(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
28 décembre 2017 (28.12.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/220913 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H04B 3/54 (2006.01) *H04B 3/487* (2015.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2017/051607

(22) Date de dépôt international :
19 juin 2017 (19.06.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1655906 24 juin 2016 (24.06.2016) FR

(71) Déposant : **ORANGE** [FR/FR] ; 78 rue Olivier de Serres, 75015 PARIS (FR).

(72) Inventeurs : **TARAFI, Rabah** ; 29 rue André Gide, 22300 LANNION (FR). **MOULIN, Fabienne** ; 4 impasse de l'Ile Tomé, 22660 TREVOU TREGUIGNEC (FR).

(74) Mandataire : **MATHAN, Luc** ; ORANGE IMT/OLPS/IPL/PATENTS, ORANGE GARDENS -, 44 avenue de la République - CS 50010, 92326 CHATILLON CEDEX (FR).

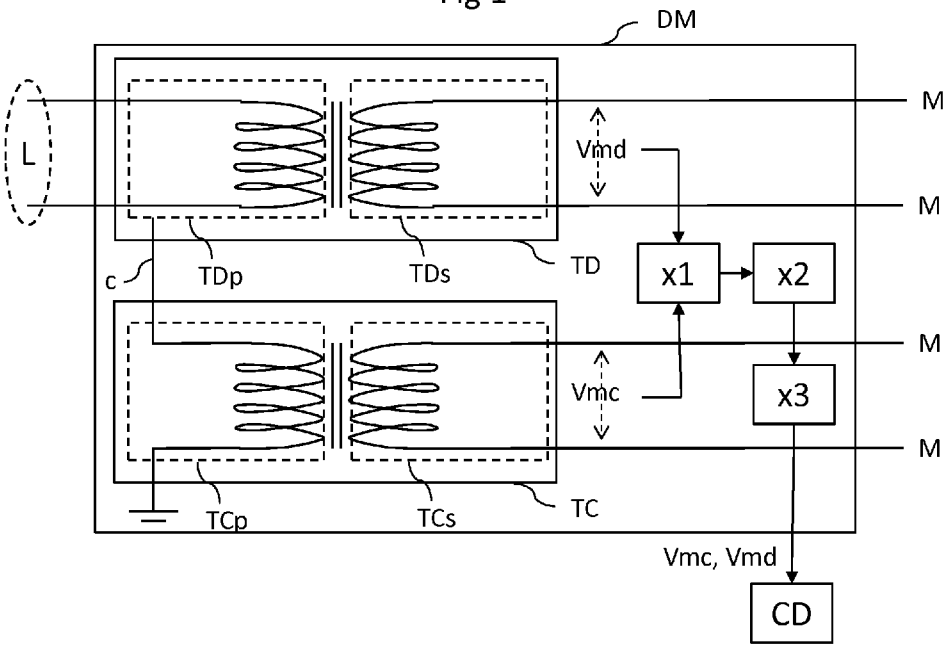
(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,

WO 2017/220913 A1

(54) Title: MEASUREMENT AND DIAGNOSIS OF EXTERNAL NOISE FOR A TWO-WIRE POWER LINE TRANSMISSION SYSTEM

(54) Titre : MESURE ET DIAGNOSTIC DE BRUIT EXTERNE POUR SYSTÈME DE TRANSMISSION SUR LIGNE ÉLECTRIQUE BIFILAIRE

Fig 1



(57) Abstract: The invention concerns a method for measuring common-mode and differential-mode noise on a two-wire power line (L) connected to a modem (M), using a measurement device (DM) comprising: · a first transformer (TD), referred to as the differential-mode circuit, comprising a primary side (TDp) connected to the two-wire line and a secondary side (TDs) connected to the modem, a voltage (Vmd) of the differential-mode circuit, referred to as the differential-mode noise voltage, existing on a plurality of carriers prior to the transmission of a data signal on the two-wire line; · a second transformer (TC), referred to as the common-mode circuit, comprising a primary side (TCp) connected by a wire (c) to the primary side (TDp) of the differential-mode circuit, and to a ground by another wire, and a secondary side (TCs) connected to the modem, a voltage (Vmc) of the common-mode

[Suite sur la page suivante]

SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

noise voltage, existing on the plurality of carriers prior to the transmission of a data signal on the two-wire line; · a module (x1) for measuring the common-mode and differential-mode noise voltages on the carriers of the plurality; · a module (x2) for generating vectors based on the voltages measured on the carriers; · a module (x3) for transmitting the vectorised measurements to a computer (CD) capable of providing a diagnosis based on the vectorised measurements. The invention also concerns a method for providing a diagnosis and the computer (CD) that implements it.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé pour mesurer des bruits de mode commun et de mode différentiel sur une ligne bifilaire électrique (L) connectée à un modem (M), à l'aide d'un dispositif de mesure (DM) comprenant : ·un premier transformateur (TD), dit circuit de mode différentiel, comprenant un côté primaire (TDp) connecté à la ligne bifilaire et un côté secondaire (TDs) connecté au modem, une tension (Vmd) du circuit de mode différentiel, dite tension de bruit de mode différentiel, existant sur une pluralité de porteuses préalablement à la transmission d'un signal de données sur la ligne bifilaire; ·un deuxième transformateur (TC), dit circuit de mode commun, comprenant un côté primaire (TCp) connecté par un fil (c) au côté primaire (TDp) du circuit de mode différentiel, et à une masse par un autre fil, et un côté secondaire (TCs) connecté au modem, une tension (Vmc) du circuit de mode commun, dite tension de bruit de mode commun, existant sur la pluralité de porteuses préalablement à la transmission d'un signal de données sur la ligne bifilaire; ·un module (x1) de mesure des tensions de bruit de mode commun et de mode différentiel sur les porteuses de la pluralité; ·un module (x2) de génération de vecteurs basés sur les tensions mesurées sur les porteuses; ·un module (x3) d'émission des mesures vectorisées vers un calculateur (CD) apte à fournir un diagnostic sur la base des mesures vectorisées. L'invention concerne aussi un procédé de fourniture de diagnostic et le calculateur (CD) qui le met en œuvre.

Mesure et diagnostic de bruit externe pour système de transmission sur ligne électrique bifilaire

1. Domaine de l'invention

La demande d'invention se situe dans le domaine du diagnostic des bruits électromagnétiques pour les systèmes de transmission par une paire de fils de cuivre (téléphoniques ou électriques), dits bifilaires.

2. Etat de la technique antérieure

Pour les systèmes de communication bifilaires, par exemple les systèmes DSL (Digital Subscriber Line), les problèmes de qualité de service, telles que des erreurs de transmission, un débit anormalement bas, des pertes de synchronisation fréquentes, des absences de synchronisation, sont majoritairement liés à des bruits électromagnétiques se couplant sur la ligne bifilaire et provenant de sources externes au câble.

Il existe deux origines possibles à la présence de ces bruits électromagnétiques externes sur la paire de cuivre :

1) soit le support de transmission a une mauvaise symétrie. Dans ce cas, il devient sensible et, même dans un environnement électromagnétique « normal », les bruits électromagnétiques qui se coupleront sur la ligne auront un impact négatif fort sur la qualité de service. Typiquement, les éléments qui créent une mauvaise symétrie sont les câbles à paires non torsadées (ou avec un long pas de torsadage), les mauvaises connectiques, les installations intérieures complexes, les balises RC3 pattes… Une action sera alors nécessaire au niveau du câblage.

2) soit le bruit présent sur la ligne est lié à un fort perturbateur électromagnétique ou à une proximité avec une source de perturbation électromagnétique (ex : parallélisme entre réseau électrique et réseau téléphonique au sein de la desserte interne). Dans ce cas, même si le support est symétrique, la source externe se couplera sur la ligne. Concernant les forts perturbateurs, on peut noter les alimentations à découpage dont les capacités électrochimiques vieillissent prématurément ou sont dégradées par une forte surtension. L'alimentation délivre alors

sur le réseau électrique un fort bruit électromagnétique qui se couple sur le réseau téléphonique dans le cas du DSL. Une action sera nécessaire pour localiser et supprimer le très fort perturbateur électromagnétique.

Il n'est pas possible de déterminer la présence et l'origine de bruit électromagnétique de source externe, et donc d'engager les actions correctives adéquates, sans procéder à des tests directement au niveau du modem à l'extrémité de la paire de fils, à l'aide d'un appareillage électrique de mesure et de diagnostic complexe et dédié. Si ce modem est situé chez un client, un déplacement d'un technicien est de plus nécessaire.

Un des buts de l'invention est de remédier à ces inconvénients de l'état de la technique.

3. Exposé de l'invention

L'invention vient améliorer la situation à l'aide d'un procédé de mesure de tensions représentatives d'une perturbation sur une ligne bifilaire électrique connectée à un modem de communication apte à recevoir par ladite ligne un signal de données selon une technologie de transmission particulière, le procédé étant mis en œuvre par un dispositif de mesure situé en coupure entre la ligne bifilaire et le modem, le dispositif de mesure comprenant :

- un premier transformateur, dit circuit de mode différentiel, comprenant un côté primaire connecté à la ligne bifilaire et un côté secondaire connecté au modem, une tension du circuit de mode différentiel, dite tension de bruit de mode différentiel, existant sur une pluralité de porteuses préalablement à la transmission d'un signal de données sur la ligne bifilaire ;
- un deuxième transformateur, dit circuit de mode commun, comprenant un côté primaire connecté par un fil au côté primaire du circuit de mode différentiel, et à une masse par un autre fil, et un côté secondaire connecté au modem, une tension du circuit de mode commun, dite tension de bruit de mode commun, existant sur la pluralité de porteuses préalablement à la transmission d'un signal de données sur la ligne bifilaire ;

le procédé comprenant les étapes suivantes :

- mesure d'au moins une tension, parmi un groupe de tensions comprenant la

tension de bruit de mode commun et la tension de bruit de mode différentiel, l'au moins une tension étant mesurée sur une pluralité de porteuses associée à la technologie de transmission ;

- génération, pour chaque tension mesurée, d'un vecteur de mesures dont les composantes sont les tensions mesurées sur des porteuses de la pluralité, le vecteur généré étant appelé mesure de tension ;
- émission de l'au moins une mesure de tension, à destination d'un calculateur apte à fournir un diagnostic relatif à une perturbation sur la ligne bifilaire en fonction de l'au moins un vecteur de mesures.

Grâce à ce procédé mesurant automatiquement le bruit de mode différentiel et le bruit de mode commun, et émettant l'une de ces mesures, ou les deux, vers un calculateur, le prélèvement des mesures et la fourniture du diagnostic sont deux opérations séparées dans le temps et dans l'espace.

Il n'est plus nécessaire qu'une personne se déplace sur le lieu du modem de communication, qui est par exemple une passerelle domestique DSL ou une prise CPL, pour effectuer les mesures avec un équipement de mesure tel qu'un oscilloscope numérique ou un analyseur de spectre.

Il est à noter que par "mesure" il faut en fait entendre "vecteur de mesures", car les mesures sont effectuées sur plusieurs porteuses, c'est-à-dire sur plusieurs fréquences utilisées pour transporter le signal de données sur la ligne bifilaire. La prise de mesure peut être faite en mode analogique sur un spectre étendu de fréquences, mais les tensions de bruit de mode commun ou de mode différentiel qui sont utiles à retenir sont celles mesurées sur des fréquences correspondant à des porteuses de la technologie de transmission utilisée par le modem. De préférence, les vecteurs de mesures générés comprennent une composante pour chacune des porteuses utilisées par la technologie de transmission particulière du modem. Les étapes de mesure de tensions et de génération de vecteurs de tension peuvent éventuellement être confondues en une seule étape si les composants matériels ou logiciels du dispositif le permettent.

Les mesures peuvent être prises plusieurs fois, à intervalle régulier ou non, tant qu'un signal de données n'est pas transmis sur la ligne bifilaire, afin de vérifier le caractère passager ou constant d'une perturbation.

Les mesures sont prises de préférence sur le côté secondaire des transformateurs TC ou TD, car c'est le côté connecté le modem.

Un avantage supplémentaire du procédé de mesure selon l'invention est qu'il peut être effectué même lorsqu'une transmission de données utiles sur la ligne n'est pas possible pour une raison quelconque, par exemple parce que l'extrémité émettrice de la ligne bifilaire n'arrive pas à se synchroniser avec l'extrémité réceptrice.

Selon un aspect de l'invention, seule la tension de bruit de mode commun est mesurée lors de l'étape de mesure.

Dans un mode de réalisation particulier, seul le bruit de mode commun est mesuré et la mesure émise. En effet pour diagnostiquer la présence de bruit externe sur la ligne bifilaire par exemple, cette mesure peut suffire.

Selon un aspect de l'invention, la tension de bruit de mode commun et la tension de bruit de mode différentiel sont mesurées lors de l'étape de mesure.

Dans un autre mode de réalisation, les deux types de bruit, de mode commun et différentiel sont mesurés, et leurs mesures émises. En effet pour diagnostiquer la symétrie de la ligne bifilaire par exemple, les deux mesures sont nécessaires.

Selon un aspect de l'invention, la tension de bruit de mode commun et la tension de bruit de mode différentiel sont mesurées au même instant lors de l'étape de mesure.

Lorsqu'une perturbation n'est pas constante, le diagnostic risque d'être faussé si les deux mesures de tension ne sont pas prises exactement au même instant. Avantageusement, ces deux mesures sont prises simultanément, ce qui, par ailleurs, est difficile voire impossible à un technicien utilisant la technique antérieure non automatisée, même s'il dispose de deux appareils de mesures distincts.

L'invention concerne aussi un procédé de fourniture d'un diagnostic relatif à une perturbation sur une ligne bifilaire électrique connectée à un modem de communication apte à recevoir par ladite ligne un signal de données selon une technologie de transmission particulière, le procédé comprenant les étapes suivantes:

- réception d'au moins une mesure de tension d'un groupe de mesures de tension

obtenues sur des transformateurs connectés à la ligne bifilaire, le groupe comprenant une mesure de tension de bruit de mode commun et une mesure de tension de bruit de mode différentiel, les mesures ayant été prises préalablement à la transmission d'un signal de données sur la ligne bifilaire ;

- application d'au moins une fonction de diagnostic à l'au moins une mesure de tension reçue ;
- fourniture d'un diagnostic relatif à la perturbation, en fonction du résultat de l'au moins une fonction.

Le diagnostic peut-être fourni sans qu'il soit nécessaire qu'une personne soit présente sur le lieu où se trouvent le modem ou les transformateurs. Il suffit que la personne ait connaissance du diagnostic fourni par le procédé, par exemple à l'aide d'un affichage déporté.

Un avantage supplémentaire du procédé de fourniture d'un diagnostic selon l'invention est que le diagnostic peut être effectué et exploité, même lorsque la transmission de données utiles sur la ligne n'est pas possible pour une raison quelconque.

Selon un aspect de l'invention, la mesure reçue est au moins la mesure de tension de bruit de mode commun, la fonction de diagnostic comprend une comparaison entre la mesure de tension de bruit de mode commun et un seuil, dit seuil de bruit externe, préalablement établi au moins en fonction d'un plan de fréquences utilisé par la technologie de transmission, et le diagnostic fourni indique la présence d'un bruit de source électromagnétique externe sur la ligne bifilaire si la mesure de tension de bruit de mode commun est supérieure ou égale au seuil de bruit externe.

Afin de déterminer si la ligne bifilaire est bruitée par des sources électromagnétiques externes, le bruit de mode commun doit être comparé à une référence préalablement établie.

Dans un mode de réalisation particulier, seule la mesure de bruit de mode commun est reçue. En effet, pour diagnostiquer la présence de bruit externe sur la ligne bifilaire, cette mesure peut suffire.

Lorsque les mesures de bruit sont effectuées sur plusieurs porteuses, une moyenne des valeurs obtenues sur chacune de porteuse, ou sur un sous-ensemble

des porteuses, peut être calculée pour effectuer cette comparaison.

Si la technologie de transmission est DSL, le bruit externe sera plutôt présent sur le circuit de mode commun, c'est donc le bruit de mode commun qui servir de comparaison au seuil de référence.

Le seuil de référence est le niveau de bruit sur le circuit de mode commun, obtenu en l'absence de sources électromagnétiques externes. Il s'agit d'une valeur qui dépend du type de modem et de la technologie de transmission utilisée (reADSL, ADSL, ADSL2, ADSL2+, VDSL2, G.fast, CPL, etc.), mais qui ne dépend pas de la configuration de la ligne, c'est-à-dire l'atténuation, le type de câble, la topologie en bus ou en étoile, etc.

Selon un aspect de l'invention, les mesures reçues sont la mesure de tension de bruit de mode commun et la mesure de tension de bruit de mode différentiel, et les fonctions de diagnostic comprennent :

- un calcul d'un rapport entre la mesure de tension de bruit de mode commun (Vmc) et la mesure de tension de bruit de mode différentiel (Vmd), dit rapport de conversion du bruit externe, pour les porteuses pour lesquelles un bruit de source externe est présent en mode commun et en mode différentiel,
- une comparaison entre le rapport de conversion du bruit externe et un seuil, dit seuil de symétrie, préalablement établi en fonction d'une configuration de réseau et d'un plan de fréquences utilisé par la technologie de transmission,

et le diagnostic fourni indique un état de symétrie de la ligne bifilaire si le rapport de conversion du bruit externe est supérieur ou égal au seuil de bruit externe.

Pour diagnostiquer la symétrie de la ligne bifilaire, seul le rapport de conversion de bruit externe suffit, mais dans une approche globale de diagnostic, il peut être souhaitable de procéder d'abord au diagnostic de bruit externe.

Si la comparaison avec le seuil de bruit externe indique que la ligne bifilaire est effectivement bruitée par une source externe, il reste à déterminer si l'origine du bruit est une dissymétrie de la ligne ou un perturbateur électromagnétique.

Le rapport de conversion du bruit externe permet d'indiquer cela. Ce rapport de conversion est basé sur le rapport de la mesure de bruit de mode commun sur la mesure de bruit de mode différentiel.

Plus le rapport de conversion est grand par rapport au seuil de symétrie, plus la

probabilité est grande que le bruit externe soit dû à un problème de perturbation électromagnétique extérieur à la ligne bifilaire.

Plus le rapport de conversion est faible par rapport au seuil de symétrie, plus la probabilité est grande que le bruit externe soit dû à une dissymétrie de la ligne, c'est-à-dire le plus souvent à un problème de qualité du câblage constituant la ligne bifilaire.

Dans un cas comme dans l'autre, le diagnostic donne une indication utile sur la façon de réduire, voire éliminer, le bruit externe, et ainsi améliorer la qualité de la réception du signal de données dans le terminal.

En effet, en cas de perturbation électromagnétique, les sources de rayonnement électromagnétique à proximité du câble sont à vérifier. Le bloc d'alimentation du terminal peut être défectueux, ou un réseau électrique ou télécom distinct peut être trop proche. Un remplacement du bloc, ou un éloignement de la ligne bifilaire de l'autre réseau électrique ou télécom peut suffire.

Par contre, En cas de dissymétrie, le câblage est à vérifier. La paire torsadée peut être abimée, ou le pas de torsadage trop grand. Le câble peut tout simplement être à remplacer.

Le seuil de symétrie dépend de la configuration de l'installation, et est déterminé en laboratoire à l'aide d'un modèle du modem sur l'ensemble des porteuses de la technologie de transmission utilisée, avec différentes qualités de câblage et de connectique. Dans une variante, un seuil bas et un seuil haut peuvent être déterminés, et un diagnostic neutre est alors fourni lorsque le rapport de conversion se situe entre le seuil bas et le seuil haut.

Selon un aspect de l'invention, la fonction de diagnostic comprend, préalablement au calcul du rapport, une élimination d'une ou plusieurs composantes des mesures de tension, si elle correspond à une porteuse pour laquelle un bruit ne présente pas un pic à la fois en mode différentiel et en mode commun.

Si pour une porteuse, la composante du vecteur de bruit de mode commun est sensiblement nulle alors que la composante du vecteur de bruit de mode différentiel ne l'est pas, ou inversement, le diagnostic risque d'être faussé. Avantageusement, cette composante de ces vecteurs n'est pas conservée dans les mesures utilisées pour calculer le rapport de conversion. Seules les composantes des vecteurs de bruit correspondant à des porteuses présentant du bruit manifeste dans les deux modes,

commun et différentiel, sont conservées pour les mesures de bruits destinées à être utilisées pour le diagnostic. De cette façon, seul le bruit provenant d'une source externe au câble est pris en compte.

Selon un aspect de l'invention, le rapport est proportionnel au logarithme du résultat de la division de la mesure de tension du bruit de mode commun par la mesure de tension du bruit de mode différentiel.

Ainsi, l'échelle des valeurs possible pour le rapport est régulière et plus facilement affichable sur un écran par exemple, que l'une des deux mesures soit supérieure à l'autre ou vice versa, c'est-à-dire que le résultat de la division soit inférieur ou supérieur à un.

Les différents aspects du procédé de mesures de tensions et du procédé de fourniture de diagnostic, qui viennent d'être décrits peuvent être mis en œuvre indépendamment les uns des autres ou en combinaison les uns avec les autres.

L'invention concerne aussi un dispositif de mesure de tensions représentatives d'une perturbation sur une ligne bifilaire électrique connectée à un modem de communication apte à recevoir par ladite ligne un signal de données selon une technologie de transmission particulière, le dispositif de mesure étant situé en coupure entre la ligne bifilaire et le modem, et comprenant :

- un premier transformateur, dit circuit de mode différentiel, comprenant un côté primaire connecté à la ligne bifilaire et un côté secondaire connecté au modem, une tension du circuit de mode différentiel, dite tension de bruit de mode différentiel, existant sur une pluralité de porteuses préalablement à la transmission d'un signal de données sur la ligne bifilaire ;
- un deuxième transformateur, dit circuit de mode commun, comprenant un côté primaire connecté par un fil au côté primaire du circuit de mode différentiel, et à une masse par un autre fil, et un côté secondaire connecté au modem, une tension du circuit de mode commun, dite tension de bruit de mode commun, existant sur la pluralité de porteuses préalablement à la transmission d'un signal de données sur la ligne bifilaire ;
- un module de mesure d'au moins une tension, parmi un groupe de tensions

comprenant la tension de bruit de mode commun et la tension de bruit de mode différentiel, l'au moins une tension étant mesurée sur une pluralité de porteuses associée à la technologie de transmission ;

- un module de génération, pour chaque tension mesurée, d'un vecteur de mesures dont les composantes sont les tensions mesurées sur des porteuses de la pluralité, le vecteur généré étant appelé mesure de tension ;
- un module d'émission de l'au moins une mesure de tension à destination d'un calculateur apte à fournir un diagnostic relatif à une perturbation sur la ligne bifilaire en fonction de l'au moins une mesure de tension.

Pour éviter qu'un déplacement d'un technicien soit nécessaire pour effectuer les mesures, il suffit que le dispositif de mesure soit installé de façon permanente en coupure entre la ligne bifilaire et le modem. Il peut être dans un boitier externe branché entre la ligne bifilaire et le modem, ou être intégré dans le boitier du modem, c'est-à-dire dans la passerelle domestique DSL ou dans la prise CPL, selon le cas.

Ce dispositif de mesure est apte à mettre en œuvre dans tous ses modes de réalisation le procédé de mesure de tensions qui vient d'être décrit.

L'invention concerne aussi un calculateur apte à fournir un diagnostic relatif à une perturbation sur une ligne bifilaire électrique connectée à un modem de communication apte à recevoir par ladite ligne un signal de données selon une technologie de transmission particulière, le calculateur comprenant :

- un module de réception d'au moins une mesure de tension parmi un groupe de mesures de tension obtenues sur des transformateurs connectés à la ligne bifilaire, le groupe comprenant une mesure de tension de bruit de mode commun et une mesure de tension de bruit de mode différentiel, les mesures ayant été prises préalablement à la transmission d'un signal de données sur la ligne bifilaire ;
- un module d'application d'au moins une fonction de diagnostic à l'au moins une mesure de tension reçue ;
- un module de fourniture d'un diagnostic relatif à la perturbation, en fonction du résultat de l'au moins une fonction.

Avantageusement, ce calculateur peut être localisé à divers endroits, ce qui permet d'obtenir le diagnostic de bruit indépendamment de la localisation du dispositif de mesure, c'est-à-dire indépendamment de la localisation de la ligne bifilaire et de la passerelle domestique DSL ou de la prise CPL.

Par exemple, le calculateur peut être réalisé par une application exécutée sur un ordinateur, une tablette ou un terminal mobile connecté au réseau local de la passerelle domestique par un câble Ethernet ou par une liaison radioélectrique (WiFi, 4G, etc). Les mesures sont dans ce cas reçues par le calculateur par le biais du modem et d'un module WiFi de la passerelle.

Alternativement, le calculateur peut être réalisé par une application web connectée au dispositif de mesure par le biais de la ligne bifilaire, du DSLAM à l'autre extrémité de la ligne, et du réseau Internet.

Enfin, le calculateur peut être co-localisé avec le dispositif de mesure et intégré à la passerelle domestique ou à la prise CPL. Dans ce cas le module de fourniture comprend également un module d'affichage, qui peut être un écran LCD, ou simplement un ou deux voyants sur le boitier, aptes à indiquer que l'origine du bruit externe est un perturbateur électromagnétique externe et/ou une dissymétrie de la ligne.

Ce calculateur est apte à mettre en œuvre dans tous ses modes de réalisation le procédé de fourniture de diagnostic qui vient d'être décrit.

L'invention concerne aussi une passerelle domestique DSL, comprenant un dispositif de mesure conforme à celui qui vient d'être décrit, ou comprenant un tel dispositif et un calculateur conforme à celui qui vient d'être décrit.

L'invention concerne aussi une prise CPL, comprenant un dispositif de mesure conforme à celui qui vient d'être décrit, ou comprenant un tel dispositif et un calculateur conforme à celui qui vient d'être décrit.

L'invention concerne aussi un programme d'ordinateur comprenant des instructions pour la mise en œuvre des étapes du procédé de mesure de tensions et/ou du procédé de fourniture de diagnostic qui viennent d'être décrits, lorsque ce programme est exécuté par un processeur.

Ces programmes peuvent utiliser n'importe quel langage de programmation, et être sous la forme de code source, code objet, ou de code intermédiaire entre code source et code objet, tel que dans une forme partiellement compilée, ou dans n'importe quelle autre forme souhaitable.

L'invention vise aussi un support d'informations lisible par un dispositif de mesure ou un calculateur, et comportant des instructions d'un programme d'ordinateur tel que mentionné ci-dessus.

Le support d'informations peut être n'importe quelle entité ou dispositif capable de stocker le programme. Par exemple, le support peut comporter un moyen de stockage, tel qu'une ROM, par exemple un CD ROM ou une ROM de circuit microélectronique, ou encore un moyen d'enregistrement magnétique, par exemple une disquette (floppy disc) ou un disque dur.

4. Présentation des figures

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaitront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation particulier de l'invention, donné à titre de simple exemple illustratif et non limitatif, et des dessins annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 présente de façon schématique un exemple de dispositif de mesure mettant en œuvre le procédé de mesure de tensions représentatives d'une perturbation sur une ligne bifilaire électrique, selon l'invention,
- la figure 2 présente un exemple de structure du calculateur apte à fournir un diagnostic, selon un aspect de l'invention,
- les figures 3 à 5 illustrent différents modes de transmission des mesures de tension, du dispositif de mesure vers le calculateur,
- la figure 6 présente les étapes du procédé de mesure et du procédé de diagnostic, dans un premier mode de réalisation de l'invention.

5. Description détaillée d'au moins un mode de réalisation de l'invention

Dans la suite de la description, on présente des exemples de plusieurs modes

de réalisation de l'invention se basant sur un système de transmission bifilaire DSL, mais l'invention s'applique également à d'autres systèmes, tel qu'un système PLT.

La **figure 1** présente de façon schématique un exemple de dispositif de mesure mettant en œuvre le procédé de mesure de tensions représentatives d'une perturbation sur une ligne bifilaire électrique, selon l'invention.

Le dispositif DM met en œuvre le procédé de mesure de tensions dans un quelconque de ses différents modes de réalisation, dont quelques-uns sont décrits par la suite. Le dispositif DM comprend un premier transformateur de courant TD, et un deuxième transformateur de courant TC. Chacun de ces transformateurs est relié à un même modem de communication M.

Comme tout transformateur, le premier transformateur TD comprend un côté primaire TDp et un côté secondaire TDs, isolés galvaniquement entre eux. Cette isolation permet de protéger le côté secondaire TDs, relié au modem M, de toute surtension affectant le côté primaire TDp, en particulier au travers de la ligne bifilaire L à laquelle est relié le côté primaire TDp du premier transformateur TD.

De même, le second transformateur TC comprend un côté primaire TCp et un côté secondaire TCs, isolés galvaniquement entre eux afin de protéger le côté secondaire TCs, également relié au modem M, de toute surtension pouvant affecter le côté primaire TCp, au travers du côté primaire TDp du premier transformateur TD, auquel est relié le côté primaire TCp du second transformateur TC, par la connexion c.

Cette connexion c peut être réalisée de plusieurs façons, par exemple :

- en connectant le côté primaire du circuit de mode commun, par un fil électrique, au point milieu du côté primaire du circuit de mode différentiel,
- en connectant le côté primaire du circuit de mode commun, par le fil, à un pont de résistances à hautes impédances, le pont étant connecté à chacun des deux fils du côté primaire du circuit de mode différentiel,
- en connectant le côté primaire du circuit de mode commun, par le fil, à une sonde de courant positionnée autour des deux fils du côté primaire du circuit de mode différentiel.

Lorsqu'une tension existe entre les deux fils du côté primaire d'un transformateur, une tension proportionnelle est induite entre les deux fils du côté secondaire, et vice versa.

Ainsi, lorsqu'une différence de tension existe entre les deux fils de la ligne bifilaire L, une tension Vmd, dite tension de mode différentiel, est induite entre les deux fils du côté secondaire TDs du premier transformateur TD. C'est pourquoi le premier transformateur TD est aussi appelé "circuit de mode différentiel".

Grâce à la connexion c entre le second transformateur TC et le premier transformateur TD, lorsqu'une tension existe entre la masse et le premier transformateur TD, cela se traduit par une tension Vmc au niveau du côté secondaire TCs du second transformateur TC, dite tension de mode commun. C'est pourquoi le second transformateur TC est aussi appelé "circuit de mode commun".

Le module x1 mesure la tension Vmd du côté secondaire TDs du circuit de mode différentiel, et la tension de mode commun Vmc du côté secondaire TCs du circuit de mode commun.

De préférence, le module x1 mesure les tensions sur les côtés secondaires des circuits, mais dans une variante non illustrée, le module x1 peut les mesurer les côtés primaires.

Un module x2 génère, pour chaque tension mesurée, un vecteur de mesures dont les composantes sont les tensions mesurées sur les porteuses de la pluralité, le vecteur généré étant appelé mesure de tension. Ce module peut être confondu avec le module x1.

Enfin, le module x3 émet, à l'aide d'un protocole quelconque, la ou les mesures de tension sur les porteuses retenues, vers un calculateur apte à fournir un diagnostic sur l'existence et la cause d'une perturbation affectant la ligne bifilaire L.

Le dispositif de mesure peut aussi comprendre des éléments non illustrés dans la figure 1, tels qu'une unité de traitement, équipée par exemple d'un microprocesseur µP, et pilotée par un programme d'ordinateur, stocké dans une mémoire et mettant en œuvre le procédé de mesure selon l'invention. A l'initialisation, les instructions de code du programme d'ordinateur sont par exemple chargées dans une mémoire RAM, avant d'être exécutées par le processeur de l'unité de traitement.

Dans un mode de réalisation particulier de l'invention, seule la tension de mode commun Vmc est mesurée et émise.

En relation avec la **figure 2**, on présente maintenant un exemple de structure du calculateur apte à fournir un diagnostic, selon un aspect de l'invention.

Le calculateur CD met en œuvre le procédé de fourniture d'un diagnostic, dans un quelconque de ses différents modes de réalisation, dont quelques-uns sont décrits par la suite. Des exemples d'équipements hébergeant un tel calculateur CD sont donnés par la suite.

Par exemple, le calculateur CD comprend une unité de traitement 130, équipée par exemple d'un microprocesseur µP, et pilotée par un programme d'ordinateur 110, stocké dans une mémoire 120 et mettant en œuvre le procédé de fourniture de diagnostic selon l'invention. A l'initialisation, les instructions de code du programme d'ordinateur 110 sont par exemple chargées dans une mémoire RAM, avant d'être exécutées par le processeur de l'unité de traitement 130.

Un tel calculateur CD comprend :

- un module y1 de réception d'au moins une mesure de tension parmi un groupe de mesures de tension obtenues sur des transformateurs connectés à la ligne bifilaire, le groupe comprenant une mesure de tension de bruit de mode commun Vmc et une mesure de tension de bruit de mode différentiel Vmd, les mesures ayant été prises préalablement à la transmission d'un signal de données sur la ligne bifilaire ;
- un module y2 d'application d'au moins une fonction de diagnostic à l'au moins une mesure de tension reçue des exemples de fonctions sont donnés par la suite ;
- un module y3 de fourniture d'un diagnostic relatif à la perturbation, en fonction du résultat de l'au moins une fonction.

Des exemples de fonctions appliquées par le module y2 sont donnés par la suite, ainsi que des exemples de diagnostics fournis par le module y3.

Les modules décrits en relation avec les figures 1 et 2 peuvent être des modules matériels ou logiciels.

Les **figures 3 à 5** illustrent différents modes de transmission des mesures de tension, du dispositif de mesure vers le calculateur.

En relation avec la **figure 3**, le dispositif de mesure DM, le calculateur CD et le modem de communication M sont tous les trois compris dans une passerelle T, qui est par exemple une passerelle domestique DSL. Les mesures de tension sont transmises au calculateur par une connectique interne à la passerelle.

Dans ce mode, le diagnostic peut être fourni sur un écran ou sur un ou plusieurs voyants sur une des façade de la passerelle, ce qui permet à l'utilisateur de la passerelle de prendre connaissance du diagnostic et donc d'entreprendre une action corrective associée. L'action corrective associée peut également être affichée avec le diagnostic, ou être fournie par un moyen externe, par exemple un manuel d'utilisateur, électronique ou non.

En relation avec la **figure 4**, le dispositif de mesure DM et le modem de communication M sont tous les deux compris dans une passerelle T, qui est par exemple une passerelle domestique DSL. Le calculateur est quant à lui est compris dans un équipement OT distinct de la passerelle, par exemple un ordinateur ou un smartphone connecté au réseau local de la passerelle par un câble Ethernet ou par liaison WiFi.

Dans ce mode, le diagnostic peut être fourni sur l'écran de l'ordinateur ou du smartphone, ce qui permet à l'utilisateur de la passerelle de prendre connaissance du diagnostic et donc d'entreprendre une action corrective associée. L'action corrective associée peut également être affichée avec le diagnostic, ou être fournie par un moyen externe, par exemple un manuel d'utilisateur, électronique ou non.

En relation avec la **figure 5**, le dispositif de mesure DM et le modem de communication M sont tous les deux compris dans une passerelle T, qui est par exemple une passerelle domestique DSL. Le calculateur est quant à lui est compris dans un équipement OT, par exemple un DSLAM, connecté à la passerelle au travers d'une signalisation sur la ligne bifilaire L.

Dans ce mode, le diagnostic peut être fourni directement à l'opérateur du réseau d'accès auquel est abonné l'utilisateur de la passerelle.

La **figure 6** présente les étapes du procédé de mesure et du procédé de diagnostic, dans un premier mode de réalisation de l'invention.

Dans ce mode, le diagnostic recherché concerne le bruit de source externe, et la symétrie de la ligne.

Les étapes E1 à E3 sont mises en œuvre par le dispositif de mesure DM, et les étapes F1 à F9 par le calculateur de diagnostic CD.

Lors d'une étape E1, la mesure de la tension de bruit de mode commun Vmc et la mesure de la tension de bruit de mode différentiel Vmd sont prises par le dispositif DM sur un ensemble de fréquences comprenant les porteuses associées à la technologie de transmission utilisée par le modem, par exemple ADSL, qui comprend 256 porteuses.

Lors d'une étape E2, un vecteur pour Vmc et un vecteur pour Vmd est généré, leurs composantes respectives correspondant aux tensions mesurées sur les porteuses.

Lors d'une étape E3, les mesures Vmc et Vmd, sous forme de vecteurs dont les composantes correspondent à des porteuses, sont émises vers le dispositif CD, qui les reçoit lors d'une étape F1.

Lors d'une étape F2, une valeur moyenne de Vmc est calculée, en faisant la moyenne des composantes du vecteur Vmc.

Lors d'une étape F3, le dispositif CD compare la mesure Vmc moyennée à un seuil S1 de bruit externe. Ce seuil S1 dépend du type de modem et de la technologie de transmission utilisée. Le tableau ci-dessous donne quelques exemples de seuils pour certaines technologies DSL :

technologie	nombre de porteuses	seuil de bruit externe S1
ADSL, ADSL2	256	-111 dB
ADSL2+	512	-114 dB
VDSL profil 8b	4096	-111 dB
VDSL profil 17a	4096	-116 dB

Si la mesure Vmc est supérieure ou égale à S1, le calculateur CD fournit un diagnostic indiquant la présence d'un bruit de source externe sur la ligne bifilaire, lors d'une étape F4.

Dans le cas contraire, le calculateur CD fournit un diagnostic indiquant l'absence de bruit de source externe sur la ligne bifilaire, lors d'une étape F5.

Les étapes F4 et F5 peuvent être remplacées par une ou des étapes établissant un diagnostic plus nuancé selon l'écart entre la mesure Vmc et le seuil S1.

En cas de présence d'un bruit externe, le procédé continue.

Lors d'une étape F6, les composantes de Vmc et de Vmd sont examinées afin de ne retenir que les composantes correspondant à des porteuses présentant un pic

de tension. Les composantes correspondant à des porteuses immédiatement avant et après une porteuse présentant un pic de tension peuvent ne pas être retenues. De préférence, sont aussi éliminées les composantes correspondant à des porteuses pour lesquelles il n'existe pas un pic de tension à la fois pour Vmc et pour Vmd. Ainsi, en reprenant l'exemple d'ADSL, les 256 porteuses ne sont pas forcément toutes retenues dans cette étape, et la taille des vecteurs Vmc et Vmd est diminuée.

Lors d'une étape F7, un rapport R entre les mesures Vmc et Vmd est calculé, par exemple selon la formule suivante:

$$R = 20 \log(Vmc/Vmd)$$

Ce rapport R est calculé pour chacune des porteuses représentées à la fois dans la mesure de Vmc et dans la mesure de Vmd, et est doc un vecteur de même taille que Vmc et Vmd.

Lors d'une étape F8, le rapport R est ensuite comparé à un seuil de symétrie S2. Le seuil de symétrie S2 est déterminé en laboratoire à l'aide d'un modèle du modem sur l'ensemble des porteuses de la technologie de transmission utilisée, avec différentes qualités de câblage et de connectique. Le seuil peut être vu comme un vecteur, mais il peut être de taille différente du vecteur de rapport R, par exemple si des composantes des vecteurs Vmc et Vmd ont été éliminées lors de l'étape E2. C'est pourquoi une façon avantageuse d'établir la comparaison entre le rapport et S2 est de représenter S2 sous forme de gabarit sur lequel sont placés des points correspondant aux composantes du rapport R. Si la majorité des points sont au-dessus du gabarit de S2, R est supérieur à S2.

Dans une variante simplifiée des étapes F7 et F8, les composantes de R et de S2 sont moyennées et les moyennes résultantes sont comparées.

Si le rapport R est supérieur ou égale à S2, le calculateur CD fournit un diagnostic indiquant que la ligne bifilaire est symétrique, lors d'une étape F9. Ce diagnostic peut être accompagné d'une action corrective qui consiste par exemple à éloigner du modem un appareil électrique, qui est source de bruit électromagnétique.

Dans le cas contraire, le calculateur CD fournit un diagnostic indiquant que la ligne bifilaire est dissymétrique, lors d'une étape F10. Ce diagnostic peut être accompagné d'une action corrective qui consiste par exemple à vérifier que la paire de fils de cuivre constituant la ligne bifilaire n'est pas endommagée, et la réparer ou la remplacer si c'est le cas.

Les étapes F9 et F10 peuvent être remplacées par une ou des étapes établissant un diagnostic plus nuancé selon l'écart entre le rapport R et le seuil S2.

L'étape F4 ou F5 peut être retardée pour être simultanée à l'étape F9 ou F10, afin que le diagnostic complet soit fourni en une seule fois.

Dans un deuxième mode de réalisation de l'invention, non illustré, le diagnostic recherché concerne uniquement le bruit de source externe. En effet, un tel diagnostic peut suffire dans un certain nombre de cas, par exemple lorsqu'un utilisateur avisé peut facilement vérifier lui-même le câblage et l'environnement électrique autour du modem et du câblage. Dans ce mode, les étapes E1, E2 et E3 ne concernent que Vmc, et non Vmd. Seule la mesure de tension de bruit de mode commun Vmc est émise par le dispositif de mesure vers le calculateur. L'étape F1 ne concerne que Vmc, et les étapes F2 à F5 sont identiques. Les étapes F6 à F10 ne font pas partie de ce deuxième mode de réalisation.

REVENDICATIONS

1. Procédé de mesure de tensions représentatives d'une perturbation sur une ligne bifilaire électrique (L) connectée à un modem de communication (M) apte à recevoir par ladite ligne un signal de données selon une technologie de transmission particulière, le procédé étant mis en œuvre par un dispositif de mesure (DM) situé en coupure entre la ligne bifilaire et le modem, le dispositif de mesure comprenant :

- un premier transformateur (TD), dit circuit de mode différentiel, comprenant un côté primaire (TDp) connecté à la ligne bifilaire et un côté secondaire (TDs) connecté au modem, une tension (Vmd) du circuit de mode différentiel, dite tension de bruit de mode différentiel, existant sur une pluralité de porteuses préalablement à la transmission d'un signal de données sur la ligne bifilaire ;
- un deuxième transformateur (TC), dit circuit de mode commun, comprenant un côté primaire (TCp) connecté par un fil (c) au côté primaire (TDp) du circuit de mode différentiel, et à une masse par un autre fil, et un côté secondaire (TCs) connecté au modem, une tension (Vmc) du circuit de mode commun, dite tension de bruit de mode commun, existant sur la pluralité de porteuses préalablement à la transmission d'un signal de données sur la ligne bifilaire ;

le procédé comprenant les étapes suivantes :

- mesure (E1) d'au moins une tension, parmi un groupe de tensions comprenant la tension de bruit de mode commun (Vmc) et la tension de bruit de mode différentiel (Vmd), l'au moins une tension étant mesurée sur une pluralité de porteuses associée à la technologie de transmission ;
- génération (E2), pour chaque tension mesurée, d'un vecteur de mesures dont les composantes sont les tensions mesurées sur des porteuses de la pluralité, le vecteur généré étant appelé mesure de tension ;
- émission (E3) de l'au moins une mesure de tension, à destination d'un calculateur apte à fournir un diagnostic relatif à une perturbation sur la ligne bifilaire en fonction de l'au moins un vecteur de mesures.

2. Procédé de mesure selon la revendication 1, où seule la tension de bruit de mode commun est mesurée lors de l'étape (E1) de mesure.

3. Procédé de mesure selon la revendication 1, où la tension de bruit de mode commun et la tension de bruit de mode différentiel sont mesurées lors de l'étape (E1) de mesure.

4. Procédé de mesure selon la revendication 3, où la tension de bruit de mode commun et la tension de bruit de mode différentiel sont mesurées au même instant lors de l'étape (E1) de mesure.

5. Procédé de fourniture d'un diagnostic relatif à une perturbation sur une ligne bifilaire électrique (L) connectée à un modem de communication (M) apte à recevoir par ladite ligne un signal de données selon une technologie de transmission particulière, le procédé comprenant les étapes suivantes:

- réception (F1) d'au moins une mesure de tension d'un groupe de mesures de tension obtenues sur des transformateurs (TD, TC) connectés à la ligne bifilaire, le groupe comprenant une mesure de tension de bruit de mode commun (Vmc) et une mesure de tension de bruit de mode différentiel (Vmd), les mesures ayant été prises préalablement à la transmission d'un signal de données sur la ligne bifilaire ;
- application (F2, F3, F6, F7, F8) d'au moins une fonction de diagnostic à l'au moins une mesure de tension reçue ;
- fourniture (F4, F5, F9, F10) d'un diagnostic relatif à la perturbation, en fonction du résultat de l'au moins une fonction.

6. Procédé de fourniture d'un diagnostic selon la revendication 5, où la mesure reçue (F1) est au moins la mesure de tension de bruit de mode commun (Vmc), où la fonction de diagnostic (F3) comprend une comparaison entre la mesure de tension de bruit de mode commun (Vmc) et un seuil, dit seuil de bruit externe, préalablement établi au moins en fonction d'un plan de fréquences utilisé par la technologie de transmission, et où le diagnostic fourni (F4) indique la présence d'un bruit de source électromagnétique externe sur la ligne bifilaire si la mesure de tension de bruit de mode commun (Vmc) est supérieure ou égale au seuil de bruit externe.

7. Procédé de fourniture d'un diagnostic selon l'une des revendications 5 ou 6, où les mesures reçues (F1) sont la mesure de tension de bruit de mode commun (Vmc) et

la mesure de tension de bruit de mode différentiel (Vmd), où les fonctions de diagnostic comprennent :

- un calcul d'un rapport (F7) entre la mesure de tension de bruit de mode commun (Vmc) et la mesure de tension de bruit de mode différentiel (Vmd), dit rapport de conversion du bruit externe, pour les porteuses pour lesquelles un bruit de source externe est présent en mode commun et en mode différentiel,
- une comparaison (F8) entre le rapport de conversion du bruit externe et un seuil, dit seuil de symétrie, préalablement établi en fonction d'une configuration de réseau et d'un plan de fréquences utilisé par la technologie de transmission,

et où le diagnostic fourni (F9) indique un état de symétrie de la ligne bifilaire si le rapport de conversion du bruit externe est supérieur ou égal au seuil de bruit externe.

8. Procédé de fourniture d'un diagnostic selon la revendication 7, où la fonction de diagnostic comprend (F6), préalablement au calcul du rapport, une élimination d'une ou plusieurs composantes des mesures de tension, si elle correspond à une porteuse pour laquelle un bruit ne présente pas un pic à la fois en mode différentiel et en mode commun.

9. Procédé de fourniture d'un diagnostic selon l'une des revendications 7 ou 8, où le rapport est proportionnel au logarithme du résultat de la division de la mesure de tension du bruit de mode commun par la mesure de tension du bruit de mode différentiel.

10. Dispositif de mesure (DM) de tensions représentatives d'une perturbation sur une ligne bifilaire électrique (L) connectée à un modem de communication (M) apte à recevoir par ladite ligne un signal de données selon une technologie de transmission particulière, le dispositif de mesure étant situé en coupure entre la ligne bifilaire et le modem, et comprenant :

- un premier transformateur (TD), dit circuit de mode différentiel, comprenant un côté primaire (TDp) connecté à la ligne bifilaire et un côté secondaire (TDs) connecté au modem, une tension (Vmd) du circuit de mode différentiel, dite tension de bruit de mode différentiel, existant sur une pluralité de porteuses préalablement à la transmission d'un signal de données sur la ligne bifilaire ;

- un deuxième transformateur (TC), dit circuit de mode commun, comprenant un côté primaire (TCp) connecté par un fil (c) au côté primaire (TDp) du circuit de mode différentiel, et à une masse par un autre fil, et un côté secondaire (TCs) connecté au modem, une tension (Vmc) du circuit de mode commun, dite tension de bruit de mode commun, existant sur la pluralité de porteuses préalablement à la transmission d'un signal de données sur la ligne bifilaire ;
- un module (x1) de mesure d'au moins une tension, parmi un groupe de tensions comprenant la tension de bruit de mode commun (Vmc) et la tension de bruit de mode différentiel (Vmd), l'au moins une tension étant mesurée sur une pluralité de porteuses associée à la technologie de transmission ;
- un module (x2) de génération, pour chaque tension mesurée, d'un vecteur de mesures dont les composantes sont les tensions mesurées sur des porteuses de la pluralité, le vecteur généré étant appelé mesure de tension ;
- un module (x3) d'émission de l'au moins une mesure de tension à destination d'un calculateur apte à fournir un diagnostic relatif à une perturbation sur la ligne bifilaire en fonction de l'au moins une mesure de tension.

11. Calculateur apte à fournir un diagnostic relatif à une perturbation sur une ligne bifilaire électrique (L) connectée à un modem de communication (M) apte à recevoir par ladite ligne un signal de données selon une technologie de transmission particulière, le calculateur (CD) comprenant :

- un module (y1) de réception d'au moins une mesure de tension parmi un groupe de mesures de tension obtenues sur des transformateurs connectés à la ligne bifilaire, le groupe comprenant une mesure de tension de bruit de mode commun (Vmc) et une mesure de tension de bruit de mode différentiel (Vmd), les mesures ayant été prises préalablement à la transmission d'un signal de données sur la ligne bifilaire ;
- un module (y2) d'application d'au moins une fonction de diagnostic à l'au moins une mesure de tension reçue ;
- un module (y3) de fourniture d'un diagnostic relatif à la perturbation, en fonction du résultat de l'au moins une fonction.

12. Passerelle domestique DSL, comprenant un dispositif de mesure (DM) conforme

à la revendication 10, ou comprenant un dispositif de mesure (DM) conforme à la revendication 10 et un calculateur (CD) conforme à la revendication 11.

13. Prise CPL, comprenant un dispositif de mesure (DM) conforme à la revendication 10, ou comprenant un dispositif de mesure (DM) conforme à la revendication 10 et un calculateur (CD) conforme à la revendication 11.

14. Programme d'ordinateur, caractérisé en ce qu'il comprend des instructions pour la mise en œuvre des étapes du procédé de mesure de tension et/ou du procédé de fourniture de diagnostic selon respectivement la revendication 1 et/ou la revendication 5, lorsque ce procédé est exécuté par un processeur.

15. Support d'enregistrement lisible par un dispositif de mesure ou un calculateur, sur lequel est enregistré le programme selon la revendication 14.

Fig 1

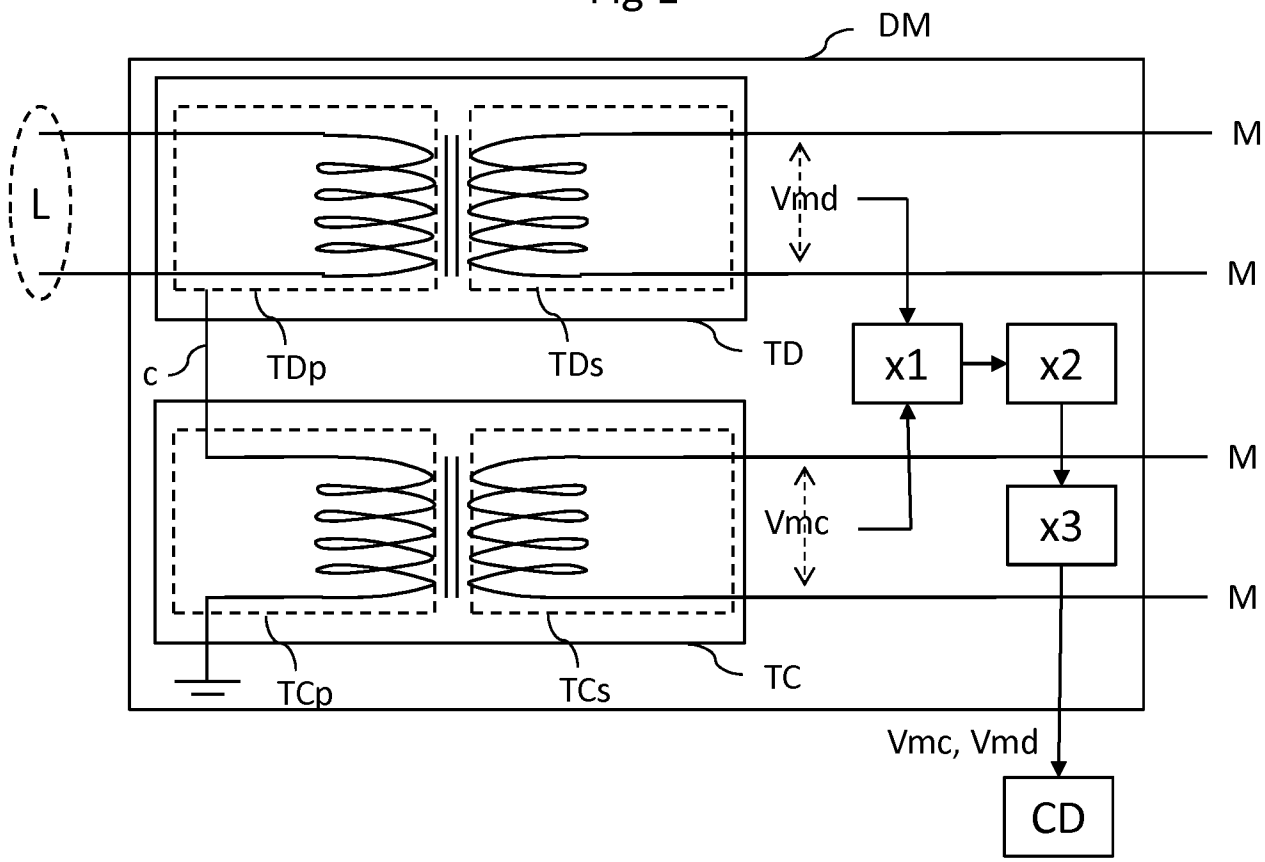

DM
L
M
M
Vmd
TDp
TDs
TD
c
x1
x2
M
Vmc
x3
M
TCp
TCs
TC
Vmc, Vmd
CD

Fig 2

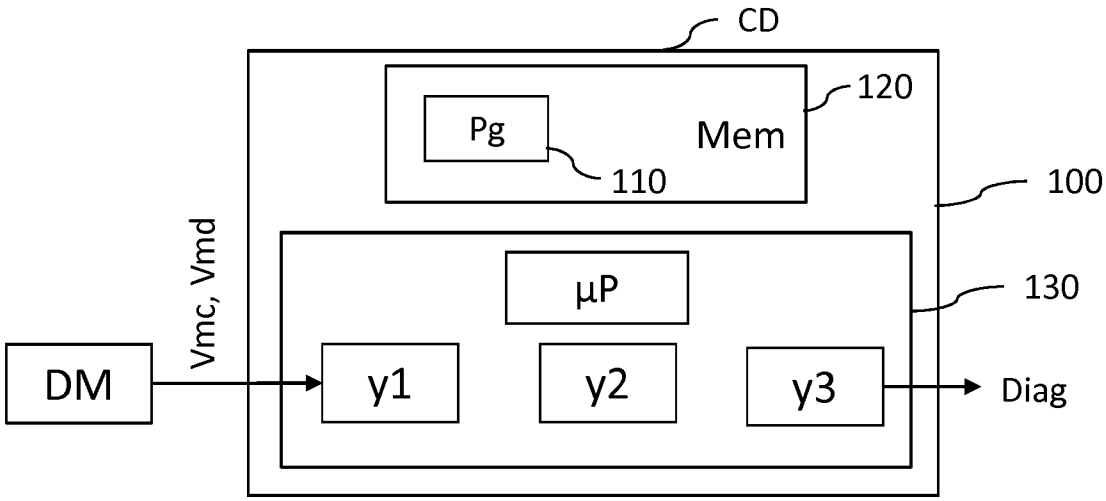

CD
120
Pg
Mem
110
100
Vmc, Vmd
µP
130
DM
y1
y2
y3
Diag

Fig 3

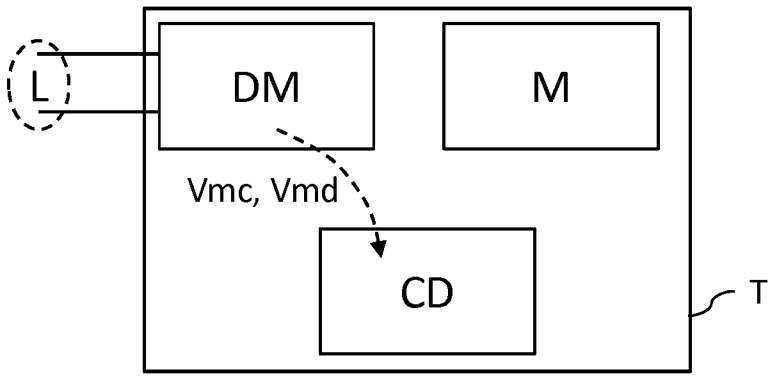


Fig 4

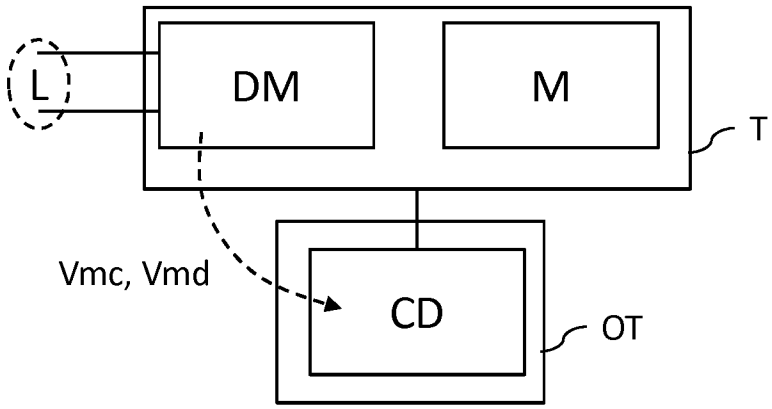


Fig 5

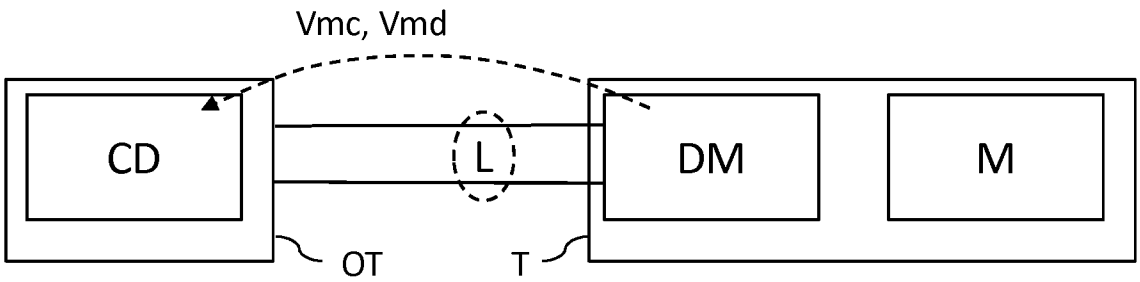
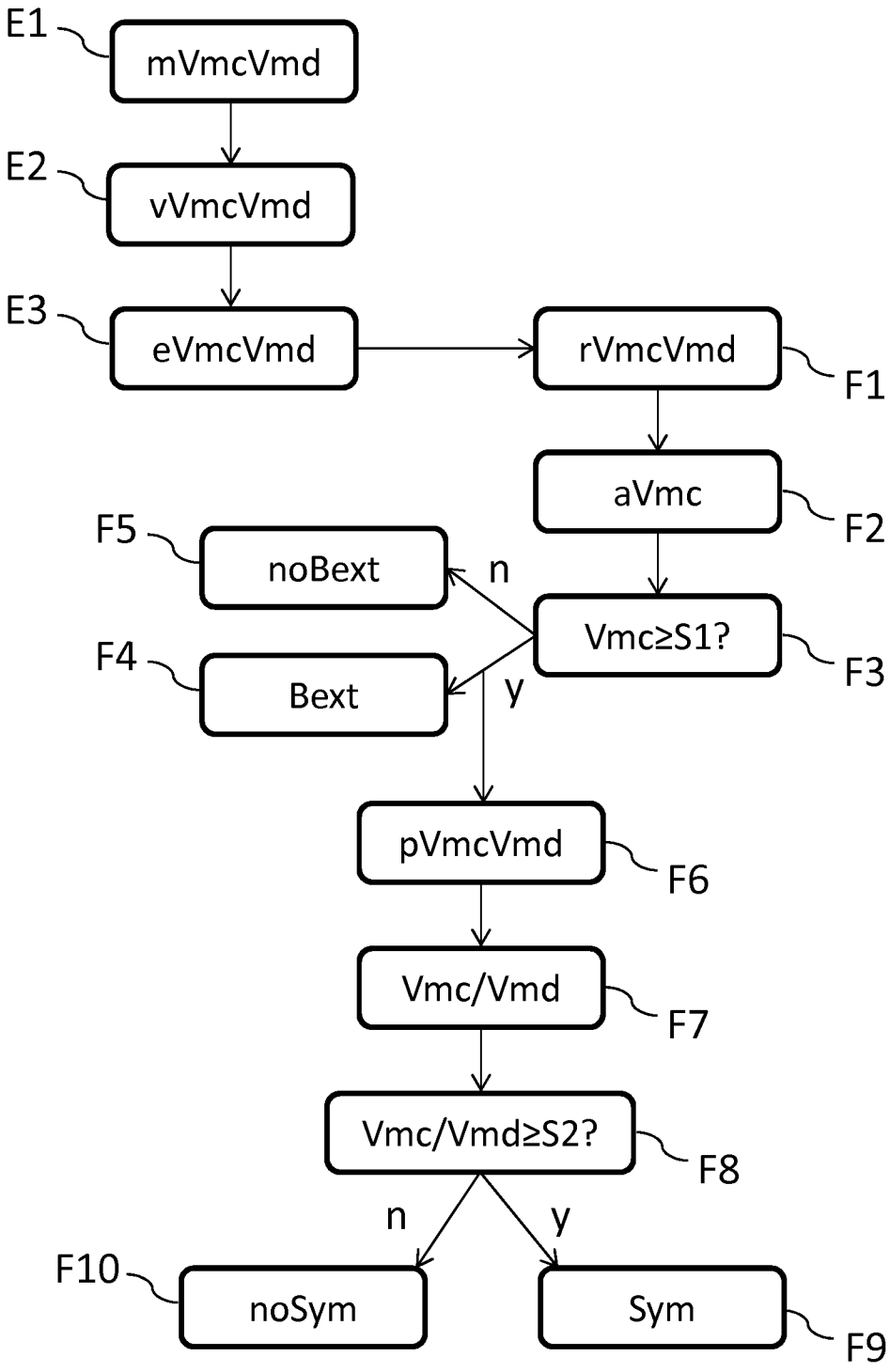


Fig 6


E1
mVmcVmd
E2
vVmcVmd
E3
eVmcVmd
rVmcVmd
F1
aVmc
F2
F5
noBext
n
Vmc≥S1?
F3
F4
Bext
y
pVmcVmd
F6
Vmc/Vmd
F7
Vmc/Vmd≥S2?
F8
n
y
F10
noSym
Sym
F9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2017/051607

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H04B3/54 H04B3/487
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2016/087775 A1 (ORANGE [FR]) 9 June 2016 (2016-06-09) figures 1,4 page 8, line 14 - page 9, line 9 page 11, line 24 - line 30 page 15, line 2 - line 15	1-15
A	US 2011/206104 A1 (WIESE BRIAN [US]) 25 August 2011 (2011-08-25) paragraph [0037] - paragraph [0038] figure 2	1-15
A	US 2012/307983 A1 (FAULKNER ROGER [GB] ET AL) 6 December 2012 (2012-12-06) figure 1 paragraph [0114] - paragraph [0116]	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
13 September 2017	25/09/2017

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Gimmler-Dumont, C

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2017/051607

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2016087775 A1	09-06-2016	EP 3228016 A1	11-10-2017
		FR 3029370 A1	03-06-2016
		WO 2016087775 A1	09-06-2016
US 2011206104 A1	25-08-2011	US 2010091827 A1	15-04-2010
		US 2011206104 A1	25-08-2011
		US 2014098911 A1	10-04-2014
		WO 2010042350 A1	15-04-2010
US 2012307983 A1	06-12-2012	CA 2853241 A1	02-05-2013
		EP 2772016 A1	03-09-2014
		US 2012307983 A1	06-12-2012
		WO 2013062628 A1	02-05-2013

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2017/051607

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H04B3/54 H04B3/487
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
H04B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2016/087775 A1 (ORANGE [FR]) 9 juin 2016 (2016-06-09) figures 1,4 page 8, ligne 14 - page 9, ligne 9 page 11, ligne 24 - ligne 30 page 15, ligne 2 - ligne 15	1-15
A	US 2011/206104 A1 (WIESE BRIAN [US]) 25 août 2011 (2011-08-25) alinéa [0037] - alinéa [0038] figure 2	1-15
A	US 2012/307983 A1 (FAULKNER ROGER [GB] ET AL) 6 décembre 2012 (2012-12-06) figure 1 alinéa [0114] - alinéa [0116]	1-15

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
13 septembre 2017	25/09/2017

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Gimmler-Dumont, C

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2017/051607

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2016087775 A1	09-06-2016	EP 3228016 A1	11-10-2017
		FR 3029370 A1	03-06-2016
		WO 2016087775 A1	09-06-2016
US 2011206104 A1	25-08-2011	US 2010091827 A1	15-04-2010
		US 2011206104 A1	25-08-2011
		US 2014098911 A1	10-04-2014
		WO 2010042350 A1	15-04-2010
US 2012307983 A1	06-12-2012	CA 2853241 A1	02-05-2013
		EP 2772016 A1	03-09-2014
		US 2012307983 A1	06-12-2012
		WO 2013062628 A1	02-05-2013