CH 624 250 A5

(19) CONFÉDÉRATION SUISSE
OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(51) Int. Cl.³: H 04 B 3/54
H 02 J 13/00

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

ETH-BIBLIOTHEK ZÜRICH

(12) FASCICULE DU BREVET A5

(11) 624 250

(21) Numéro de la demande: 473/77

(22) Date de dépôt: 14.01.1977

(30) Priorité(s): 16.01.1976 US 649843

(24) Brevet délivré le: 15.07.1981

(45) Fascicule du brevet publié le: 15.07.1981

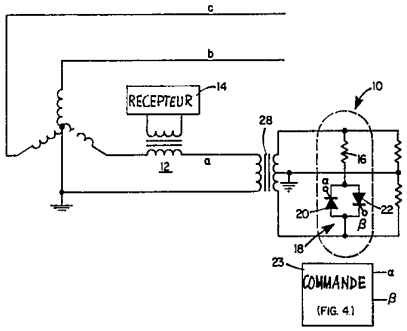
(73) Titulaire(s):
Arthur D. Little, Inc., Cambridge/MA (US)

(72) Inventeur(s):
Reed H. Johnston, Wellesley/MA (US)
Dennis C. Jeffreys, Bedford/MA (US)
Lawrence J. Stratton, Lexington/MA (US)
Albert W. Welz, jun., Westford/MA (US)

(74) Mandataire:
Fritz Isler, Patentanwaltsbureau, Zürich

(54) Procédé et appareil de transmission d'informations d'une charge à une source par une ligne d'un réseau d'énergie électrique.

(57) Des informations sont transmises d'une charge à une source par une ligne d'un réseau d'énergie électrique alimentant au moins cette charge. Au courant de la charge, dans la ligne, on ajoute un dessin reconnaissable de courants de signalisation en synchronisme avec l'onde de tension de la ligne et sans perturbation de cette tension. On détecte le courant de ligne comprenant les courants combinés de la charge et de signalisation. Afin d'extraire l'information transmise du courant détecté de ligne, on effectue une intégration du courant détecté, pendant des intervalles et dans des sens indiqués par un circuit commandé par l'onde de tension, pour accumuler des différences de courant à attribuer aux courants de signalisations. Pour ajouter les courants de signalisations au courant de la charge dans la ligne (a), on place une charge résistive (16) sur la ligne (a) moyennant des thyristors (20,22) commandés numériquement par un circuit logique (23). Ainsi on évite une atténuation excessive de signaux à fréquence élevée due à des transformateurs de distribution et des condensateurs de correction, et un rapport signal/bruit affaibli.



(FIG. 4)

REVENDICATIONS

1. Procédé de transmission d'informations d'une charge à une source par une ligne d'un réseau d'énergie électrique, ayant une onde de tension et transmettant du courant à une charge au moins, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend l'addition au courant de la charge, dans la ligne, d'un dessin reconnaissable de courants de signalisation en synchronisme avec l'onde de tension de la ligne du réseau, le dessin de courants de signalisation représentant l'information à transmettre, et l'addition étant effectuée de sorte que l'onde de tension de la ligne ne soit pas perturbée par l'addition des courants de signalisation, la détection du courant de ligne comportant les courants combinés de la charge et de signalisation, ladite détection comprenant la formation de signaux de détection correspondant au courant de ligne, et le traitement des signaux de détection, en fonction des résultats d'un algorithme qui commence en synchronisme avec l'onde de tension, afin que l'information transmise soit extraite du courant détecté de ligne.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les courants de signalisation sont ajoutés pendant des demi-cycles de l'onde de tension de la ligne du réseau, les flancs antérieurs des courants de signalisation de même polarité étant séparés par au moins un cycle complet de l'onde de tension.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dessin des courants de signalisation apparaît pendant au moins deux cycles de l'onde de tension de la ligne du réseau, et les courants de signalisation sont ajoutés pendant au moins un demi-cycle de chaque polarité de cette onde de tension de la ligne.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que les courants de signalisation sont ajoutés pendant tous lesdits demi-cycles.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les courants de signalisation sont ajoutés au courant de la charge sur la ligne par connexion d'au moins une charge résistive à la ligne.

6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les courants de signalisation sont ajoutés au courant de la charge de la ligne par connexion d'au moins une charge inductive à la ligne.

7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les courants de signalisation sont ajoutés au courant de la charge dans la ligne par connexion d'au moins une charge capacitive à la ligne.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que la charge capacitive est connectée lorsqu'elle est préalablement chargée.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que la charge capacitive est chargée préalablement à la tension de crête de l'onde de tension de la ligne du réseau et elle est reliée au moment où l'onde de tension a sa valeur de crête.

10. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les courants de signalisation sont ajoutés suffisamment après la valeur de crête de l'onde de tension de la ligne du réseau pour qu'ils n'interfèrent pas avec les charges reliées à la ligne du réseau.

11. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la détection du courant de ligne comprend la formation d'un dessin correspondant de tensions dont le signe et l'amplitude sont fonction du courant de ligne, et en ce que le traitement comprend l'intégration de ces tensions, ledit algorithme établissant le sens et les intervalles d'intégration.

12. Procédé selon la revendication 1, pour un réseau d'alimentation électrique polyphasée, caractérisé en ce qu'il comprend l'addition aux courants de charge de plusieurs phases de la ligne du réseau d'un nombre correspondant de dessins reconnaissables de courants de signalisation en synchronisme avec l'onde de tension de la ligne du réseau, dans les phases respectives, les dessins de courants de signalisation représentant l'information à transmettre par les phases, la détection des courants de phase comprenant les courants combinés de la charge et de signalisation des phases, ladite détection comprenant la formation de plusieurs dessins de signaux de détection correspondant chacun à l'un des courants de phase, et le traitement des dessins des signaux de détection en fonction des résultats de plusieurs algorithmes destinés chacun à l'un desdits dessins.

13. Appareil de mise en œuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif (10, 23) destiné à ajouter au courant de la charge, présent dans la ligne (a), un dessin reconnaissable de courants de signalisation en synchronisme avec l'onde de tension de la ligne du réseau, le dessin des courants de signalisation représentant l'information à transmettre, ledit dispositif (10, 23) étant agencé et commandé de manière à ajouter les courants de signalisation sans perturbation de l'onde de tension de la ligne (a), un dispositif de détection du courant de ligne comportant les courants combinés de la charge et de signalisation, ledit dispositif de détection étant agencé de manière à former des signaux de détection correspondant au courant de ligne, et un dispositif de traitement (54, 58) des signaux de détection, commandé par un circuit (44, 48, 50, 52, 60, 62) qui réalise l'algorithme et qui est commandé par l'onde de tension, pour extraire du courant détecté de ligne l'information transmise.

14. Appareil selon la revendication 13, caractérisé en ce que le dispositif de détection comprend des moyens de formation d'un dessin de tensions dont le signe et l'amplitude sont fonction du courant de ligne, et en ce que le dispositif de traitement comprend un intégrateur (54) de tension suivi d'un comparateur (58), ledit intégrateur (54) étant commandé par ledit circuit.

15. Appareil selon la revendication 13 ou 14, pour un réseau d'alimentation électrique polyphasée, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif (10, 23) destiné à ajouter aux courants de charge de plusieurs phases (a, b, c) de la ligne du réseau, un nombre correspondant de dessins reconnaissables de courants de signalisation en synchronisme avec l'onde de tension de la ligne du réseau dans les phases respectives, un dispositif de détection des courants combinés de la charge et de signalisation des phases pour former plusieurs dessins de signaux de détection, et un dispositif de traitement des dessins des signaux de détection en fonction des résultats de plusieurs algorithmes destinés chacun à l'un desdits dessins.

L'utilisation des lignes des réseaux électriques pour la signalisation, correspondant au transport d'informations d'un point de consommation à un point plus central par rapport à la source d'énergie électrique, est déjà bien connue. Des exemples de schémas proposés pour la communication d'informations de la charge à la source, c'est-à-dire vers l'amont, sont décrits dans les divers brevets suivants des Etats-Unis d'Amérique.

(1) Le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 509 537 décrit un appareil tel qu'une charge qui transmet des signaux est alternativement connectée et déconnectée au réseau à une fréquence qui est un sous-harmonique de la fréquence du réseau; la modulation du courant ainsi produite contient des fréquences qui ne sont pas normalement présentes dans les lignes et le signal est détecté par détermination sélective de ces fréquences dans le courant des phases à la centrale électrique.

(2) Le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 258 692 décrit la connexion ou non d'une charge passive qui constitue une charge supplémentaire, par le consommateur, à une fréquence de 30 Hz, suivant que le bit à transmettre est un 1 ou un 0; un filtre à 30 Hz extrait l'information.

(3) Le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 733 586 décrit une installation dans laquelle une commutation d'un

décalage de fréquence est utilisée à des fréquences suffisamment élevées pour qu'une dispersion dans le temps à trajets multiples doive être prise en considération (par exemple à 900 et 1100 Hz).

(4) Le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 445 814 décrit un circuit résonnant série ayant une constante de temps courte par rapport à la période de l'excitation de ligne et qui est reliée aux lignes du réseau à proximité de la crête de l'onde de tension; la polarité de l'onde de tension est opposée lors des applications successives et l'intervalle compris entre les applications successives est une caractéristique du bit à transmettre. L'information est extraite au récepteur du secteur, d'après les caractéristiques des impulsions individuelles qui peuvent être distinguées électriquement et qui proviennent de différents emplacements émetteurs, et dans les intervalles compris entre les impulsions successives.

(5) Le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 460 121 indique que la signalisation est réalisée par une charge dynamique qui est reliée aux lignes du réseau et en reçoit la tension. La nature de cette charge dynamique est telle que lors de la signalisation, la charge est connectée et déconnectée électriquement de façon continue à une fréquence reliée harmoniquement à la fréquence du réseau, par un circuit interne de commande.

En outre, les sociétés Automated Technology Corporation, General Electric Company et Westinghouse Electric Corporation ont indiqué les résultats de travaux récents selon lesquels la communication par des lignes de distribution d'énergie électrique est réalisée à des fréquences de l'ordre de 100 kHz, pour lesquelles les signaux parcourent les transformateurs de distribution étant donné la capacité entre les enroulements primaires et secondaires. Selon ces programmes, le schéma de la société Automated Technology Corporation utilise une commutation à décalage de fréquence, vers des fréquences qui se trouvent de part et d'autre d'une fréquence médiane, représentant ainsi des 1 et des 0, alors que la société the General Electric Company met en œuvre la connexion ou la déconnexion à une fréquence centrale.

Les procédés précités présentent un ou plusieurs inconvénients divers. Les schémas à fréquence élevée font apparaître une atténuation excessive lors du passage dans les transformateurs de distribution; cette atténuation dépend dans une certaine mesure du type du transformateur, mais elle peut facilement atteindre 20 à 30 dB. Des condensateurs destinés à corriger le facteur de puissance ont tendance à absorber les composantes à fréquence élevée et à nuire ainsi dans tous les types d'installation qui reposent sur la transmission de composantes à des fréquences nettement supérieures à celles du réseau. Les installations qui tendent à mettre en circuit une charge à des fréquences sous-harmoniques ont tendance à présenter des fréquences de signaux très faibles, car plusieurs cycles doivent être détectés pour l'obtention d'une faible largeur de bande et, lorsque cette largeur de bande n'est pas faible, le rapport signal/bruit en souffre. Lorsque des récepteurs à bande étroite sont nécessaires dans le cas des fréquences créées par la charge sous-harmonique de la tension du réseau, un problème supplémentaire se pose concernant une variation convenable de la bande de fréquences lors des varations de la fréquence attribuées au déplacement de la fréquence instantanée de l'alimentation, bien que ce problème puisse ne pas se poser dans le cas de récepteurs d'un coût envisageable pour la réception à basse fréquence.

L'invention concerne donc un procédé de transmission d'informations d'une charge à une source par une ligne d'un réseau d'énergie électrique, ayant une onde de tension et transmettant du courant à une charge au moins, ainsi qu'un appareil de mise en œuvre du procédé. Le procédé et l'appareil sont caractérisés par les étapes et dispositifs mentionnés dans les revendications 1 et 13.

Des formes des réalisation de l'invention seront décrites, à titre d'exemple, en se référant aux dessins sur lesquels:

– la figure 1A représente un dessin de signaux à deux cycles, correspondant à une onde de tension d'une ligne d'un réseau d'alimentation électrique, une charge résistive étant appliquée tard au cours du demi-cycle de polarité positive et représentant un 0 ou un 1, le courant de signalisation étant créé dans les parties hachurées de l'onde de tension, et la succession finie d'opérations numérique, dire algorithme de détection étant représenté symboliquement sous l'onde de tension;

– la figure 1B représente un autre dessin à deux cycles dans lequel la charge résistive est appliquée tard au cours du demi-cycle de polarité négative pour la représentation des 0 ou des 1;

– la figure 1C représente la combinaison des dessins de charge et des algorithmes de détection des figures 1A et 1B, lors de la formation d'un dessin de signaux à deux cycles dans lequel une charge résistive est appliquée tard au cours des demi-cycles de chaque polarité pour la représentation de 0 et 1, avec deux fois le signal;

– la figure 2A représente un autre dessin de signaux à deux cycles, par rapport à l'onde de tension du réseau, une charge résistive étant appliquée tôt au cours de chaque cycle de polarité positive et représentant un 0 ou un 1, les parties hachurées indiquant le temps pendant lequel le courant de signalisation est créé et l'algorithme correspondant de détection étant représenté symboliquement sous la forme d'onde;

– la figure 2B représente un autre dessin de signaux à deux cycles dans lequel la charge résistive est appliquée tôt au cours de chaque demi-cycle de polarité négative pour la représentation d'un 0 ou d'un 1;

– la figure 2C représente la combinaison des dessins et des algorithmes de détection des figures 2A et 2B lors de la formation de dessins de signaux à deux cycles au cours desquels la charge résistive est appliquée tôt à chaque demi-cycle et représente un 0 ou un 1, avec deux fois le signal;

– la figure 3 est un schéma en partie sous forme synoptique, d'un réseau triphasé de distribution d'énergie électrique, le générateur d'un courant de signalisation étant relié au secondaire du transformateur de distribution;

– la figure 4 est un schéma et un diagramme synoptique du circuit logique de commande numérique du générateur de courant de signaux représenté sur la figure 3;

– la figure 5 représente un autre mode de réalisation de générateur de courant de signaux, indiqué en traits interrompus sur la figure 3;

– la figure 6A est un diagramme synoptique d'un détecteur réalisant les algorithmes de détection représentés symboliquement sur les figures 1A à 1C et 2A à 2C, lorsque les dessins de signaux sont reproduits quatre fois;

– la figure 6B représente la forme d'onde de tension d'une phase ainsi que les intervalles et sens correspondants d'intégration;

– la figure 7A représente un autre dessin de courants de signaux, par rapport à l'onde de tension du réseau, les courants des signaux circulant pendant les parties hachurées de l'onde de tension, ce dessin étant un exemple de dessin de signaux dans le cas du mode de réalisation asynchrone d'appareil selon l'invention; et

– la figure 7B représente la mise en œuvre de l'algorithme de détection dans le cas du dessin de courants de signaux représenté sur la figure 7A.

Le procédé et l'appareil de transmission selon l'invention peuvent être utilisés pour la transmission de tous les types de données numériques, vers l'amont. La transmission de l'état d'un compteur en vue de la facturation et/ou l'analyse de la consommation sont deux applications possibles d'une telle signalisation. L'invention convient bien à la communication d'informations concernant le fonctionnement efficace de l'ensemble

de l'installation. L'information entrant dans cette catégorie concerne les tensions, les déphasages, les températures des transformateurs, l'état de séries de condensateurs et des caractéristiques analogues de fonctionnement. En outre, les données ne sont pas obligatoirement limitées à des informations concernant directement le réseau électrique mais peuvent comprendre des mesures correspondant à d'autres installations et des signaux d'alarme concernant des incendies, une trop grande pression de chaudière, des intrusions, une faible température de l'eau ou un autre cas anormal.

L'invention met en œuvre un dessin de courants de signalisation qui est superposé au courant de la phase qui alimente les charges normales reliées à elle. Le dessin de courants de signalisation est produit par addition d'un courant de signalisation, par exemple par connexion et déconnexion d'une charge résistive, capacitive ou inductive à la phase, en synchronisme avec l'onde de tension de cette phase, par exemple à 400, 60 ou 50 Hz par exemple. (Le terme «addition» utilisé dans le présent mémoire s'applique à la création du dessin de courants de signalisation par connexion ou déconnexion électrique d'une charge). L'expression «onde de tension du réseau» utilisée dans le présent mémoire s'applique à l'onde de tension elle-même et à toute onde dont la fréquence est un multiple rationnel de la fréquence du réseau et qui a un passage à 0 qui est relié dans le temps à un passage à 0 particulier de l'onde de tension du réseau elle-même. Le dessin de signalisation le plus avantageux comprend deux impulsions séparées de courant dont les flancs antérieurs sont séparés par au moins 90° et se trouvent normalement dans deux cycles de l'onde de tension du réseau.

La détection du dessin des courants de signalisation est effectuée dans un mode de réalisation avantageux par intégration du courant de la phase qui aliment l'emplacement de réception des signaux, pendant des fenêtres temporelles prédéterminées synchronisées sur l'onde de tension du réseau. Dans le cas du dessin le plus avantageux de signalisation, une comparaison est réalisée entre les courants apparaissant pendant une partie au moins de chacun des demi-cycles de l'onde de tension du réseau qui sont séparés par au moins un cycle complet de l'onde de tension. L'intégration du courant est réalisée en fonction d'une succession d'opérations numériques dite algorithme de détection, pour l'accumulation des différences de courants à attribuer au courant de signalisation, malgré la présence de charges utilisées de façon continue ou temporaire.

Il faut noter que, lorsque l'onde de courant normal d'un demi-cycle d'une phase particulière est symétrique dans ses parties de montée et de descente, on peut utiliser des dessins de signalisation plus comprimés et la détection peut être réalisée par comparaison d'intervalles spécifiés par rapport à la symétrie; de cette manière, on peut reconnaître des dessins occupant moins d'une demi-période, à 50 Hz par exemple.

On se réfère maintenant aux dessins de courants de signalisation représentés sur les figures 1A à 1C et 2A à 2C, les 1 et 0 binaires (bits) étant représentés par des dessins formés par une charge résistive et qui créent des dessins correspondants de courants de signalisation représentés sur ces figures. Le courant de signalisation circule dans la partie hachurée de l'onde représentée de tension du réseau. La charge résistive et les courants correspondants de synchronisation sont synchronisés par rapport à la phase de l'onde de tension du réseau.

La comparaison des courants de signalisation, le cas échéant, pendant des parties correspondantes des deux demi-cycles de l'onde de tension du réseau est réalisée suivant le résultat de l'algorithme indiqué de détection et pendant les temps représentés. Bien qu'on n'ait indiqué que deux cycles sur les figures, le dessin se répète de préférence un certain nombre de fois, par exemple 4 fois, afin que la fiabilité de la détection soit plus grande. En outre, sur les figures, les paires de cycles à comparer sont successives et les demi-cycles particuliers contenant le dessin de signalisation, le cas échéant, sont séparés par un cycle complet de l'onde de tension du réseau. Bien que cette configuration soit commode pour la réalisation, la paire de cycles contenant les demi-cycles d'information des courants de signalisation ne doit pas obligatoirement comprendre des cycles successifs pourvu qu'une convention mutuellement acceptée soit observée à l'emplacement de signalisation et à l'emplacement de détection. Dans ce cas, il faut noter que les demi-cycles de comparaison sont séparés par plus d'un cycle de l'onde de tension. Il faut noter que les algorithmes les plus avantageux de détection traitent des cycles alternés en sens opposés; ainsi, si le début de l'algorithme de détection est décalé d'un cycle, le signe du signal accumulé pour la détection d'un bit est inversé.

Le présent procède se distingue des procédés connus en ce qu'il met en œuvre deux niveaux de synchronisation avec l'onde à 50 Hz afin que le signal détecté crée un message compréhensible. A un niveau de synchronisation, le processus de détection est mis en œuvre avec un déphasage particulier par rapport à l'onde à 50 Hz, cette caractéristique étant courante dans les dispositifs connus. Le second niveau de synchronisation nécessite la reconnaissance d'un cycle particulier de l'onde à 50 Hz par l'émetteur et le récepteur, sous forme d'un cycle de référence (qui peut faire partie ou non du message).

Ce second niveau de synchronisation qui n'est pas connu, détermine le sens d'accumulation du signal transmis vers l'amont au cours de la détection. Ce second niveau de synchronisation permet le remplacement du procédé fréquent de simple détection de la présence ou de l'absence du signal, par le procédé perfectionné de détection du signal dans deux sens compréhensibles, avec ainsi une amélioration des possibilités de détection du signal par rapport à celles qu'on obtient par simple détection de la présence ou de l'absence du signal.

On peut aussi noter que la détection de deux types de signaux et la reconnaissance de l'absence d'un signal permettent l'utilisation d'un code ternaire à la place du code binaire utilisé de façon classique.

La détection des courants de signalisation représentés sur les figures 1A à 1C et 2A à 2C est réalisée, dans un mode de réalisation avantageux, par intégration du courant de la phase, à la sous-station ou à un autre emplacement de détection, en fonction des algorithmes de détection. Ces derniers qui indiquent les intervalles pendant lesquels l'intégration est réalisée et le sens dans lequel l'intégrale est accumulée, sont indiqués symboliquement au-dessous de l'onde de tension sur les figures, pour chaque paire de cycles. Lorsque le dessin binaire de base se répète un certain nombre de fois et améliore ainsi la détection du signal, l'intégrateur n'est pas effacé entre les paires successives de cycles mais il n'est au contraire effacé qu'à la fin de l'algorithme de détection.

Il faut noter que, dans la première paire de cycles, le signal représentant un 0 contribue à l'intégrale uniquement dans les demi-sinusoïdes 1 et 2 et de manière analogue, et le signal représentant un 1 ne contribue à l'intégrale que dans les demi-sinusoïdes 0 et 3.

Si l'on adopte la convention selon laquelle l'intégration dans le sens et donne une augmentation de l'intervalle lorsque la charge du signal a lieu dans une région pour laquelle l'onde de tension des figures se trouve au-dessus de l'axe, on note que la détection d'un 0 donne un signal négatif dans l'intégrateur et la détection d'un 1 un signal positif.

Les signaux créés par l'application des algorithmes de détection pendant chacune des paires de cycles comprenant chaque bit représenté sur les figures, sont accumulés dans l'intégrateur. A la fin de chaque algorithme de détection, le signal qui se trouve alors dans l'intégrateur est comparé à un seuil; un 1 ou un 0 est reconnu lorsque, au cours de la comparaison, le signal dépasse le seuil dans le sens positif ou négatif. Aprés la comparaison, l'intégrateur est effacé et est prêt pour l'algorithme

suivant de détection. Dans un système ternaire, on utilise deux seuils pour la détermination des trois régions.

Un message unique transmis vers l'amont par la ligne du réseau ou un canal séparé de communication peut tirer la réponse d'une succession d'émetteurs vers l'amont, disposés à un ou plusieurs emplacements de signalisation. Une demande de lecture de compteur provenant d'une série d'emplacements peut être recherchée dans le cas où les lectures des compteurs sont nécessaires pour une facturation normale. On peut aussi organiser des messages successifs afin d'éviter le recouvrement des messages adjacents sans cependant que des cycles restent inutilisés entre les messages. Le dispositif qui permet cette organisation est décrit en détail dans la suite. Le fait que l'organisation est réalisée dans des cas où une succession de transmissions est tirée par une simple interrogation vers l'aval, est indiqué sur la figure 4, par un signal de validation de transmission. Il faut aussi noter que les dessins de signaux des figures 1A à 1C et 2A à 2C sont transparents mutuellement si bien que des messages différents peuvent être transmis simultanément.

La figure 3 représente la configuration générale de l'appareil 10 de signalisation dans lequel un dispositif d'alimentation et de distribution électrique porte la référence générale 12. Les divers émetteurs de signalisation peuvent initialement être verrouillés en synchronisme mutuel et avec le récepteur 14 (détecteur), grâce à un message transmis vers l'aval (cette disposition n'étant pas représentée sur la figure 3) qui provoque les transmissions vers l'amont. Cette synchronisation par un message transmis vers l'aval assure le second niveau de synchronisation nécessaire à la détermination des informations et permet en outre une organisation convenable des transmissions successives afin que les dessins émis ne se recouvrent pas, et à des moments connus avec précision au poste récepteur. En l'absence de ce second niveau de synchronisation assuré par la transmission vers l'aval, plusieurs détecteurs 14 peuvent être utilisés pour la commande de synchronisations différentes. Cette disposition est décrite dans la suite plus en détail.

Sur la figure 3, l'émetteur 10 proprement dit est représenté dans une zone limitée par un trait interrompu. L'émetteur comprend une charge résistive 16 et un commutateur 18. Sur la figure 3, ce commutateur est représenté sous forme de thyristors triodes 20 et 22 montés en parallèle et en sens inverses. Ces thyristors sont commandés par des signaux α et β provenant d'un circuit 23 de commande numérique représenté sur la figure 4, en détail. Ce circuit 23 crée les signaux de commande des thyristors et crée un dessin de charge qui correspond à la convention du dessin de bits des figures 1A à 1C et/ou des figures 2A à 2C et à la teneur binaire du message.

La figure 5 représente une variant d'émetteur 10. Dans cette configuration, deux résistances 24 et 26 remplacent la résistance unique 16 de la figure 3. Un avantage de cette configuration de la figure 5 est le fait que les thyristors peuvent être commandés sans isolement du potentiel. En outre, il faut noter que la tension nominale inverse applicable aux thyristors de la figure 5 doit seulement être la moitié de celle qui est nécessaire dans l'émetteur 10 de la figure 3. Il faut noter sur les figures 3 et 5 que l'émetteur 10 est placé du côté du secondaire du transformateur 28 de distribution qui alimente l'emplacement de signalisation.

Les signaux de commande des thyristors des émetteurs des figures 3 et 5 sont créés par un circuit logique convenable de commande numérique, la figure 4 représentant un tel circuit correspondant à des dessins tels que ceux des figures 1C ou 2C, reproduits quatre fois. On note en référence à la figure 1C que la charge partielle d'une demi-sinusoïde a lieu au cours des demi-sinusoïdes 1 et 2 pour la représentation d'un 0 et 0 et 3 pour la représentation d'un 1. Sur la figure 4, le détecteur 30 de passage à 0 crée une impulsion à chaque passage à 0 de l'onde de tension. Cette impulsion est comptée directement dans un compteur Johnson 32 et elle est aussi utilisée pour la commande d'un circuit 34 de retard qui détermine le retard entre le passage à 0 et le début de la charge partielle dans la demi-sinusoïde. Le compteur Johnson est remis à 0 par le signal de synchronisation provenant du message d'interrogation vers l'aval. Il s'agit du second niveau de synchronisation qui permet le transport des informations. Les nombres décodés provenant du compteur sont combinés dans deux portes réunion 36 qui déterminent la combinaison des demi-sinusoïdes dans lesquelles la charge partielle doit avoir lieu pour la signalisation des 0 et celle des 1; dans les autres demi-sinusoïdes, il n'existe pas de charge dans le dessin de la figure 1C. Il faut noter que, dans les autres demi-sinusoïdes, la charge est continue dans le dessin de la figure 2C.

Un ensemble 38 de portes intersection et réunion combine le signal de retard avec le signal de sortie des portes réunion du compteur Johnson, avec le signal de validation de la transmission et avec le signal 1 ou 0 du message pour la détermination du moment où la charge partielle d'une demi-sinusoïde doit être déclenchée. L'ensemble de portes assure aussi l'absence de charge ou la charge continue pendant la demi-sinusoïde dans laquelle la charge partielle n'a pas lieu, suivant que le dessin est celui de la figure 1C ou de la figure 2C. Le signal de sortie de l'ensemble composite 38 peut être utilisé sans isolement (mais avec un circuit tampon qui n'est pas représenté) pour la commande du déclenchement du circuit représenté sur la figure 5. L'isolement par rapport au potentiel (et le passage dans un circuit tampon) est utilisé dans le cas de l'émetteur de la figure 3. L'isolement est représenté sur la figure 4 sous forme d'un transformateur 40 d'impulsions. Un oscillateur 42 assure un déclenchement continu par l'intermédiaire du transformateur d'impulsions.

Les principaux éléments du détecteur 14 sont représentés sur la figure 6A et assurent la détection du dessin de signaux des figures 1C et 2C, répétés quatre fois. Dans ce circuit, on a représenté un élément 44 de division par 16 formé par un compteur binaire à 4 étages qui est remis à 0 par le signal de synchronisation du second niveau de la transmission de l'interrogation vers l'aval, utilisé pour la synchronisation des compteurs Johnson du circuit logique de commande numérique de chacun des émetteurs.

Un détecteur 46 de passage à 0 crée une impulsion à chaque passage à 0 de l'onde de tension. Chaque impulsion de ce détecteur remet à 0 un compteur 48 de retard. Ensuite, le comptage du compteur de retard se poursuit jusqu'à ce que le bit le plus significatif devienne un 1 et à ce moment une impulsion est créée dans un circuit monostable 50 qui établit le début de chaque période d'intégration. Ce retard entre le passage à 0 et le début de la période suivante d'intégration doit être très reproductible d'un cycle à l'autre.

Le circuit monostable commandé par le compteur de retard prérègle un compteur 52 d'intervalle. Ensuite, le comptage de ce dernier a lieu jusqu'à ce que le bit le plus significatif devienne un 1. Lorsque le bit le plus significatif du compteur d'intervalles reste un 0, l'intégrateur 54 assure l'intégration. La durée de cette période d'intégration doit être très reproductible d'un cycle à l'autre. Le sens de l'intégration est déterminé par l'état du second bit d'un compteur binaire 56 à deux étages qui compte le signal créé par le circuit monostable à la sortie du compteur de retard. Ce compteur à deux étages est préréglé convenablement pour la détection des signaux représentés sur la figure 1C ou 2C, à l'aide du même signal de synchronisation du second niveau qui assure déjà la remise à 0 du compteur de division par 16.

Les spécialistes peuvent noter que l'état du second étage de ce compteur à deux étages doit être établi avant le préréglage du compteur d'intervalles afin qu'une période temporaire d'intégration ne puisse pas avoir lieu dans le mauvais sens; il n'y a

évidemment aucune difficulté dans la satisfaction de cette condition nécessaire.

Lors du débordement du compteur de division par 16, le niveau du signal accumulé dans l'intégrateur est comparé par un comparateur 58 avec des signaux de référence qui forment un seuil. Cette comparaison est commandée par une impulsion créée par un circuit monostable 60 monté à la sortie du compteur de division par 16, et un 1 ou un 0 est reconnu chaque fois que cette comparaison indique que le signal accumulé dans l'intégrateur se trouve en dehors de la fenêtre de bruit dans le sens positif ou négatif respectivement.

Lorsque la comparaison a été réalisée, l'intégrateur est effacé avant l'intégration suivante. Celle-ci est commandée par un signal retardé provenant du circuit monostable 60 par l'intermédiaire d'un circuit 62 de retard.

Après la description des divers éléments d'une installation de communication, on considère plus en détail les algorithmes de détection sur lesquels repose l'organisation des communications.

Le fait que le courant de signalisation est superposé au courant normal d'une phase pose une condition pour une détection précise. Bien que la signalisation ait lieu au niveau de puissance de crête de l'ordre de 10 kW, ces signaux sont placés sur une onde de courant qui peut comprendre le courant de charge correspondant à 20 MW sur les trois phases. On doit donc utiliser une organisation de détection qui accumule le signal et en même temps rejette les contributions qui peuvent être attribuées au courant normal des phases alimentant les charges électriques de l'installation. La présente détection satisfait à cette condition. Le sens de l'intégration choisi pour l'algorithme de détection est tel que le signal accumulé dans l'intégrateur 54 pendant le premier demi-cycle est annulé en grande partie au cours du demi-cycle suivant, cette caractéristique étant une conséquence directe du fait que la plus grande partie du courant de la phase est à attribuer aux charges électriques alimentées par l'installation et que la forme d'onde de courant a une symétrie raisonnable. Les critères applicables à la plage dynamique de l'intégrateur sont considérablement réduits par cette compensation approximative, et cette considération réduit notablement le problème de la mise au point d'un circuit de grande précision. La plage dynamique de l'intégrateur est aussi réduite par utilisation d'intervalles d'intégration qui constituent une petite fraction d'une demi-période de la fréquence du réseau, cette caractéristique étant obtenue par une signalisation correspondant aux dessins représentés sur les figures 1A et 2C avec les algorithmes représentés de détection.

Bien que les effets de l'intégration dans des demi-cycles successifs aient tendance à s'annuler dans la mesure où le signal total accumulé dans l'intégrateur est concerné, cette annulation ne peut pas être supposée exacte puisque la forme d'onde du courant d'une polarité ne peut pas être exactement la symétrique de celle d'un demi-cycle antérieur. Il faut noter cependant que, dans le second cycle de chaque paire auquel les algorithmes de détection s'appliquent, l'intégration a un sens opposé à celui du premier cycle. En conséquence, à la fin de ce second cycle, les contribution du courant normal de phase des deux demi-sinusoïdes de polarité positive s'annulent exactement et les contributions du courant normal de phase des deux demi-sinusoïdes de polarité négative s'annulent exactement pourvu uniquement que la forme d'onde du courant normal de phase se répète d'un cycle au suivant. Cette conclusion est valable quelle que soit la configuration de l'onde pourvu uniquement qu'elle soit périodique à la fréquence du réseau (ou à des harmoniques ou certains sous-harmoniques de cette fréquence pour l'algorithme le plus avantageux de détection). On peut noter alors l'avantage de la sélection de paires de cycles qui doivent être comparés dans des cycles adjacents, comme indiqué sur les figures 1C et 2C, car ce n'est que dans ce cas que le même intégrateur peut être utilisé pour la série entière de paires de cycles (dans l'hypothèse d'une reproduction des dessins des figures 1C et 2C).

Lors de l'extraction des informations de l'onde composite comprenant le courant de signalisation superposé au courant coexistant de phase qui alimente les charges de l'installation, les algorithmes de détection comparent des régions particulières d'un cycle aux régions correspondantes du cycle voisin afin que les signaux s'accumulent alors que le courant de fond qui est attribué à la charge permanente contribue de façon négligeable.

Il faut noter que ce procédé de détection diffère très nettement des autres qu'on a déjà proposés pour la détection d'une modulation de courant, car il permet l'utilisation de fréquences binaires correspondant à au moins la moitié de la fréquence du réseau. Etant donné que, dans l'exemple du mode de réalisation avantageux décrit dans le présent mémoire, les dessins de bits à deux cycles se répètent quatre fois, 8 cycles sont attribués à chaque bit, dans un compromis entre le niveau des signaux et la fréquence des bits.

Il faut évidemment que les intervalles d'annulation aient avec précision la même durée et la même position relative dans le cycle afin que la contribution de la fréquence du réseau et de ses harmoniques permette une annulation exacte. L'opération peut être réalisée par comptage du signal de sortie à une fréquence élevée d'horloge. Il faut noter cependant que cette horloge ne doit pas présenter une bonne stabilité à court terme puisque, sur les figures 1C et 2C, la comparaison est réalisée sur la base d'un cycle et du suivant.

Lorsque la signalisation vers l'aval déforme les passages à 0 de l'onde de tension du réseau dans un dessin connu, au niveau du récepteur vers l'amont, la paire de comparaisons affectée peut être supprimée ou compensée dans l'algorithme de détection vers l'amont afin que la transparence vers l'amont soit obtenue.

La principale source de bruit que ne peut pas être annulée par une application parfaite de l'algorithme de détection est due à la commutation des charges du système de distribution électrique. L'ensemble de détection est réalisé afin qu'il reconnaisse les courants de signalisation en présence de courants transitoires de crête bien supérieurs associés à la commutation des charges. L'opération est réalisée en partie par application de la charge de signalisation relativement tard dans la demi-sinusoïde de l'onde de tension, comme indiqué sur la figure 1C.

Les thyristors triodes constituent les dispositifs les moins coûteux et les plus satisfaisants qui permettent la commutation des charges de signalisation. Lorsqu'ils sont déclenchés, la condition se poursuit jusqu'à la disparition du courant. Dans le cas d'une charge résistive, cette caractéristique se présente lorsque l'onde de tension passe à 0. Ainsi, actuellement, le seul dispositif utilisable en pratique pour la création de signaux de courte durée (par exemple du type nécessaire pour la signalisation comme indiqué sur la figure 1C) assure le déclenchement des thyristors tard au cours de la demi-sinusoïde de l'onde de tension. L'impulsion de courant créée au cours de cette signalisation est essentiellement triangulaire, et elle tombe à 0 lorsque le temps s'écoule.

L'accumulation du signal dans l'intégrateur est proportionnelle à la durée de l'algorithme de détection. Cependant, la commutation de la plupart des charges à un réseau de distribution (par exemple des moteurs, des dispositifs de chauffage par résistance, etc.) est aléatoire. Ainsi, l'augmentation de la durée de l'algorithme de détection accroît le rapport signal/bruit. Un algorithme de détection correspondant à 8 cycles du signal à 50 Hz a ainsi une durée avantageuse.

L'emplacement et la largeur de la fenêtre optimale dépendent de la nature des courants transitoires qui contribuent au bruit (de type capacitif, résistif ou inductif), de l'effet des condensateurs de compensation du facteur de puissance, au

flanc antérieur du courant de signalisation, et des caractéristiques du réseau qui provoquent un déphasage de la tension à l'émetteur éloigné par rapport à la tension de référence au niveau du détecteur.

Par exemple, dans le cas de charges résistives, le courant dû à un fonctionnement normal correspond à l'impulsion de courant de l'émetteur après déclenchement des thyristors et tombe à 0 lorsque la tension s'annule. Cependant, lorsque le facteur de puissance diminue par rapport à 1 (étant donné la présence d'éléments réactifs dans la charge), le courant ne s'annule plus lorsque la tension est nulle et, pour une valeur efficace donnée, l'intensité réelle en présence du courant de signalisation, pendant la fenêtre d'intégration, peut être supérieure et le rapport signal/bruit peut être réduit. Ce rapport peut être alors accru par réduction de la durée de la fenêtre d'intégration afin qu'elle coïncide avec la valeur de crête du courant de signalisation.

Cette conclusion est une très grande simplification des considérations relativement complexes qui portent sur l'efficacité de la détection. La complexité est due au fait que la forme d'onde de l'onde triangulaire de la signalisation ne se maintient pas dans tout le système de distribution. L'impédance du dispositif d'alimentation et la réactance de fuite du transformateur de distribution ont tendance à réduire la vitesse de montée du signal et à introduire un déphasage. Lorsque des séries de condensateurs sont reliées à l'installation de distribution près de l'emplacement de la charge de signalisation, ces condensateurs ont tendance à transmettre le courant nécessaire au flanc ascendant du courant de signalisation.

Le dispositif le plus commode en pratique, dans le cas d'une installation réelle de distribution dans laquelle des émetteurs peuvent occuper des emplacements différents le long du réseau et des séries de condensateurs sont commutées le cas échéant, comprend plusieurs détecteurs ayant des fenêtres indépendantes d'intégration. Lors de l'utilisation de cette caractéristique, les données les plus convenables pour tous les détecteurs associés sont traitées et permettent la détection de l'information.

En résumé, on peut noter que, pour de nombreuses raisons, on doit utiliser un intervalle de signalisation aussi court que possible en pratique. De cette manière, dans le cas de la signalisation de la figure 1C, un niveau élevé de puissance peut être utilisé dans l'intervalle de signalisation sans dépassement des limites permises de dissipation de la charge de signalisation et des thyristors triodes. Une caractéristique importante lors de l'utilisation d'intervalles de signalisation relativement courts est l'aptitude à l'exploitation des possibilités de transport d'un courant élevé des thyristors triodes d'un coût modéré, cette caractéristique permettant la création de signaux de niveau très élevé avec des composants de faible prix. Cependant, une limite portant sur l'importance de l'amélioration de la récupération des signaux par concentration de ceux-ci dans un court intervalle de temps, est fixée par les caractéristiques du dispositif d'alimentation et de distribution.

La plupart des circuits d'alimentation des réseaux de distribution ont une configuration en étoile et, dans ce cas, le courant de signalisation apparaît au neutre et à la phase. Un avantage obtenu par détection sur le fil neutre est la réduction des critères qui s'appliquent à la plage dynamique de l'intégrateur car, dans le cas de charges bien équilibrées, l'amplitude du courant dans le fil neutre est relativement faible si bien que les courants de signalisation constituent une proportion bien plus grande des courants totaux.

Il faut noter que, dans le cadre de l'invention, le courant «courant du fil neutre» peut remplacer l'expression «courant de la phase» dans les divers modes de réalisation. Ainsi, le terme «courant de la phase» s'applique aussi au courant du fil neutre. On peut utiliser ces deux expressions qui sont comprises dans l'expression générale «courant de ligne».

En outre, on peut détecter dans le fil neutre trois transmissions simultanées, une dans chaque phase, du type représenté sur la figure 1C (ou 1A ou 1B).

Lorsque l'algorithme de détection indiqué sur la figure 2C est appliqué à la forme d'onde de signalisation de la figure 1C, aucun signal n'est détecté car les intervalles d'intégration se trouvent tout à fait en dehors des intervalles de création des signaux. Les caractéristiques du circuit d'alimentation provoquent une déformation de l'impulsion de signalisation mais l'intervalle d'intégration applicable à la figure 2C peut être choisi suffisamment au-delà du passage à 0 pour qu'aucun signal ne soit détecté à la suite de la signalisation comme décrit en référence à la figure 1C.

De manière analogue, lorsque l'algorithme de détection applicable à la figure 1C est utilisé pour le signal de la figure 2C, l'intégrateur n'accumule aucun signal résultant. Dans ce cas, le signal est présent pendant toute la période d'intégration de toutes les périodes et sa contribution s'annule à la fin de l'algorithme de détection.

Ainsi, les dessins de signalisation des figures 1C et 2C sont des exemples de signaux qui n'interfèrent absolument pas, et les deux types de signalisation vers l'amont peuvent être utilisés simultanément.

On considère maintenant d'autres types de signalisation non programmée. L'utilisation principale de deux dispositifs transparents de signalisation est la transmission de messages non programmés dans des périodes de transmission programmée. D'autres possibilités d'obtention de cette caractéristique sont décrites dans la suite du présent mémoire.

Sur les figures 1C et 2C, les paires de cycles qui doivent être comparées sont présentées sous forme successive, et il est implicite que les bits successifs du message programmé transmis vers l'amont se suivent immédiatement. Cependant, on peut utiliser un format de message programmé de longueur fixe à un espace prédéterminé dans lequel aucun message programmé n'est transmis. Dans ce cas, on peut transmettre des messages non programmés dans cet espace et utiliser le même appareillage détecteur pour la réception des messages programmés et non programmés, pourvu que ces deux types de message aient une même synchronisation de second niveau.

Le principal inconvénient de cette organisation est que le temps nécessaire aux transmissions programmées est plus important et le temps nécessaire à chaque transmission non programmée vers l'aval a une plus grande durée que dans le cas idéal.

Cependant, lorsque la détection porte sur les phases et lorsque les transmissions programmées simultanées ne sont pas utilisées simultanément dans les différentes phases, la transmission de messages non programmés peut être réalisée à partir d'emplacements recevant l'énergie triphasée, par simple transmission simultanée par les trois phases, du type décrit en référence à la figure 1C. Dans ce cas, un message identique est reçu par les deux phases dans lesquelles il n'existe pas de traffic programmé et un message brouillé apparaît dans l'autre phase. Le message non programmé peut ainsi être reconnu avec le seul appareillage récepteur prévu pour la réception des messages programmés, mais la transmission programmée apparaissant à ce moment est perdue.

On considère maintenant l'utilisation des trois phases pour le rassemblement de l'information. Lorsque, dans le circuit d'alimentation de l'installation de distribution, les transmissions simultanées dans toutes les phases ne sont pas utilisées, les trois phases (à un niveau de sous-transmission) peuvent être utilisées simultanément pour la consolidation de données provenant des sous-stations de distribution et destinées à des sous-stations plus centrales de l'installation de sous-transmission; en particulier, lorsqu'une sous-station de l'installation de sous-transmission dessert trois sous-stations de distribution, les données provenant de chaque sous-station de distribution peuvent être simplement

recopiées et rassemblées à la sous-station de sous-transmission. Dans ce cas, une phase est attribuée comme canal de transmission, à chaque sous-station de distribution, et le relais des données peut être simultané.

On considère maintenant l'établissement du signal de validation de transmission dans le cas d'une transmission successive par groupes. Les spécialistes connaissent divers mécanismes destinés à l'établissement de la validation de transmission qui détermine le moment où chaque émetteur doit transmettre des signaux dans le cas d'une réponse successive demandée. Le procédé qui suit ne correspond qu'à une possibilité de mise en œuvre.

Le message transmis vers l'aval et qui déclenche les transmissions successives spécifie l'adresse numérique de l'emplacement qui doit déclencher la séquence de transmissions. Cette adresse parvient à un compteur, à chaque émetteur qui doit répondre, et le nombre présent dans le compteur progresse à intervalles réguliers correspondant à une durée prédéterminée. Le nombre du compteur est comparé à l'adresse numérique de chaque émetteur chaque fois que le nombre a progressé. Lorsque le nombre du compteur coïncide avec l'adresse de l'emplacement particulier, cet emplacement commence sa transmission. Cette simple caractéristique permet des transmissions successives à partir d'un certain nombre d'emplacements numérotés successivement. Lorsqu'un emplacement ayant un numéro particulier est retiré de la population adressée (par exemple par transfert à un autre circuit d'alimentation), il apparaît un espace dans la séquence de transmissions programmée de cette manière.

Lorsque les transmissions successives ont été déclenchées et lorsque l'énergie est ensuite perdue à un emplacement qui doit transmettre de façon programmée au cours de la séquence, il est souhaitable que l'aptitude à transmettre soit inhibée aux emplacements correspondant à une perte d'énergie afin que le recouvrement des transmissions soit évité.

On considère maintenant la suppression du papillotement. L'application d'une charge résistive à l'emplacement du client ou consommateur peut provoquer une baisse de la tension de ligne reçue par ce client étant donné l'impédance interne du transformateur et celle de la ligne. Cette chute de tension d'alimentation peut provoquer un papillotement des lampes à incandescence et une instabilité de la base de temps des postes de télévision.

Le dessin de charge représenté sur la figure 1C tend à rendre minimaux ces problèmes de papillotement. L'instabilité de la base de temps de postes de télévision est supprimée pourvu que la charge ne réduise pas la tension de crête; l'amplitude de crête de l'onde de tension n'est pas perturbée lorsque la charge résistive est connectée tard dans le demi-cycle (c'est-à-dire après la valeur de crête) de l'onde de tension.

La délimitation de la signalisation par des courants dans des intervalles tradifs dans un demi-cycle de la sinusoïde de la tension du réseau, par exemple à 145° pour un thyristor de 8 A, empêche la perturbation de la tension au cours de la plus grande partie du cycle et notamment dans les régions pour lesquelles la tension est élevée. En conséquence, le chauffage résistif d'une lampe à incandescence dont la luminance est proportionnelle à une puissance élevée de la tension, est peu affecté par la connexion de la charge tard dans la demi-sinusoïde de la tension; ainsi, le papillotement dû à la connexion de la charge de faible impédance tard dans la demi-sinusoïde est insignifiant. Lorsque les courants de signalisation sont plus élevés, ceux-ci doivent apparaître encore plus tard dans l'onde de tension du réseau afin qu'ils n'interfèrent pas avec les charges du consommateur.

Les charges de faible impédance peuvent cependant être connectées par des thyristors triodes afin que la charge soit entretenue pendant une demi-période complète du courant à 50 Hz, sans papillotement, pourvu que la charge soit réactive. Dans le cas du condensateur, celui-ci doit être préalablement chargé lors de sa connexion à la tension, à la valeur de crête de la courbe de tension. Comme la tension appliquée au condensateur coïncide avec la tension de ligne au moment de l'application, aucun courant n'est immédiatement consommé. Lorsque la tension de ligne diminue, la tension aux bornes du condensateur diminue aussi et nécessite la circulation d'un courant qui a une valeur maximale pour la tension nulle. Ce courant continue à circuler jusqu'à ce que, à la tension maximale opposée, le condensateur soit totalement chargé en sens opposé. A ce moment, le thyristor cesse de conduire et la charge est supprimée, laissant le condensateur chargé dans le sens qui convient à son utilisation dans l'opération suivante de signalisation. Ce type de charge ne perturbe pas la tension de crête et donne un papillotement relativement faible car le courant élevé n'apparaît qu'au voisinage de la tension nulle au niveau de laquelle le chauffage d'une lampe à incandescence est faible. Il faut noter que ce type de signalisation ne provoque pas une dissipation d'énergie et peut aussi être obtenu à l'aide d'une self qui remplace le condensateur.

On considère maintenant la second niveau de synchronisation obtenu à partir du dessin de signalisation. Dans la description qui précède, le second niveau de synchronisation qui est utilisé pour la distinction des 1 et des 0, est obtenu par un dispositif qui n'entre pas dans le cadre de l'invention. Cependant, on peut obtenir le second niveau nécessaire de synchronisation à l'aide uniquement du dessin de signalisation. Celui-ci permet la création d'«étiquettes» permettant un codage unitaire ou des dessins correspondant à des organisations de codage binaire, ternaire ou d'ordre supérieur.

Dans ce cas, plusieurs récepteurs sont montés afin qu'ils permettent tous les débuts possibles du signal vers l'amont. Le dessin utilisé pour la représentation d'une «étiquette» a alors une structure telle que le signal augmente uniquement dans le récepteur qui a le second niveau convenable de synchronisation par rapport aux dessins transmis. Dans les détecteurs des récepteurs qui n'ont pas le second niveau convenable de synchronisation, le signal accumulé au cours des algorithmes de détection se trouve dans la plage inférieure au seuil de détection.

Diverses possibilités permettent l'obtention d'une telle organisation à synchronisation automatique. Le dessin de signaux représenté sur la figure 7A correspond à un procédé acceptable. Cette étiquette peut avantageusement être représentée sous forme d'impulsions apparaissant dans les demi-cycles identifiés par les numéros indiqué; ces impulsions sont indiquées comme positives dans les demi-cycles de numéro impair pour lesquels la course se trouve au-dessus de l'axe et négatives dans les demi-cycles de numéro pair.

La figure 7B adopte cette convention pour la désignation de ce dessin d'étiquettes (qui est alors considéré comme une étiquette courte). Les divers débuts possibles pour les détecteurs sont représentés au-dessous de cette désignation de l'étiquette à l'aide des algorithmes de détection exécutés par chacun. Tous les éléments de signalisation sont reliés au circuit d'alimentation avec une polarité telle que l'impulsion initiale de charge provoque invariablement une impulsion de courant de même polarité sur toute phase spécifieüe. Cette caractéristique est facilement obtenue à l'aide d'un dispositif bien connu qui n'entre pas dans le cadre de l'invention.

Le niveau de signalisation accumulé par les divers détecteurs est indiqué pour chacun des trois cycles de l'algorithme de détection. L'exécution de cet algorithme comprend à nouveau la comparaison des parties correspondantes des paires de demi-cycles; pour le dessin d'étiquettes de la figure 7A, une base satisfaisante pour cette comparaison est $^1/_3$, $^2/_4$, $^5/_7$, $^6/_8$, etc. Ce niveau de signal est simplement la somme obtenue par addition

ou soustraction de 1, suivant que le signe indiquant le sens de l'intégration et le signe de l'impulsion ont le même sens ou non.

Il faut noter que, lors de la détection de cette courte étiquette, le détecteur qui a le second niveau convenable de synchronisation assure une accumulation à +4 dans deux cycles successifs de détection, cette caractéristique se distinguant nettement du cas des détecteurs qui n'ont pas le second niveau convenable de synchronisation et dans lesquels les sommes ont tendance à être négatives et, lorsque le niveau du signal est positif, il s'agit uniquement de +1, cette caractéristique se présentant uniquement pour un cycle de l'algorithme de détection pour un détecteur quelconque.

La différence très nette entre le fonctionnement du détecteur qui a le second niveau convenable de synchronisation et d'autres détecteurs permet l'établissement d'une caractéristique identifiable de cette étiquette et ainsi, un cycle particulier d'un train de cycles de l'onde de tension peut se voir attribuer une identitée unique. Cette identification peut être utilisée pour la transmission d'informations en code unitaire ou suivant d'autres codes plus efficaces.

On peut aussi utiliser le fait que la reconnaissance des étiquettes successives peut avoir lieu suivant un dessin particulier de récepteurs pour la mise en œuvre de codes ayant des bases autres que 1, les spécialistes pouvant noter que les variations possibles sont en nombre infini.

Les diverses possibilités de reconnaissance des divers dessins d'étiquettes et de distinction très nette du second niveau de synchronisation, par un même appareil de détection sont peut-être moins évidentes. Un exemple de dessin d'étiquettes compatible avec l'appareillage de détection utilisé pour la recherche de l'étiquette courte produite par une charge lors des cycles 1, 4, 6, 9, 13, 16, 18, 21 (sur la figure 7A) est le dessin créé par la charge des cycles 1, 4, 6, 9, 21, 24, 26 et 29. Ce dernier dessin constitue une «étiquette longue» répresentée sur la figure 7B; la détection d'une «étiquette longue» est reconnue lorsqu'une demi-étiquette est détectée dans un canal après la détection de l'autre demi-étiquette dans le canal qui est synchronisé au second niveau sur un temps antérieur de 4 cycles à 50 Hz.

Il faut noter que la transmission d'informations numériques par les lignes du réseau, par les appareils correspondant à des modes de réalisation avantageux décrits, ne compromet absolument pas l'utilisation simultanée prévue à l'origine de l'installation de distribution.

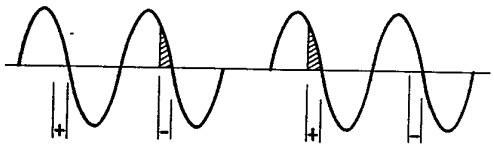


Fig. 1A.

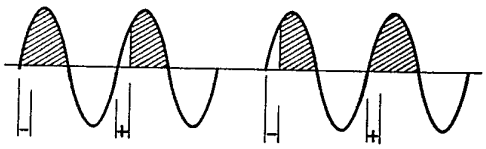


Fig. 2A.

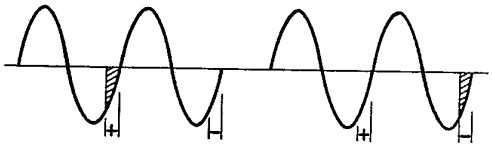


Fig. 1B.

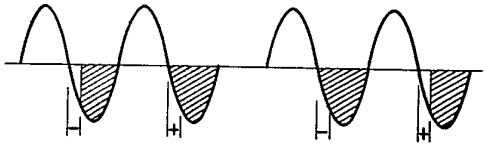


Fig. 2B.

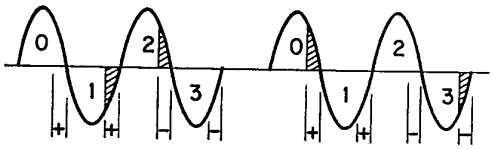


Fig. 1C.

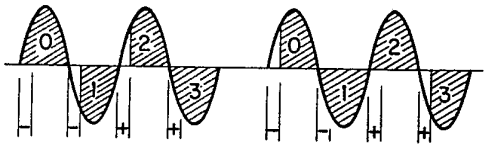


Fig. 2C.

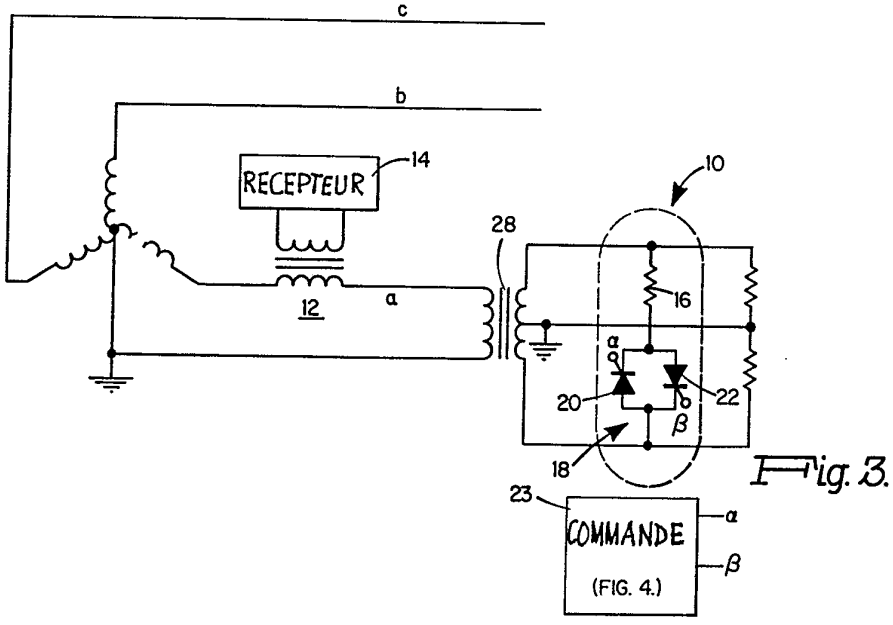


Fig. 3.

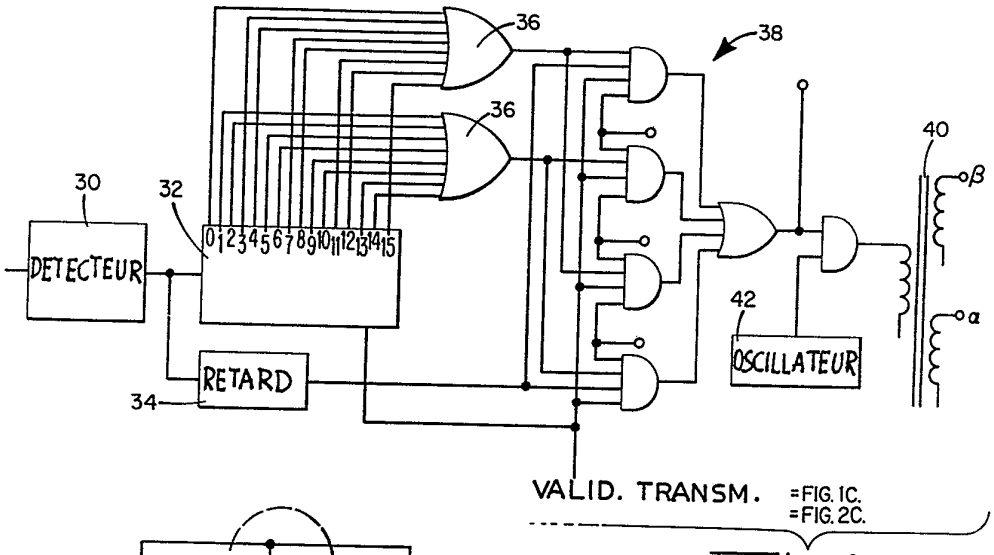


Fig. 4.

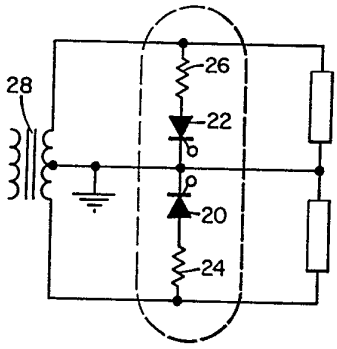


Fig. 5.

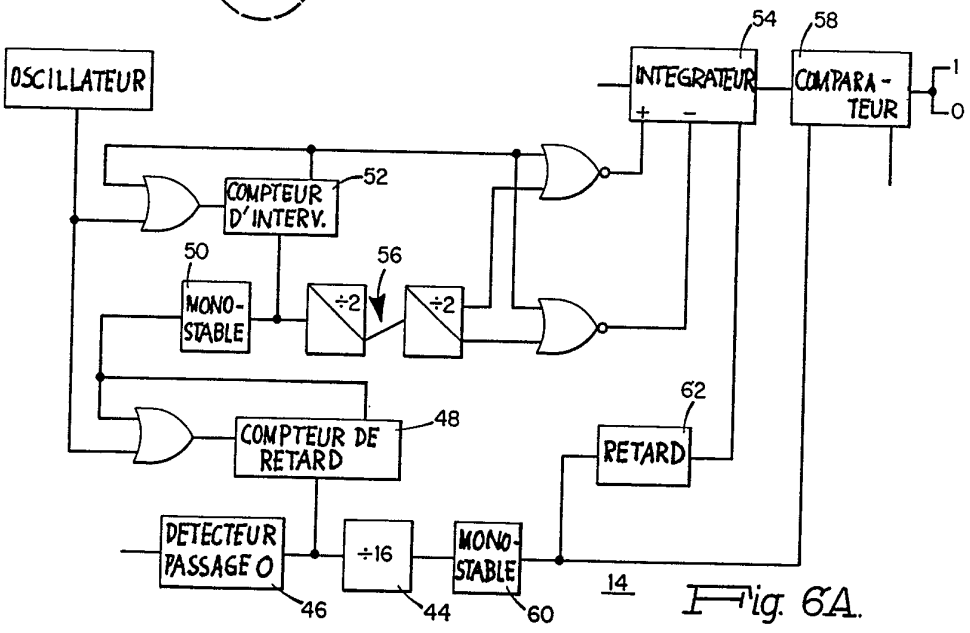


Fig. 6A.

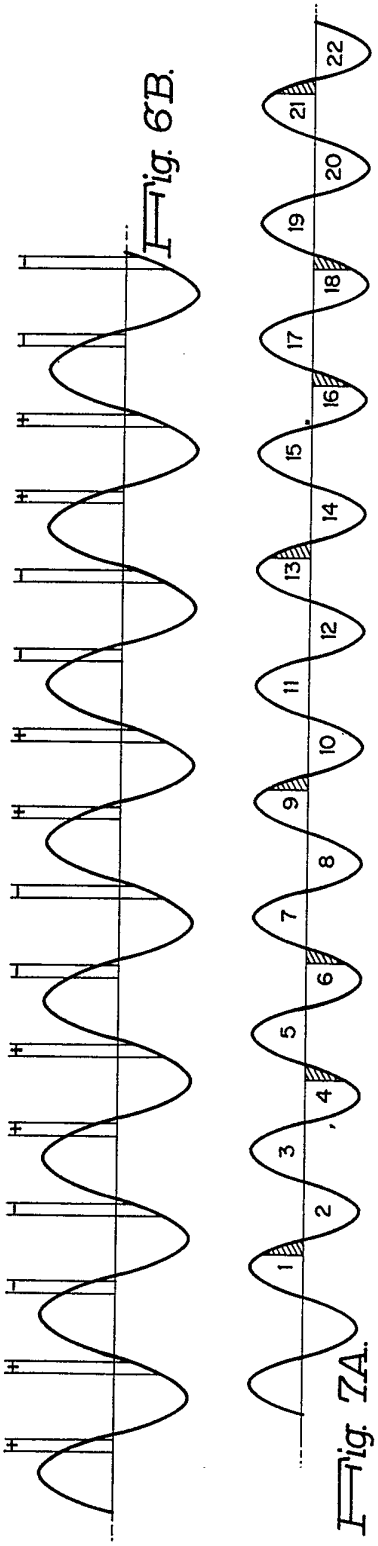


Fig. 7A.

Fig. 6B.

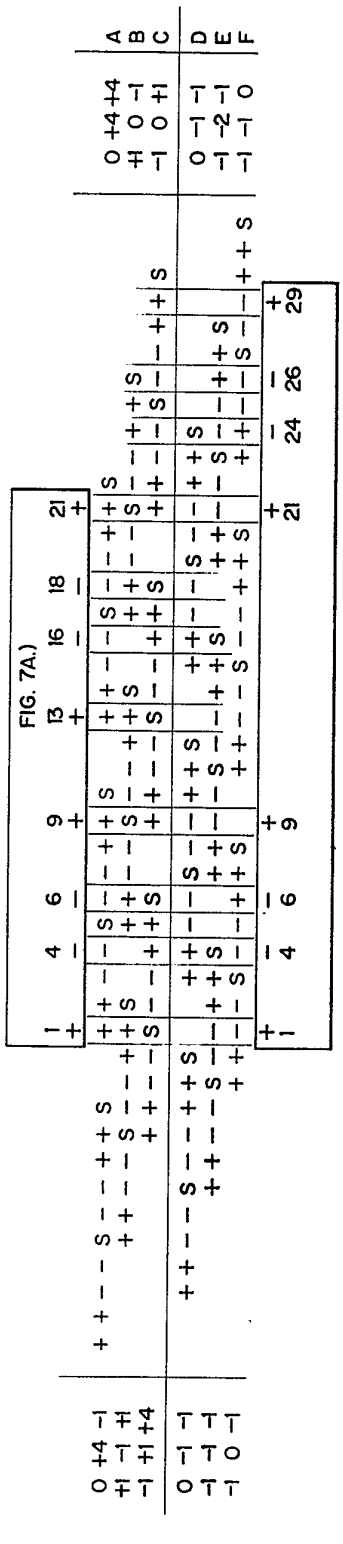


Fig. 7B