

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 81 08665

⑤④ Dispositif de localisation d'une cassure d'une fibre optique transmettant deux signaux lumineux de longueurs d'onde différentes.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.³). G 01 M 11/02 // G 02 B 5/14.

②② Date de dépôt..... 30 avril 1981.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 44 du 5-11-1982.

⑦① Déposant : Société dite : LIGNES TELEGRAPHIQUES ET TELEPHONIQUES, société anonyme,
résidant en France.

⑦② Invention de : Michel Eve.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Philippe Guilguet, Thomson-CSF, SCPI,
173, bd Haussmann, 75360 Paris Cedex 08.

DISPOSITIF DE LOCALISATION D'UNE CASSURE D'UNE FIBRE OPTIQUE
TRANSMETTANT DEUX SIGNAUX LUMINEUX DE
LONGUEURS D'ONDE DIFFERENTES

La présente invention se rapporte d'une manière générale aux systèmes de transmission par fibres optiques et concerne plus particulièrement un dispositif de localisation d'une cassure d'une fibre optique transmettant deux signaux lumineux de longueurs
5 d'onde différentes.

On connaît déjà une technique permettant de déterminer l'endroit où se produit une cassure ou coupure ou tout autre défaut de la fibre susceptible d'interrompre la transmission des informations sur ladite fibre. Cette technique, dite par échométrie
10 optique, consiste à transmettre sur la fibre une impulsion lumineuse émise par une source de longueur d'onde déterminée, placée en regard de l'une des extrémités de la fibre, l'impulsion transmise étant réfléchie au niveau de la cassure de la fibre de verre. L'impulsion réfléchie se propage de nouveau dans la fibre et est
15 ensuite détectée par un photodétecteur disposé à ladite extrémité de fibre. Par mesure du temps de transit de l'impulsion lumineuse dans les deux sens de propagation, et en connaissant la vitesse de propagation de l'impulsion à la longueur d'onde donnée, on détermine la distance entre l'extrémité d'émission de la fibre et l'endroit de la
20 cassure, permettant ainsi de localiser la cassure de la fibre.

Toutefois, une telle technique présente un certain nombre d'inconvénients. En effet, une cassure susceptible de se produire sur une fibre de verre n'est pas en général une cassure parfaitement nette, de sorte que l'impulsion lumineuse transmise n'est pas tota-
25 lement réfléchie au niveau de la cassure. Il en résulte donc une perte importante de l'énergie lumineuse transmise, qui ne peut être détectée lorsque la cassure est très éloignée de l'extrémité d'émission de la fibre. Par conséquent, la fibre agencée entre deux répéteurs d'un système de transmission, est limitée en longueur, de

l'ordre de 5 km, ou de 10 km pour deux impulsions lumineuses injectées aux deux extrémités de la fibre, respectivement. Ainsi, cette technique de localisation d'une cassure n'est pas suffisamment performante pour les systèmes de transmission par fibres optiques qui utilisent à l'heure actuelle des répéteurs espacés les uns des autres d'une distance de l'ordre de 25 km.

La présente invention a pour but de remédier à ces inconvénients en proposant un dispositif de localisation d'une cassure d'une fibre optique, qui est entièrement satisfaisant, d'une structure simple, et permettant de localiser rapidement la cassure avec une bonne précision. De plus, ce dispositif est très performant pour localiser une cassure de fibre pour un système de transmission à longue distance véhiculant des informations émises à des longueurs d'onde différentes.

Le principe de la localisation d'une cassure selon l'invention, est fondé sur une propriété connue inhérente aux fibres optiques : en effet, une fibre optique ne possède pas les mêmes caractéristiques de transmission à deux longueurs d'onde différentes, et en particulier les temps de transmission, dans la fibre, des signaux lumineux émis simultanément par plusieurs sources peuvent varier considérablement d'une longueur d'onde à une autre.

A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif de localisation d'une cassure d'une fibre optique transmettant deux signaux lumineux émis simultanément par des sources de longueurs d'onde différentes, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens de modulation de chaque source lumineuse par un signal de niveau déterminé, les signaux lumineux de longueurs d'onde différentes étant transmis sur la fibre optique avec des temps de propagation différents ;
- des moyens de démultiplexage optique des signaux lumineux de longueurs d'onde différentes transmis sur la fibre, détectant ainsi les signaux de modulation de niveau déterminé ;
- des moyens de détection de l'affaiblissement de chaque signal de modulation en-dessous d'un seuil donné correspondant à

l'absence de cassure, les affaiblissements des signaux étant détectés à l'extrémité de la fibre avec des retards respectifs correspondant aux temps de propagation différents des signaux lumineux transmis entre l'endroit de la cassure et ladite extrémité de fibre ; et

- 5 - des moyens de mesure de la différence entre les retards respectifs des signaux de modulation détectés, permettant ainsi de déterminer la distance entre ladite extrémité de fibre et l'endroit de la cassure.

10 On comprend qu'ainsi la mesure de la différence entre les temps de transit des deux signaux lumineux de longueurs d'onde différentes se propageant entre l'endroit où survient la cassure et l'extrémité de réception de la fibre, permettra de localiser avec précision la cassure en vue d'une intervention rapide sur le lieu de la cassure.

15 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux dans la description détaillée qui suit et se réfère à l'unique dessin annexé, donné uniquement à titre d'exemple et qui est un schéma sous forme de blocs du dispositif de localisation selon l'invention.

20 Suivant un exemple de réalisation, et en se reportant au dessin annexé, on a représenté en 1 une fibre optique monomode ou multimode d'un câble de transmission, et dont les extrémités d'émission A et de réception B sont destinées à être reliées à des répéteurs utilisés dans un système de transmission par fibres optiques. La
25 longueur L de la fibre optique est de l'ordre de 25 km.

 Dans le but d'augmenter la capacité de la transmission sur fibre optique, il est d'usage d'utiliser plusieurs sources, telles que par exemple des diodes laser, qui émettent simultanément des signaux lumineux de longueurs d'onde, c'est-à-dire de couleurs,
30 distinctes. Les deux longueurs d'onde habituellement utilisées dans la transmission sur fibres optiques sont égales à 0,85 μm et 1,3 μm .

 On a représenté en 3 une première source lumineuse de longueur d'onde λ_1 (0,85 μm) et en 4 une seconde source lumineuse de longueur d'onde λ_2 (1,3 μm).

Comme il apparaît sur la figure, la source lumineuse 3 de longueur d'onde λ_1 est modulée par un signal composite S_{c1} engendré par un modulateur 6 de structure classique. Ce modulateur 6 superpose un signal électrique dit utile S_{u1} représentant les informations, par exemple numériques, destinées à être transmises sur la fibre 1 à la longueur d'onde λ_1 , et présentes à une borne d'entrée E_1 , à un signal pilote S_{p1} de niveau déterminé et connu, de forme par exemple sinusoïdale ou impulsionnelle, délivré par un générateur 7.

De même, la source lumineuse 4 de longueur d'onde λ_2 est modulée par un signal composite S_{c2} délivré par un modulateur 8 qui superpose un signal utile S_{u2} représentant les informations à transmettre à la longueur d'onde λ_2 , présentes à une borne d'entrée E_2 , à un signal pilote S_{p2} de niveau déterminé et connu, fourni par un générateur 9.

De préférence, les deux signaux pilotes ou de calibrage S_{p1} et S_{p2} sont situés en dehors de la bande passante de leurs signaux utiles correspondants S_{u1} et S_{u2} . Ainsi, chaque signal pilote peut être placé soit avant la fréquence utile la plus faible, soit après la fréquence utile la plus haute.

Selon la propriété connue liée aux fibres optiques, mentionnée précédemment, les deux signaux lumineux émis simultanément par les deux sources 3 et 4, de longueurs d'onde respectives λ_1 et λ_2 , et modulées respectivement par les deux signaux composites S_{c1} et S_{c2} , se propagent dans la fibre optique 1 avec des temps de transit ou de propagation différents ; ainsi, le signal lumineux de longueur d'onde λ_1 se propage dans la fibre pendant un temps T_1 , tandis que le signal lumineux de longueur d'onde λ_2 se propage pendant un temps T_2 différent de T_1 . A titre illustratif, pour les deux longueurs d'onde égales à $0,85 \mu\text{m}$ et $1,3 \mu\text{m}$, la différence des temps de propagation ($T_1 - T_2$) est de l'ordre de 50 ns par kilomètre.

En sortie de la fibre 1, c'est-à-dire à son extrémité de réception B, sont disposés des moyens de démultiplexage optique 12 comportant deux photodétecteurs (non représentés) qui détectent, à

des instants différents, les deux signaux composites de modulation S_{c1} et S_{c2} , respectivement. Les deux photodétecteurs peuvent être par exemple des photodiodes superposées absorbant sélectivement les deux longueurs d'onde λ_1 et λ_2 , comme cela est décrit dans la demande de brevet français n° 80 11798 déposée le 28 mai 1980 au nom de la Demanderesse, concernant : "Dispositif de séparation de deux signaux lumineux de longueurs d'onde différentes transmis sur une même voie de transmission et récepteur comportant un tel dispositif". On notera que le démultiplexeur optique 12 peut être également constitué par des dispositifs optiques comprenant par exemple des filtres à couches minces diélectriques, des réseaux de diffraction ou des prismes dispersifs, sans sortir du cadre de l'invention.

Les moyens de démultiplexage 12 sont reliés à des moyens 14 permettant de détecter les signaux pilotes des deux signaux composites S_{c1} et S_{c2} engendrés par les deux photodétecteurs. Plus précisément, les moyens de détection 14 comportent deux filtres passe-bande 15 et 16 isolant les deux signaux pilotes S_{p1} et S_{p2} , respectivement, et reliés à deux détecteurs de seuil 17 et 18, de structure classique, délivrant chacun une tension supérieure à un seuil déterminé en présence du signal pilote, et une tension inférieure audit seuil en l'absence du signal pilote. En utilisant une logique dite positive, chaque détecteur (17 ; 18) présente en sortie un niveau "1" pour une tension supérieure au seuil, et un niveau "0" pour une tension inférieure audit seuil.

Ainsi, en l'absence de cassure de la fibre optique 1, les deux signaux pilotes S_{p1} et S_{p2} sont continuellement détectés, de sorte que les deux détecteurs 17 et 18 engendrent des tensions supérieures au seuil, et présentent donc en sortie deux niveaux "1", respectivement. Les sorties des deux détecteurs 17 et 18 sont reliées à une horloge 20, de structure classique, ne se déclenchant pas lorsque les deux niveaux "1" lui sont présentés.

Lors d'une cassure C de la fibre optique 1, survenant à une distance d de l'extrémité de réception B de la fibre, il se produit

en C une interruption ou affaiblissement simultané des deux signaux lumineux transmis sur la fibre 1. Etant donné que les deux signaux lumineux de longueurs d'onde différentes se propagent à des vitesses différentes dans la portion de fibre séparant l'endroit de la cassure C et l'extrémité de réception B, c'est-à-dire sur la distance d ,
 5 les affaiblissements de ces deux signaux lumineux sont détectés en B à des instants différents.

Dans ces conditions, le détecteur de seuil 17 détecte l'affaiblissement du signal pilote S_{p1} avec un retard τ_1 correspondant au temps de propagation du signal lumineux de longueur d'onde λ_1
 10 ($0,85 \mu\text{m}$) dans la portion de fibre CB. Ainsi, l'affaiblissement du signal pilote S_{p1} , correspondant à une absence de signal, se caractérise par une tension inférieure au seuil du détecteur 17 qui passe donc en sortie au niveau "0".

De plus, à l'instant τ_1 , le signal lumineux de longueur d'onde λ_2 ($1,3 \mu\text{m}$) se propage toujours dans la portion de fibre CB, permettant ainsi au signal pilote S_{p2} d'être toujours détecté. Dans ces conditions, le détecteur 18 engendre une tension supérieure au seuil, et reste donc en sortie au niveau "1".

Dès lors, l'horloge 20 est conçue de telle manière qu'elle se déclenche lorsque les deux niveaux "0" et "1" lui sont présentés.

D'autre part, l'affaiblissement du signal pilote S_{p2} est détecté par le détecteur 18 avec un retard τ_2 supérieur à τ_1 , correspondant au temps de propagation du signal lumineux de longueur d'onde λ_2 dans la portion de fibre CB. Ainsi, le détecteur 18, en l'absence du signal pilote S_{p2} à l'instant τ_2 , engendre une tension inférieure au seuil, et passe donc en sortie au niveau "0".

Dès lors, le niveau de sortie du détecteur 17 étant toujours à "0", et celui du détecteur 18 étant maintenant à "0", l'horloge 20 est conçue de manière à s'arrêter lorsque ces deux niveaux lui sont présentés.

Ainsi, l'horloge 20, se déclenchant dès qu'un signal pilote disparaît et s'arrêtant dès que l'autre signal pilote disparaît à son tour, mesure la différence entre les retards respectifs τ_1 et τ_2 des

signaux pilotes détectés, correspondant aux temps de propagation des signaux lumineux dans la portion de fibre CB. Cette mesure de la différence des deux retards permet donc de déterminer la distance d entre l'extrémité B de la fibre et la cassure C, en
5 connaissant la différence des vitesses de propagation entre les deux longueurs d'onde utilisées, cette différence de vitesse étant de l'ordre de 50 ns par kilomètre pour les deux longueurs d'onde $0,85 \mu\text{m}$ et $1,3 \mu\text{m}$.

Avantageusement, la sortie de l'horloge 20 est reliée à des
10 moyens 22 permettant d'afficher directement le point de cassure C de la fibre optique.

En outre, en utilisant une horloge mesurant la différence des retards des signaux pilotes avec une précision de l'ordre d'1 ns, on obtient une bonne précision du point de cassure C, de l'ordre de 20 m
15 pour les deux longueurs d'onde $0,85 \mu\text{m}$ et $1,3 \mu\text{m}$.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée au mode de réalisation décrit et représenté et comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci sont effectuées suivant l'esprit de l'invention et mises en oeuvre
20 dans le cadre des revendications qui suivent.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de localisation d'une cassure d'une fibre optique (1) transmettant deux signaux lumineux émis simultanément par des sources de longueurs d'onde différentes (λ_1 , λ_2), caractérisé en ce qu'il comporte :

- 5 - des moyens (6 ; 8) de modulation de chaque source lumineuse (3 ; 4) par un signal de niveau déterminé (S_{C1} ; S_{C2}), les signaux lumineux de longueurs d'onde différentes étant transmis sur la fibre optique (1) avec des temps de propagation différents ;
- des moyens (12) de démultiplexage optique des signaux
10 lumineux de longueurs d'onde différentes transmis sur la fibre, détectant ainsi les signaux de modulation de niveau déterminé (S_{C1} , S_{C2}) ;
- des moyens (14) de détection de l'affaiblissement de chaque
15 signal de modulation (S_{C1} ; S_{C2}) en-dessous d'un seuil donné correspondant à l'absence de cassure, les affaiblissements des signaux étant détectés à l'extrémité (B) de la fibre (1) avec des retards respectifs correspondant aux temps de propagation différents (τ_1 , τ_2) des signaux lumineux transmis entre l'endroit de la cassure (C) et ladite extrémité (B) de fibre ; et
- 20 - des moyens (20) de mesure de la différence entre les retards respectifs (τ_1 , τ_2) des signaux de modulation détectés, permettant ainsi de déterminer la distance (d) entre ladite extrémité (B) de fibre et l'endroit de la cassure (C).

25 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque signal de modulation (S_{C1} ; S_{C2}) comporte un signal électrique dit utile (S_{u1} ; S_{u2}) représentant les informations destinées à être transmises sur la fibre, superposé à un signal pilote (S_{p1} ; S_{p2}) ayant le niveau déterminé.

30 3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que chaque signal pilote (S_{p1} ; S_{p2}) est situé en dehors de la bande passante du signal utile (S_{u1} ; S_{u2}) correspondant représentant les informations à transmettre.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que la fréquence de chaque signal pilote (S_{p1} ; S_{p2}) est inférieure à la borne inférieure de la bande passante du signal utile correspondant (S_{u1} ; S_{u2}).

5 5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de démultiplexage optique (12) comportent deux photodétecteurs détectant chacun l'un des signaux de modulation (S_{c1} ; S_{c2}).

6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de détection (14) comportent :

- deux filtres électriques (15, 16) reliés aux deux photodétecteurs, respectivement, les filtres fournissant les signaux pilotes de niveau déterminé (S_{p1} , S_{p2}) ; et

10 - deux détecteurs de seuil (17, 18) connectés en sortie des deux filtres, respectivement, chaque détecteur fournissant un signal présentant une amplitude supérieure au seuil donné avant cassure de la fibre et inférieure audit seuil après cassure, les amplitudes inférieures au seuil des deux signaux étant détectées avec des retards respectifs correspondant aux temps de propagation différents
15 (τ_1 , τ_2) des signaux lumineux transmis entre l'endroit de la cassure (C) et l'extrémité de réception (B) de la fibre.

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que chaque filtre électrique (15 ; 16) est un filtre passe-bande isolant le signal pilote (S_{p1} ; S_{p2}).

25 8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de mesure comportent une horloge (20) reliée à la sortie des détecteurs de seuil (17, 18), l'horloge se déclenchant lors de la détection de l'amplitude inférieure au seuil de l'un des signaux engendrés par les détecteurs et s'arrêtant lors de la
30 détection de l'amplitude inférieure au seuil de l'autre signal, permettant ainsi d'obtenir la différence entre les retards respectifs (τ_1 , τ_2) des signaux détectés.

9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens (22) d'affichage de

la distance (d) entre l'extrémité de réception (B) de la fibre et l'endroit de cassure (C), permettant ainsi de localiser directement la cassure de la fibre.

