

12 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

22 Date de dépôt : 12.02.16.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 18.08.17 Bulletin 17/33.

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) : **CLEMENCE MICHEL, HOUBRE PASCAL et CONTINI ERICK.**

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

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

54 **DISPOSITIF DE MESURE D'UNE GRANDEUR ELECTRIQUE D'UNE PHASE D'UN COURANT ELECTRIQUE ALTERNATIF D'UN RESEAU ELECTRIQUE AERIEN.**

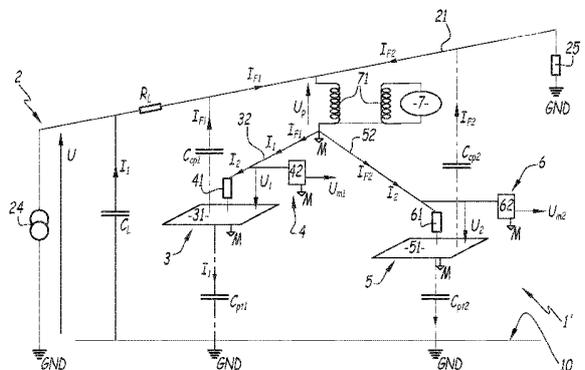
57 Ce dispositif (1') de mesure d'une grandeur électrique (U) d'une phase d'un courant électrique alternatif dans un réseau électrique aérien (2) comporte :

- un capteur (3, 5), configuré pour être accroché à une ligne électrique (21) du réseau électrique aérien, ce capteur (3, 5) comprenant :

- une plaque (31, 51) électriquement conductrice,
- un conducteur électrique (32, 52), configuré pour raccorder électriquement la plaque à la ligne électrique, pour la circulation d'un premier courant électrique (I_1) depuis la ligne électrique à travers le conducteur électrique,
- une unité de calcul, configurée pour déterminer la grandeur électrique à partir d'une valeur du premier courant électrique (I_1) et d'une valeur d'une capacité électrique entre la plaque et le sol (10).

Ce dispositif comporte en outre un générateur (7), connecté électriquement au conducteur électrique et configuré pour injecter un deuxième courant électrique (I_2) à travers le conducteur électrique, ce deuxième courant électrique présentant une fréquence différente de la fréquence du premier courant électrique, l'unité de calcul étant en outre configurée pour calculer la valeur de la capacité électrique entre la plaque et le sol en fonction d'une valeur

du deuxième courant électrique (I_2).



Dispositif de mesure d'une grandeur électrique d'une phase d'un courant électrique alternatif d'un réseau électrique aérien

5 L'invention concerne un dispositif de mesure d'une grandeur électrique d'une phase d'un courant électrique alternatif dans un réseau électrique aérien. L'invention concerne un procédé de mesure d'une telle grandeur électrique.

De façon connue, il existe des capteurs pour mesurer une grandeur électrique dans un réseau électrique aérien, telle qu'une tension électrique d'une phase d'un courant alternatif circulant dans ce réseau. Par « réseau électrique aérien », on désigne un réseau
10 de transport électrique qui comporte au moins une ligne électrique aérienne, c'est-à-dire un conducteur électrique qui s'étend au-dessus du sol et qui est en contact avec l'air ambiant.

Un exemple d'un tel capteur comporte une plaque métallique disposée entre une ligne électrique aérienne du réseau électrique et la terre. Ce capteur permet de mesurer
15 une grandeur électrique du courant électrique circulant dans la ligne.

Toutefois, la mesure de la grandeur électrique, effectuée par ce capteur, n'est pas toujours fiable.

Le but de l'invention est alors de proposer un dispositif et un procédé de mesure d'une grandeur électrique d'une phase d'un courant électrique alternatif dans un réseau
20 électrique aérien, permettant de fournir une mesure plus fiable de la grandeur électrique.

A cet effet, l'invention concerne un dispositif de mesure d'une grandeur électrique d'une phase d'un courant électrique alternatif dans un réseau électrique aérien, ce dispositif comportant :

- un capteur, configuré pour être accroché à une ligne électrique du réseau
25 électrique aérien, ce capteur comprenant :

- une plaque électriquement conductrice,
 - un conducteur électrique, configuré pour raccorder électriquement la plaque à la ligne électrique, pour la circulation d'un premier courant électrique depuis la ligne électrique à travers le conducteur
30 électrique,

- une unité de calcul, configurée pour déterminer la grandeur électrique à partir d'une valeur du premier courant électrique et d'une valeur d'une capacité électrique entre la plaque et le sol.

Conformément à l'invention le dispositif comporte en outre un générateur,
35 connecté électriquement au conducteur électrique et configuré pour injecter un deuxième

courant électrique à travers le conducteur électrique, ce deuxième courant électrique présentant une fréquence différente de la fréquence du premier courant électrique, l'unité de calcul étant en outre configurée pour calculer la valeur de la capacité électrique entre la plaque et le sol en fonction d'une valeur du deuxième courant électrique.

5 Grâce à l'invention, il est possible d'étalonner le dispositif de mesure avant chaque mesure de la grandeur électrique en mesurant la valeur de la capacité électrique entre la plaque et la terre. En effet, la valeur de la capacité électrique entre la plaque et la terre n'est pas constante et peut varier, de façon importante, en fonction de conditions
10 environnementales, telles que la température ou le taux d'humidité dans l'air entourant la ligne aérienne. La valeur de la capacité électrique fluctue donc au cours du temps, à tel point que la valeur prédéfinie de cette capacité, utilisée pour déterminer la tension électrique, ne correspond plus toujours à la valeur réelle de cette capacité électrique.

Cette mesure est réalisée par l'injection du deuxième courant électrique dont la valeur est connue. Comme ce courant électrique présente une fréquence différente de la
15 fréquence du premier courant électrique, il est mesurable séparément du premier courant électrique.

Selon des aspects avantageux mais non obligatoires de l'invention, un tel dispositif de mesure comporte une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises selon toute combinaison techniquement possible :

- 20 - une deuxième plaque électriquement conductrice, et
- un deuxième conducteur électrique, configuré pour raccorder électriquement la deuxième plaque à la ligne électrique pour la circulation d'au moins une partie du premier courant électrique depuis la ligne électrique vers la deuxième plaque à travers le deuxième conducteur électrique, le deuxième conducteur électrique étant raccordé
25 électriquement en sortie du générateur pour la circulation d'au moins une partie du deuxième courant injecté à travers le deuxième conducteur ;
- un premier appareil de mesure configuré pour mesurer le premier courant électrique et le deuxième courant électrique circulant à travers le conducteur électrique ;
- premier conducteur électrique présente une première résistance électrique, le
30 premier appareil de mesure comportant un premier capteur de tension pour mesurer la tension électrique aux bornes de la première résistance électrique ;
- un deuxième appareil de mesure configuré pour mesurer le premier courant électrique et le deuxième courant électrique circulant à travers le deuxième conducteur électrique ;

- le deuxième conducteur électrique présente une deuxième résistance électrique, le deuxième appareil de mesure comportant un deuxième capteur de tension pour mesurer la tension électrique aux bornes de la deuxième résistance électrique ;

- la capacité électrique C_{pt} est calculée par l'unité de calcul selon l'équation :

5

$$C_{pt} = \frac{U_{m1} - U_{m2}}{\omega \times R_m (1 - K') \times (U_p - U_{m1})}$$

10

où U_{m1} et U_{m2} sont, respectivement, les tensions électriques mesurées par les premier et deuxième appareils de mesure, ω est la pulsation du courant alternatif circulant dans le réseau électrique aérien, U_p est la tension électrique aux bornes du générateur injectant le deuxième courant électrique, R_m est égal à la valeur de la première résistance et K' est une valeur numérique qui dépend du rapport entre la distance d' et la distance d , d étant la distance entre la première plaque et la ligne électrique et d' étant la distance entre la deuxième plaque et la ligne électrique ;

15

- lorsque le premier et le deuxième capteurs sont accrochés à la ligne électrique, le dispositif comporte des première et deuxième capacités électriques parasites qui relient, respectivement, les première et deuxième plaques à la ligne électrique et autorisent la circulation, depuis la ligne électrique, de premier et deuxième courants électriques de fuite ;

20

- la valeur K' est égale au rapport entre le deuxième et premier courants électriques de fuite ;

- la fréquence du deuxième courant électrique injecté est comprise entre 1 kHz et 1 MHz, de préférence entre 10 kHz et 100 kHz ;

- la grandeur électrique est la tension de la phase du courant alternatif.

25

Selon un autre aspect, l'invention concerne un procédé de mesure d'une grandeur électrique d'une phase d'un courant électrique alternatif dans un réseau électrique aérien, ce procédé comportant :

a) l'accrochage d'un capteur à une ligne électrique aérienne du réseau électrique, ce capteur comprenant :

30

- une plaque électriquement conductrice,

- un conducteur électrique, configuré pour raccorder électriquement la plaque à la ligne électrique, de sorte qu'un premier courant électrique circule depuis la ligne électrique au travers du conducteur électrique,

b) la mesure du courant électrique circulant au travers du premier conducteur électrique, au moyen d'un appareil de mesure,

c) le calcul de la grandeur électrique, au moyen d'une unité de calcul, à partir du premier courant électrique mesuré et de la valeur de la capacité électrique entre la plaque et le sol,

caractérisé en ce que le procédé comporte, préalablement à l'accrochage, une séquence d'étalonnage pour déterminer une valeur de la capacité électrique, cette séquence d'étalonnage comprenant :

i) l'injection, au moyen d'un générateur, d'un deuxième courant électrique au travers du conducteur électrique, ce deuxième courant électrique présentant une fréquence différente de la fréquence du premier courant électrique,

ii) la mesure, à l'aide de l'appareil de mesure, du deuxième courant électrique circulant dans le conducteur électrique,

iii) la détermination via l'unité de calcul et en fonction du deuxième courant électrique mesuré, de la valeur de la capacité électrique.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre, d'un mode de réalisation d'un dispositif de mesure donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement une portion d'un réseau électrique aérien pourvu d'un dispositif selon un premier mode de réalisation de l'invention pour mesurer une grandeur électrique d'une phase d'un courant électrique alternatif de ce réseau ;

- la figure 2 représente schématiquement une unité de calcul du dispositif de mesure de la figure 1 ;

- la figure 3 est un ordinogramme d'un procédé de mesure d'une grandeur électrique d'une phase d'un courant électrique alternatif au moyen du dispositif de mesure de la figure 1 ;

- la figure 4 représente schématiquement une portion d'un réseau électrique aérien pourvu d'un dispositif selon un autre mode de réalisation de l'invention pour mesurer une grandeur électrique d'une phase d'un courant électrique alternatif de ce réseau.

La figure 1 représente un dispositif 1 de mesure d'une grandeur électrique d'une phase d'un courant alternatif dans un réseau électrique aérien 2.

Le réseau 2 est configuré pour transporter un courant électrique alternatif. Par exemple, le réseau 2 est un réseau de distribution électrique à moyenne tension. Dans

cet exemple, ce courant électrique alternatif est un courant triphasé et présente une fréquence de 50Hz. En variante, ce courant présente une fréquence de 60 Hz.

Par exemple, le réseau 2 comporte trois lignes électriques aériennes 21, 22, 23, pour acheminer respectivement trois phases électriques du courant électrique alternatif triphasé décrit précédemment. Ces trois lignes 21, 22, 23 sont supposées identiques. Aussi, seule la ligne 21 est décrite en détail dans ce qui suit.

La ligne 21 raccorde électriquement une source électrique 24 du réseau 2 à une charge électrique 25 à alimenter. La source 24 génère le courant électrique alternatif tandis que la charge 25 consomme ce courant. La source 24 comporte ici un transformateur haute tension – moyenne tension. De façon connue, on modélise les propriétés électriques de la ligne 21 au moyen d'une impédance de ligne R_L , placée en série entre la source 24 et la charge 25 et d'une capacité de ligne C_L , qui raccorde électriquement la ligne 21 au sol 10.

La ligne 21 s'étend dans l'air et au-dessus du sol 10. Elle s'étend à une hauteur H par rapport au sol 10. La hauteur H est mesurée entre la ligne 21 et le sol 10 le long d'un axe vertical (non illustré), au niveau de l'emplacement où est positionné le dispositif 1. La hauteur H est par exemple supérieure ou égale à 3m, de préférence encore supérieure ou égale à 5m. Ici, la hauteur H est égale à 10m.

Dans cet exemple, la grandeur électrique que l'on souhaite déterminer à l'aide du dispositif 1 est la tension électrique U de la phase électrique associée à la ligne 21, par rapport au sol 10. Le sol 10 est ici raccordé électriquement à la masse électrique GND.

Le dispositif 1 comporte un capteur 3, un générateur 7 et une unité de calcul 8.

Le capteur 3 comporte une plaque 31 électriquement conductrice et un conducteur électrique 32. Le capteur 3 est en outre configuré pour être accroché à la ligne 21 et, en alternance, décroché de la ligne 21. Pour ce faire, il comporte un dispositif d'accrochage à la ligne 21, tel qu'une pince ou un crochet.

Le conducteur 32 raccorde électriquement la plaque 31 à la ligne électrique 21. Il permet la circulation d'un courant électrique I_1 depuis la ligne 21 vers la première plaque 31 lorsque le capteur 3 est accroché à la ligne 21. La fréquence du courant I_1 est ici égale à la fréquence du courant électrique triphasé circulant dans le réseau 2. Cette fréquence est par exemple égale à 50 Hz.

On note « d » la distance entre la plaque 31 et la ligne 21 lorsque le capteur 3 est accroché à la ligne 21. Cette distance d est mesurée entre la ligne 21 et le centre géométrique de la première plaque 31. Avantagusement, la distance d est inférieure à

5% ou à 2% de la hauteur H. De préférence, la distance d est comprise entre 1 cm et 1 m, par exemple égale à 10 cm.

On note « D » la distance entre la plaque 31 et le sol 10 lorsque le capteur 3 est accroché à la ligne 21. La distance D est mesurée le long de l'axe vertical entre le centre géométrique de la plaque 31 et le sol 10. Par exemple, la distance D est au moins supérieure à 50% de la hauteur H.

La plaque 31 forme un condensateur avec une capacité électrique C_{pt1} par rapport au sol 10, dite capacité plaque-terre. Ainsi, lorsque le capteur 3 est accroché à la ligne 21, la capacité de ligne C_L , d'une part, et l'ensemble formé du conducteur 32, de la plaque 31 et donc de la capacité plaque-terre C_{pt1} , d'autre part, sont raccordés en parallèle entre la ligne 21 et le sol 10. Le courant électrique I_1 circule depuis la ligne 21 jusque dans la plaque 31 et circule ensuite jusqu'à la masse GND via la capacité plaque-terre C_{pt1} , puis jusqu'à la ligne 21 par l'intermédiaire de la capacité de ligne C_L . Lorsque seul le courant I_1 circule dans le dispositif 1, sa valeur est ainsi donnée par la formule :

$$U = \frac{I_1}{\omega \times C_{pt1}} \quad (1)$$

où ω est la pulsation du courant électrique alternatif circulant dans le réseau 2.

La valeur de la capacité plaque-terre C_{pt1} dépend par exemple des dimensions de la plaque 31, de la distance D et de propriétés diélectriques du milieu séparant la plaque 31 du sol 10, ici de l'air. Ces propriétés diélectriques dépendent des conditions environnementales, telles que la température ou le taux d'humidité de l'air autour de la plaque 31. Dans cet exemple, la valeur de la capacité plaque-terre C_{pt1} est inférieure ou égale à 10 picroFarad, de préférence inférieure ou égale à 1 picroFarad, et est supérieure ou égale 10 femtoFarad, de préférence supérieure ou égale à 100 femtoFarad.

La plaque 31 présente ici une forme plane. En variante, la plaque 31 présente une forme différente, par exemple incurvée. La superficie de la plaque 31 est ici inférieure à 100cm², voire à 50cm², par exemple égale à 12cm².

La plaque 31 est formée d'un matériau électriquement conducteur, tel que du métal. Ici, une couche métallique est déposée sur un support non métallique, tel qu'une plaque de résine époxy.

Du fait de cette dépendance de la valeur de la capacité plaque-terre C_{pt1} aux conditions environnementales, la mesure du seul courant électrique I_1 n'est pas suffisante pour obtenir une détermination précise de sa valeur.

Pour ce faire, un courant électrique I_2 est injecté au travers du conducteur 32 puis mesuré séparément du courant I_1 . Le courant I_2 présente une fréquence différente de la fréquence du courant I_1 . Par exemple, le courant I_2 présente une fréquence comprise

entre 1 kHz et 1 MHz, de préférence entre 10 kHz et 100 kHz. Dans cet exemple, le courant I_1 présente une fréquence égale à 50 kHz.

A cet effet, le générateur 7 est connecté électriquement au conducteur 32 ainsi qu'à la ligne 21. Plus précisément, il relie la ligne 21 en série avec une extrémité du conducteur 32. Le conducteur 32 n'est donc pas ici directement raccordé à la ligne 21.

Ce générateur 7 comporte par exemple un générateur d'impulsions commandable, alimenté électriquement par un circuit d'alimentation dédié (non illustré sur la figure 1). On note « U_p » la tension électrique aux bornes du générateur injectant le courant I_2 .

Le dispositif 1 comporte en outre un appareil de mesure 4, configuré pour mesurer le courant électrique circulant au travers du conducteur 32. Dans cet exemple, le conducteur 32 comporte une résistance électrique 41 qui présente une valeur R_m connue. L'appareil 4 comporte un capteur de tension 42 pour mesurer une tension électrique aux bornes de la résistance 41. Une tension électrique U_1 s'établit aux bornes de cette résistance 41 lorsqu'un courant électrique circule au travers du conducteur 32. De préférence, la résistance R_m ne dépend pas de la fréquence.

L'appareil 4 comporte en outre un circuit de filtrage en fréquence du courant mesuré dans le conducteur 32. Ce circuit de filtrage est apte à éliminer sélectivement, du courant mesuré dans le conducteur 32, des composantes de ce courant ayant une ou plusieurs fréquences prédéfinies. Cela permet alors de mesurer séparément les courants I_1 et I_2 de fréquences différentes. Ici, ce circuit de filtrage est intégré au capteur de tension 42.

Dans cet exemple, l'appareil 4 présente un gain G de mesure. Le gain G est ici égal au rapport, ou ratio, entre la tension U_{m1} donnée par l'appareil 4 comme résultat de la mesure et la tension U_1 aux bornes de la résistance 41. Ce gain G a une valeur connue et ajustable lors de la fabrication du dispositif 1.

La figure 2 représente une unité électronique de calcul 8 du dispositif 1. Cette unité 8 comporte un calculateur électronique 81, un support d'enregistrement d'informations 82 et une interface d'échange de données 83 qui communiquent ensemble via un bus d'échange de données de l'unité 8. Le calculateur 81 est configuré pour exécuter des instructions contenues dans le support 82. Par exemple, il s'agit d'un microprocesseur. Le support 82 enregistre des instructions pour l'exécution du procédé de la figure 3 lorsqu'elles sont exécutées par le calculateur 81. Par exemple, le support 82 comporte un module de mémoire non-volatile, tel qu'un module Flash ou EEPROM. L'interface 83 permet un échange de données entre l'unité 8, l'appareil 4 et le générateur 7, auxquels elle est connectée par des liaisons de données non illustrées.

L'unité 8 est configurée pour calculer la valeur de la capacité plaque-terre C_{pt} . L'unité 8 est en outre configurée pour calculer la tension électrique U de la phase du courant circulant dans la ligne 21 à partir des valeurs du courant I_1 mesurées par l'appareil 4, ainsi que de la capacité plaque-terre C_{pt1} calculée. Ce calcul de la valeur de la capacité plaque-terre C_{pt1} est ici réalisé selon la formule :

$$U_p = \frac{I_2}{\omega \times C_{pt1}} \quad (2)$$

L'injection du courant I_2 , avec une amplitude connue, permet de mesurer la valeur de la capacité plaque-terre C_{pt1} avant une mesure de la tension U , de manière à prendre en compte une valeur actualisée de la capacité plaque-terre C_{pt1} lors de la détermination de la tension U . De cette manière, le dispositif 1 est étalonné facilement et simplement, pour obtenir une mesure plus fiable de la tension U . Au contraire, dans l'état de la technique, la détermination de la tension U se fait avec une valeur prédéfinie de la capacité plaque-terre C_{pt1} .

Le choix d'une fréquence du courant I_2 différente de celle du courant I_1 permet de mesurer séparément ces courants I_1 et I_2 à l'aide du même appareil 4.

Un exemple de fonctionnement du dispositif 1 pour mesurer la tension électrique U de la phase électrique associée à la ligne 21 va maintenant être décrit en référence à l'ordinogramme de la figure 3 et à l'aide des figures 1 et 2.

Initialement, lors d'une étape 1000, le dispositif 1 est connecté à la ligne 21. Par exemple, le capteur 3 est accroché à la ligne 21, au moyen du dispositif d'accrochage. Une fois ce capteur 3 accroché, le courant I_1 circule depuis la ligne 21 vers la plaque 31.

Ensuite, lors d'une étape 1002, le courant électrique I_2 est injecté par le générateur 7 au travers du conducteur 32. Par exemple, l'unité 8 commande le générateur 7 pour qu'il génère une ou plusieurs impulsions électriques entre ses bornes avec la tension U_p . Le courant I_2 circule ensuite en direction de la ligne 21 par l'intermédiaire de la plaque 31, de la masse électrique GND, de la capacité plaque-terre C_{pt1} et de la capacité de ligne C_L .

Lors d'une étape 1004, le courant électrique I_2 injecté est mesuré dans le conducteur 32, via l'appareil de mesure 4. Par exemple, le capteur de tension 42 mesure la tension U_1 , qui correspond à la superposition des courants I_1 , I_2 circulant dans le conducteur 32. La tension U_1 mesurée est alors filtrée en fréquence pour en éliminer la composante à basse fréquence qui correspond au courant I_1 , par exemple avec une fréquence de coupure égale à 1 kHz pour éliminer les composantes correspondant à des fréquences inférieures à 1kHz. Le capteur de tension 42 délivre ensuite la valeur U_{m1} comme résultat de la mesure.

Lors d'une étape 1006 suivante, l'unité 8 détermine la valeur de la capacité plaque-terre C_{pt1} en fonction des courants mesurés par l'appareil 4 lors de l'étape 1004. Par exemple, la tension U_{m1} est acquise par l'unité 8. L'unité 8 calcule ensuite la valeur de la capacité plaque-terre C_{pt1} selon l'équation (2) précédemment mentionnée.

5 Ces étapes 1002, 1004 et 1006 forment ainsi une séquence d'étalonnage du dispositif 1, pour actualiser la valeur de la capacité plaque-terre C_{pt1} . De cette façon, les étapes ultérieures du procédé sont réalisées avec la valeur de capacité actualisée.

10 Lors d'une étape ultérieure 1008, la valeur du courant I_1 circulant dans le conducteur 32 est mesurée à l'aide de l'appareil 4. A ce stade, il n'est plus nécessaire d'injecter le courant I_2 . Par exemple, le générateur 7 est arrêté. Par exemple, le capteur de tension 42 mesure la tension U_1 aux bornes du conducteur 32. Le signal mesuré est filtré en fréquence pour éliminer la composante à haute fréquence et ne conserver ainsi que la composante qui correspond au courant I_1 , par exemple avec une fréquence de coupure égale à 1 kHz. Le capteur de tension 42 délivre alors la valeur U_{m1} comme
15 résultat de la mesure.

Enfin, lors d'une étape 1010, la tension U est déterminée par l'unité 8 à partir du courant I_1 mesuré par l'appareil 4 lors de l'étape 1008 et de la valeur de la capacité plaque-terre C_{pt1} calculée lors de l'étape 1006. Par exemple, la valeur de tension U_{m1} mesurée lors de l'étape 1008 est acquise par l'unité 8. Le calcul de la tension U est alors
20 effectué selon l'équation (1) précédemment définie.

Bien que la détermination de la capacité plaque-terre C_{pt1} soit améliorée grâce au dispositif 1, elle est susceptible d'être encore améliorée. En effet, lorsque le capteur 3 est accroché à la ligne 21, il se forme une première capacité électrique parasite C_{cp1} entre la plaque 31 et la ligne 21. Cette première capacité parasite C_{cp1} engendre la circulation d'un
25 premier courant électrique de fuite I_{F1} circulant depuis la ligne 21 via le conducteur 32 et la plaque 31 vers la ligne 21. L'intensité du premier courant de fuite I_{F1} dépend de la valeur de la première capacité parasite C_{cp1} . La valeur de la première capacité parasite C_{cp1} est notamment fonction de la distance d entre la première plaque 31 et la ligne 21. Le premier courant de fuite I_{F1} présente une fréquence supérieure à celle du courant I_1 . La première
30 capacité parasite C_{cp1} correspond à une somme de plusieurs capacités parasites.

La figure 4 représente un dispositif 1' de mesure de la grandeur électrique dans le réseau électrique aérien 2, qui remplace avantageusement le dispositif 1 en améliorant encore la détermination de la première capacité plaque-terre C_{pt1} . Pour simplifier la figure 4, les lignes 22 et 23 ne sont pas représentées. Le dispositif 1' comporte le capteur 3,

appelé par la suite premier capteur 3, et un deuxième capteur 5, le générateur 7 et l'unité de calcul 8.

Dans ce qui suit, de manière analogue, la plaque 31 et le conducteur 32 sont nommés respectivement « première plaque 31 » et « premier conducteur 32 », la capacité plaque-terre C_{pt1} est nommée « première capacité C_{pt1} » et l'appareil 4 est nommé « premier appareil 4 ».

Le deuxième capteur 5 comporte une deuxième plaque électriquement conductrice 51 et un deuxième conducteur électrique 52. Le deuxième capteur 5 est en outre configuré pour être accroché à la ligne 21.

Dans cet exemple, les capteurs 3 et 5 sont raccordés mécaniquement l'un avec l'autre. Par exemple, ils sont logés à l'intérieur d'un même boîtier (non illustré) du dispositif 1. Ainsi, les capteurs 3 et 5 sont accrochés à la ligne 21 simultanément, par exemple grâce au dispositif d'accrochage du premier capteur 3. En variante, ce dispositif d'accrochage appartient au deuxième capteur 5 ou bien est à l'extérieur des capteurs 3 et 5. En variante, chacun des capteurs 3 et 5 comporte son propre dispositif d'accrochage.

Ici, les capteurs 3 et 5 sont identiques et se distinguent seulement par leur position respective par rapport à la ligne 21.

Le deuxième capteur 5 est accroché à la ligne 21 à une distance « d' » différente de la distance d. On note D' la hauteur par rapport au sol 10 du deuxième capteur 5.

On note K le rapport, ou ratio, entre la distance d' et la distance d. Ce rapport K est strictement supérieur à 1. Par exemple, il est compris entre 2 et 50, et, préférentiellement, entre 2 et 10. Dans cet exemple, le rapport K est égal à 2.

Avantageusement, les capteurs 3 et 5 sont placés de manière fixe l'un par rapport à l'autre au sein du dispositif 1' de telle sorte que les distances d et d' et que le rapport K ne varient pas une fois que les capteurs 3 et 5 sont tous deux accrochés à la ligne 21.

La deuxième plaque 51 et le deuxième conducteur 52 jouent le même rôle, respectivement, que la plaque 31 et le deuxième conducteur 32. Tout ce qui a été décrit en référence à la première plaque 31 et au premier conducteur 32 s'applique, respectivement, à la deuxième plaque 51 et au deuxième conducteur 52.

Ainsi, le deuxième conducteur 52 raccorde électriquement la deuxième plaque 51 à la ligne 21, pour la circulation d'au moins une partie du courant électrique I_1 depuis la ligne 21 vers la deuxième plaque 51. De la même façon, la deuxième plaque 51 définit une capacité électrique C_{pt2} par rapport au sol 10, dite deuxième capacité plaque-terre. Ainsi, lorsque le deuxième capteur 5 est accroché à la ligne 21, la capacité de ligne C_L , d'une part, et l'ensemble formé du deuxième conducteur 52, de la deuxième plaque 51 et

de la deuxième capacité plaque-terre C_{pt2} , d'autre part, sont raccordés en parallèle entre la ligne 21 et le sol 10. Ainsi, lorsque seul le courant I_1 circule dans le deuxième conducteur 52, sa valeur est donnée par la formule :

$$U = \frac{I_1}{\omega \times C_{pt2}} \quad (3)$$

5 La valeur de la deuxième capacité plaque-terre C_{pt2} dépend par exemple de la distance D' et des propriétés diélectriques du milieu séparant la deuxième plaque 51 du sol 10.

De même, on note C_{cp2} une deuxième capacité parasite entre la deuxième plaque 51 et la ligne 21. Cette deuxième capacité parasite C_{cp2} permet la circulation d'un
10 deuxième courant électrique de fuite I_{F2} le long du deuxième conducteur 52 et de la deuxième plaque 51 vers la ligne 21. L'intensité du deuxième courant de fuite I_{F2} dépend de la valeur de la deuxième capacité parasite C_{cp2} . La valeur de la deuxième capacité parasite C_{cp2} est par exemple fonction de la distance d' entre la plaque 51 et la ligne 21.

Compte tenu de la valeur du rapport K et de la valeur de la distance d par rapport
15 à la hauteur H de la ligne 21, la distance D' est ici du même ordre de grandeur que la distance D , c'est-à-dire égale à 10% près, voire à 5% près, voire encore à 2% près. De plus, du fait que les capteurs 3 et 5 sont situés proches l'un de l'autre, par exemple à une distance inférieure à 1m, les propriétés diélectriques du milieu séparant les plaques 31 et 51 du sol sont essentiellement les mêmes. De plus, les plaques 31 et 51 sont ici
20 identiques. Il en résulte que les valeurs des première et deuxième capacités plaque-terre C_{pt1} et C_{pt2} sont très proches l'une de l'autre et varient de concert l'une avec l'autre lorsque les propriétés diélectriques de l'air varient. Ces première et deuxième capacités plaque-terre C_{pt1} et C_{pt2} sont alors considérées égales à une même valeur de capacité plaque-terre C_{pt} . Dans ce qui suit et sauf mention contraire, le dispositif 1' cherche à
25 déterminer cette valeur de capacité plaque-terre C_{pt} .

Les première et deuxième capacités parasites C_{cp1} et C_{cp2} présentent ici des valeurs différentes dont le rapport reste de préférence constant au cours du temps. Le rapport entre les valeurs des première et deuxième capacités parasites C_{cp2} et C_{cp1} est
30 fonction du rapport K . En théorie, dans le cas où les plaques 31 et 51 sont rigoureusement identiques et présentent une même orientation vers la ligne 21, ce rapport entre les valeurs des première et deuxième capacités parasites C_{cp2} et C_{cp1} est proportionnel au rapport K . Cependant, en pratique, les plaques 31 et 51 ne sont pas toujours identiques, ni orientées de la même façon vers la ligne 21. Ce rapport n'est alors pas rigoureusement proportionnel au rapport K . Dans cet exemple, ce rapport est
35 proportionnel au rapport K à 10% près, ou à 20% près, ou encore à 30% près.

On note K' le rapport, en ratio, entre le deuxième courant de fuite I_{F2} et le premier courant de fuite I_{F1} . Le rapport K' présente donc ici une valeur qui dépend du rapport K .

En pratique, la valeur du rapport K' est prédéfinie, par exemple lors d'une phase finale de fabrication du dispositif 1'. Pour ce faire, une tension connue est mesurée à l'aide du dispositif 1', et la valeur du rapport K' est déterminée au moyen de l'équation (5) décrite ci-après. La valeur du rapport K' ainsi déterminée est enregistrée, par exemple, au sein de l'unité 8, et les valeurs des gains G et G' sont réglées en conséquence. Puisque le support K n'est pas supposé varier lors du fonctionnement du dispositif 1', la valeur du support K' ainsi déterminée est utilisable par la suite.

Dans cet exemple, le générateur 7 est connecté électriquement aux conducteurs 32 et 52 ainsi qu'à la ligne 21. Plus précisément, il relie la ligne 21 en série avec un point de jonction entre les extrémités respectives des conducteurs 32 et 52. Les conducteurs 32 et 52 ne sont donc pas ici directement raccordés à la ligne 21. Ici, la connexion du générateur 7 à la ligne 21 et aux capteurs 3 et 5 est réalisée au moyen d'un transformateur 71. Des bornes de sortie du générateur 7 sont raccordées à un premier enroulement du transformateur 71. Ce premier enroulement est couplé à un second enroulement du transformateur 71 qui raccorde la ligne 21 à un point de jonction entre les extrémités respectives des conducteurs 32 et 52. Ce point de jonction est ici raccordé à une masse électrique flottante M . En variante, le transformateur 71 n'est pas présent. Le générateur 7 est alors connecté directement en série entre la ligne 21 et le point de jonction.

Avantageusement, le rapport, ou ratio, entre, d'une part, la distance entre le générateur 7 et la première plaque 31 et, d'autre part, entre le générateur 7 et la deuxième plaque 51 est égal, à 5% près, voire à 2% près, au rapport K' . De cette manière, le couplage électrique entre le générateur 7 et la deuxième plaque 51 est proportionnel, avec un coefficient de proportionnalité égal au rapport K' , au couplage électrique entre le générateur 7 et la première plaque 31.

Le dispositif 1' comporte en outre un deuxième appareil de mesure 6. Ces premier et deuxième appareils 4 et 6 sont ici à l'intérieur du boîtier du dispositif 1'. En variante, les premier et deuxième appareils 4 et 6 sont disposés à l'extérieur du boîtier du dispositif 1'.

Le deuxième appareil 6 est configuré pour mesurer les courants électriques circulant au travers du deuxième conducteur 52. Le deuxième appareil 6 comporte ici un deuxième capteur de tension 62. Le deuxième appareil 6 joue vis-à-vis du deuxième conducteur 52 le même rôle que le premier appareil 4 vis-à-vis du premier conducteur 32.

Par exemple, le deuxième appareil 6 est identique au premier appareil 4, à la seule différence que le deuxième appareil 6 présente un gain de mesure noté G' .

Dans cet exemple, le deuxième conducteur 52 présente une résistance électrique 61 de valeur R'_m connue. On note U_2 la tension électrique aux bornes de cette résistance 61 lorsqu'un courant circule dans le deuxième conducteur 52 et « U_{m2} » le résultat de la mesure de cette tension U_2 . Le gain G' est donc égal au rapport entre U_{m2} et U_2 .

Avantageusement, les valeurs R_m et R'_m des résistances 41 et 61 ainsi que les gains G et G' sont choisies tels que :

$$\frac{R'_m}{R_m} \times \frac{G'}{G} = K' \quad (4)$$

10 à 5% près, voire à 2% près.

Dans cet exemple, les valeurs des gains G et G' sont égales. Dans ce cas, le ratio des valeurs R'_m et R_m est égal à 5% près, voire à 2% près, au rapport K' .

En variante, les valeurs des résistances R_m et R'_m sont égales. Le ratio entre le gain G' et le gain G est égal à 5% près, voire à 2% près, au rapport K' . Les valeurs de gains G et G' sont par exemple réglées à une valeur souhaitée lors de la fabrication du dispositif 1' et ne sont plus modifiées ensuite. En variante, les gains G et G' ne sont pas incorporés dans les appareils 4 et 6 mais sont ajoutés lors du traitement, par l'unité 8, des données mesurées par ces appareils 4 et 6.

20 Les appareils 4 et 6 sont alimentés électriquement au moyen d'un circuit d'alimentation distinct de l'alimentation du générateur 7, par exemple un circuit commun aux appareils 4 et 6 et qui est relié à la masse électrique M.

Avantageusement, le dispositif 1' comporte un matériau dont le coefficient de permittivité ne varie pas au cours du temps et entourant les plaques 31 et 51. Par exemple, l'intérieur du boîtier du dispositif 1' est rempli d'une mousse synthétique. Cela permet d'éviter que les valeurs des capacités parasites varient de façon incontrôlée ou indépendante l'une de l'autre, au cas où les propriétés diélectriques de l'air environnant autour de la ligne 21 et des plaques 31 et 51 varieraient.

Dans cet exemple, l'unité 8 est en outre configurée pour calculer la valeur de la capacité plaque-terre C_{pt} . L'unité 8 est par exemple logée à l'intérieur du boîtier du dispositif 1'. En variante, l'unité 8 est déportée à l'extérieur de ce boîtier. L'unité 8 est en outre configurée pour calculer la tension électrique U de la phase du courant circulant dans la ligne 21 à partir des valeurs du courant I_1 mesurées par les appareils 4 et 6, ainsi que de la capacité plaque-terre C_{pt} calculée. Ce calcul de la valeur de la capacité plaque-terre C_{pt} est ici réalisé selon la formule :

$$35 \quad C_{pt} = \frac{U_{m1} - U_{m2}}{\omega \times R_m (1 - K') \times (U_p - U_{m1})} \quad (5)$$

Le dispositif 1' permet ainsi de calculer la valeur de la capacité plaque-terre C_{pt} sans prendre en compte des courants de fuite parasites qui se superposent au courant I_2 lors de la mesure de ce courant I_2 . En effet, les courants de fuite I_{F1} et I_{F2} , dus aux capacités parasites C_{cp1} et C_{cp2} , présentent une fréquence du même ordre de grandeur que celle du courant I_2 . Comme ces courants de fuite I_{F1} et I_{F2} viennent se superposer au courant électrique I_2 injecté, ils sont mesurés en même temps que le courant I_2 et n'en sont pas distingués. Cela introduit une erreur sur la valeur de la capacité plaque-terre C_{pt} calculée. Grâce au choix des valeurs de gain G , G' et des résistances R_m et R'_m selon le rapport K' , les composantes du courant électrique mesurées dans les conducteurs 32 et 52 liés à ces courants parasites et superposées au courant I_2 sont simplement éliminées en calculant la différence entre les valeurs de tension mesurées U_{m2} et U_{m1} , sans qu'il ne soit nécessaire d'avoir recours à des circuits de mesure complexes et plus sophistiqués. Il en résulte un calcul plus simple de la valeur de la capacité C_{pt} , tout en étant précis.

Le fonctionnement du dispositif 1' pour mesurer la tension électrique U de la phase électrique associée à la ligne 21 est analogue à celui du dispositif 1 décrit en référence à l'ordinogramme de la figure 3, à la différence près, notamment, que les capteurs 3 et 5 fonctionnent de concert, de sorte que :

- lors de l'étape 1000, les capteurs 3 et 5 sont accrochés simultanément à la ligne 21, au moyen du dispositif d'accrochage. Une fois ces capteurs 3 et 5 accrochés, le courant I_1 circule depuis la ligne 21 vers chacune des plaques 31 et 51.

- lors de l'étape 1002, le courant électrique I_2 est injecté par le générateur 7 au travers du conducteur 32 et du conducteur 52 et circule ensuite en direction de la ligne 21 par l'intermédiaire des plaques 31 et 51, de la masse électrique GND, des première et deuxième capacités plaque-terre C_{pt1} et C_{pt2} et de la capacité de ligne C_L .

- lors de l'étape 1004, le courant électrique I_2 injecté est mesuré dans les conducteurs 32 et 52, respectivement, via les appareils de mesure 4 et 6. Le fonctionnement du deuxième capteur de tension 62 est analogue à celui du premier capteur de tension 42, vis-à-vis du deuxième conducteur 52 et du courant de fuite I_{F2} . Le deuxième capteur de tension 62 délivre la valeur U_{m2} comme résultat de la mesure.

- lors de l'étape 1006, l'unité 8 détermine la valeur de la capacité plaque-terre C_{pt} en fonction des courants mesurés par chacun des appareils 4 et 6 lors de l'étape 1004. Par exemple, les tensions U_{m1} et U_{m2} sont acquises par l'unité 8. L'unité 8 calcule ensuite la valeur de la capacité plaque-terre C_{pt} selon la formule (5) précédemment définie.

- lors d'une étape 1010, la tension U est déterminée par l'unité 8 à partir du courant I_1 mesuré par l'un ou l'autre des appareils 4 et 6 lors de l'étape 1008 et de la valeur de la capacité plaque-terre C_{pt} calculée lors de l'étape 1006. Par exemple, la valeur de tension U_{m1} mesurée lors de l'étape 1008 est acquise par l'unité 8. Le calcul de la tension U est alors effectué selon l'équation :

$$U \approx \frac{I_1}{\omega \times C_{pt}} \quad (6)$$

REVENDICATIONS

1.- Dispositif (1 ; 1') de mesure d'une grandeur électrique (U) d'une phase d'un courant électrique alternatif dans un réseau électrique aérien (2), ce dispositif
5 comportant :

- un capteur (3, 5), configuré pour être accroché à une ligne électrique (21, 22, 23) du réseau électrique aérien, ce capteur (3, 5) comprenant :

- une plaque (31, 51) électriquement conductrice,
- un conducteur électrique (32, 52), configuré pour raccorder électriquement
10 la plaque à la ligne électrique, pour la circulation d'un premier courant électrique (I_1) depuis la ligne électrique à travers le conducteur électrique,

- une unité de calcul (8), configurée pour déterminer la grandeur électrique à partir d'une valeur du premier courant électrique (I_1) et d'une valeur d'une capacité électrique (C_{pt}) entre la plaque et le sol (10),

15 caractérisé en ce que le dispositif comporte en outre :

- un générateur (7), connecté électriquement au conducteur électrique et configuré pour injecter un deuxième courant électrique (I_2) à travers le conducteur électrique, ce deuxième courant électrique présentant une fréquence différente de la fréquence du premier courant électrique,

20 l'unité de calcul (8) étant en outre configurée pour calculer la valeur de la capacité électrique (C_{pt}) entre la plaque et le sol en fonction d'une valeur du deuxième courant électrique (I_2).

25 2.- Dispositif (1') selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre :

- une deuxième plaque (51) électriquement conductrice,

- un deuxième conducteur électrique (52), configuré pour raccorder électriquement la deuxième plaque à la ligne électrique (21) pour la circulation d'au moins une partie du premier courant électrique (I_1) depuis la ligne électrique vers la deuxième plaque (51) à
30 travers le deuxième conducteur électrique, le deuxième conducteur électrique étant raccordé électriquement en sortie du générateur (7) pour la circulation d'au moins une partie du deuxième courant injecté à travers le deuxième conducteur.

35 3.- Dispositif (1 ; 1') selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le dispositif comporte en outre un premier appareil de mesure (4) configuré pour mesurer le

premier courant électrique (I_1) et le deuxième courant électrique (I_2) circulant à travers le conducteur électrique (32).

4.- Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le premier conducteur électrique (32) présente une première résistance électrique (41), le premier appareil de mesure (4) comportant un premier capteur de tension (42) pour mesurer la tension électrique aux bornes de la première résistance électrique (41).

5.- Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que le dispositif comporte en outre un deuxième appareil (6) de mesure configuré pour mesurer le premier courant électrique (I_1) et le deuxième courant électrique (I_2) circulant à travers le deuxième conducteur électrique (52).

6.- Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que le deuxième conducteur électrique (52) présente une deuxième résistance électrique (61), le deuxième appareil de mesure (6) comportant un deuxième capteur de tension (62) pour mesurer la tension électrique aux bornes de la deuxième résistance électrique (61).

7.- Dispositif selon les revendications 4 et 6, caractérisé en ce que la capacité électrique C_{pt} est calculée par l'unité de calcul (8) selon l'équation :

$$C_{pt} = \frac{U_{m1} - U_{m2}}{\omega \times R_m (1 - K') \times (U_p - U_{m1})}$$

où U_{m1} et U_{m2} sont, respectivement, les tensions électriques mesurées par les premier et deuxième appareils de mesure (4, 6), ω est la pulsation du courant alternatif circulant dans le réseau électrique aérien (2), U_p est la tension électrique aux bornes du générateur (7) injectant le deuxième courant électrique (I_2), R_m est égal à la valeur de la première résistance (41) et K' est une valeur numérique qui dépend du rapport entre la distance d' et la distance d , d étant la distance entre la première plaque (31) et la ligne électrique (21) et d' étant la distance entre la deuxième plaque (51) et la ligne électrique (21).

8.- Dispositif (1') selon la revendication 7, caractérisé en ce que :

- lorsque le premier (3) et le deuxième (5) capteurs sont accrochés à la ligne électrique (21), le dispositif (1') comporte des première (C_{ep1}) et deuxième (C_{ep2}) capacités

électriques parasites qui relie, respectivement, les première (31) et deuxième (51) plaques à la ligne électrique (21) et autorisent la circulation, depuis la ligne électrique, de premier (I_{F1}) et deuxième (I_{F2}) courants électriques de fuite,

5 - la valeur K' est égale au rapport entre le deuxième (I_{F2}) et premier (I_{F1}) courants électriques de fuite.

9.- Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la fréquence du deuxième courant électrique injecté (I_2) est comprise entre 1 kHz et 1 MHz, de préférence entre 10 kHz et 100 kHz.

10

10.- Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la grandeur électrique (U) est la tension de la phase du courant alternatif.

11.- Procédé de mesure d'une grandeur électrique d'une phase d'un courant électrique alternatif dans un réseau électrique aérien (2), ce procédé comportant :

15

a) l'accrochage (1000) d'un capteur (3) à une ligne électrique aérienne (21) du réseau électrique, ce capteur (3) comprenant :

- une plaque (31) électriquement conductrice,

20

- un conducteur électrique (32), configuré pour raccorder électriquement la plaque à la ligne électrique, de sorte qu'un premier courant électrique (I_1) circule depuis la ligne électrique au travers du conducteur électrique,

b) la mesure (1008) du courant électrique circulant au travers du premier conducteur électrique, au moyen d'un appareil de mesure (4),

25

c) le calcul (1010) de la grandeur électrique (U), au moyen d'une unité de calcul (8), à partir du premier courant électrique mesuré et de la valeur de la capacité électrique (C_{pt}) entre la plaque (31) et le sol (51),

caractérisé en ce que le procédé comporte, préalablement à l'accrochage, une séquence d'étalonnage pour déterminer une valeur de la capacité électrique (C_{pt}), cette séquence d'étalonnage comprenant :

30

i) l'injection (1002), au moyen d'un générateur, d'un deuxième courant électrique (I_2) au travers du conducteur électrique, ce deuxième courant électrique présentant une fréquence différente de la fréquence du premier courant électrique,

ii) la mesure (1004), à l'aide de l'appareil de mesure (4), du deuxième courant électrique circulant dans le conducteur électrique,

iii) la détermination (1006) via l'unité de calcul (8) et en fonction du deuxième courant électrique mesuré, de la valeur de la capacité électrique (C_{pt}).

1/2

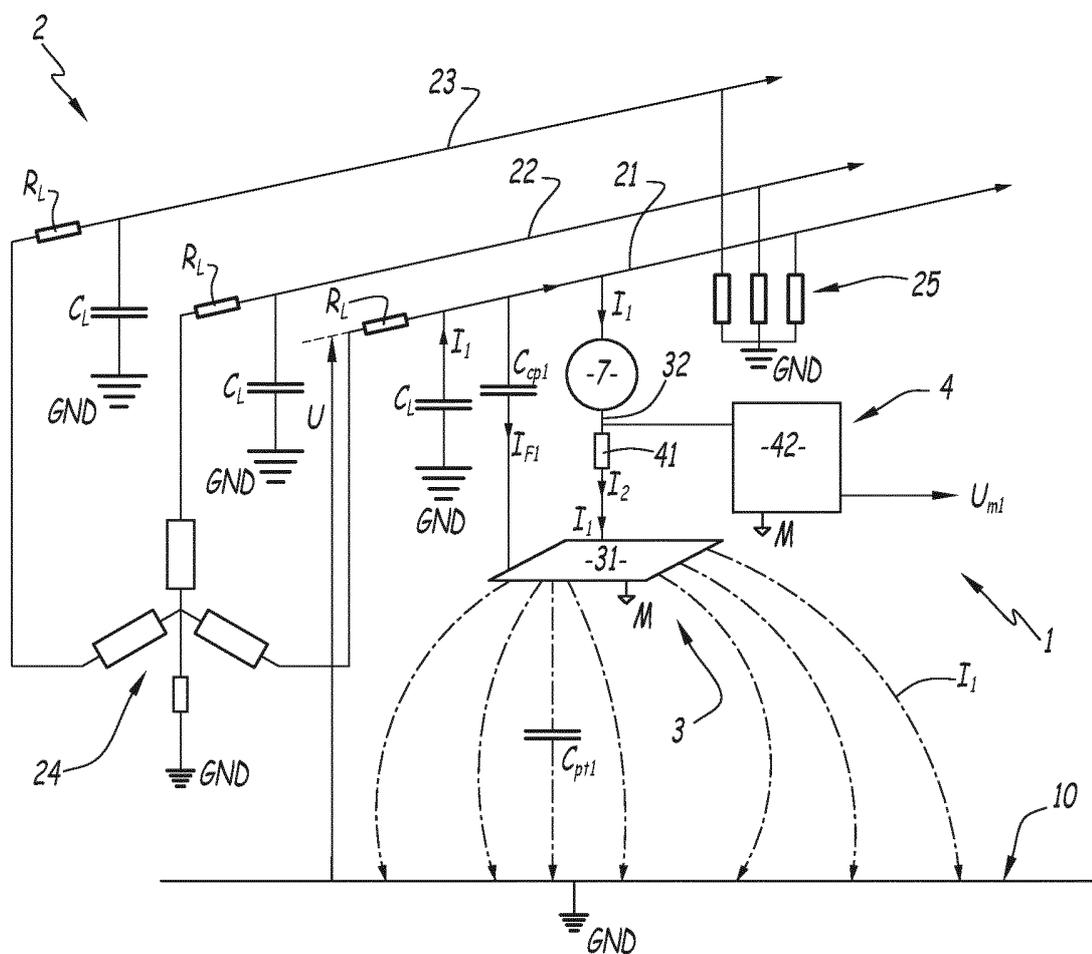


Fig.1

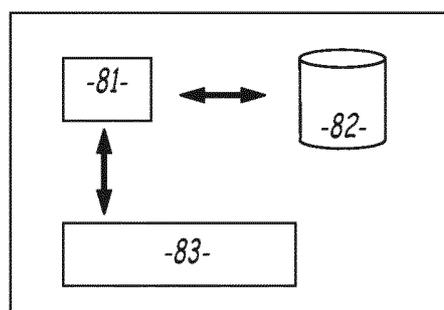


Fig.2

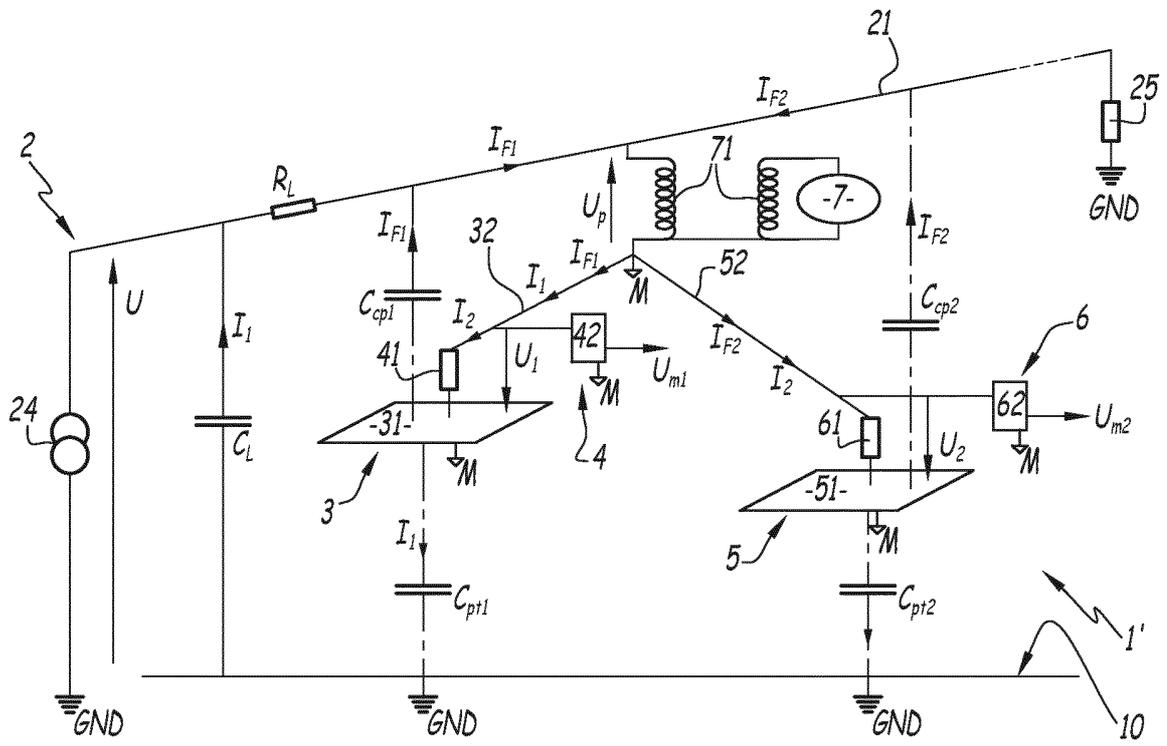


Fig.4

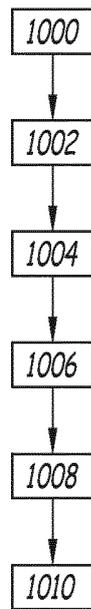


Fig.3

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 820302
FR 1651169

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		
A	US 2015/077088 A1 (DIVAN DEEPAKRAJ M [US] ET AL) 19 mars 2015 (2015-03-19) * abrégé; revendications 1-20; figures 1-12 * * alinéa [0008] - alinéa [0017] * * alinéa [0031] - alinéa [0096] *	1-11	G01R19/00
A	US 2014/035595 A1 (NETI PRABHAKAR [US] ET AL) 6 février 2014 (2014-02-06) * abrégé; revendications 1-20; figures 1-5 * * alinéa [0004] - alinéa [0006] * * alinéa [0014] - alinéa [0037] *	1-11	
A	US 2002/171433 A1 (WATANABE MASAHIRO [JP] ET AL) 21 novembre 2002 (2002-11-21) * abrégé; revendications 1-24; figures 1-20(c) * * alinéa [0006] - alinéa [0031] * * alinéa [0052] - alinéa [0133] *	1-11	
A	US 2013/229735 A1 (ROSTRON JOSEPH R [US]) 5 septembre 2013 (2013-09-05) * abrégé; revendications 1-15; figures 1-5 * * alinéa [0011] - alinéa [0012] * * alinéa [0018] - alinéa [0052] *	1-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G01R H04B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
27 octobre 2016		Nadal, Rafael	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
<p>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</p> <p>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</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1651169 FA 820302**

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 27-10-2016

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
US 2015077088 A1	19-03-2015	US 2015077088 A1 WO 2013158754 A1	19-03-2015 24-10-2013
US 2014035595 A1	06-02-2014	CN 103576022 A DE 102013107968 A1 US 2014035595 A1	12-02-2014 06-02-2014 06-02-2014
US 2002171433 A1	21-11-2002	JP 4134528 B2 JP 2002340939 A US 2002171433 A1	20-08-2008 27-11-2002 21-11-2002
US 2013229735 A1	05-09-2013	AUCUN	