avec une période d'émission, d'un message de données contenant un ensemble d'au moins un paramètre de surveillance de la grandeur mesurée, à destination d'un autre dispositif électronique,

le procédé comprenant, en outre, préalablement à l'étape b), l'étape suivante :

- a) la détermination d'une première table et d'une deuxième table,

la première table contenant une pluralité de premiers coefficients, chaque premier coefficient étant fonction d'un cosinus et dépendant de ladite fréquence de la tension du conducteur électrique, et

la deuxième table contenant une pluralité de deuxièmes coefficients, chaque deuxième coefficient étant fonction d'un sinus et dépendant de ladite fréquence, et

le nombre de coefficients de chaque table étant égal au nombre d'échantillons de la grandeur lors de la période d'émission,

et en ce qu'il comprend, en outre, après l'étape b) et préalablement à l'étape d), l'étape suivante :

- c) le calcul d'au moins un paramètre de surveillance de la grandeur à partir de la première table, de la deuxième table, et d'échantillons de la grandeur, obtenus lors de l'étape b).

Ces caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique d'un poste de transformation comprenant un premier tableau, un deuxième tableau connecté au premier tableau par l'intermédiaire d'un transformateur et un système de surveillance de l'énergie électrique du courant circulant dans des conducteurs de départ du deuxième tableau,

- la figure 2 est une représentation schématique du système de surveillance de la figure 1, le système de surveillance comprenant un premier dispositif de mesure de la tension, une pluralité de deuxièmes dispositifs de mesure de l'intensité et un dispositif de centralisation,

- la figure 3 est une représentation schématique du deuxième dispositif de la figure 2,

- la figure 4 est un organigramme des étapes d'un procédé de surveillance selon l'invention, mises en œuvre par le premier dispositif de la figure 2,

- la figure 5 est un organigramme des étapes du même procédé de surveillance, mises en œuvre par les deuxièmes dispositifs des figures 2 et 3,

- la figure 6 est un organigramme des étapes du même procédé de surveillance, mises en œuvre par le dispositif de centralisation de la figure 2,

- la figure 7 est un chronogramme représentant les instants d'émission et de réception d'un premier message, celui-ci étant émis par le premier dispositif à destination des deuxièmes dispositifs,

- la figure 8 est un chronogramme représentant les périodes temporelles pour lesquelles des coefficients d'une décomposition en série de Fourier de la tension, et

respectivement de l'intensité, sont déterminés et également les instants temporels de préparation du premier message, d'émission du premier message et de calcul de l'énergie électrique, correspondant à un premier mode de réalisation, et

- la figure 9 est un chronogramme représentant les périodes temporelles pour lesquelles des coefficients d'une décomposition en série de Fourier de la tension, et respectivement de l'intensité, sont déterminés et également les instants temporels de préparation du premier message, d'émission du premier message et de calcul de l'énergie électrique, correspondant à un autre mode de réalisation.

Dans la suite de la description, l'expression « sensiblement égal à » définit une relation d'égalité à plus ou moins 10 %, de préférence à plus ou moins 5 %.

Sur la figure 1, un poste de transformation 10 connecté à un réseau électrique 12 comprend un premier tableau 14, également appelé tableau d'arrivée, un deuxième tableau 16, également appelé tableau de départ, un transformateur électrique 18 connecté entre le premier tableau et le deuxième tableau et un système 20 de surveillance du deuxième tableau.

En variante, une armoire électrique, non représentée, comporte le deuxième tableau 16 et le système de surveillance 20. Autrement dit, l'armoire électrique comporte les éléments du poste de transformation 10 à l'exception du transformateur électrique 18 et du premier tableau 14, le deuxième tableau 16 étant par exemple alimenté directement en basse tension.

Le poste de transformation 10 est propre à transformer le courant électrique délivré par le réseau 12 et présentant une première tension alternative, en un courant électrique présentant une deuxième tension alternative.

Le réseau électrique 12 est un réseau alternatif, tel qu'un réseau triphasé. Le réseau électrique 12 est, par exemple, un réseau moyenne tension, c'est-à-dire de tension supérieure à 1 000 V et inférieure à 50 000 V. La première tension triphasée est alors une moyenne tension. En variante, le réseau électrique 12 est un réseau haute tension, c'est-à-dire de tension supérieure à 50 000 V.

Le premier tableau 14 comporte plusieurs arrivées 22, chaque arrivée 22 comportant un premier 24A, 24B, un deuxième 26A, 26B, et un troisième 28A, 28B conducteurs d'arrivée. Chaque premier, deuxième, troisième conducteur d'arrivée 24A, 24B, 26A, 26B, 28A, 28B est relié au réseau électrique par l'intermédiaire d'un disjoncteur d'arrivée 32 respectif. Le courant triphasé circulant dans les conducteurs d'arrivée 24A, 24B, 26A, 26B, 28A, 28B correspondants présente la première tension triphasée.

Le deuxième tableau 16 comprend un premier 34, un deuxième 36, un troisième 38 et un quatrième 39 conducteurs primaires et une pluralité N de départs 40A, 40B,

…40N, à savoir un premier départ 40A, un deuxième départ 40B, …, un Nième départ 40N, chaque départ 40A, 40B, …, 40N étant propre à délivrer une tension triphasée.

Chaque départ 40A, 40B, 40N est un départ basse tension, c'est-à-dire de tension inférieure à 1 000 V. La deuxième tension triphasée est alors une basse tension. En variante, chaque départ 40A, 40B, …, 40N est un départ moyenne tension, c'est-à-dire de tension est supérieure à 1 000 V et inférieure à 50 000 V.

Le premier départ 40A comporte un premier 42A, un deuxième 44A, un troisième 46A et un quatrième 48A conducteurs secondaires et trois disjoncteurs de départ 50. Les premier, deuxième et troisième conducteurs secondaires 42A, 42B, 42C sont respectivement reliés aux premier, deuxième et troisième conducteurs primaires 34, 36, 38 par l'intermédiaire d'un disjoncteur de départ 50 correspondant. Le quatrième conducteur secondaire 48A est directement connecté au quatrième conducteur primaire 39.

Les conducteurs primaires de départ 34, 36, 38 et les conducteurs secondaires de départ 42A, 44A, 46A correspondants présentent sensiblement la même tension, à savoir respectivement une première tension U1, une deuxième tension U2 et une troisième tension U3 correspondant aux trois phases de la deuxième tension triphasée.

Les autres départs 40B, …40N sont identiques au premier départ 40A décrit précédemment, et comportent les mêmes éléments en remplaçant à chaque fois la lettre A par la lettre B, …, N correspondante concernant les références des éléments.

Le transformateur électrique 18 est propre à transformer le courant issu du réseau électrique présentant la première tension alternative en le courant délivré au deuxième tableau 16 et présentant la deuxième tension alternative. Le transformateur électrique 18 comporte un enroulement primaire 52 connecté au premier tableau 14 et un enroulement secondaire 54 connecté au deuxième tableau 16.

Le système de surveillance 20 est configuré pour surveiller le deuxième tableau 16, notamment pour calculer l'énergie électrique du courant circulant dans le ou chaque conducteur secondaire de départ 42A, 44A, 46A, 42B, 44B, 46B, …, 42N, 44N, 46N.

Le système de surveillance 20, visible sur la figure 2, comprend un premier dispositif électronique 60 de surveillance de la tension U1, U2, U3 de chaque conducteur électrique primaire de départ 34, 36, 38, une pluralité N de deuxièmes dispositifs électroniques 62A, 62B, …, 62N de surveillance de l'intensité I1A, …, I3N du courant alternatif circulant dans chaque conducteur électrique secondaire 42A, …, 46N, et un dispositif électronique de centralisation 64.

Le premier dispositif 60 comporte un module 66 de mesure de la tension du courant circulant dans le conducteur primaire 34, 36, 38 correspondant, et une unité 68 de

traitement d'informations. Le premier dispositif 60 comporte également un émetteur-récepteur radioélectrique 70, une antenne radioélectrique 72, et un module 74 d'alimentation électrique du module de mesure, de l'unité de traitement d'informations et de l'émetteur-récepteur radioélectrique.

Le deuxième dispositif avec la référence 62A comporte, pour chacun des premier 42A, deuxième 44A et troisième 46A conducteurs secondaires, un capteur 76A de l'intensité du courant circulant dans le conducteur secondaire 42A, 44A, 46A correspondant. Le deuxième dispositif 62A comporte une unité 78A de traitement d'informations, un émetteur-récepteur radioélectrique 80A, et une antenne radioélectrique 82A. Le deuxième dispositif 62A comporte également un module 84A d'alimentation électrique de l'unité de traitement d'informations et de l'émetteur-récepteur radioélectrique. Le deuxième dispositif 62A est identifié par un numéro unique, également appelé identifiant.

Les autres deuxièmes dispositifs 62B, ..., 62N sont identiques au deuxième dispositif 62A décrit précédemment, et comportent les mêmes éléments en remplaçant à chaque fois la lettre A par la lettre B, ..., N correspondante concernant les références des éléments. Chacun des autres deuxièmes dispositifs 62B, ..., 62N présente également un identifiant unique.

Le dispositif de centralisation 64 comporte une unité 86 de traitement d'informations, une base de données 88 et une interface homme-machine 90. Le dispositif de centralisation 64 comporte un émetteur-récepteur radioélectrique 92, une antenne radioélectrique 94 et un module 96 d'alimentation électrique de l'unité de traitement d'informations, de la base de données, de l'interface homme-machine et de l'émetteur-récepteur radioélectrique.

Le module de mesure 66 est propre à mesurer la première tension U1 de la phase circulant à travers le premier conducteur primaire 34, la deuxième tension U2 de la phase circulant à travers le deuxième conducteur primaire 36, et la troisième tension U3 de la phase circulant à travers le troisième conducteur primaire 38. Le module de mesure 66 est également propre à mesurer la fréquence F de la tension triphasée circulant à travers les conducteurs primaires 34, 36, 38.

L'unité de traitement d'informations 68 comporte un processeur 98 et une mémoire 100 apte à stocker un premier logiciel 102 d'acquisition de valeurs des tensions U1, U2, U3 mesurées par le module de mesure 66 et un premier logiciel 103 d'échantillonnage, avec une période d'échantillonnage P_{ech}, de la valeur de la tension mesurée U1, U2, U3. Les échantillons de la tension mesurée U1, U2, U3 sont notés respectivement $U1_m$, $U2_m$, $U3_m$, où m est un indice d'échantillon variant entre 1 et Ntotal_ech, Ntotal_ech étant un

nombre entier représentant le nombre d'échantillons d'une grandeur mesurée X dans la fenêtre d'échantillonnage. La grandeur mesurée X est, par exemple, la tension U1, U2, U3 mesurée par le premier dispositif 60, ou encore l'intensité I1A, ..., I3N mesurée par le deuxième dispositif 62A comme cela sera décrit par la suite.

La fenêtre d'échantillonnage est, par exemple, choisie égale à une seconde.

La période d'échantillonnage P_{ech} est égale au rapport de la période de tension $P_{tension}$ et d'un nombre Nech d'échantillons de la grandeur X mesurée par période de tension $P_{tension}$. La période d'échantillonnage P_{ech} vérifie l'équation :

$$P_{ech} = \frac{P_{tension}}{Nech} \quad (1)$$

Où $P_{tension}$ est la période de la tension, égale à l'inverse de la fréquence F de la tension.

Le nombre d'échantillons par période de tension Nech est de préférence un entier. Le nombre d'échantillons par période de tension Nech est, par exemple, égal à 36.

La mémoire 100 est apte à stocker un premier logiciel 104 de détermination d'une première table de corrélation TABLE_1 et d'une deuxième table de corrélation TABLE_2, à partir d'une valeur mesurée de la fréquence F.

La première table TABLE_1 contient une pluralité de premiers coefficients $C^1_{j,m}$. De préférence, la première table TABLE_1 contient Ntotal_ech premiers coefficients $C^1_{j,m}$. Chaque premier coefficient $C^1_{j,m}$ est fonction d'un cosinus dépendant de la fréquence F de la tension.

La deuxième table TABLE_2 contient une pluralité de deuxièmes coefficients $C^2_{j,m}$. De préférence, la deuxième table TABLE_2 contient Ntotal_ech deuxièmes coefficients $C^2_{j,m}$. Chaque deuxième coefficient $C^2_{j,m}$ est fonction d'un sinus dépendant de la fréquence F de la tension.

La mémoire 100 est apte à stocker un premier logiciel 105 de calcul d'un premier ensemble d'au moins un paramètre de surveillance de la tension U1, U2, U3. Le premier ensemble comprend par exemple une pluralité de coefficients d'une transformée des échantillons $U1_m$, U2m, $U3_m$ de chaque tension mesurée, jusqu'à un rang J de valeur supérieure ou égale à 1, de préférence supérieure ou égale à 5, de préférence encore égale à 15. Par convention, le rang égal à 1 correspond au fondamental de la transformée.

D'après le théorème de Shannon, la valeur de J doit être inférieure ou égale à (Nech/2)-1. La valeur de J sera de préférence choisie égale à (Nech/2)-3. Dans l'exemple de réalisation décrit, Nech est égal à 36, et la valeur de J est alors égale à 15 avec la formule précitée.

La mémoire 100 est apte à stocker un premier logiciel de calcul 105 configuré pour calculer au moins un paramètre de surveillance de la tension U1, U2, U3 en fonction d'au moins une valeur mesurée de ladite tension U1, U2, U3, de préférence en fonction de certaines des valeurs mesurées de ladite tension U1, U2, U3 au cours d'une période d'émission $P_{émission}$ donnée. Les paramètres de surveillance comprennent par exemple des coefficients d'une transformée des valeurs de tension U1, U2, U3 mesurées.

La transformée est, par exemple, une transformée de Fourier, et le premier logiciel de calcul 105 est propre à calculer les coefficients réel $\mathrm{Re}U_{i,j}$, et imaginaire $\mathrm{Im}U_{i,j}$ de la décomposition en série de Fourier des échantillons Ui_m de chaque tension mesurée Ui, où i est un indice de la phase correspondante, par exemple respectivement égal à 1, 2 et 3, j est un rang de la décomposition en série de Fourier, avec j compris entre 1 et J, J étant égal au nombre de rangs de ladite décomposition.

En variante, la transformée est une transformée de Laplace.

La mémoire 100 est apte à stocker un premier logiciel 106 d'émission d'un premier message M1 à destination de chaque deuxième dispositif 62A, ..., 62N. Les instants d'émission de deux messages principaux M1 successifs sont séparés par une période d'émission $P_{émission}$. Chaque période d'émission $P_{émission}$ présente de préférence une valeur prédéterminée, par exemple égale à une seconde. De préférence, la période d'émission $P_{émission}$ est choisie égale à la durée de la fenêtre d'échantillonnage.

Le nombre d'échantillons Ntotal_ech est donc égal au nombre d'échantillons dans la période d'émission $P_{émission}$. Le nombre d'échantillons Ntotal_ech est calculé selon l'équation :

$$Ntotal_ech = \frac{P_{émission}}{P_{tension}} \times Nech \ , \qquad (2)$$

Chaque période d'émission $P_{émission}$ correspond à un multiple $N_{tension}$ de périodes de tension $P_{tension}$, la période de tension $P_{tension}$ étant égale à l'inverse de la fréquence F de la tension alternative U1, U2, U3. Le multiple $N_{tension}$ est de préférence un nombre entier de valeur supérieure ou égale à 2, et la période d'émission $P_{émission}$ correspond alors à un multiple entier de périodes de tension $P_{tension}$.

En variante, le multiple $N_{tension}$ est un nombre réel de valeur strictement supérieure à 1. Selon cette variante, un lissage de la valeur des échantillons de l'intensité mesurée sera alors effectué pour prendre en compte cette valeur non entière du multiple $N_{tension}$.

Le multiple $N_{tension}$ est calculé selon l'équation :

$$N_{tension} = \frac{P_{émission}}{P_{tension}} \qquad (3)$$

La mémoire 100 est apte à stocker un logiciel 107 de mesure de la fréquence F de la tension. Le logiciel de mesure 107 est configuré pour calculer, pour chaque période d'émission $P_{émission}$, la fréquence F de la tension à partir d'échantillons de tension $U1_m$, $U2_m$, $U3_m$. Le logiciel de mesure 107 est apte à stocker la valeur calculée de la fréquence F dans la mémoire 100 sous forme d'une valeur stockée de la fréquence $F_{sto.}$ Le logiciel de mesure 107 est configuré pour transmettre la valeur de la fréquence mesurée F au premier logiciel d'échantillonnage 103, au premier logiciel de détermination 104, au premier logiciel de calcul 105 et au premier logiciel d'émission 106.

La mémoire 100 est apte à stocker un logiciel 108 de distribution d'un unique jeton aux deuxièmes dispositifs 62A, ..., 62N de manière successive.

Lorsqu'ils sont exécutés par le processeur 98, le premier logiciel d'acquisition 102, le premier logiciel d'échantillonnage 103, le premier logiciel de détermination 104, le premier logiciel de calcul 105, le premier logiciel d'émission 106, le logiciel de mesure 107, et respectivement le logiciel de distribution du jeton distribué 108 forment un premier module d'acquisition de valeurs des tensions U1, U2, U3 mesurées, un premier module d'échantillonnage des valeurs des tensions U1, U2, U3 mesurées, un premier module de détermination d'une première table de corrélation TABLE_1 et d'une deuxième table de corrélation TABLE_2, un premier module de calcul d'un ensemble d'au moins un paramètre de surveillance de la tension, un premier module de calcul d'au moins un paramètre de surveillance de la tension, un premier module d'émission du premier message M1, un module de mesure de la fréquence et respectivement un module de distribution du jeton distribué.

En variante, le premier module d'acquisition 102, le premier module d'échantillonnage 103, le premier module de détermination 104, le premier module de calcul 105, le premier module d'émission 106, le logiciel de mesure 107, et le module de distribution du jeton distribué 108 sont réalisés sous forme de composants logiques programmables ou encore sous forme de circuits intégrés dédiés.

L'émetteur-récepteur radioélectrique 70 est conforme au protocole de communication ZigBee basé sur la norme IEEE-802.15.4. En variante, l'émetteur-récepteur radioélectrique 70 est conforme à la norme IEEE-802.15.1, ou à la norme IEEE-802.15.2, ou encore à la norme IEEE-802-11 ou encore tout autre protocole radio propriétaire.

L'antenne radioélectrique 72 est adaptée pour émettre des signaux radioélectriques à destination des antennes 82A, ..., 82N des deuxièmes dispositifs et de l'antenne 94 du dispositif de centralisation, et également pour recevoir des signaux radioélectriques desdites antennes 82A, ..., 82N, 94. Autrement dit, le premier dispositif

60 est relié à chacun des deuxièmes dispositifs 62A, ..., 62N et au dispositif de centralisation 64 par une liaison radioélectrique correspondante.

Le module d'alimentation 74 est propre à alimenter électriquement le module de mesure 66, l'unité de traitement d'informations 68 et l'émetteur-récepteur radioélectrique 70 à partir de la tension triphasée circulant à travers les conducteurs primaires 34, 36, 38.

Chaque capteur de l'intensité 76A du deuxième dispositif 62A est propre à mesurer une intensité respective parmi une première intensité I1A circulant dans le premier conducteur secondaire de départ 42A, une deuxième intensité I2A circulant dans le deuxième conducteur secondaire de départ 44A et une troisième intensité I3A circulant dans le troisième conducteur secondaire de départ 46A.

Chaque capteur de l'intensité 76A, également appelé capteur de courant, comporte un premier tore 110A disposé autour du conducteur secondaire de départ 42A, 44A, 46A correspondant et un premier enroulement 112A agencé autour du premier tore, comme représenté sur la figure 3. La circulation du courant à travers le conducteur secondaire de départ correspondant est propre à engendrer un courant induit proportionnel à l'intensité du courant dans le premier enroulement 112A. Le premier tore 110A est un tore de Rogowski. Le premier tore 110A est de préférence un tore ouvrant afin de faciliter son agencement autour des conducteurs correspondants.

L'unité de traitement d'informations 78A, visible sur la figure 2, comporte un processeur de données 114A, et une mémoire 116A associée au processeur de données. La mémoire 116A est propre à stocker un deuxième logiciel 118A d'acquisition de valeurs des intensités respectives mesurées par chaque capteur de courant 76A, et un deuxième logiciel 119A d'échantillonnage, avec une période d'échantillonnage P_{ech}, de la valeur des première, deuxième et troisième intensités I1A, I2A, I3A mesurées, et un logiciel 120A de réception du premier message M1.

La fenêtre d'échantillonnage est, par exemple, choisie égale à la période d'émission $P_{émission}$.

Les échantillons des première, deuxième et troisième intensités I1A, I2A, I3A mesurées sont notés respectivement $I1A_m$, $I2A_m$, $I3A_m$ où m est l'indice d'échantillon variant entre 1 et Ntotal_ech.

La mémoire 116A est apte à stocker un deuxième logiciel 121A de calcul d'un deuxième ensemble d'au moins un paramètre de surveillance de l'intensité I1A, I2A, I3A. Le deuxième ensemble comprend par exemple une pluralité de coefficients d'une transformée des échantillons $I1A_m$, $I2A_m$, $I3A_m$ jusqu'au rang J. La transformée est, par exemple, une transformée de Fourier, et le deuxième logiciel de calcul 121A est propre à calculer les coefficients réel $Re_{I_{iA,j}}$, et imaginaire $Im_{I_{iA,j}}$ de la décomposition en série de

Fourier des échantillons IiA_m de chaque intensité mesurée IiA, où i est l'indice de la phase correspondante, j est le rang de la décomposition en série de Fourier, avec j compris entre 1 et J.

En variante, la transformée est une transformée de Laplace.

La mémoire 116A est apte à stocker un logiciel 122A de synchronisation de l'échantillonnage des intensités I1A, I2A, I3A mesurées par rapport à l'échantillonnage de la tension mesurée U1, U2, U3.

Dans la suite de la description, chaque période de tension est référencée à l'aide de l'indice k. Par convention, la période de tension d'indice k égal à 1 correspond à la période temporelle au cours de laquelle le premier message M1 est émis par le premier dispositif 60 et respectivement reçu par chaque deuxième dispositif 62A, ..., 62N, et la période de tension d'indice k égal à 2 correspond à la période au début de laquelle la synchronisation des échantillonnages de tension et d'intensités est effectuée.

La mémoire 116A est apte à stocker un deuxième logiciel 123A de détermination de détermination de la première table de corrélation TABLE_1 et de la deuxième table de corrélation TABLE_2, à partir d'une valeur mesurée de la fréquence F.

La mémoire 116A est apte à stocker un deuxième logiciel 128A d'émission d'un deuxième message M2A à destination du dispositif de centralisation 64.

Lorsqu'ils sont exécutés par le processeur 114A, le deuxième logiciel d'acquisition 118A, le deuxième logiciel d'échantillonnage 119A, le logiciel de réception 120A, le deuxième logiciel de calcul 121A, le logiciel de synchronisation 122A, le deuxième logiciel de détermination 123A et respectivement le deuxième logiciel d'émission 128A forment un deuxième module d'acquisition de valeurs des intensités mesurées, un deuxième module d'échantillonnage des valeurs des intensités mesurées, un module de réception du premier message M1, un deuxième module de calcul de calcul d'au moins un paramètre de surveillance de l'intensité, un module de synchronisation de l'échantillonnage des intensités I1A, I2A, I3A mesurées par rapport à l'échantillonnage de la tension mesurée U1, U2, U3, un deuxième module de détermination, et respectivement un deuxième module d'émission du deuxième message M2A.

En variante, le deuxième module d'acquisition 118A, le deuxième module d'échantillonnage 119A, le module de réception 120A, le deuxième module de calcul 121A, le module de synchronisation 120A, le deuxième module de détermination 123A et le deuxième module d'émission 128A sont réalisés sous forme de composants logiques programmables ou encore sous forme de circuits intégrés dédiés.

L'émetteur-récepteur radioélectrique 80A est du même type que l'émetteur-récepteur radioélectrique 70.

L'antenne radioélectrique 82A, du même type que l'antenne radioélectrique 72, est adaptée pour recevoir des signaux radioélectriques de l'antenne 72 du premier dispositif et de l'antenne 94 du dispositif de centralisation et également pour émettre des signaux radioélectriques aux antennes 72, 94.

Le module d'alimentation 84A, visible sur la figure 3, est propre à alimenter l'unité de traitement d'informations 78A et l'émetteur-récepteur radioélectrique 80A. Le module d'alimentation 84A comporte, pour chacun des premier 42A, deuxième 44A et troisième 46A conducteurs secondaires, un deuxième tore 130A disposé autour du conducteur secondaire 42A, 44A, 46A correspondant et un deuxième enroulement 132A agencé autour du deuxième tore. La circulation du courant dans le conducteur secondaire 42A, 44A, 46A correspondant est propre à engendrer un courant induit dans le deuxième enroulement 132A.

Le module d'alimentation 84A comporte un convertisseur 134A connecté à chacun des deuxièmes enroulements 132A et propre à délivrer une tension prédéterminée à l'unité de traitement d'informations 78A et à l'émetteur-récepteur radioélectrique 80A. Chaque deuxième tore 130A est un tore en fer. Chaque deuxième tore 130A est de préférence un tore ouvrant afin de faciliter son agencement autour des conducteurs correspondants.

Autrement dit, le deuxième dispositif 62A est autoalimenté par l'intermédiaire du module d'alimentation 84A comportant les deuxièmes tores 130A adaptés pour récupérer l'énergie magnétique issue de la circulation du courant dans les conducteurs secondaires 42A, 44A, 46A correspondants.

Les éléments des autres deuxièmes dispositifs 62B, ..., 62N sont identiques aux éléments du premier deuxième dispositif 62A décrits précédemment, et comportent les mêmes sous-éléments en remplaçant à chaque fois la lettre A par la lettre B, ..., N correspondante concernant les références des sous-éléments.

L'unité de traitement d'informations 86 du dispositif de centralisation, visible sur la figure 2, comporte un processeur de données 136, et une mémoire 138 associée au processeur. La mémoire 138 est apte à stocker un logiciel 140 de réception des deuxièmes messages M2A,..., M2N, un logiciel 142 d'enregistrement dans la base de données 88 des informations contenues dans les messages M2A,..., M2N reçus. La mémoire 138 est propre à stocker un logiciel 144 de traitement desdites informations reçues, un logiciel 146 d'affichage de données et un logiciel 148 de transmission de données à destination d'un serveur distant, non représenté. Le logiciel de traitement 144 est notamment configuré pour calculer l'énergie électrique E_i du courant alternatif circulant dans chaque conducteur électrique secondaire 42A, ..., 46N à partir des paramètres de

surveillance calculés par le premier dispositif de surveillance 60 et par chaque deuxième dispositif de surveillance 62A, ..., 62N, ces paramètres de surveillance calculés étant contenus dans les messages de données M2A, ..., M2N reçus.

Lorsqu'ils sont exécutés par le processeur 136, le logiciel de réception 140, le logiciel d'enregistrement 142, le logiciel de traitement 144, le logiciel d'affichage 146, et respectivement le logiciel de transmission 148 forment un module de réception des deuxièmes messages M2A,..., M2N, un module d'enregistrement dans la base de données 88 des informations contenues dans les messages M2A,..., M2N reçus, un module de traitement desdites informations reçues, un module d'affichage de données et un module de transmission de données à destination d'un serveur distant.

En variante, le module de réception 140, le module d'enregistrement 142, le module de traitement 144, le module d'affichage 146, et le module de transmission 148 sont réalisés sous forme de composants logiques programmables ou encore sous forme de circuits intégrés dédiés.

L'interface homme-machine 90 comporte un écran d'affichage et un clavier de saisie, non représentés.

L'émetteur-récepteur radioélectrique 92 est du même type que les émetteurs-récepteurs radioélectriques 70, 80A, ..., 80N.

L'antenne radioélectrique 94, du même type que les antennes radioélectriques 72, 82A, ..., 82N, est propre à recevoir des signaux radioélectriques issus de l'antenne 72 du premier dispositif et des antennes 82A, ..., 82N des deuxièmes dispositifs et également à émettre des signaux radioélectriques à destination desdites antennes 72, 82A, ..., 82N.

Le fonctionnement du système de surveillance 20 va désormais être expliqué à l'aide des figures 4, 5 et 6 représentant des organigrammes des étapes d'un procédé de surveillance mises en œuvre respectivement par le premier dispositif 60, par les deuxièmes dispositifs 62A, ..., 62N et par le dispositif de centralisation 64.

Comme représenté sur la figure 4, lors d'une première étape 200, le premier dispositif 60 s'initialise, et la valeur stockée F_{sto} de la fréquence F est fixée égale à la valeur nominale de la fréquence F_{nom} par le logiciel de mesure 107 lors de l'étape d'initialisation 200. La valeur nominale de la fréquence F_{nom} est définie comme étant l'inverse de la période nominale de tension P_{nom}.

La période nominale de tension P_{nom} est égale à 20 ms en Europe et 16,66 ms aux Etats Unis.

Le premier logiciel d'échantillonnage 103 calcule la période d'échantillonnage P_{ech} suivant l'équation (1), en considérant que la période de tension $P_{tension}$ est égale à la

période nominale de la tension P_{nom}. La période d'échantillonnage P_{ech} vérifie donc l'équation :

$$P_{ech} = \frac{P_{nom}}{N_{ech}} \quad (4)$$

Le premier logiciel de détermination 104 détermine, en outre, la première table de corrélation TABLE_1 contenant Ntotal_ech premiers coefficients $C^1_{j,m}$, et la deuxième table TABLE_2 contenant Ntotal_ech deuxièmes coefficients $C^2_{j,m}$.

Chaque premier coefficient $C^1_{j,m}$ est fonction d'un cosinus dépendant de la fréquence F de la tension. Chaque deuxième coefficient $C^2_{j,m}$ est fonction d'un sinus dépendant de la fréquence F de la tension.

Chaque premier coefficient $C^1_{j,m}$ vérifie, par exemple, l'équation :

$$C^1_{j,m} = \cos(2\times\Pi\times F \times j\times m\times P_{ech}), \quad (5)$$

et

chaque deuxième coefficient $C^2_{j,m}$ vérifie, par exemple, l'équation :

$$C^2_{j,m} = \sin(2\times\Pi\times F\times j\times m\times P_{ech}) \quad (6)$$

où j est compris entre 1 et J, J étant un entier de préférence supérieur ou égal à 5, de préférence égal à 17,

F est la valeur de fréquence de la tension mesurée lors de l'avant-dernière période d'émission $P_{émission}$; si aucune valeur F de la fréquence n'a encore été mesurée, la valeur F de la fréquence est prise égale à l'inverse de la période nominale du courant ; cela s'écrit mathématiquement : $F=1/P_{nom}$, et

m est l'indice d'échantillon variant entre 1 et Ntotal_ech.

Le logiciel de mesure 107 transmet au premier logiciel d'échantillonnage 103, au premier logiciel de détermination 104, au premier logiciel de calcul 105, et au premier logiciel d'émission 106, lors de l'étape suivante 205, la valeur stockée F_{sto} dans le logiciel de mesure 107.

Lorsque l'étape 205 est précédée immédiatement de l'étape d'initialisation 200, la valeur stockée F_{sto} est égale à la valeur nominale de la fréquence F_{nom}.

Lorsque l'étape 205 est précédée de l'étape 230 correspondant à une période d'émission $P_{émission}$ précédente, la valeur stockée F_{sto} est égale à la valeur de la fréquence F mesurée lors de l'avant-dernière période d'émission $P_{émission}$.

Lors de l'étape suivante 208, la période d'échantillonnage P_{ech} est recalculée par le premier logiciel d'échantillonnage 103 en fonction de la valeur de la fréquence F de la tension triphasée transmise par le logiciel de mesure 107. Autrement dit, la période d'échantillonnage P_{ech} est calculée à partir de la valeur de la fréquence F, sachant que le

produit de la période d'échantillonnage P_{ech} et de la fréquence F est égal à une constante prédéterminée.

Il n'est pas nécessaire de recalculer la première table TABLE_1 et la deuxième table TABLE_2 car le produit de la fréquence F et de la période d'échantillonnage P_{ech} est inchangé, la période d'échantillonnage P_{ech} ayant été recalculée en considérant que le produit de la fréquence F et de la période d'échantillonnage P_{ech} est constant.

La période de tension $P_{tension}$ correspond à un multiple de la période d'échantillonnage P_{ech}, conformément à l'équation (2) ci-dessus.

Le premier dispositif 60 mesure ensuite, lors de l'étape 210, les première, deuxième et troisième tensions U1, U2, U3 à l'aide de son module de mesure 66 et de son premier logiciel d'acquisition 102. Le premier dispositif 60 mesure les première, deuxième et troisième tensions U1, U2, U3 pendant une durée égale à la période d'émission $P_{émission}$. Le premier logiciel d'échantillonnage 103 échantillonne alors les valeurs mesurées des tensions U1, U2, U3 suivant la période d'échantillonnage P_{ech}, calculée lors de l'étape 208.

La valeur F de la fréquence de tension est mesurée régulièrement lors de la période d'émission $P_{émission}$, et la valeur stockée de la fréquence F_{sto} est mise à jour. Cela signifie que la valeur stockée de la fréquence F_{sto} est fixée égale à la valeur F de la fréquence mesurée.

Le logiciel de mesure 107 calcule, pour chaque échantillon Ui,m, les parties réelle RePi,m et imaginaire ImPi,m d'un phaseur de tension Pi,m correspondant selon les équations :

$$\mathrm{Re}\,P_{i,m} = \frac{\sqrt{2}}{Nech}\sum_{n=0}^{Nech-1} U_{i,m+n}\cos\left(\frac{2\Pi n}{Nech}\right) \qquad (7)$$

$$\mathrm{Im}\,P_{i,m} = \frac{-\sqrt{2}}{Nech}\sum_{n=0}^{Nech-1} U_{i,m+n}\sin\left(\frac{2\Pi n}{Nech}\right) \qquad (8)$$

Le calcul des parties réelle $ReP_{i,m}$ et imaginaire $ImP_{i,m}$ du phaseur de tension $P_{i,m}$ sont donc calculées, pour chaque échantillon de tension $U_{i,m}$, à partir des échantillons de tension $U_{i,m}$ acquis lors de la dernière période de tension.

Le logiciel de mesure 107 mesure ensuite, avec une période de mesure P_{mesure}, la différence angulaire $\Delta\varphi$ entre deux phaseurs de tension $P_{i,m1}$ et $P_{i,m2}$ correspondant à deux instants temporels séparés d'une période de mesure P_{mesure}, par l'équation :

$$\tan(\Delta\varphi) = \frac{\mathrm{Im}\,P_{i,m2}\times\mathrm{Re}\,P_{i,m1} - \mathrm{Re}\,P_{i,m2}\times\mathrm{Im}\,P_{i,m1}}{\mathrm{Im}\,P_{i,m2}\times\mathrm{Im}\,P_{i,m1} + \mathrm{Re}\,P_{i,m2}\times\mathrm{Re}\,P_{i,m1}} \qquad (9)$$

La période de mesure P_{mesure} est, par exemple, sensiblement égale à la moitié de la période de tension $P_{tension}$.

La valeur F de la fréquence est alors calculée suivant l'équation :

$$F = F_{sto} \times (1 + \frac{\Delta\varphi}{\Pi}) \qquad (10)$$

La valeur F de la fréquence est donc calculée à chaque période de mesure P_{mesure}.

Chaque période de mesure P_{mesure} sera par la suite référencée par un indice z.

Après chaque période de mesure P_{mes}^{z}, le logiciel de mesure 107 compare le signe de la différence angulaire Δφ calculée lors de la période de mesure d'indice z aux signes des différences angulaires Δφ calculées lors des périodes de mesure précédentes. De préférence, le logiciel de mesure 107 compare le signe de la différence angulaire Δφ calculée lors de la période de mesure d'indice z aux signes des différences angulaires Δφ calculées lors des 9 périodes de mesure précédentes.

Si le signe de la différence angulaire Δφ est resté constant lors des 10 périodes de mesure P_{mes}^{z-9} à P_{mes}^{z}, la valeur de la fréquence stockée F_{sto} est fixée égale à la valeur de la fréquence F mesurée lors de la période de mesure d'indice z. Sinon, la valeur de la fréquence stockée F_{sto} reste inchangée.

Si la valeur absolue de la différence entre la valeur de la fréquence stockée F_{sto} et la valeur de la fréquence F mesurée est supérieure à une valeur prédéfinie Vp, par exemple 5 Hertz (Hz), et la valeur de la fréquence stockée F_{sto} est supérieure à la valeur de la fréquence F mesurée, la valeur de la fréquence stockée F_{sto} est diminuée de la valeur prédéfinie Vp. Cela s'écrit mathématiquement $F_{sto} := F_{sto} - Vp$.

Si la valeur absolue de la différence entre la valeur de la fréquence stockée F_{sto} et la valeur de la fréquence F mesurée est supérieure à une valeur prédéfinie Vp, par exemple 5 Hertz (Hz), et la valeur de la fréquence stockée F_{sto} est inférieure à la valeur de la fréquence F mesurée, la valeur de la fréquence stockée F_{sto} est augmentée de la valeur prédéfinie Vp. Cela s'écrit mathématiquement $F_{sto} := F_{sto} + Vp$.

La valeur de la fréquence stockée F_{sto} est bornée. Cela signifie que, si la valeur de la fréquence F mesurée est inférieure à une borne inférieure prédéfinie Bi, la fréquence stockée F_{sto} est fixée égale à la valeur de la borne inférieure Bi. Cela s'écrit mathématiquement $F_{sto} := Bi$. Par exemple, la borne inférieure Bi est égale à 40 Hz.

Si la valeur de la F mesurée est supérieure à une borne supérieure prédéfinie Bs, la fréquence stockée F_{sto} est fixée égale à la valeur de la borne supérieure Bs. Cela s'écrit mathématiquement $F_{sto} := Bs$. Par exemple, la borne supérieure Bs est égale à 70 Hz.

La valeur stockée F_{sto} est transmise au premier logiciel d'échantillonnage 103, au premier logiciel de détermination 104, au premier logiciel de calcul 105, et au premier logiciel d'émission 106, lors de l'étape 205.

Lors de l'étape 220, le premier dispositif 60 calcule un ensemble de paramètres de surveillance des tensions U1, U2, U3. Les paramètres de surveillance de la tension comprennent des coefficients d'une transformée des tensions mesurées U1, U2, U3.

Le premier dispositif 60 compresse donc les valeurs mesurées des tensions U1, U2, U3 en déterminant des coefficients réel $\mathrm{Re}U_{i,j}$, et imaginaire $\mathrm{Im}U_{i,j}$ de la décomposition en série de Fourier des échantillons Ui_m de chaque tension mesurée U1, U2, U3 à l'aide de son premier logiciel de calcul 105. Ceci permet de limiter la quantité de données transmises par l'intermédiaire des liaisons radioélectriques entre le premier dispositif 60 et le dispositif de centralisation 64.

Les coefficients $\mathrm{Re}U_{i,j}$, $\mathrm{Im}U_{i,j}$ de la décomposition en série de Fourier sont, par exemple, obtenus par une corrélation entre les échantillons des valeurs mesurées et les coefficients $C^1_{j,m}$, $C^2_{j,m}$ contenus dans la première table TABLE_1 et respectivement la deuxième table TABLE_2. Les coefficients $\mathrm{Re}U_{i,j}$, $\mathrm{Im}U_{i,j}$ de la décomposition en série de Fourier sont donc calculés en une seule fois pour toute la période d'émission $P_{émission}$. Les coefficients $\mathrm{Re}U_{i,j}$, $\mathrm{Im}U_{i,j}$ de la décomposition en série de Fourier sont calculés par des produit de vecteurs entre les tables TABLE_1, TABLE_2 et un vecteur contenant les échantillons de tension. Le calcul des coefficients $\mathrm{Re}U_{i,j}$, $\mathrm{Im}U_{i,j}$ de la décomposition en série de Fourier est donc simplifié.

Plus précisément, le coefficient réel du fondamental, noté $\mathrm{Re}U_{i,1}$, est une corrélation, sur une durée égale à la période d'émission $P_{émission}$, entre les échantillons Ui_m du signal de tension Ui et un cosinus de fréquence égale à la fréquence F de la tension triphasée, où Ui représente la tension de la phase, i étant égal à 1, 2 ou 3. Le coefficient imaginaire du fondamental, noté $\mathrm{Im}U_{i,1}$, est une corrélation, sur une durée égale à la période d'émission $P_{émission}$, entre les échantillons $U_{,m}$ du signal de tension Ui et un sinus de fréquence égal à la fréquence F.

Le coefficient réel de l'harmonique de rang j, noté $\mathrm{Re}U_{i,j}$, j étant compris entre 2 et J, est la corrélation, sur une durée égale à la période d'émission $P_{émission}$, entre les échantillons $Ui_{,m}$ du signal de tension Ui et un cosinus de fréquence égal à j fois la fréquence F. Le coefficient imaginaire de l'harmonique de rang j, noté $\mathrm{Im}U_{i,j}$, est la corrélation, sur une durée égale à la période d'émission $P_{émission}$, entre les échantillons Ui_m du signal de tension Ui et un sinus de fréquence égal à j fois la fréquence F.

Autrement dit, les coefficients $\mathrm{Re}U_{i,j}$ et $\mathrm{Im}U_{i,j}$ vérifient les équations suivantes, j étant compris entre 1 et J :

$$\mathrm{ReU_{i,j}} = \sum_{m=1}^{Ntotal_ech} \mathrm{Ui_m} \times C_{j,m}^{1} \qquad (11)$$

$$\mathrm{ImU_{i,j}} = \sum_{m=1}^{Ntotal_ech} \mathrm{Ui_m} \times C_{j,m}^{2} \qquad (12)$$

En variante, les coefficients Re$U_{i,j}$ et Im$U_{i,j}$ sont obtenus par une transformée de Fourier rapide, également appelée FFT (de l'anglais *Fast Fourier Transform*).

Le premier logiciel de calcul 105 calcule ainsi les coefficients complexes Re$U_{i,j}$ et Im$U_{i,j}$ des décompositions en série de Fourier des trois tensions U1, U2, U3 pour le fondamental et les harmoniques 2 à J.

Enfin, lors de l'étape 230, le premier dispositif 60 émet, à l'aide de son logiciel d'émission 106, le premier message M1 à destination de chacun des deuxièmes dispositifs 62A, ..., 62N. Le premier message M1 contient les coefficients complexes Re$U_{i,j}$ et Im$U_{i,j}$ des décompositions en série de Fourier des trois tensions U1, U2, U3 calculés lors de l'étape 220 pour l'ensemble de la période d'émission $P_{émission}$.

Le premier dispositif 60 lance en outre, lors de cette étape 230, une première temporisation égale à une durée de référence Df, à compter de l'instant de début d'émission du premier message M1, également appelé top d'émission Te du premier message M1. Lorsque cette première temporisation sera écoulée, le premier dispositif 60 débutera alors l'échantillonnage des valeurs mesurées des trois tensions U1, U2, U3, c'est-à-dire à un instant de début d'échantillonnage Tm égal à l'instant de début d'émission Te plus la durée de référence Df. L'échantillonnage, par le deuxième dispositif 62A, des valeurs mesurées des trois intensités I1A, I2A, I3A commencera également à cet instant de début d'échantillonnage Tm, comme cela sera décrit plus en détail par la suite en regard de l'étape de synchronisation 320.

La durée de référence Df a une valeur prédéterminée, par exemple sensiblement égale à 6 ms. La valeur de la durée de référence Df est connue à la fois du premier dispositif 60 et du deuxième dispositif 62A, et est choisie supérieure à la durée nécessaire à l'émission et à la réception du premier message M1. Dans l'exemple de réalisation décrit, la valeur de la durée de référence Df est stockée, préalablement à l'étape initiale 200, dans la mémoire 100 du premier dispositif et dans la mémoire 116A du deuxième dispositif 62A.

Le premier message M1 comprend un champ d'en-tête, également appelé préambule, un champ SFD (de l'anglais Start of Frame Delimiter), un champ PHR (de l'anglais Physical Header), un champ de données et un champ CRC (de l'anglais Cyclic Redundancy Check). Le préambule présente une taille de 4 octets, les champs SFD et PHR présentent chacun une taille d'un octet, le champ de données est de taille variable,

notée n octets, et le champ CRC a une taille de 2 octets. Dans l'exemple de réalisation de la figure 7, le premier message M1 est constitué du champ d'en-tête, du champ SFD, du champ PHR, du champ de données et du champ CRC.

Le champ de données du premier message M1 contient la valeur de la fréquence F transmise lors de l'étape 205, l'identifiant du deuxième dispositif qui sera autorisé à émettre son deuxième message à destination du dispositif de centralisation 64 après la réception du premier message M1, ainsi que la valeur de la durée de référence Df en cas de modification de cette dernière. L'identifiant du deuxième dispositif autorisé à émettre ses informations de mesure est déterminé à l'aide du logiciel de distribution du jeton unique 108, l'identifiant du deuxième dispositif contenu dans le premier message M1 permettant de désigner le deuxième dispositif à qui l'unique jeton a été attribué.

Lorsque le message M1 est envoyé, les étapes 205 à 230 sont réitérées dans cet ordre. Le module de mesure 107 transmet donc une nouvelle valeur de la fréquence F au premier module de calcul 105.

Les étapes, visibles sur la figure 5, du procédé de surveillance mises en œuvre par les deuxièmes dispositifs 62A, …, 62N vont être à présent décrites pour le deuxième dispositif avec la référence 62A.

Lors de l'étape 300, le deuxième dispositif 62A s'initialise et ouvre une fenêtre glissante de réception du premier message M1 à l'aide de son logiciel de réception 120A. La fenêtre de réception est une fenêtre présentant une durée de quelques dizaines de millisecondes que le deuxième dispositif 62A fait glisser dans le temps.

Le deuxième logiciel de détermination 123A calcule, en outre, la première table de corrélation TABLE_1 et la deuxième table de corrélation TABLE_2 selon les équations (5) et (6).

Lors de la réception du premier message M1 au cours de l'étape 310, le deuxième dispositif 62A détecte l'instant Tr de réception du champ SFD, la réception du champ SFD entrainant le déclenchement d'une interruption par le récepteur radioélectrique du deuxième dispositif 62A, comme représenté sur la figure 7.

Lors de l'étape suivante 315, la période d'échantillonnage P_{ech} est calculée par le deuxième logiciel d'échantillonnage 119A en fonction de la valeur de la fréquence F contenue dans le dernier message M1 reçu. Cette étape est analogue à l'étape 208 décrite précédemment, la période d'échantillonnage P_{ech} vérifiant l'équation (1).

La période de tension $P_{tension}$ est ainsi recalculée, par le deuxième logiciel d'échantillonnage 119A, à chaque réception de premier message M1 à l'aide de la valeur de la fréquence de tension F contenue dans le premier message M1.

Le deuxième dispositif 62A passe ensuite à l'étape 320 de synchronisation temporelle avec le premier dispositif 60. La détection de l'instant de réception Tr permet de calculer, à l'aide du logiciel de synchronisation 122A, l'instant Tm de début de l'échantillonnage des valeurs mesurées des trois intensités I1A, I2A, I3A. L'instant de début de l'échantillonnage Tm est en effet égal à l'instant de réception Tr plus une durée de synchronisation Dm, la durée de synchronisation Dm étant égale à la durée de référence Df moins une durée de transmission radio Dr, comme représenté sur la figure 7. La durée de transmission radio Dr est une valeur dépendant de l'émetteur-récepteur radioélectrique 70 et de l'émetteur-récepteur radioélectrique 80A. La durée de transmission radio Dr correspond à la période temporelle entre l'instant de début d'émission Te et l'instant de réception Tr.

La durée de transmission radio Dr est par exemple sensiblement égale à 0,6 ms, et est connue du deuxième dispositif 62A. Dans l'exemple de réalisation décrit, la valeur de la durée de transmission radio Dr est stockée, préalablement à l'étape 300, dans la mémoire 116A du deuxième dispositif 62A.

Le deuxième dispositif 62A lance alors, à partir de l'instant de réception Tr et à l'aide du logiciel de synchronisation 122A, une deuxième temporisation égale à la durée de synchronisation Dm, la valeur de la durée de synchronisation Dm étant calculée par soustraction de la valeur de la durée de transmission radio Dr à la valeur de la durée de référence Df, la valeur de la durée de transmission radio Dr et la valeur de la durée de référence Df étant stockées dans la mémoire 116A comme décrit précédemment.

Le premier dispositif 60 avait par ailleurs lancé, lors de l'étape 230, la première temporisation égale à la durée de référence Df, de sorte que le premier dispositif 60 et le deuxième dispositif 62A commenceront simultanément l'échantillonnage des valeurs de tension mesurées, et respectivement des valeurs d'intensité mesurées, lorsque les première et deuxième temporisations lancées aux étapes 230 et 320 seront écoulées, c'est-à-dire à l'instant de début d'échantillonnage Tm.

Par convention, la période de tension correspondant à l'émission du premier message M1 est la période d'indice k égal à 1. Lorsque le premier message M1 a également été reçu au cours de la période de tension d'indice k égal à 1, l'instant de début d'échantillonnage suite à la synchronisation correspond alors au début de la période de tension d'indice k égal à 2.

Lors de l'étape 320, le logiciel de synchronisation 122A initialise, à la date de réception du premier message M1, un compteur destiné à s'incrémenter jusqu'à une valeur correspondant à la période d'émission du premier message $P_{émission}$. Le deuxième

dispositif 62A retourne alors automatiquement à l'étape de réception 310 environ une milliseconde avant la réception attendue du prochain premier message M1.

Si le premier message M1 n'est pas détecté par le deuxième dispositif 62A, la fenêtre de réception est refermée et aucune synchronisation n'est effectuée. Le compteur est alors incrémenté pour une nouvelle tentative de synchronisation sur le message M1 probable suivant.

Le deuxième dispositif 62A mesure alors, lors de l'étape 330 et par l'intermédiaire de ses capteurs de courant 76A et de son deuxième logiciel d'acquisition 118A, chacune des première, deuxième et troisième intensités I1A, I2A, I3A.

Le deuxième logiciel d'échantillonnage 119A échantillonne ensuite les valeurs mesurées des trois intensités I1A, I2A, I3A, l'instant de début de l'échantillonnage Tm ayant été calculé lors de l'étape 320 précédente afin d'assurer la synchronisation temporelle du capteur de l'intensité 76A par rapport à l'organe de mesure de la tension 66.

Le deuxième dispositif 62A calcule ensuite, lors de l'étape 340, un ensemble de paramètres de surveillance de chaque intensité mesurée I1A, I2A, I3A. Les paramètres de surveillance de chaque intensité mesurée I1A, I2A, I3A comprennent des coefficients d'une transformée des intensités mesurées I1A, I2A, I3A.

Le deuxième logiciel de calcul 121A compresse donc les valeurs mesurées des intensités I1A, I2A, I3A en calculant, par exemple, les coefficients réel $\mathrm{Re}I_{iA,j}$, et imaginaire $\mathrm{Im}I_{iA,j}$ de la décomposition en série de Fourier des échantillons $\mathrm{IiA_m}$ de chaque intensité mesurée I1A, I2A, I3A des trois phases de manière analogue au calcul, décrit pour l'étape 220, des coefficients complexes $\mathrm{Re}U_{i,j}$, $\mathrm{Im}U_{i,j}$ de la décomposition en série de Fourier des tensions. Les coefficients réel $\mathrm{Re}I_{iA,j}$, et imaginaire $\mathrm{Im}I_{iA,j}$ sont donc calculés en une seule fois pour la totalité de la période d'émission $P_{émission}$.

Les coefficients $\mathrm{Re}I_{iA,j}$, $\mathrm{Im}I_{iA,j}$ de la décomposition en série de Fourier sont, par exemple, obtenus par une corrélation entre les échantillons des valeurs mesurées et les coefficients $C^1_{j,m}$, $C^2_{j,m}$ contenus dans la première table TABLE_1 et respectivement la deuxième table TABLE_2. Les coefficients $\mathrm{Re}I_{iA,j}$, $\mathrm{Im}I_{iA,j}$ de la décomposition en série de Fourier sont donc calculés en une seule fois pour toute la période d'émission $P_{émission}$. Les coefficients $\mathrm{Re}I_{iA,j}$, $\mathrm{Im}I_{iA,j}$ de la décomposition en série de Fourier sont calculés par des produit de vecteurs entre les tables TABLE_1, TABLE_2 et un vecteur contenant les échantillons d'intensité. Le calcul des coefficients $\mathrm{Re}I_{iA,j}$, $\mathrm{Im}I_{iA,j}$ de la décomposition en série de Fourier est donc simplifié.

Le coefficient réel du fondamental, également noté $\mathrm{Re}I_{iA,1}$, est ainsi une corrélation, sur une durée égale à la période d'émission $P_{émission}$, entre les échantillons du

signal de l'intensité IiA et un cosinus de fréquence égal à la fréquence F de la tension triphasée, où IiA représente l'intensité de la phase numéro i, i étant égal à 1, 2 ou 3. Le coefficient imaginaire du fondamental, également noté $\mathrm{Im}I_{iA,1}$, est une corrélation, sur une durée égale à la période d'émission $P_{émission}$, entre les échantillons du signal de l'intensité IiA et un sinus de fréquence égal à la fréquence F.

Le coefficient réel de l'harmonique de rang j, noté $\mathrm{Re}I_{iA,j}$, j étant compris entre 2 et J, est la corrélation, sur une durée égale à la période d'émission $P_{émission}$, entre les échantillons du signal de l'intensité IiA et un cosinus de fréquence égal à j fois la fréquence F. Le coefficient imaginaire de l'harmonique de rang j, noté $\mathrm{Im}I_{iA,j}$, j étant compris entre 2 et J, est la corrélation, sur une durée égale à la période d'émission $P_{émission}$, entre les échantillons du signal de l'intensité IiA et un sinus de fréquence égal à j fois la fréquence F.

Les coefficients $\mathrm{Re}I_{iA,j}$, et $\mathrm{Im}I_{iA,j}$ vérifient alors les équations suivantes :

$$\mathrm{ReI}_{\mathrm{iA,j}} = \sum_{\mathrm{m=1}}^{\mathrm{Ntotal_ech}} \mathrm{IiA}_{\mathrm{m}} \times C_{j,m}^{1} \qquad (13)$$

$$\mathrm{ImI}_{\mathrm{iA,j}} = \sum_{\mathrm{m=1}}^{\mathrm{Ntotal_ech}} \mathrm{IiA}_{\mathrm{m}} \times C_{j,m}^{2} \qquad (14)$$

Le deuxième logiciel de calcul 121A calcule ensuite la puissance active $P_{i,j,A}$ associée à chaque rang j de la décomposition en série de Fourier grâce à l'équation :

$$P_{i,j,A} = \frac{(\mathrm{Re}U_{i,j} \times \mathrm{Re}I_{iA,j} + \mathrm{Im}U_{i,j} \times \mathrm{Im}I_{iA,j})}{2} \qquad (15)$$

Le deuxième logiciel de calcul 121A calcule également l'énergie active $E_{i,j,A}$ associée à chaque rang j de la décomposition en série de Fourier grâce à l'équation suivant l'équation :

$$E_{i,j,A} = P_{émission} \times P_{i,j,A} \qquad (16)$$

Le deuxième logiciel de calcul 121A calcule ensuite l'énergie active Ei,A de chacune des trois phases à partir des coefficients de Fourier de la tension et de l'intensité suivant l'équation :

$$E_{i,A} = \sum_{j=1}^{J} E_{i,j,A} \qquad (17)$$

Le deuxième dispositif 62A élabore alors, lors de l'étape 350, son deuxième message M2A. Le deuxième message M2A contient les valeurs de l'énergie active $E_{i,A}$ de chaque phase calculées au cours de l'étape 340.

Dans l'hypothèse où l'identifiant du deuxième dispositif 62A était contenu dans le premier message M1 reçu précédemment, le deuxième dispositif 62A émet alors lors de

l'étape 360 son deuxième message M2A à l'aide de son logiciel d'émission 128A. Dans le cas contraire, le deuxième dispositif 62A retourne directement à l'étape 310 de réception du premier message M1, et émettra son deuxième message M2A lorsque le premier message M1 contiendra son identifiant indiquant alors que l'unique jeton lui aura été attribué afin de l'autoriser à émettre son deuxième message M2A.

Après l'étape d'émission 360 dans le cas où le jeton avait été attribué au deuxième dispositif 62A, ou bien après l'étape 340 autrement, le deuxième dispositif 62A retourne à l'étape de réception 310 si le compteur a atteint la valeur correspondant à la période d'émission $P_{émission}$, ou bien à l'étape de mesure 330 autrement.

Les étapes du procédé de surveillance mises en œuvre par les autres deuxièmes dispositifs 62B, ..., 62N sont identiques aux étapes 300 à 360 décrites précédemment pour le deuxième dispositif avec la référence 62A, et sont réalisées en outre de manière simultanée entre tous les deuxièmes dispositifs 62A, ..., 62N de par la synchronisation temporelle effectuée à l'aide du premier message M1.

Lors de l'étape d'émission 360, le seul deuxième dispositif parmi l'ensemble des deuxièmes dispositifs 62A, ..., 62N autorisé à émettre son deuxième message est le deuxième dispositif dont l'identifiant est contenu dans le premier message M1 reçu lors de l'étape de réception 310 précédente. Le logiciel de distribution 108 détermine selon un ordre croissant les identifiants contenus dans le premier message M1 afin d'attribuer successivement l'unique jeton aux deuxièmes dispositifs 62A, ..., 62N. Autrement dit, chaque deuxième dispositif 62A, ..., 62N émet toutes les N secondes son deuxième message M2A, ..., M2N respectif.

Comme représenté sur la figure 6, lors de l'étape 400, le dispositif de centralisation 64 reçoit, à l'aide de son logiciel de réception 140, le deuxième message du deuxième dispositif autorisé à émettre selon le mécanisme de jeton distribué, par exemple le message M2A.

Lors de l'étape 410, le dispositif de centralisation 64 enregistre ensuite dans sa base de données 88 les valeurs reçues et contenues dans le deuxième message M2A, par l'intermédiaire de son logiciel d'enregistrement 142. En complément, le logiciel de traitement 144 effectue un horodatage des données enregistrées.

Lors de l'étape 410, le dispositif de centralisation 64 enregistre ensuite dans sa base de données 88 les valeurs reçues et contenues dans le premier message M1 et dans le deuxième message M2A, par l'intermédiaire de son logiciel d'enregistrement 142. En complément, le logiciel de traitement 144 effectue un horodatage des données enregistrées.

Les grandeurs mesurées et calculées par le système de surveillance sont ensuite affichées sur l'écran de l'interface homme-machine 90 du dispositif de centralisation par l'intermédiaire du logiciel d'affichage 146 lors de l'étape 430. Ces grandeurs sont affichées sous forme de valeurs numériques et/ou sous forme de courbes.

Le dispositif de centralisation 64 transmet enfin, lors de l'étape 440 et à l'aide de son logiciel de transmission 148, ces grandeurs mesurées et calculées au serveur distant, non représenté. Le serveur distant est propre à effectuer une gestion centralisée des grandeurs mesurées et calculées pour chaque système de surveillance 20.

A l'issue de l'étape 440, le dispositif de centralisation 64 retourne à l'étape 400, afin de recevoir le deuxième message du deuxième dispositif autorisé à émettre la prochaine fois selon le mécanisme de jeton distribué, par exemple le message M2A.

Le système de surveillance 20 selon l'invention permet ainsi de calculer les énergies actives E_1, E_2, E_3 directement sur la période d'émission $P_{émission}$ donnée et en fonction des valeurs de la tension pour toute la période d'émission, et non seulement des valeurs de la tension mesurée pour une seule période de tension sélectionnée.

Le système de surveillance 20 selon l'invention est ainsi plus précis que le système de surveillance de l'état de la technique.

Le système de surveillance 20 est en outre adapté à la mesure d'énergie électrique même dans le cas où la fréquence F de la tension n'est pas constante.

Le système de surveillance 20 selon l'invention permet en outre d'obtenir une mesure très précise des énergies active E_i pour les trois phases du courant triphasé, de par la synchronisation temporelle de chaque capteur de courant 76A par rapport au module de mesure de la tension 66.

La synchronisation temporelle est très précise, le décalage de synchronisation mesuré étant de l'ordre de plus ou moins 400 nanosecondes avec la technologie actuelle des émetteurs-récepteurs radioélectriques 70, 80A, …, 80N, 92 et des unités de traitement d'information 68, 78A, …, 78N, 86.

L'ensemble des dispositifs 60, 62A, …, 62N, 64 sont reliés entre eux par des liaisons radioélectriques par l'intermédiaire de leur émetteur-récepteur radioélectrique 70, 82A, ..., 82N, 92 respectif, ce qui permet de faciliter l'installation du système de surveillance 20 dans le poste de transformation 10.

Selon un deuxième mode de réalisation, la période d'échantillonnage P_{ech} est constante. La période d'échantillonnage P_{ech} est alors calculée grâce à l'équation :

$$P_{ech} = \frac{P_{nom}}{N_{ech}} \qquad (18)$$

La première table de corrélation TABLE_1 et la deuxième table de corrélation TABLE_2 ne sont pas calculées lors de l'étape 200 mais lors de l'étape 208. La première table de corrélation TABLE_1 et la deuxième table de corrélation TABLE_2 sont alors recalculées lors de chaque période d'émission $P_{émission}$ en utilisant la dernière valeur de la fréquence F transmise par le logiciel de mesure 107.

Lors de l'étape suivante 315, le deuxième logiciel de détermination 123A calcule, en outre, la première table de corrélation TABLE_1 et la deuxième table de corrélation TABLE_2 selon les équations (2) et (3). Cette étape est analogue à l'étape 208 décrite précédemment.

Les autres étapes du fonctionnement de ce deuxième mode de réalisation sont identiques à celles du premier mode de réalisation.

Les avantages de ce deuxième mode de réalisation sont similaires à ceux du premier mode de réalisation. Le système de surveillance 20 permet, de plus, d'utiliser des premier et deuxième modules d'échantillonnage 103, 119A dont la période d'échantillonnage est fixe.

Selon un troisième mode de réalisation, décrit sur la figure 9, lors de l'étape 300, les coefficients réel $ReI_{iA,j}$, et imaginaire $ImI_{iA,j}$ de la décomposition en série de Fourier des échantillons IiA_m de chaque intensité mesurée I1A, I2A, I3A des trois phases sont calculés pour chaque période de tension $P_{tension}$.

Le deuxième logiciel de détermination 123A détermine donc une troisième table de corrélation TABLE_3 contenant une pluralité de premiers coefficients $C^1_{j,m}$ et une quatrième table de corrélation TABLE_4 contenant une pluralité de deuxièmes coefficients $C^2_{j,m}$. Chacune de la troisième table TABLE_3 et de la quatrième table TABLE_4 contient alors Nech coefficients $C^1_{j,m}$, $C^2_{j,m}$.

Chaque premier coefficient $C^1_{j,m}$ vérifie l'équation (5) précédente, et chaque deuxième coefficient $C^2_{j,m}$ vérifie l'équation (6) précédente, m variant entre 1 et Nech.

Lors de l'étape 330, les échantillons des première, deuxième et troisième intensités I1A, I2A, I3A mesurées sont notés respectivement $I1A_{m,k}$, $I2A_{m,k}$, $I3A_{m,k}$ où k est l'indice de la période de tension $P_{tension}$ et m est l'indice d'échantillon variant entre 1 et Nech.

Lors de l'étape 340, le deuxième logiciel de calcul 121A calcule donc, pour chaque période de tension d'indice k, les coefficients réel $ReI_{iA,j,k}$, et imaginaire $ImI_{iA,j,k}$ de la décomposition en série de Fourier des échantillons $IiA_{m,k}$ de chaque intensité mesurée I1A, I2A, I3A des trois phases selon les équations suivantes :

$$\mathrm{ReI}_{\mathrm{iA,j,k}} = \sum_{\mathrm{m=1}}^{\mathrm{Nech}} \mathrm{IiA}_{\mathrm{m,k}} \times C^1_{j,m} \qquad (21)$$

$$\mathrm{ImI}_{\mathrm{iA,j,k}} = \sum_{\mathrm{m=1}}^{\mathrm{Nech}} \mathrm{IiA}_{\mathrm{m,k}} \times C_{j,m}^{2} \qquad (22)$$

Le deuxième logiciel de calcul 121A calcule ensuite la puissance active $P_{i,j,A}$ associée à chaque rang j de la décomposition en série de Fourier grâce à l'équation :

$$P_{i,j,A,k} = \frac{(\mathrm{Re}\,U_{i,j} \times \mathrm{Re}\,I_{iA,j,k} + \mathrm{Im}\,U_{i,j} \times \mathrm{Im}\,I_{iA,j,k})}{2} \qquad (23)$$

Le deuxième logiciel de calcul 121A calcule également l'énergie active $E_{i,j,A}$ associée à chaque rang j de la décomposition en série de Fourier grâce à l'équation suivant l'équation :

$$E_{i,j,A} = P_{émission} \times \sum_{k=1}^{Ntension} P_{i,j,A,k} \qquad (24)$$

Le deuxième logiciel de calcul 121A calcule ensuite l'énergie active Ei,A de chacune des trois phases à partir des coefficients de Fourier de la tension et de l'intensité suivant l'équation (17).

Les autres étapes du fonctionnement de ce troisième mode de réalisation sont identiques aux étapes du premier mode de réalisation.

Les avantages de ce troisième mode de réalisation sont similaires à ceux du premier mode de réalisation.

Le système de surveillance 20 permet alors de calculer les énergies actives E_1, E_2, E_3 correspondant à chaque période de tension d'indice k. Le système de surveillance 20 est donc adapté à la surveillance d'installations qui sont à la fois productrices ou consommatrices de courant, et qui passent du statut de consommateur au statut de producteur, et inversement du statut de producteur au statut de consommateur, lors de durées inférieures à la période d'émission $P_{émission}$.

REVENDICATIONS

1.- Dispositif électronique (60 ; 62A, ..., 62N) de surveillance d'une grandeur électrique (X) parmi une tension (U1, U2, U3) et une intensité (I1A, ..., I3N) relative à un courant alternatif circulant dans un conducteur électrique (34, 36, 38 ; 42A, 44A, 46A, ..., 42N, 44N, 46N), le courant alternatif comportant au moins une phase, le dispositif comprenant :

- un module de mesure (66 ; 76A, ..., 76N) configuré pour mesurer au moins une valeur de la grandeur électrique (X),

- un module d'échantillonnage (103 ; 119A ,... ,119N) de la valeur de la grandeur électrique mesurée (X),

- un émetteur-récepteur radioélectrique (70 ; 80A, ..., 80N),

- un module d'émission (106 ; 128A, ..., 128N) relié à l'émetteur-récepteur radioélectrique (70 ; 80A, ..., 80N), le module d'émission (106 ; 128A, ..., 128N) étant configuré pour émettre à destination d'un autre dispositif électronique, avec une période d'émission ($P_{émission}$), un message de données (M1 ; M2A, ..., M2N) contenant un ensemble d'au moins un paramètre de surveillance de la grandeur (X) mesurée,

caractérisé en ce qu'il comprend en outre un module (104 ; 123A,...,123N) de détermination d'une première table (TABLE_1) et d'une deuxième table (TABLE_2), et un module (105 ; 121A,... ,121N) de calcul d'au moins un paramètre de surveillance de la grandeur (X) à partir de la première table (TABLE_1), de la deuxième table (TABLE_2), et d'échantillons de la grandeur (X), issus du module d'échantillonnage (103, 119A ..., 119N),

la première table (TABLE_1) contenant une pluralité de premiers coefficients ($C^1_{j,m}$), chaque premier coefficient ($C^1_{j,m}$) étant fonction d'un cosinus et dépendant de la fréquence (F) de la tension du conducteur électrique (34, 36, 38 ; 42A, 44A, 46A, ..., 42N, 44N, 46N), et

la deuxième table (TABLE_2) contenant une pluralité de deuxièmes coefficients ($C^2_{j,m}$), chaque deuxième coefficient ($C^2_{j,m}$) étant fonction d'un sinus et dépendant de ladite fréquence (F),

le nombre de coefficients ($C^1_{j,m}$, $C^2_{j,m}$) de chaque table (TABLE_1, TABLE_2) étant égal au nombre d'échantillons de la grandeur (X) lors de la période d'émission ($P_{émission}$).

2.- Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les premiers coefficients ($C^1_{j,m}$) vérifient l'équation : $C^1_{j,m} = \cos(2 \times \Pi \times F \times j \times m \times P_{ech})$, et

les deuxièmes coefficients ($C^2_{j,m}$) vérifiant l'équation :

$$C^2_{j,m} = \sin(2\times\Pi\times F\times j\times m\times P_{ech})$$

où j est compris entre 1 et J, J étant un nombre entier, de préférence supérieur ou égal à 5,

P_{ech} est la période d'échantillonnage de la grandeur (X), et

m est un indice d'échantillon variant entre 1 et Ntotal_ech, Ntotal_ech étant un nombre entier représentant le nombre d'échantillons de la grandeur (X) lors de la période d'émission ($P_{émission}$).

3.- Dispositif (60 ; 62A, ..., 62N) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le module de détermination (104 ; 123A, ... ,123N) est propre à recalculer, lors de chaque période d'émission ($P_{émission}$), la première table (TABLE_1) et la deuxième table (TABLE_2) à partir d'une valeur de la fréquence (F) mesurée lors de l'avant-dernière période d'émission ($P_{émission}$).

4.- Dispositif (60 ; 62A, ..., 62N) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le module d'échantillonnage (103 ; 119A,... ,119N) est apte à échantillonner la grandeur électrique (X) avec une période d'échantillonnage (P_{ech}), et la valeur de la période d'échantillonnage (P_{ech}) est fonction d'une valeur de la fréquence de la tension (F) mesurée lors de l'avant-dernière période d'émission ($P_{émission}$).

5.- Dispositif (60) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le dispositif (60) est adapté pour surveiller la tension (U1, U2, U3) du conducteur électrique (34, 36, 38), le module de mesure (66) est configuré pour mesurer la fréquence (F) de la tension, et le message émis (M1) contient en outre une valeur mesurée de la fréquence (F) de la tension.

6.- Dispositif (60) selon la revendication 5, dans lequel le module de mesure (66) est configuré pour calculer, pour chaque échantillon de tension ($U_{i,m}$), les parties réelle ($ReP_{i,m}$) et imaginaire ($ImP_{i,m}$) d'un phaseur de tension ($P_{i,m}$) correspondant vérifiant les équations :

$$\mathrm{Re}\,P_{i,m} = \frac{\sqrt{2}}{Nech}\sum_{n=0}^{Nech-1} U_{i,m+n}\cos\left(\frac{2\Pi n}{Nech}\right)\ ;\ \text{et}$$

$$\mathrm{Im}\,P_{i,m} = \frac{-\sqrt{2}}{Nech}\sum_{n=0}^{Nech-1} U_{i,m+n}\sin\left(\frac{2\Pi n}{Nech}\right)$$

où Nech est le nombre d'échantillons de tension acquis pendant une période de tension ($P_{tension}$), la période de tension ($P_{tension}$) étant égale à l'inverse de la fréquence (F), et

pour mesurer, avec une période de mesure (P_{mesure}), une valeur de la fréquence (F) à partir de deux phaseurs ($P_{i,m}$) de tension correspondant respectivement à deux instants temporels séparés temporellement d'une période de mesure (P_{mesure}).

7.- Dispositif (60) selon la revendication 6, dans lequel la période de mesure (P_{mesure}) est sensiblement égale à la moitié de la période de tension ($P_{tension}$).

8.- Dispositif (62A, ..., 62N) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le dispositif (62A, ..., 62N) est adapté pour surveiller une intensité (I1A, ..., I3N), et comporte un module de réception (120A,...,120N) d'un message de données (M1) comprenant une valeur mesurée de la fréquence (F) de la tension.

9.- Système électronique (20) de surveillance d'un tableau électrique (16) comportant au moins un conducteur électrique primaire de départ (34, 36, 38) et au moins un conducteur électrique secondaire de départ (42A, ..., 46N), le ou chaque conducteur secondaire de départ (42A, ..., 46N) étant connecté électriquement à un conducteur primaire de départ (34, 36, 38) correspondant, les conducteurs de départ (34, 42A, 42B, .., 38, 46A, 46B, ..., 46N) correspondants présentant une tension alternative,

le système comprenant :

- un premier dispositif électronique (60) de surveillance de la tension (U1, U2, U3) de chaque conducteur électrique primaire de départ (34, 36, 38),

- au moins un deuxième dispositif électronique (62A, ..., 62N) de surveillance de l'intensité (I1A, ..., I3N) du courant alternatif circulant dans chaque conducteur électrique secondaire (42A, ..., 46N),

caractérisé en ce qu'au moins un dispositif électronique de surveillance (60, 62A, ..., 62N) est conforme à l'une quelconque des revendications précédentes.

10.- Système (20) selon la revendication 9, dans lequel chaque dispositif électronique de surveillance (60 ; 62A, ..., 62N) est conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 4.

11.- Système (20) selon la revendication 9 ou 10, dans lequel le premier dispositif de surveillance (60) est conforme à l'une quelconque des revendications 5 à 7, et chaque deuxième dispositif de surveillance (62A, ..., 62N) est conforme à la revendication 8.

12.- Système (20) selon la revendication 9, dans lequel le premier dispositif de surveillance (60) est conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 7, et chaque deuxième dispositif de surveillance (62A, ..., 62N) comprend un module de détermination (123A,...,123N) apte à calculer une troisième table de corrélation (TABLE_3) et une quatrième table de corrélation (TABLE_4),

la troisième table (TABLE_3) contenant une pluralité des premiers coefficients ($C^1_{j,m}$), et

la quatrième table (TABLE_4) contenant une pluralité des deuxièmes coefficients ($C^2_{j,m}$),

le nombre de coefficients ($C^1_{j,m}$, $C^2_{j,m}$) de chaque table (TABLE_3, TABLE_4) étant égal au nombre d'échantillons de la grandeur (X) lors d'une période de tension ($P_{tension}$) correspondante.

13.- Armoire électrique, comprenant :

- un tableau électrique (16) comportant au moins un conducteur électrique primaire de départ (34, 36, 38) et au moins un conducteur électrique secondaire de départ (42A, ..., 46N), le ou chaque conducteur secondaire de départ (42A, ..., 46N) étant connecté électriquement à un conducteur primaire de départ (34 ; 36 ; 38) correspondant, les conducteurs de départ (34, 42A, 42B, .., 38, 46A, 46B, ..., 46N) correspondants présentant une tension alternative, et

- un système (20) de surveillance du tableau électrique (16),

caractérisé en ce que le système de surveillance (20) est conforme à l'une quelconque des revendications 9 à 12.

14.- Poste (10) de transformation d'un courant électrique présentant une première tension alternative en un courant électrique présentant une deuxième tension alternative,

caractérisé en ce qu'il comprend une armoire électrique selon la revendication 13, un tableau d'arrivée (14) comportant au moins un conducteur électrique d'arrivée (24A, 26A, 28A, 24B, 26B, 28B) propre à être relié à un réseau électrique (12), le conducteur d'arrivée présentant la première tension alternative, le tableau (16) de l'armoire formant un tableau de départ dont les conducteurs de départ (34, 42A, 42B, .., 38, 46A, 46B, ..., 46N) correspondants présentent la deuxième tension alternative, et

un transformateur électrique (18) connecté entre le tableau d'arrivée (14) et le tableau de départ (16), le transformateur (18) étant propre à transformer le courant présentant la première tension alternative en le courant présentant la deuxième tension alternative.

15. Procédé de surveillance d'une grandeur électrique (X) parmi une tension (U1, U2, U3) et une intensité (I1A, ..., I3N) relative à un courant alternatif circulant dans un conducteur électrique (34, 36, 38 ; 42A, 44A, 46A, ..., 42N, 44N, 46N), le courant alternatif comportant au moins une phase,

le procédé étant mis en œuvre par un dispositif électronique de surveillance (60 ; 62A, ..., 62N), et comprenant les étapes suivantes :

- b) la mesure (210 ; 330) d'au moins une valeur de la grandeur électrique (X) et l'échantillonnage de la valeur mesurée (X),

- d) l'émission (230 ; 350), avec une période d'émission ($P_{émission}$), d'un message de données (M1 ; M2A, ..., M2N) contenant un ensemble d'au moins un paramètre de surveillance de la grandeur mesurée, à destination d'un autre dispositif électronique (62A, ..., 62N ; 60 ; 64),

caractérisé en ce qu'il comprend en outre, préalablement à l'étape b), l'étape suivante :

- a) la détermination d'une première table (TABLE_1) et d'une deuxième table (TABLE_2),

la première table (TABLE_1) contenant une pluralité de premiers coefficients ($C^1_{j,m}$), chaque premier coefficient ($C^1_{j,m}$) étant fonction d'un cosinus et dépendant de ladite fréquence (F) de la tension du conducteur électrique (34, 36, 38 ; 42A, 44A, 46A, ..., 42N, 44N, 46N), et

la deuxième table (TABLE_2) contenant une pluralité de deuxièmes coefficients ($C^2_{j,m}$), chaque deuxième coefficient ($C^2_{j,m}$) étant fonction d'un sinus et dépendant de ladite fréquence (F), et

le nombre de coefficients ($C^1_{j,m}$, $C^2_{j,m}$) de chaque table (TABLE_1, TABLE_2) étant égal au nombre d'échantillons de la grandeur (X) lors de la période d'émission ($P_{émission}$),

et en ce qu'il comprend, en outre, après l'étape b) et préalablement à l'étape d), l'étape suivante :

- c) le calcul d'au moins un paramètre de surveillance de la grandeur (X) à partir de la première table (TABLE_1), de la deuxième table (TABLE_2), et d'échantillons de la grandeur (X), obtenus lors de l'étape b).

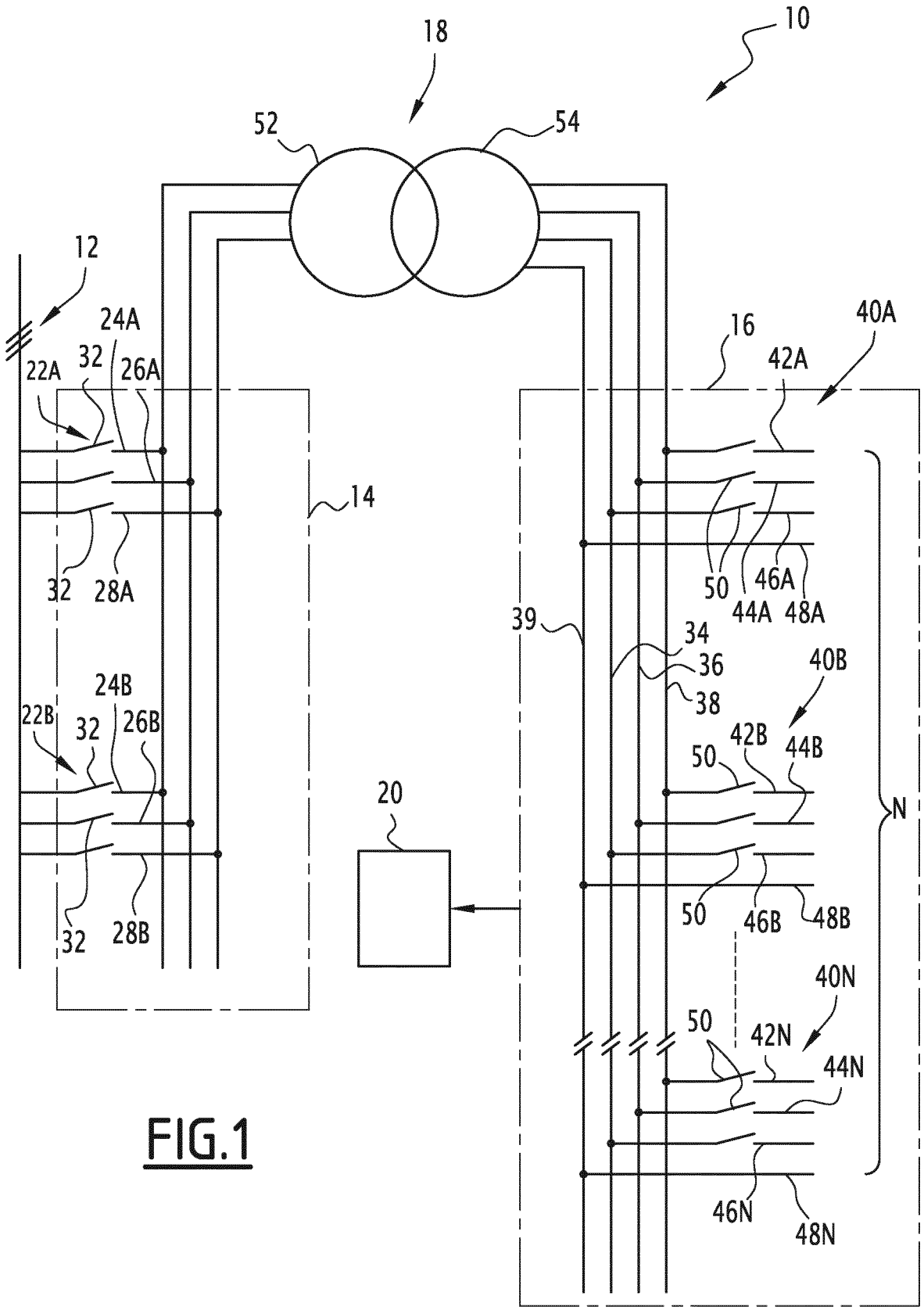

18
10
52
54
12
24A
22A
32
26A
16
40A
42A
14
32
28A
50
46A
44A
48A
39
34
36
38
40B
24B
22B
32
26B
42B
44B
50
20
N
32
28B
50
46B
48B
40N
50
42N
44N
46N
48N

FIG.1

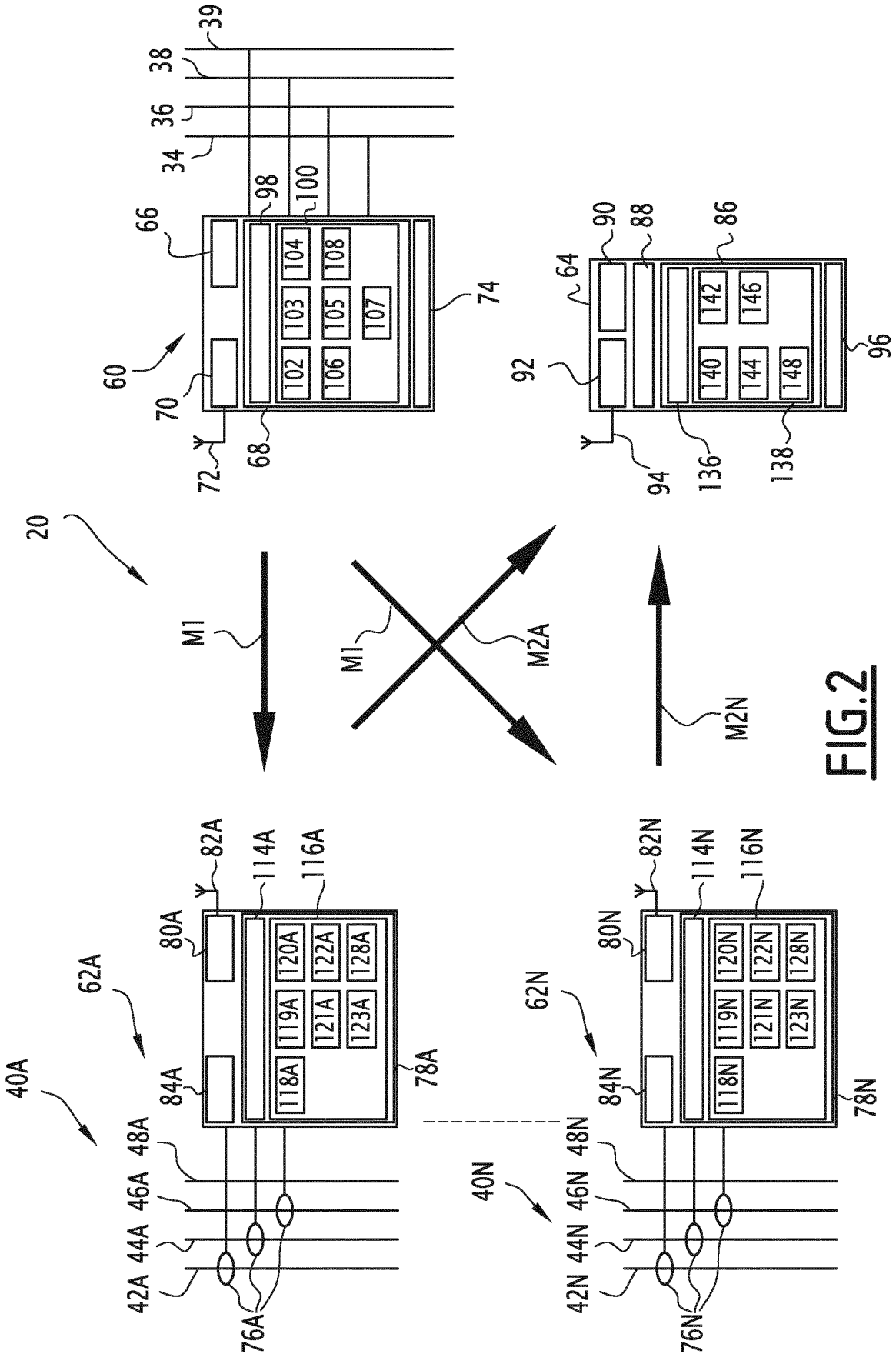

20
M1
M1
M2A
M2N
60
66
70
72
68
74
98
100
102
103
104
105
106
107
108
34
36
38
39
64
90
88
86
92
94
136
138
96
140
142
144
146
148
40A
62A
80A
82A
84A
78A
114A
116A
118A
119A
120A
121A
122A
123A
128A
42A
44A
46A
48A
76A
40N
62N
80N
82N
84N
78N
114N
116N
118N
119N
120N
121N
122N
123N
128N
42N
44N
46N
48N
76N

FIG.2

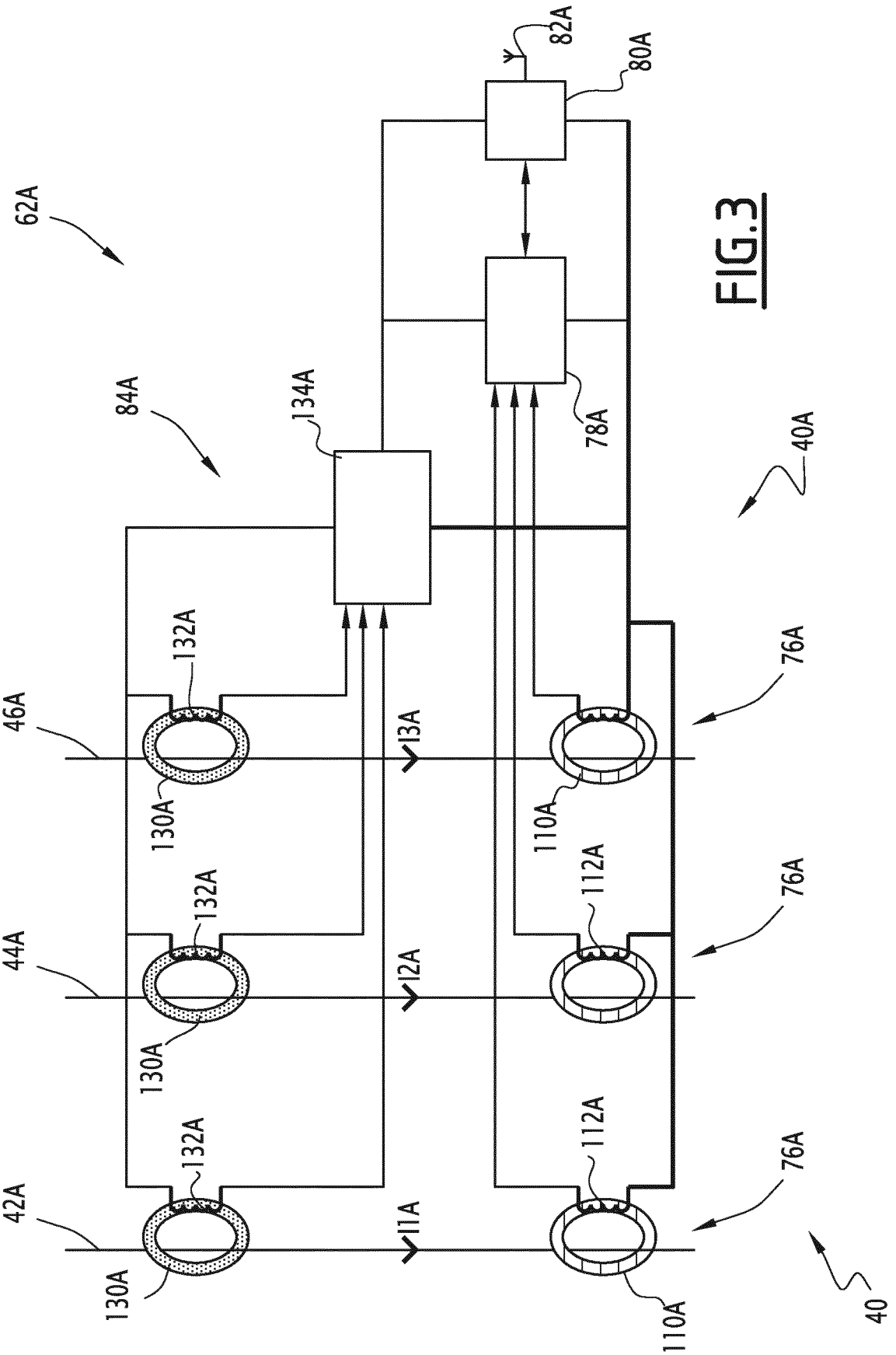

62A
82A
80A
84A
134A
78A
40A
46A
132A
130A
I3A
110A
76A
44A
132A
130A
I2A
112A
110A
76A
42A
132A
130A
I1A
112A
110A
76A
40

FIG.3

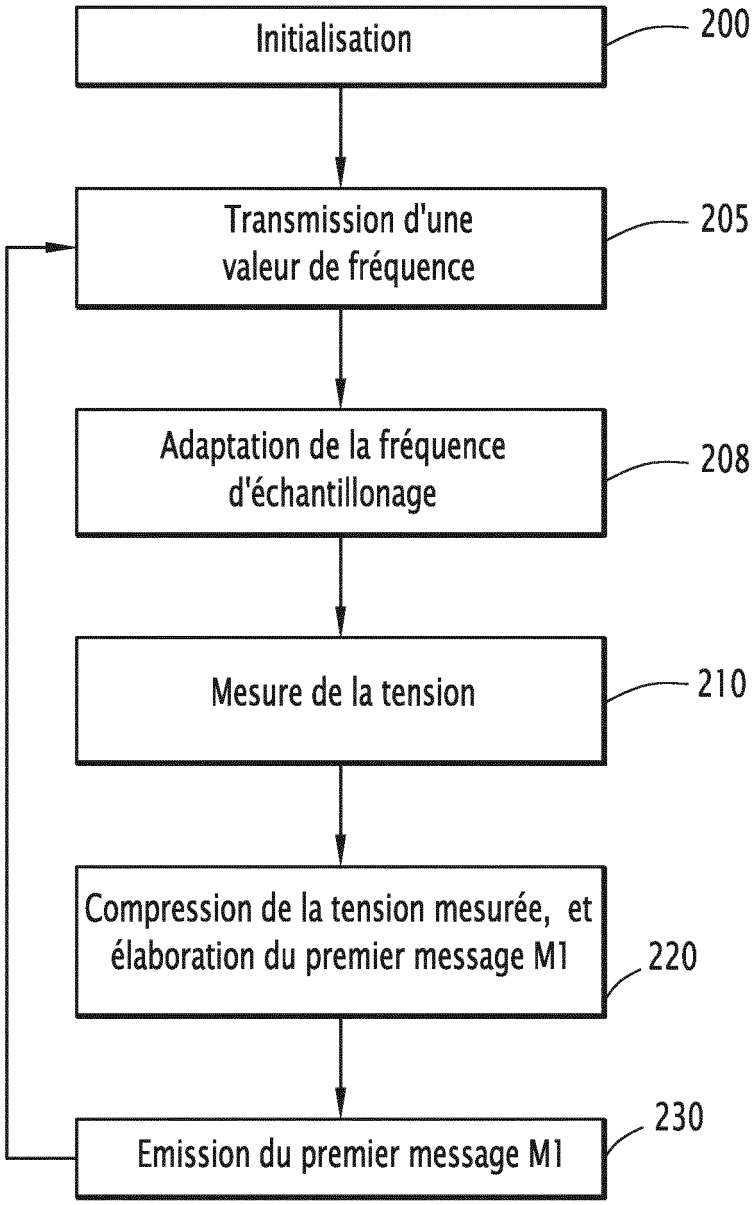

Initialisation
200
Transmission d'une valeur de fréquence
205
Adaptation de la fréquence d'échantillonage
208
Mesure de la tension
210
Compression de la tension mesurée, et élaboration du premier message M1
220
Emission du premier message M1
230

FIG.4

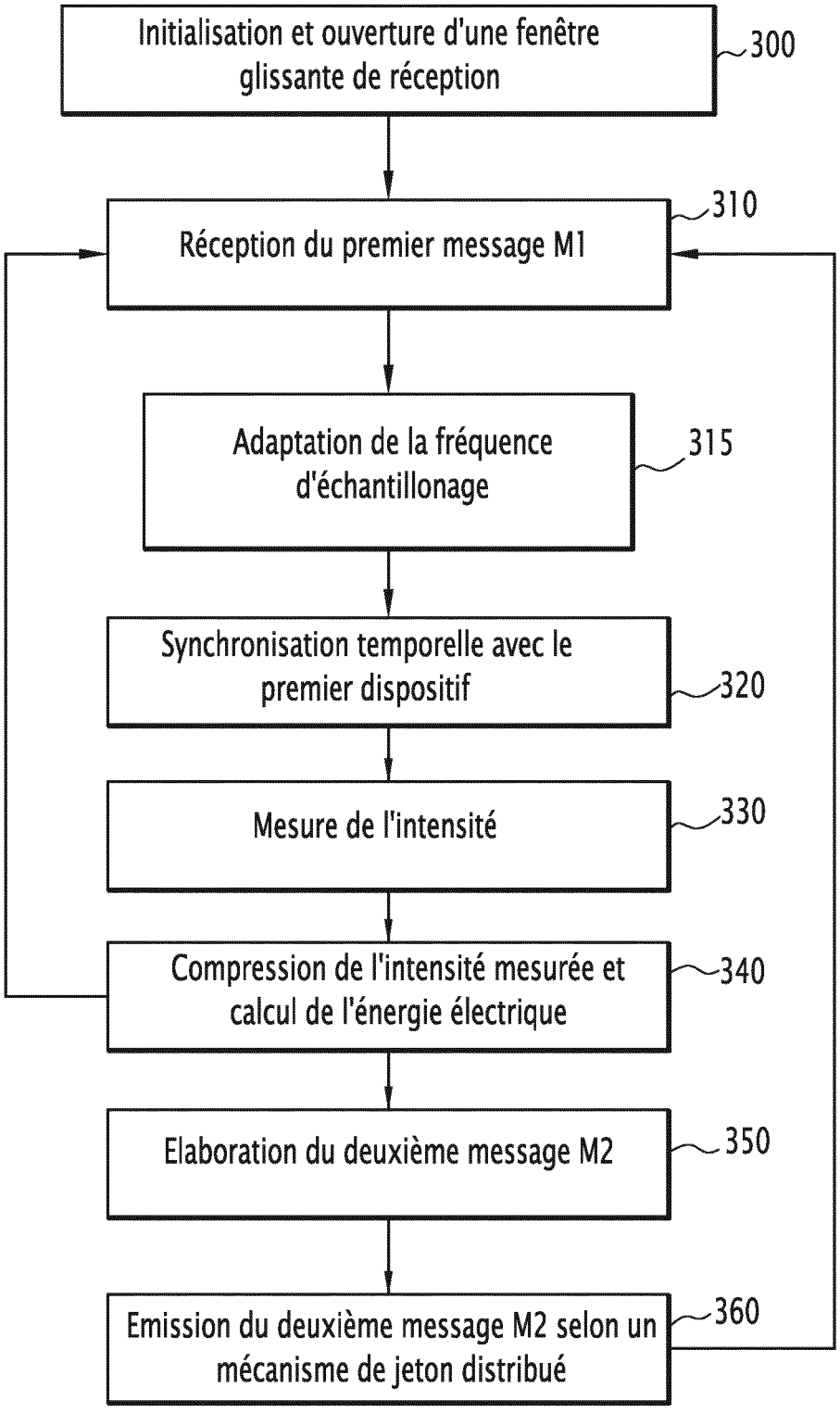

Initialisation et ouverture d'une fenêtre glissante de réception
300
Réception du premier message M1
310
Adaptation de la fréquence d'échantillonage
315
Synchronisation temporelle avec le premier dispositif
320
Mesure de l'intensité
330
Compression de l'intensité mesurée et calcul de l'énergie électrique
340
Elaboration du deuxième message M2
350
Emission du deuxième message M2 selon un mécanisme de jeton distribué
360

FIG.5

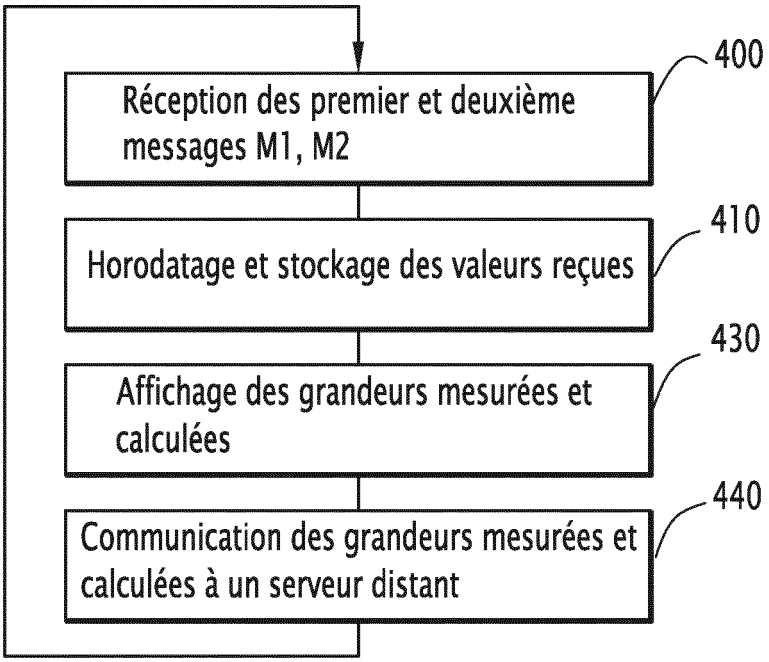

Réception des premier et deuxième messages M1, M2
400
Horodatage et stockage des valeurs reçues
410
Affichage des grandeurs mesurées et calculées
430
Communication des grandeurs mesurées et calculées à un serveur distant
440

FIG.6

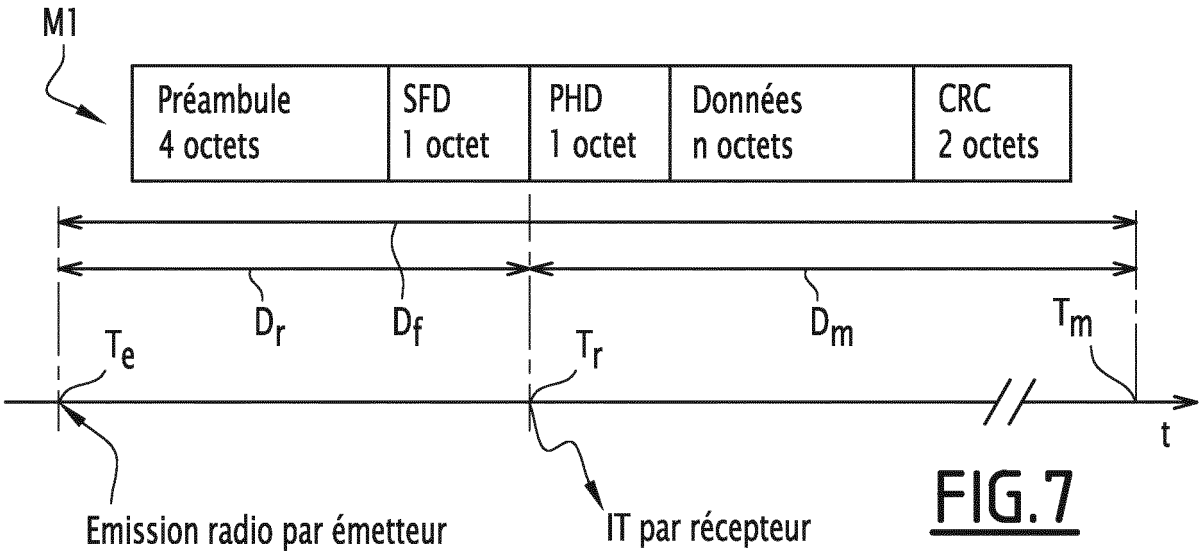

M1
Préambule 4 octets
SFD 1 octet
PHD 1 octet
Données n octets
CRC 2 octets
Dr
Df
Dm
Tm
Te
Tr
t
Emission radio par émetteur
IT par récepteur

FIG.7

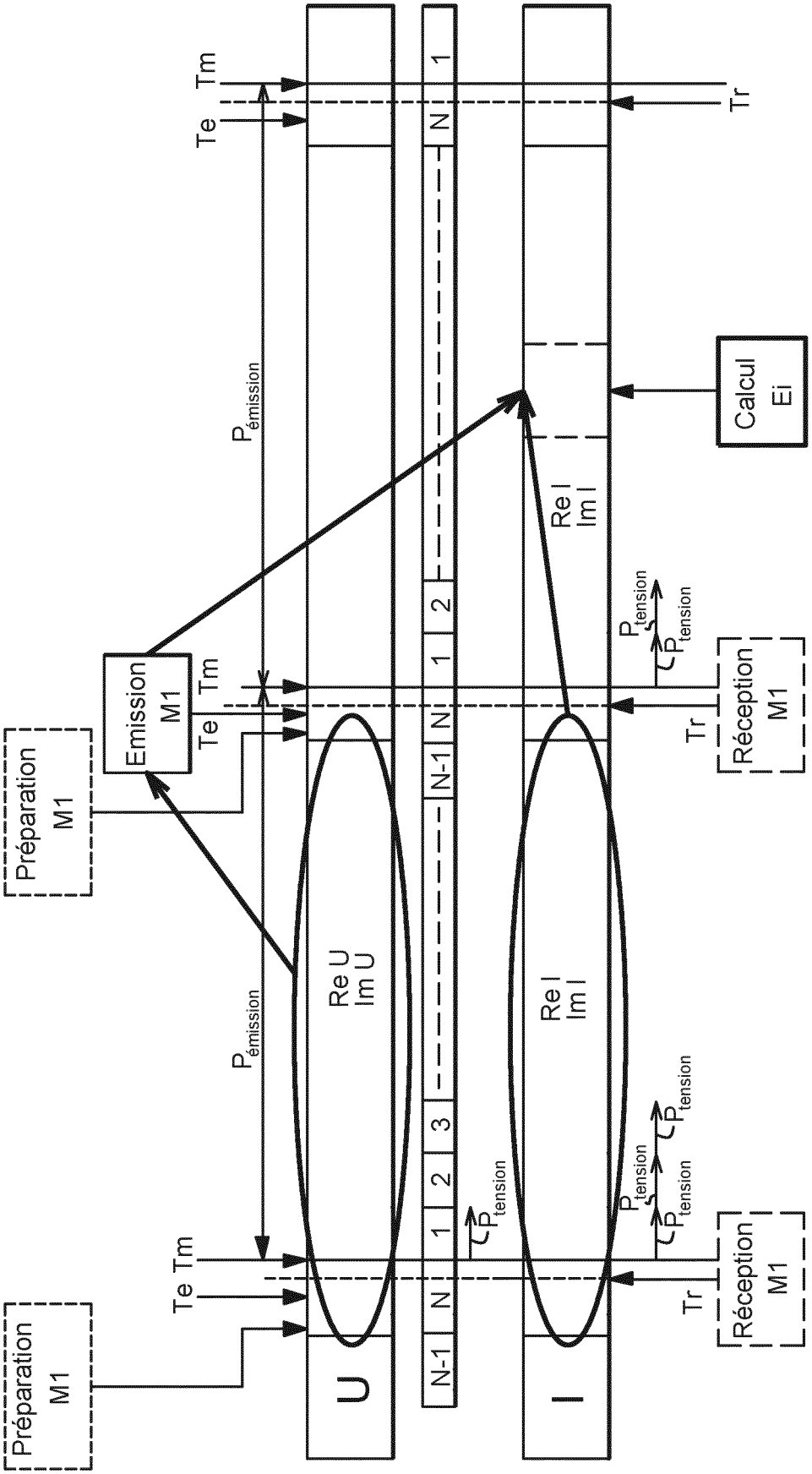

Préparation M1
Préparation M1
Emission M1
Te
Tm
Tr
Te
Tm
Tr
Te
Tm
Tr
P émission
P émission
Re U
Im U
U
N
N-1
3
2
1
N
N-1
2
1
N
1
I
Re I
Im I
Re I
Im I
Calcul Ei
P tension
P tension
P tension
P tension
P tension
P tension
Réception M1
Réception M1

FIG.8

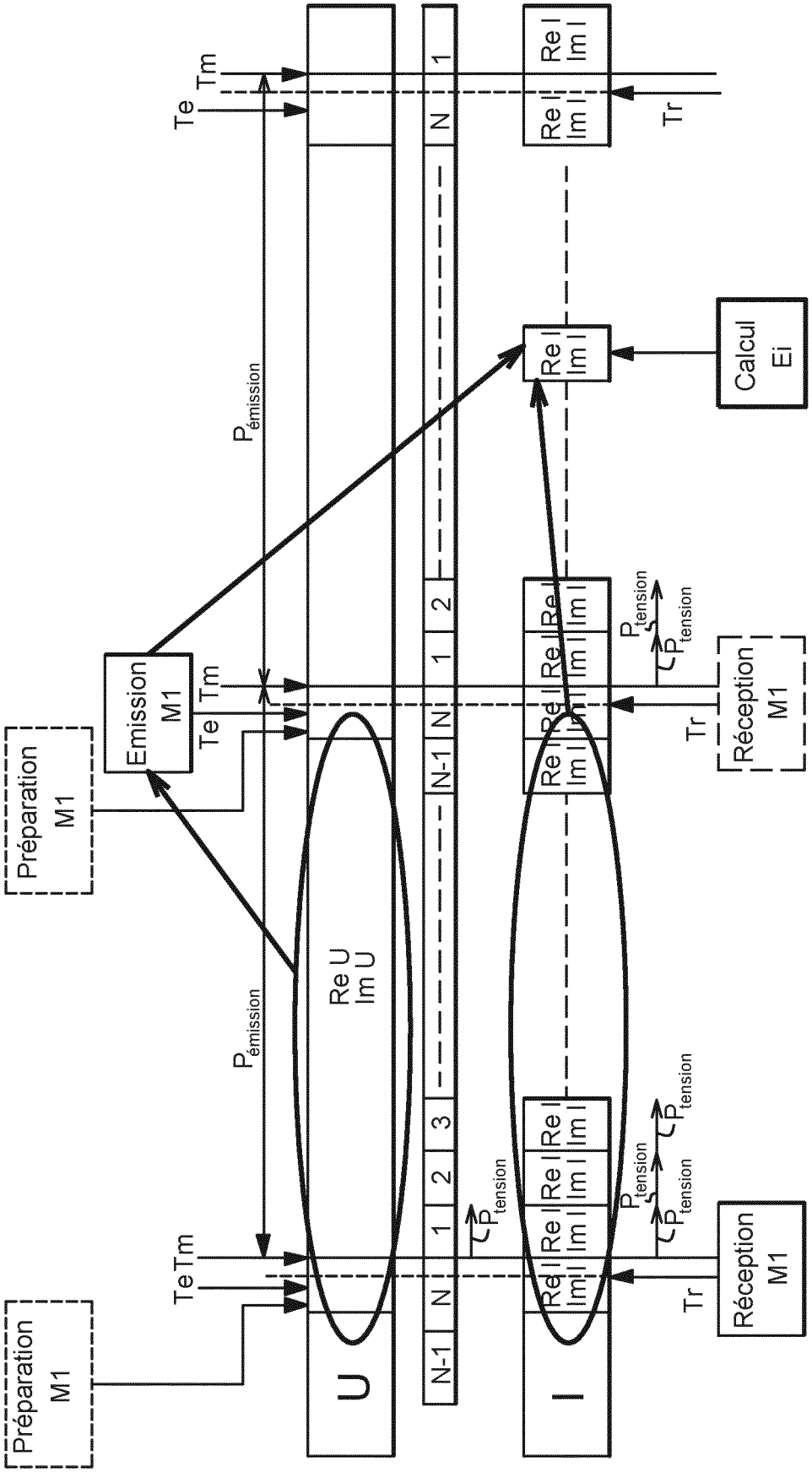

Préparation M1
Emission M1
Préparation M1
Te
Tm
Tr
Re I
Im I
Re U
Im U
U
I
N
N-1
1
2
3
Calcul Ei
Réception M1
Réception M1
P émission
P tension

FIG.9

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 808269
FR 1550524

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	FR 2 991 057 A1 (SCHNEIDER ELECTRIC IND SAS [FR]) 29 novembre 2013 (2013-11-29) * page 7, ligne 1 - page 16, ligne 23 * * figures 1,2,4 * -----	1-15	G01R21/06 G01R21/133 G01R31/02 H02B1/24
X	WO 2013/017663 A1 (SCHNEIDER ELECTRIC IND SAS [FR]; COUTELOU OLIVIER [FR]; HOUBRE PASCAL) 7 février 2013 (2013-02-07) * figures 1,2,4,5 * * page 7, ligne 20 - page 11, ligne 29 * -----	1,15	
X	EP 2 685 267 A1 (SCHNEIDER ELECTRIC IND SAS [FR]) 15 janvier 2014 (2014-01-15) * figures 1,2 * * alinéa [0049] - alinéa [0066] * -----	1,15	
X	EP 2 816 360 A1 (SCHNEIDER ELECTRIC IND SAS [FR]) 24 décembre 2014 (2014-12-24) * alinéa [0074] - alinéa [0116]; figures 1-2,6-8 * -----	1,15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
E	EP 2 873 981 A1 (SCHNEIDER ELECTRIC IND SAS [FR]) 20 mai 2015 (2015-05-20) * alinéa [0076] - alinéa [0095]; figures 1,2,4,5 * -----	1,15	G01R

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
18 novembre 2015	Sedlmaier, Stefan

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1550524 FA 808269

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 18-11-2015
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2991057 A1	29-11-2013	AUCUN	
WO 2013017663 A1	07-02-2013	AU 2012292042 A1	27-02-2014
		CA 2843069 A1	07-02-2013
		CN 103842833 A	04-06-2014
		EP 2739982 A1	11-06-2014
		FR 2978830 A1	08-02-2013
		KR 20140057317 A	12-05-2014
		RU 2014108160 A	10-09-2015
		US 2014239941 A1	28-08-2014
		WO 2013017663 A1	07-02-2013
EP 2685267 A1	15-01-2014	AU 2013206748 A1	30-01-2014
		CN 103543328 A	29-01-2014
		EP 2685267 A1	15-01-2014
		FR 2993366 A1	17-01-2014
EP 2816360 A1	24-12-2014	AU 2014203254 A1	22-01-2015
		BR 102014014650 A2	23-06-2015
		CA 2854090 A1	17-12-2014
		CN 104237627 A	24-12-2014
		EP 2816360 A1	24-12-2014
		FR 3007143 A1	19-12-2014
		KR 20140146550 A	26-12-2014
		US 2014368351 A1	18-12-2014
EP 2873981 A1	20-05-2015	AU 2014262253 A1	04-06-2015
		EP 2873981 A1	20-05-2015
		FR 3013457 A1	22-05-2015
		US 2015142354 A1	21-05-2015

EPO FORM P0465