

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 80 16207

⑮ Système de localisation de défaut pour circuit de transmission bidirectionnelle simultanée à répé-
teurs.

⑯ Classification internationale (Int. Cl.³). G 01 R 31/08; H 04 B 3/46.

⑰ Date de dépôt..... 23 juillet 1980.

⑱ ⑲ ⑳ Priorité revendiquée : *EUA, 25 juillet 1979, n° 060 439.*

㉑ Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 7 du 13-2-1981.

㉒ Déposant : Société dite : INTERNATIONAL STANDARD ELECTRIC CORPORATION, résidant
aux EUA.

㉓ Invention de : Peter Denis Steensma, Robert Henry Haussmann et Anton John Polcer.

㉔ Titulaire : *Idem* ㉒

㉕ Mandataire : Jean-Claude Loraux,
251, rue de Vaugirard, 75740 Paris Cedex 15.

La présente invention concerne les circuits de transmission bidirectionnelle simultanée comprenant deux terminaux reliés par une pluralité de sections à l'extrémité desquelles le signal transmis dans un sens est amplifié et couplé en série à la section suivante par une
5 moitié correspondante d'un répéteur bidirectionnel dont l'autre moitié constitue un amplificateur indépendant qui régénère le signal transmis dans l'autre sens et, plus particulièrement, un système de localisation, à partir d'un terminal, du répéteur ou de la section pouvant être à l'origine d'un défaut de transmission préalablement détecté par ce
10 terminal.

Dans les circuits de transmission bidirectionnelle simultanée sur lignes métalliques dont les répéteurs sont alimentés en courant continu par un fil de ligne, il est connu d'établir une
15 boucle d'alimentation entre un terminal et le dernier répéteur capable d'établir un trajet de retour du courant dans le sens opposé, puis de mesurer la chute de tension totale produite par le courant d'alimentation dans cette boucle pour en déduire le nombre de sections ou de répéteurs qui séparent le terminal de la section défailante. Cette opération est facilitée par des circuits de détection situés dans chaque moitié de
20 répéteur, qui contrôlent la présence ou l'absence d'un signal d'information correct et, en l'absence de ce dernier, excitent un relais de contrôle de la chute de tension dans le trajet à courant continu.

Il est bien sûr impossible d'utiliser ce système de localisation de défaut dans des circuits de transmission dépourvus
25 de trajet à courant continu, qu'il s'agisse de lignes à conducteurs métalliques sans couplage continu, de liaisons radioélectriques ou optiques, ou de combinaisons de tels circuits.

La présente invention a donc pour objet de fournir un système de localisation de défaut précis, simple et rapide, pour des
30 circuits de transmission bidirectionnelle simultanée à répéteurs, plus particulièrement des circuits qui ne sont pas couplés en courant continu.

Il faut néanmoins noter que le système de localisation de défaut de la présente invention peut aussi être utilisé dans des
35 circuits par fils couplés en continu, seul ou combiné à des systèmes de localisation de défaut classiques pour ce type de circuits.

Conformément à l'invention, un système de localisation de défaut dans un circuit de transmission bidirectionnelle simultanée comprenant deux terminaux bidirectionnels distants et une pluralité
40 de répéteurs bidirectionnels répartis entre lesdits terminaux est

2462715

caractérisé par le fait qu'il comprend des premiers moyens situés dans un premier terminal et capables d'émettre un signal de localisation de défaut spécifique dans un premier sens de transmission allant du premier au second terminal à travers ladite pluralité de répéteurs,

5 ledit premier terminal étant l'un ou l'autre desdits terminaux et ledit premier sens de transmission étant ainsi déterminé par le premier terminal considéré, une pluralité de seconds moyens identiques dans chacun desdits répéteurs et au moins ledit second terminal, lesdits seconds moyens étant faits pour détecter l'arrivée dudit signal

10 spécifique dans ledit premier sens de transmission et, en conséquence, connecter le premier trajet de transmission au second pour former une boucle sur laquelle ledit signal spécifique fait un aller et retour entre ledit premier terminal et le répéteur ou le second terminal où sont situés lesdits seconds moyens et, s'il s'agit de seconds moyens

15 associés à un répéteur, établir la continuité du trajet dans le premier sens de transmission pour transmettre ledit signal spécifique au répéteur suivant ou au second terminal, détecter le retour dudit signal spécifique qui peut être renvoyé de la même façon par le second terminal ou ledit répéteur suivant dans le second sens de transmission, rompre ladite

20 boucle si le retour du signal spécifique est bien détecté et la maintenir fermée dans le cas contraire, et des troisièmes moyens situés dans ledit premier terminal, sensibles à l'émission dudit signal spécifique dans le premier sens de transmission et à sa réception dans le second sens pour en déduire une information sur l'emplacement d'un défaut dans le

25 circuit de transmission.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, en se reportant aux figures annexées qui représentent :

- la figure 1, un schéma fonctionnel d'un circuit de transmission bidirectionnelle simultanée à répéteurs sur lequel est symbolisé le principe de fonctionnement d'un système de localisation de défaut conforme à la présente invention ;
- la figure 2, un schéma fonctionnel d'une réalisation conforme à l'invention pour la partie du système de localisation de défaut
- 35 comprise dans l'un ou l'autre terminal du circuit ;
- la figure 3, un chronogramme des signaux servant à la localisation de défaut par les circuits de la figure 1 ;
- la figure 4, un schéma fonctionnel d'une réalisation possible d'un générateur de train d'impulsions compris dans les circuits de la
- 40 figure 2 ;

2462715

- la figure 5, un schéma fonctionnel d'une réalisation possible des répéteurs de la figure 1, notamment les circuits utilisés dans le système de localisation de défaut conforme à l'invention ;

- la figure 6, un schéma fonctionnel d'une réalisation possible d'un des régénérateurs d'impulsions de la figure 5 ;

- la figure 7, un schéma fonctionnel d'une réalisation possible de la logique de commande de la figure 5.

La description sera faite en prenant l'exemple d'un circuit de transmission de données par fibres optiques, mais il faut se rappeler que le système de localisation de défaut de l'invention ne se limite pas à ce type de circuit. Comme déjà mentionné dans le préambule, il pourrait être appliqué à des liaisons radioélectriques et à des liaisons par fils avec ou sans couplage en courant continu.

Selon les principes de la présente invention, la localisation d'une section défailante de 8 km dans un circuit de transmission bidirectionnelle simultanée à répéteurs est effectuée dans un terminal du circuit, le terminal 10 dans la représentation de la figure 1. Le fonctionnement du système de localisation de défaut est déclenché par une alarme concernant la perte du trafic entrant. Le terminal 10 interrompt alors l'émission normale de signaux d'information et envoie un signal de contrôle numérique modulé par déplacement de fréquence entre 4,608 et 1,152 MHz toutes les millisecondes. Ce signal spécifique n'est qu'un exemple possible du signal de contrôle utilisable dans le cadre de l'invention. Il suffit qu'il ait un caractère unique qui ne lui permette pas d'être simulé par un signal de transmission normal. On pourrait utiliser une onde rectangulaire de fréquence particulière ou un train d'éléments binaires constituant une information spécifique, cette onde devant être modulée selon des paramètres à choisir, parmi d'autres critères, en fonction de l'intervalle entre répéteurs et de la longueur totale du circuit.

Dans les répéteurs bidirectionnels 1 à N, chaque moitié de répéteur comprenant les circuits associés à l'un des sens de transmission comporte un moyen de détection du signal spécifique. On y trouve aussi des moyens d'établir une boucle de renvoi du signal spécifique dans le second sens de transmission quand ce signal est détecté dans le premier sens allant du terminal 10 au terminal 11, mais pas dans le sens opposé. La figure 1 illustre une telle boucle 3, établie par le répéteur N-1 dans un circuit à N répéteurs bidirectionnels entre sections de câbles optiques reliant deux terminaux de transmission optique bidirectionnelle simultanée 10 et 11. Le trafic

normal peut être transmis simultanément dans les deux sens pour lesquels les répéteurs et les terminaux comportent des circuits propres et indépendants des circuits associés au sens de transmission opposé.

Les sections traversées par le signal spécial de localisation de défaut sont représentées, en traits épais, sur la figure 1 et l'on peut constater que ce signal spécifique est transmis par le (N-1)^{ème} répéteur dans le premier sens de transmission en même temps qu'il est renvoyé au terminal 10 par la boucle 3. Cette mesure est obligatoire du fait que chacun des répéteurs 1 à N détecte d'abord le signal spécifique dans le seul premier sens et établit donc immédiatement la boucle de renvoi du signal dans le sens opposé. Il faut que le premier répéteur transmette aussi le signal spécifique dans le premier sens vers le répéteur suivant pour que ce dernier puisse le lui renvoyer par le même processus de bouclage de la ligne, si la section reliant les deux répéteurs est bonne et si le second répéteur fonctionne aussi correctement. Lorsque le premier répéteur reçoit le signal spécifique renvoyé par le second répéteur, il ouvre la boucle précédente et continue de fonctionner selon deux moitiés de répéteur indépendantes assurant chacune la transmission du signal dans un sens respectif. Ce processus continue de section en section jusqu'à ce que le signal spécial arrive sur une section de câble interrompue ou un répéteur défaillant, le répéteur N dans le cas de la figure 1. A ce moment, seul le répéteur (N-1) est dans le mode de bouclage des deux sens de transmission et le signal spécifique va du terminal 10 au répéteur N-1 dans le premier sens et retourne au terminal 10 dans le sens opposé, via les sections correspondantes des répéteurs précédents.

Le terminal 10 comporte un moyen de mesure du temps de transit total du signal spécifique sur une telle boucle. La localisation du défaut (câble rompu ou répéteur en panne) est calculée en fonction du délai de propagation de groupe entre répéteurs comparé au délai de propagation du signal sur la boucle. Deux cas particuliers sont évidents, le premier quand il n'y a pas de retour du signal spécifique sur le terminal 10, c'est-à-dire que le défaut provient de la première section de câble ou du premier répéteur, et le second quand aucun défaut n'existe et que le délai de propagation du signal spécifique est égal au temps d'un aller et retour entre les deux terminaux. Ces cas particuliers exigent que les terminaux 10 et 11 soient munis des mêmes capacités de bouclage de la ligne que les répéteurs 1 à N.

Dès que le dernier répéteur renvoyant le signal spécial est identifié, soit le (N-1)^{ème} répéteur dans l'exemple de la figure 1, on

sait que le défaut du circuit de transmission est imputable à l'une des quatre parties suivantes : une moitié de répéteur N-1, le répéteur N, la section de 8 km reliant les répéteurs N-1 et N ou un connecteur de ladite section.

5 Le générateur du signal spécifique de localisation de défaut et les circuits nécessaires au traitement de ce signal dans le terminal 10 sont représentés par la figure 2. Comme déjà mentionné, le terminal 10 comporte un indicateur de perte de trafic entrant. Dès que cette indication est donnée, un opérateur actionne par exemple un commutateur
10 de tableau pour faire passer le terminal en mode de localisation du défaut. Dans ce mode, le terminal émet le signal spécifique que chaque répéteur transmet au répéteur suivant en même temps qu'il le renvoie au terminal 10 selon le processus déjà expliqué. La mesure du déphasage entre le signal émis et le signal de retour fournit le
15 temps de propagation total du signal spécifique et commande un indicateur de tableau qui affiche le nombre total de bons répéteurs précédant le premier répéteur ou la première section de câble inutilisable du circuit de transmission.

 Quand le commutateur de tableau est placé dans le mode de
20 localisation de défaut, un signal de demande de localisation du répéteur défaillant (LRD) prenant la forme d'un niveau binaire élevé à l'entrée d'un inverseur 12 entraîne l'arrêt de la transmission des données au générateur de signaux 15 par une porte ET 13 et une porte OU 14, en raison du passage au niveau bas de l'entrée de commande de
25 la porte 13 reliée à la sortie de l'inverseur 12. Un inverseur 16, connecté aussi à la sortie de l'inverseur 12, fournit au contraire à une seconde porte ET 17 la condition nécessaire au passage d'un signal rectangulaire de 500 Hz d'une entrée de la porte 17 au générateur 15, via la porte OU 14. Le générateur de signaux 15 produit alors une
30 onde rectangulaire modulée par déplacement de fréquence par le signal de 500 Hz, un changement de fréquence s'effectuant donc toutes les millisecondes entre 4,608 MHz et 1,152 MHz. Le signal spécifique résultant est ensuite couplé à un émetteur électro-optique 18, puis au
35 câble à fibre optique. Il se propage jusqu'au bon répéteur le plus lointain qui le renvoie par le trajet inverse sur le récepteur 20 du terminal 10. Le délai de propagation par bon répéteur et par bonne section de câble est de 80 μ s plus quelques microsecondes dues aux retards apportés par les composants des circuits. Cette donnée est
40 fondée sur une vitesse de propagation de 200 000 km/s du signal optique dans la fibre et une longueur de boucle de 16 km par section.

de 8 km.

Un retard total de une à sept fois 80 μ s est mesuré par le comparateur de phase 19 constitué d'une bascule bistable RS dont l'entrée S reçoit le signal rectangulaire de 500 Hz utilisé pour la modulation du signal spécifique de localisation de défaut et l'entrée R 5 reçoit l'enveloppe du signal de retour modulé à 500 Hz, détectée par le récepteur opto-électrique 20. Des impulsions dont la durée est variable de 80 à 560 μ s et dont la fréquence de répétition est de 500 Hz sont donc fournies à la sortie Q du bistable. Elles sont transmises à un 10 intégrateur 22 par un amplificateur 21 et le signal intégré est encore amplifié par un amplificateur 23 pour commander l'indicateur de défaut prévu sur la console de l'opérateur. Une échelle appropriée à l'affichage d'un nombre 1 à 7 de bons répéteurs doit être prévue.

L'émetteur 18 est un convertisseur électro-optique de tout 15 type connu, par exemple un laser à gaz avec modulation optique, une diode laser ou émettrice de lumière, et le récepteur 20 est un convertisseur opto-électrique classique, comme une diode photo-déetectrice ou une photodiode à avalanche.

La figure 3 représente les déphasages entre l'enveloppe du 20 signal spécifique transmis et les enveloppes reçues dans les deux cas extrêmes, respectivement après un aller et retour du signal spécifique entre le terminal 10 et le premier ou le septième répéteur. Le front de montée de l'enveloppe transmise met le bistable 19 à l'état 1 et le front de montée de l'enveloppe reçue le ramène à l'état 0, d'où les 25 impulsions de durée variable fournies toutes les 2 ms à la sortie Q du bistable, cette durée étant proportionnelle au nombre de répéteurs compris dans la boucle.

La figure 4 représente une réalisation possible du 30 générateur de signaux 15 de la figure 2. Il peut comprendre un générateur d'impulsions 24 à 4,608 MHz et un générateur d'impulsions 24a à 1,152 MHz, pour produire le signal spécifique de localisation de défaut et un générateur d'impulsions à fréquence commandée 25 pour produire les trains d'éléments binaires représentant les données à transmettre quand ces données sont couplées au générateur par la porte 35 14. La sortie du générateur 24 est couplée à une première entrée de la porte ET 24b dont la seconde entrée est reliée à la sortie de la porte 14. La sortie du générateur 24a est couplée de façon analogue à une première entrée d'une autre porte ET 24c dont l'autre entrée est constituée par le complément du signal de sortie de la porte 14. La 40 porte 24b transmet donc le signal de 4,602 MHz quand le signal

rectangulaire de 500 Hz est au niveau supérieur et la porte 24c transmet le signal de 1,152 MHz quand le signal de 500 Hz est au niveau inférieur, d'où un déplacement de fréquence chaque milliseconde à la sortie de la porte OU 24d. Cette dernière est connectée à une première entrée d'une porte ET 26 dont une seconde entrée reçoit le complément du signal de sortie de l'inverseur 12 de la figure 2, donc le signal LRD. La sortie du générateur 25 est couplée à une première entrée de la porte ET 27 qui a une seconde entrée connectée à la sortie de la porte 14 et une troisième entrée recevant le signal $\overline{\text{LRD}}$ de la sortie de l'inverseur 12. Quand le signal LRD est au niveau bas, des données sont transmises de la porte 14 à la porte 27 et, comme l'entrée $\overline{\text{LRD}}$ de cette porte est au niveau haut, elle module le train d'impulsions fourni par le générateur 25 avec les données reçues. Ce signal modulé à la sortie de la porte 27 est appliqué à l'émetteur 18 du terminal via la porte OU 28. Quand LRD est au niveau haut, c'est-à-dire que le commutateur de tableau est placé en mode de localisation de défaut, le signal de 500 Hz fourni à la sortie de la porte 14 est bloqué par la porte 27 dont l'entrée $\overline{\text{LRD}}$ reste au niveau bas. L'entrée complémentée de la porte 26 étant au niveau haut, cette porte transmet à la porte OU 28 et, de là, à l'émetteur 18, le signal rectangulaire modulé par déplacement de fréquence fourni dans ce cas par la porte OU 24d.

La figure 5 est un schéma fonctionnel d'un répéteur du circuit de transmission de la figure 1, dans lequel est prévu un dispositif de localisation de défaut conforme à l'invention. Le répéteur comprend un récepteur opto-électrique 27 tel qu'une photodiode à avalanche, un régénérateur d'impulsions 28 pour restituer l'amplitude initiale des signaux transmis par le terminal 10, une porte NON-ET 29, une porte NON-OU 30 et un émetteur électro-optique 31 tel qu'une diode laser, pour le premier sens de transmission. On trouve de même un récepteur 32, un régénérateur d'impulsions 33, une porte NON-ET 34, une porte NON-OU 35 et un émetteur 36 dans le second sens de transmission. Le dispositif de localisation de défaut comprend un détecteur du signal spécifique de localisation de défaut dans chaque sens de transmission, soit le détecteur 37 à la sortie du régénérateur 28 et le détecteur 38 à la sortie du régénérateur 33, ainsi que les portes NON-ET 39 et 40 et la logique de commande 41.

Les détecteurs de signal spécifique comprennent chacun un discriminateur de fréquence 39 ou 39' et un détecteur de tonalité à 500 Hz, 41. Leur fonction est de détecter les trains d'impulsions à

4,608 et 1,152 MHz quand ils sont modulés à 500 Hz. Quand le signal spécifique est reconnu par le détecteur 37 dans le premier sens de transmission, il en informe la logique 41 qui fournit aux portes respectives 29 et 39 la condition nécessaire à la transmission normale du signal spécifique sur le câble, via la porte 30 et l'émetteur 31, et à l'établissement d'une boucle de retour du signal spécifique, via la porte 35 et l'émetteur 36, respectivement. Le bouclage des deux sens de transmission n'est effectué toutefois que si le signal spécifique n'est pas détecté aussi par le détecteur 38 dans le second sens de transmission. Dans ce dernier cas, la logique de commande 41 ouvre la boucle en interrompant le passage du signal spécifique dans la porte 39. Un processus inverse est effectué si la localisation d'une faute est entreprise depuis le terminal 11, la logique de commande 41 fournissant alors à la porte NON-ET 40 la condition nécessaire pour établir une boucle entre le récepteur 32 et l'émetteur 31.

On va se reporter maintenant à la figure 6 qui représente le schéma fonctionnel de chacun des régénérateurs 28 et 33 utilisés dans le répéteur de la figure 5. Chaque régénérateur comporte une interface d'adaptation d'impédance à transistors bipolaires 42, un amplificateur à large bande à commande automatique de gain (CAG) 43, un filtre 44, un amplificateur à large bande 45, un comparateur 46 pour signal équilibré à fort niveau avec circuit de polarisation symétrique adaptée au niveau du signal, un amplificateur à CAG 47 et une alimentation de récepteur 48. Le signal détecté par la photodiode à avalanche constituant le récepteur 27 a une sensibilité maximale et il est appliqué à l'entrée de l'interface 42 qui fournit une grande performance, une bonne stabilité et une faible puissance. La sortie de l'interface 42 est couplée à l'amplificateur 43 dont la sortie, filtrée par le filtre 44, atteint l'amplificateur à large bande et sortie symétrique à fort niveau 45. Le filtre 44 assure une limitation supplémentaire de la bande spectrale des signaux et une conformation de la réponse en fréquence du régénérateur pour réduire le bruit et minimiser la gigue de phase. On aurait pu placer le filtre en un autre point précédant l'entrée du comparateur 46, mais l'emplacement choisi présente au moins deux avantages distincts. Si, par exemple, le filtre 44 se trouvait directement derrière l'interface 42, son réglage viendrait influencer l'impédance de charge de l'interface. L'inverse est également vrai. Si le filtre 44 était situé derrière l'amplificateur 45, il se trouverait sur un trajet symétrique de signal

équilibré qui exigerait des circuits de filtrage également équilibrés et plus complexes. Dans la position représentée figure 6, le filtre 44 est isolé par les amplificateurs 43 et 45, respectivement de l'interface 42 et du comparateur 46.

5 L'amplificateur 45 remplit deux fonctions. Il fournit d'abord une amplification linéaire supplémentaire du signal entrant et, en second lieu, un signal équilibré à l'entrée du comparateur-adaptateur de niveau 46. Une commande automatique de gain (CAG) n'est pas prévue pour cet amplificateur qui fonctionne à un niveau de signal plus élevé
10 que l'amplificateur 43. Une CAG est beaucoup plus difficile à mettre en oeuvre sur des signaux de forts niveaux que sur des signaux faibles, car une distorsion est plus probable quand le gain d'un étage d'amplification à fort niveau est modifié. Si une dynamique considérable était requise, il faudrait toutefois prévoir aussi une CAG sur l'ampli-
15 ficateur 45 car, dans ce cas, la distorsion due aux niveaux élevés du signal en l'absence de CAG serait prédominante.

La nature du circuit de polarisation symétrique adaptée au niveau du signal de l'ensemble comparateur-adaptateur 46
20 nécessite la conversion du signal de niveau variable par rapport à la masse en un signal équilibré sur ligne symétrique. Le traitement du signal pourrait s'effectuer dans une configuration symétrique depuis l'amplificateur 43 afin de réduire les besoins de blindage et les effets des boucles de masse. Les circuits seraient toutefois beaucoup plus complexes et ne conserveraient pas la puissance du signal.

25 Le signal fourni par le circuit de polarisation symétrique du comparateur-adaptateur 46 est d'amplitude suffisante pour être présenté au circuit comparateur, mais il n'existe pas de référence continue au niveau de la masse avec laquelle il puisse être comparé. Cela signifie que l'état binaire "0" sur chacun des conducteurs est la
30 tension la plus basse ou la plus élevée transmise par la ligne équilibrée pour tout niveau donné du signal. La tension minimale est définie non seulement par l'amplitude du signal entrant mais aussi par la polarisation de l'amplificateur 45 en l'absence de signal. Cette polarisation et le niveau du signal sont en quelque sorte des variables
35 et, par conséquent, la pratique courante de comparaison du signal entrant (sur une seule borne) à une référence de tension fixe ne donnerait pas satisfaction. Les effets des changements de polarisation pourraient aussi être éliminés par une détection du niveau de crête. Cependant, puisque les chutes de tension dans les diodes de polarisation
40 adaptée au niveau du signal et de détection de son niveau de crête

devraient être non négligeables par rapport au niveau du signal, la dynamique obtenue par cette méthode serait assez limitée. Une dynamique plus importante est rendue possible par une détection de crête et une polarisation symétriques. Dans ce procédé, les deux conducteurs de la ligne entrante sont polarisés aux niveaux de crête respectivement détectés et les tensions obtenues sont ensuite comparées.

La logique de commande 41 de la figure 5 peut être une combinaison appropriée de portes logiques reliées aux sorties des détecteurs 37 et 38 et aux portes 29, 34, 39 et 40 pour remplir la fonction de localisation de défaut selon les principes de la présente invention. Une combinaison particulière utilisable est représentée sous forme de schéma fonctionnel par la figure 7. Elle comprend une porte OU exclusif 52 et un inverseur 53.

Il est bien évident que la description précédente n'a été faite qu'à titre d'exemple non limitatif et que de nombreuses variantes peuvent être envisagées sans sortir pour autant du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Système de localisation de défaut dans un circuit de transmission bidirectionnelle simultanée comprenant deux terminaux bidirectionnels distants et une pluralité de répéteurs bidirectionnels répartis entre lesdits terminaux, caractérisé par le fait qu'il
5 comprend des premiers moyens situés dans un premier terminal et capables d'émettre un signal de localisation de défaut spécifique dans un premier sens de transmission allant du premier au second terminal à travers ladite pluralité de répéteurs, ledit premier terminal étant l'un ou l'autre desdits terminaux et ledit premier
10 sens de transmission étant ainsi déterminé par le premier terminal considéré, une pluralité de seconds moyens identiques dans chacun desdits répéteurs et au moins ledit second terminal, lesdits seconds moyens étant faits pour détecter l'arrivée dudit signal spécifique dans ledit premier sens de transmission et, en conséquence, connecter
15 le premier trajet de transmission au second pour former une boucle sur laquelle ledit signal spécifique fait un aller et retour entre ledit premier terminal et le répéteur ou le second terminal où sont situés lesdits seconds moyens et, s'il s'agit de seconds moyens associés à un répéteur, établir la continuité du trajet dans le premier sens
20 de transmission pour transmettre ledit signal spécifique au répéteur suivant ou au second terminal, détecter le retour dudit signal spécifique qui peut être renvoyé de la même façon par le second terminal ou ledit répéteur suivant dans le second sens de transmission, rompre ladite boucle si le retour du signal spécifique est bien détecté et
25 la maintenir fermée dans le cas contraire, et des troisièmes moyens situés dans ledit premier terminal, sensibles à l'émission dudit signal spécifique dans le premier sens de transmission et à sa réception dans le second sens pour en déduire une information sur l'emplacement d'un défaut dans le circuit de transmission.

30 2. Système conforme à la revendication 1, caractérisé par le fait que lesdits premiers moyens comprennent un générateur de signal binaire résultant de la modulation d'impulsions d'une première fréquence par des impulsions d'une seconde fréquence pour produire ledit signal spécifique.

35 3. Système conforme à la revendication 2, caractérisé par le fait que lesdits seconds moyens inclus dans chaque répéteur comprennent un premier détecteur de signal spécifique couplé audit premier sens de transmission, un second détecteur de signal spécifique couplé audit

second sens de transmission et des circuits logiques couplés auxdits premier et second détecteurs pour fermer ladite boucle du signal spécifique, transmettre le signal spécifique au répéteur suivant ou au second terminal dans le premier sens de transmission, et ouvrir ou
5 maintenir ladite boucle.

4. Système conforme à la revendication 3, caractérisé par le fait que chacun desdits premier et second détecteurs de signal spécifique comporte un discriminateur de fréquence couplé au sens de transmission correspondant à ce détecteur, et un détecteur de tonalité
10 dont la fréquence de fonctionnement correspond à ladite seconde fréquence et qui est connecté entre ledit discriminateur de fréquence et lesdits circuits logiques.

5. Système conforme à la revendication 4, caractérisé par le fait que lesdits circuits logiques comprennent une première porte
15 NON-ET couplée à une entrée du répéteur associé dans le premier sens de transmission, une première porte NON-OU connectée entre la sortie de ladite première porte NON-ET et une sortie dudit répéteur dans le premier sens de transmission, une seconde porte NON-ET couplée à une
20 entrée dudit répéteur dans le second sens de transmission, une seconde porte NON-OU connectée entre la sortie de ladite seconde porte NON-ET et une sortie dudit répéteur dans le second sens de transmission, une troisième porte NON-ET connectée entre ladite entrée du répéteur dans le premier sens de transmission et une entrée de ladite seconde
25 porte NON-OU, et une logique de commande reliée à chacun desdits détecteurs de tonalité et à chacune des trois portes NON-ET précitées.

6. Système conforme à la revendication 5, caractérisé par le fait que lesdits circuits logiques comprennent encore une quatrième
porte NON-ET connectée à ladite logique de commande et entre ladite
30 entrée du répéteur dans le second sens de transmission et une entrée de ladite première porte NON-OU, ladite quatrième porte NON-ET servant à établir une boucle supplémentaire sur laquelle ledit signal spécifique passe du second au premier sens de transmission dans le cas où il est émis par ledit second terminal plutôt que par ledit
premier.

7. Système conforme à la revendication 6, caractérisé par le fait que ladite logique de commande comprend une porte OU-EXCLUSIF
dont chaque entrée est connectée respectivement à l'un desdits
détecteurs de tonalité et un inverseur connecté entre la sortie de
ladite porte OU-EXCLUSIF et une entrée respective de chacune desdites
40 première, seconde, troisième et quatrième portes NON-ET.

8. Système conforme à la revendication 3, caractérisé par le fait que lesdits circuits logiques comprennent une première porte NON-ET couplée à une entrée du répéteur associé dans le premier sens de transmission, une première porte NON-OU connectée entre la sortie de ladite première porte NON-ET et une sortie dudit répéteur dans le premier sens de transmission, une seconde porte NON-ET couplée à une entrée dudit répéteur dans le second sens de transmission, une seconde porte NON-OU connectée entre la sortie de ladite seconde porte NON-ET et une sortie dudit répéteur dans le second sens de transmission, une troisième porte NON-ET connectée entre ladite entrée du répéteur dans le premier sens de transmission et une entrée de ladite seconde porte NON-OU, et une logique de commande reliée à chacun desdits premier et second détecteurs de signal unique et à chacune desdites première, seconde et troisième portes NON-ET.

9. Système conforme à la revendication 3, caractérisé par le fait que lesdits troisièmes moyens comprennent un comparateur de phase couplé audit générateur de signal spécifique et à l'entrée de réception dudit premier terminal, ledit comparateur mesurant le déphasage entre ledit signal spécifique émis dans le premier sens de transmission et ledit signal spécifique de retour pour en déduire ladite information de localisation de défaut.

10. Système conforme à la revendication 9, caractérisé par le fait que ledit comparateur de phase comprend une bascule bistable amenée dans un état défini par le front de montée du signal spécifique transmis du premier vers le second terminal et ramenée dans l'état complémentaire par le front de montée du signal spécifique qui est reçu par ledit premier terminal après s'être propagé sur ladite boucle.

11. Système conforme à la revendication 10, caractérisé par le fait que ladite bascule bistable est une bascule de type RS.

12. Système conforme à la revendication 1, caractérisé par le fait que lesdits seconds moyens inclus dans chaque répéteur comprennent un premier détecteur de signal spécifique couplé audit premier sens de transmission, un second détecteur de signal spécifique couplé audit second sens de transmission et des circuits logiques couplés auxdits premier et second détecteurs pour fermer ladite boucle du signal spécifique, transmettre le signal spécifique au répéteur suivant ou au second terminal dans le premier sens de transmission, et ouvrir ou maintenir ladite boucle.

13. Système conforme à la revendication 12, caractérisé par le

fait que lesdits circuits logiques comprennent une première porte NON-ET couplée à une entrée du répéteur associé dans le premier sens de transmission, une première porte NON-OU connectée entre la sortie de ladite première porte NON-ET et une sortie dudit répéteur dans le premier sens de transmission, une seconde porte NON-ET couplée à une entrée dudit répéteur dans le second sens de transmission, une seconde porte NON-OU connectée entre la sortie de ladite seconde porte NON-ET et une sortie dudit répéteur dans le second sens de transmission, une troisième porte NON-ET connectée entre ladite entrée du répéteur dans le premier sens de transmission et une entrée de ladite seconde porte NON-OU, et une logique de commande reliée à chacun desdits premier et second détecteurs de signal unique et à chacune desdites première, seconde et troisième portes NON-ET.

14. Système conforme à la revendication 12, caractérisé par le fait que lesdits troisièmes moyens comprennent un comparateur de phase couplé audit générateur de signal spécifique et à l'entrée de réception dudit premier terminal, ledit comparateur mesurant le déphasage entre ledit signal spécifique émis dans le premier sens de transmission et ledit signal spécifique de retour pour en déduire ladite information de localisation de défaut.

15. Système conforme à la revendication 14, caractérisé par le fait que ledit comparateur de phase comprend une bascule bistable amenée dans un état défini par le front de montée du signal spécifique transmis du premier vers le second terminal et ramenée dans l'état complémentaire par le front de montée du signal spécifique qui est reçu par ledit premier terminal après s'être propagé sur ladite boucle.

16. Système conforme à la revendication 14, caractérisé par le fait que ladite bascule bistable est une bascule de type RS.

17. Système conforme à la revendication 1, caractérisé par le fait que lesdits troisièmes moyens comprennent un comparateur de phase couplé audit générateur de signal spécifique et à l'entrée de réception dudit premier terminal, ledit comparateur mesurant le déphasage entre ledit signal spécifique émis dans le premier sens de transmission et ledit signal spécifique de retour pour en déduire ladite information de localisation de défaut.

18. Système conforme à la revendication 17, caractérisé par le fait que ledit comparateur de phase comprend une bascule bistable amenée dans un état défini par le front de montée du signal spécifique transmis du premier vers le second terminal et ramenée dans l'état

complémentaire par le front de montée du signal spécifique qui est reçu par ledit premier terminal après s'être propagé sur ladite boucle.

19. Système conforme à la revendication 18, caractérisé par le
5 fait que ladite bascule bistable est une bascule de type RS.

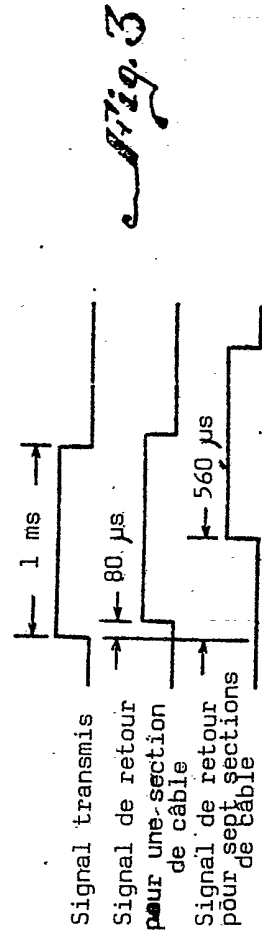
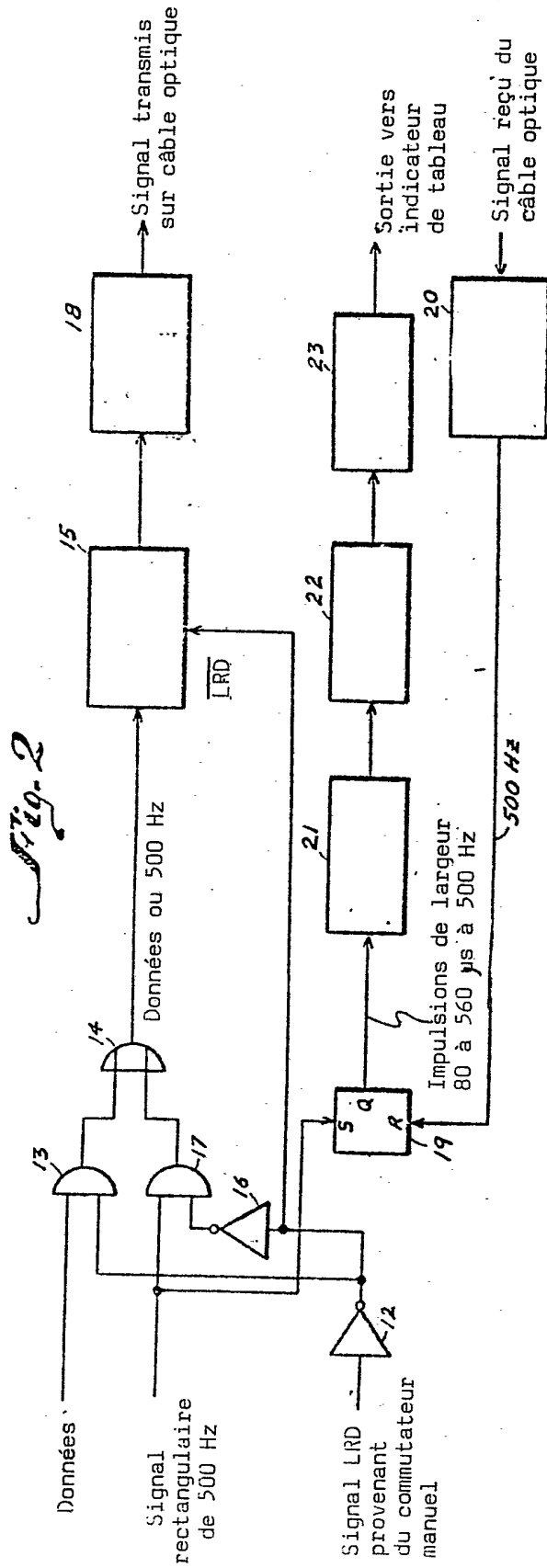
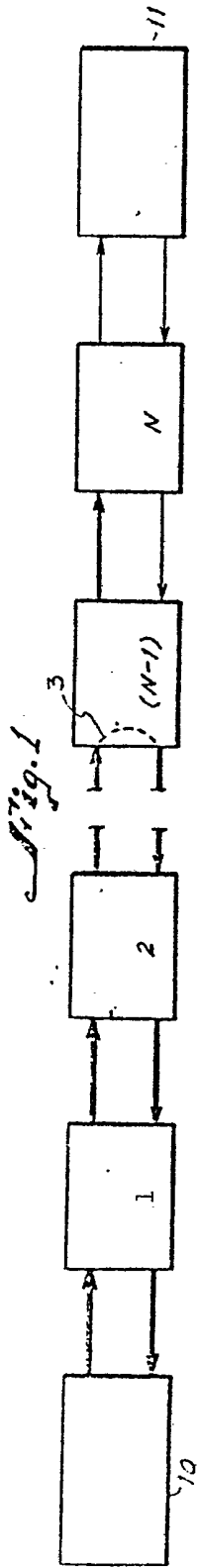


Fig. 4

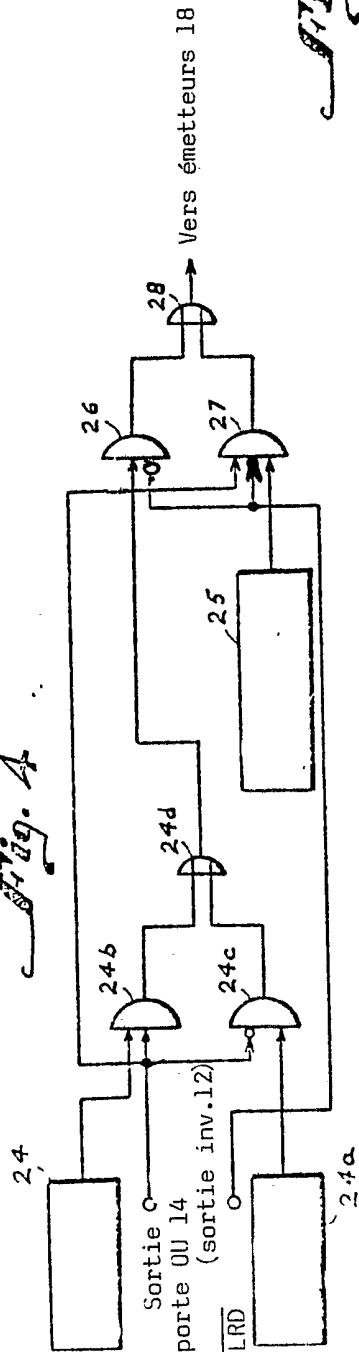


Fig. 7

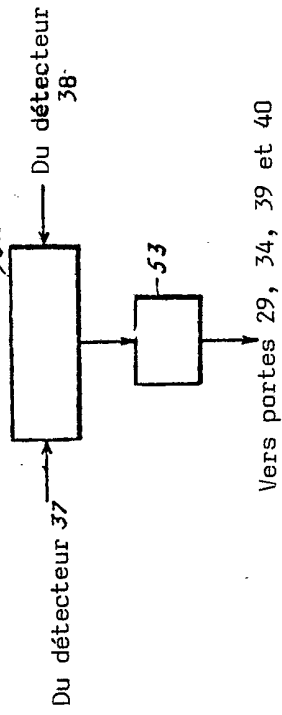
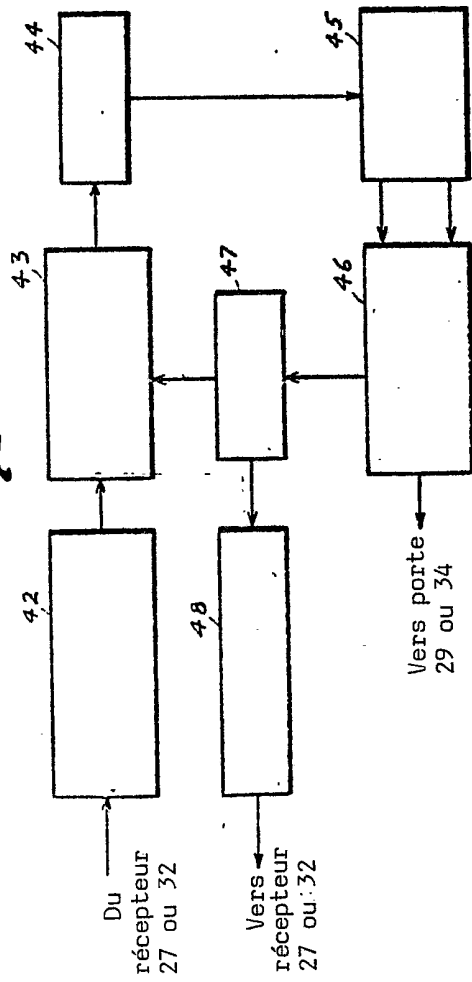


Fig. 6



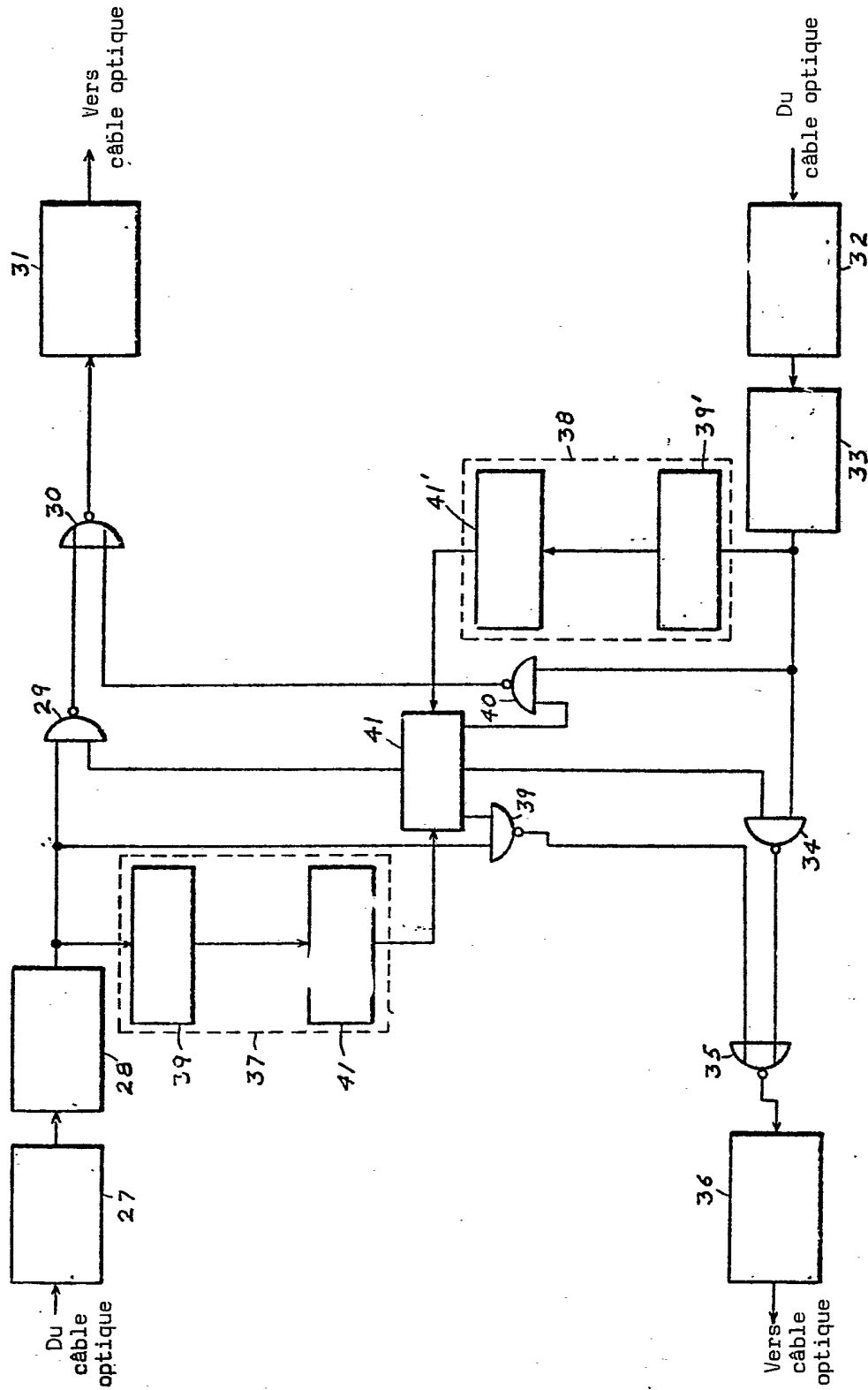


Fig. 5