

12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: 83401262.7

51 Int. Cl.³: **H 01 B 7/32**

22 Date de dépôt: 17.06.83

30 Priorité: 29.06.82 FR 8211396

43 Date de publication de la demande:
15.02.84 Bulletin 84/7

84 Etats contractants désignés:
BE CH DE FR GB IT LI NL SE

71 Demandeur: **THOMSON JEUMONT CABLES**
5, rue du Président Krüger
F-92000 Courbevoie(FR)

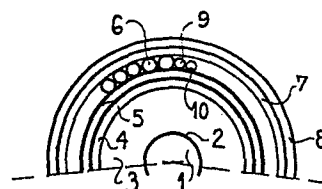
72 Inventeur: **Bardoux, Valentin**
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

74 Mandataire: **Grynwald, Albert et al,**
THOMSON-CSF SCPI 173, Bld Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

54 Câble isolé pour le transport d'énergie électrique notamment à haute tension, et moyens de détection de défauts dans un tel câble.

57 Il comporte, noyé dans le câble et sur toute sa longueur, au moins une fibre optique (9, 10) sensible à une variation de la température et/ou du degré d'humidité et qui est raccordable, à au moins une extrémité du câble, à un moyen de détection ou de mesure du paramètre.

FIG_1



CABLE ISOLE POUR LE TRANSPORT D'ENERGIE
ELECTRIQUE NOTAMMENT A HAUTE TENSION ET
MOYENS DE DETECTION DE DEFAUTS DANS UN TEL CABLE.

L'invention est relative à un câble à isolant synthétique pour le transport d'énergie électrique notamment à haute tension.

Les défauts des câbles transportant de l'énergie électrique sous des hautes tensions, par exemple de l'ordre de 200 Kilovolts ,
5 peuvent avoir de graves conséquences. Il est donc nécessaire de les construire avec une marge de sécurité parfois excessive.

Les défauts qui peuvent apparaître sont notamment dus à des échauffements excessifs et à l'action de l'eau sur les isolants.

Les élévations anormales de la température sont d'origines
10 diverses. Les causes les plus courantes d'échauffement excessif sont les surcharges accidentelles du réseau de distribution d'électricité, un environnement défavorable, le câble étant par exemple à proximité d'une canalisation de chauffage ou disposé en un emplacement où la chaleur s'évacue mal, et les jonctions entre câbles qui
15 constituent des barrières thermiques. Ces échauffements anormaux peuvent provoquer dans certaines conditions des réductions d'épaisseur de l'isolant synthétique.

Pour combattre l'action de l'humidité sur les isolants des câbles on utilise diverses techniques. En particulier une bonne
20 protection consiste à disposer le câble à l'intérieur d'une gaine de plomb. Mais cette gaine est d'un poids et d'un prix prohibitifs. Une autre solution consiste également à introduire le câble dans une gaine d'aluminium. Mais une telle gaine ne donne pas toujours satisfaction. En outre il faut prendre des précautions pour éviter la
25 propagation de l'eau dans le cas d'une perforation accidentelle.

L'invention permet de réaliser sans marge de sécurité excessive un câble isolé pour le transport d'énergie.

Le câble selon l'invention est caractérisé en ce qu'il comprend, noyée dans ce câble et sur toute sa longueur, au moins une fibre

optique sensible à la variation de la température et/ou du degré d'humidité, et qui est raccordable, à au moins une extrémité du câble, à des moyens de détection ou de mesure de la température et/ou du degré d'humidité ou de sa variation.

5 Le coefficient de transmission de la lumière dans une fibre optique, la bande passante de cette lumière transmise ainsi que l'indice de réfraction du matériau constituant la fibre optique étant fonction de la température, un échauffement excessif provoque ainsi une variation détectable dudit coefficient de transmission, de la
10 bande passante et éventuellement de l'indice de réfraction et cette variation peut être utilisée pour déclencher une alarme.

Un tel câble peut ainsi être surveillé en permanence et les réparations peuvent être effectuées avant l'apparition d'un incident provoquant une coupure du courant.

15 Pour la détection d'humidité on peut également utiliser une fibre optique disposée contre un produit gonflant sous l'effet de l'humidité. L'humidité atteignant le produit gonflant en un endroit déterminé provoque une déformation de ce dernier par rapport aux
20 endroits adjacents non atteints par l'humidité et cette déformation entraîne une déformation correspondante de la fibre optique en contact avec le produit gonflant. Une telle déformation provoque des contraintes dans la fibre optique et il apparaît ainsi (comme décrit par exemple dans le brevet US 4 163 397) des variations de
25 propagation de la lumière transmise dans le conducteur de lumière. Ces variations de propagation - qui peuvent être mesurées, de la façon décrite dans ledit brevet US - peuvent également être utilisées pour déclencher une alarme.

30 Dans une réalisation la (les) fibre(s) optique(s) est (sont) disposée(s) entre un écran semi-conducteur entourant l'isolant et un écran métallique, notamment en aluminium, qui est lui-même entouré par la gaine isolante externe de protection. Dans ce cas, si on désire détecter l'humidité, un élément gonflant à l'eau, notamment sous forme de ruban, est disposé autour du semi-conducteur et la fibre optique est le long de cet élément sous l'écran. Lorsque l'écran

métallique est mixte, c'est-à-dire constitué de fils longitudinaux et d'une gaine ou bande métallique, par exemple en aluminium, autour de ces fils d'écran, la (les) fibre(s) optique(s) est (sont) disposée(s) au voisinage des fils d'écran.

5 D'autres caractéristiques de l'invention apparaîtront avec la description de certains de ses modes de réalisation, celle-ci étant effectuée en se référant aux dessins ci-annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une demie-coupe transversale d'un câble selon l'invention,

10 - la figure 2 est une demie-coupe longitudinale du câble de la figure 1,

- la figure 3 est une vue partielle correspondant à celle de la figure 2 en cas d'apparition d'humidité,

15 - la figure 4 est un montage montrant comment peuvent être détectés et localisés des défauts dans un câble selon l'invention,

- la figure 5 est un diagramme illustrant le fonctionnement du montage de la figure 4, et

- la figure 6 est une variante de la figure 4.

20 Dans l'exemple le câble (figures 1 et 2) comprend un conducteur central 1, destiné à transporter l'énergie électrique, entouré par une couche 2 "semi-conductrice". Cette couche 2 est elle-même entourée par une enveloppe 3 en un isolant synthétique autour de laquelle est disposée une couche 4 également "semi-conductrice".

25 Autour de cette couche semi-conductrice 4 est enroulé un ruban 5 en une matière gonflant lorsqu'elle entre en contact avec l'eau.

C'est autour du ruban 5 qu'est disposé l'écran métallique mixte constitué de fils conducteurs 6 disposés parallèlement à l'axe du câble et d'une gaine d'aluminium 7 entourant les fils 6.

30 Enfin la feuille 7 est protégée par une gaine extérieure isolante 8.

Selon l'invention entre le ruban 5 et la feuille métallique 7 sont disposés des conducteurs de lumière 9 et 10, tels que des fibres optiques, qui s'étendent, comme les fils conducteurs 6, sur toute la

longueur du câble et qui, aux extrémités de ce dernier, sont raccordées à des moyens de détection ou d'alarme (non représentés).

La fibre 9 est destinée à détecter un échauffement excessif du câble. A cet effet à une extrémité on prévoit un émetteur de lumière et à l'autre extrémité un capteur (non représentés) permettant de détecter des variations du coefficient de transmission et/ou de la bande passante de la lumière reçue et de déclencher une alarme en cas de détection d'une variation excessive. Les moyens de détection sont par exemple du type de ceux décrits dans le brevet français 2 400 193.

La fibre optique 10 a pour but de permettre la détection d'humidité en un emplacement déterminé du câble. A cet effet ses extrémités sont raccordées à des moyens, tels que ceux décrits dans le brevet US 4 163 397, de mesure des variations de la lumière transmise d'une extrémité à l'autre de la fibre, et qui permettent de détecter une contrainte, une pression ou un faible mouvement de la fibre. Lorsque de l'eau, représentée par la flèche 11 sur la figure 2, pénètre dans le câble et atteint le ruban 5, la partie 12 de ce ruban ainsi soumise à l'humidité gonfle, alors que les parties adjacentes 13 gardent leur volume initial. Il en résulte une déformation de la fibre 10 qui peut être détectée comme indiqué ci-dessus.

Pour la détection et la localisation des défauts dans un câble : échauffement excessif ou humidité, on peut utiliser le montage représenté sur la figure 4. Un émetteur laser 20 produit un faisceau lumineux 21 qui est dirigé à une extrémité du câble vers la fibre optique 9 ou 10. Les défauts microscopiques, inévitables, de la fibre provoquent une rétrodiffusion de la lumière qui est détectée par un récepteur 22 de lumière disposé du même côté, c'est-à-dire à la même extrémité du câble 23, que l'émetteur 20.

Sur le diagramme de la figure 5 on a porté en abscisses le temps t et en ordonnées la puissance lumineuse P rétrodiffusée et détectée par le récepteur 22. La courbe 24 est la réponse à une impulsion lumineuse 21. Cette courbe 24 a une décroissance d'allure exponentielle. Le début de cette courbe, près de l'origine 0, cor-

5
10
15
20
25
30

respond à la lumière rétrodiffusée par la partie de la fibre qui se trouve proche de l'émetteur 21 tandis que la fin de cette courbe (grandes abscisses) correspond à la lumière rétrodiffusée par la partie de la fibre qui est éloignée de l'émetteur 20. En d'autres termes chaque point de la courbe 24 correspond à un emplacement, ou abscisse, déterminé du câble.

En cas de défaut (échauffement excessif ou humidité) en un emplacement déterminé, la lumière émise par le laser 20 sera atténuée à l'emplacement de ce défaut ce qui se traduira par une brusque décroissance 25 de la puissance rétrodiffusée. L'instant d'apparition de cette décroissance 25 permet de localiser le défaut.

Lorsque le défaut ne se traduit que par une variation de l'indice de réfraction du matériau de la fibre optique on peut utiliser le montage représenté sur la figure 6 qui constitue un interféromètre de Mach-Zehnder.

Ce montage comprend une fibre optique supplémentaire 30 de même longueur que la fibre optique contenue dans le câble 23 mais disposée de façon à être moins exposée que ce câble, c'est-à-dire qu'elle ne risque pas d'être échauffée ou d'être attaquée par l'humidité comme ledit câble. Outre cette fibre optique supplémentaire 30 on prévoit un émetteur laser 20 dont le rayonnement est séparé en deux parties par un dispositif 31, tel qu'une lame semi-réfléchissante, de façon qu'une partie atteigne une extrémité du câble 23 et l'autre partie l'extrémité voisine de la fibre 30. Aux autres extrémités du câble 23 et de la fibre 30 on prévoit un dispositif de couplage 32, qui peut lui aussi être une lame semi-réfléchissante, permettant de renvoyer sur un même détecteur 33 les faisceaux lumineux transmis, d'une part, par la fibre optique dans le câble 23 et, d'autre part, par la fibre 30.

Le montage associé au détecteur 33 fournit un signal d'amplitude maximum si le câble ne présente pas de défaut. Par contre en cas de défaut le signal reçu par le détecteur 33 est atténué du fait du déphasage entre les signaux lumineux transmis par les deux fibres. C'est cette atténuation qui est utilisée pour détecter les défauts dans le câble.

REVENDICATIONS

1. Câble isolé pour le transport d'énergie électrique, caracté-
risé en ce qu'il comporte, noyé dans le câble et sur toute sa lon-
gueur, au moins une fibre optique (9, 10) sensible à une variation de
la température et/ou du degré d'humidité, et qui est raccordable, à
5 au moins une extrémité du câble, à un moyen de détection ou de
mesure de la température et/ou du degré d'humidité ou de sa
variation.

2. Câble selon la revendication 1, caractérisé en ce que la
fibre optique (9, 10) est disposée entre une couche d'isolant interne
10 (3) et un écran métallique (7), notamment en aluminium.

3. Câble selon la revendication 2, caractérisé en ce que
l'isolant (3) est entouré par une couche semi-conductrice (4) et en ce
que la fibre optique (9, 10) est entre cette couche semi-conductrice
(4) et l'écran métallique (7).

15 4. Câble selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que la
fibre optique est disposée au voisinage de conducteurs (6) ayant
également un rôle d'écran.

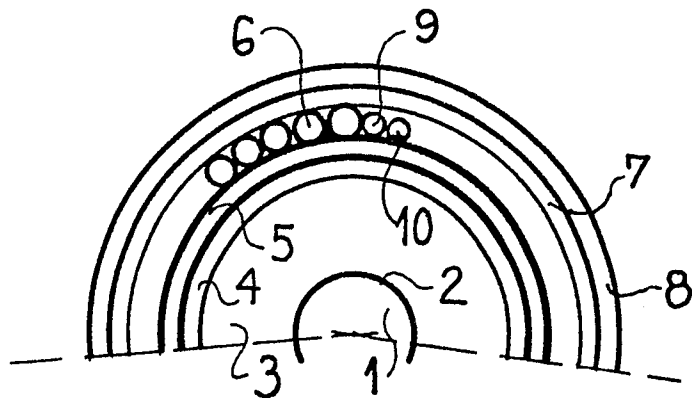
5. Câble selon l'une des revendications précédentes, caracté-
risé en ce que la fibre optique (10) est disposée contre un produit (5)
20 gonflant sous l'effet de l'humidité de manière que de l'eau pénétrant
en un emplacement déterminé du câble provoque une déformation de
la fibre optique (10) permettant ladite détection ou mesure.

6. Câble selon la revendication 5, caractérisé en ce que le
produit gonflant est sous forme d'un ruban.

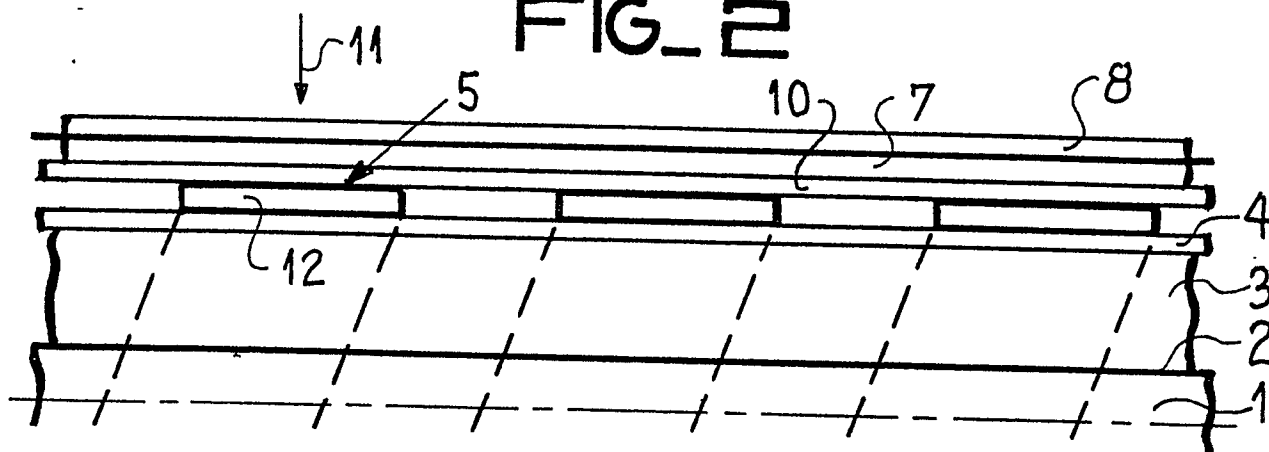
25 7. Dispositif de détection de défauts dans un câble selon l'une
quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il
comprend, à une extrémité du câble, un émetteur (20) de lu-
mière (21) vers la fibre optique noyée dans le câble et un ré-
cepteur (22) pour capter l'énergie lumineuse rétrodiffusée par la
30 fibre optique.

1/2

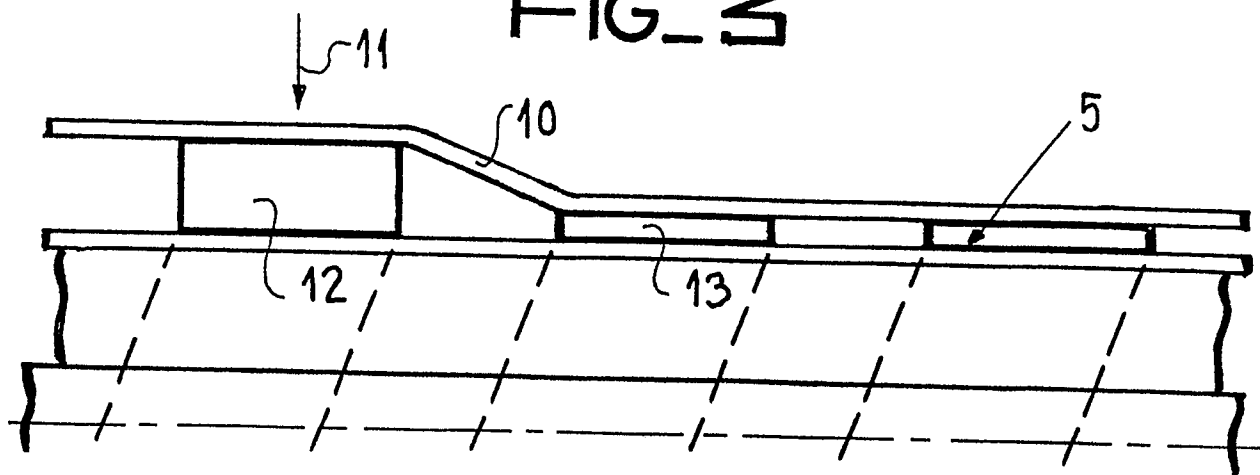
FIG_1



FIG_2

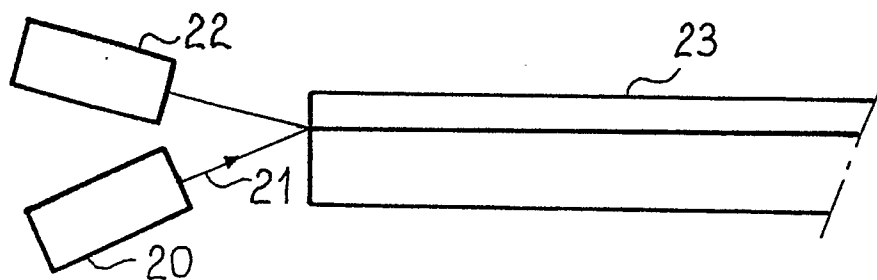


FIG_3

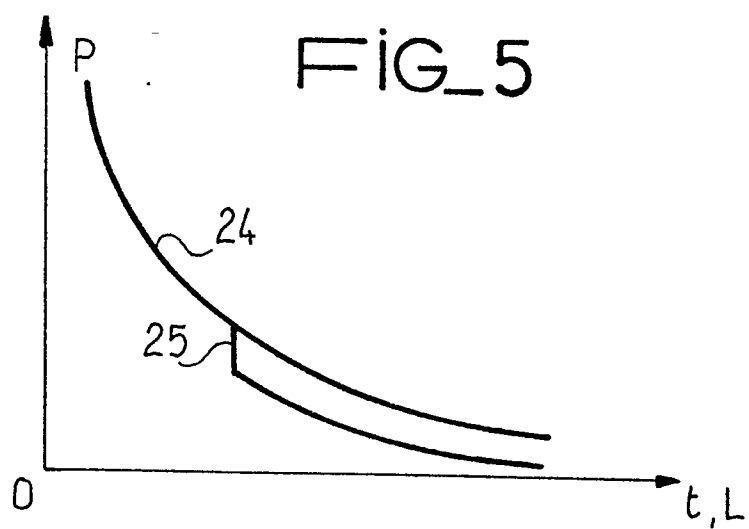


2/2

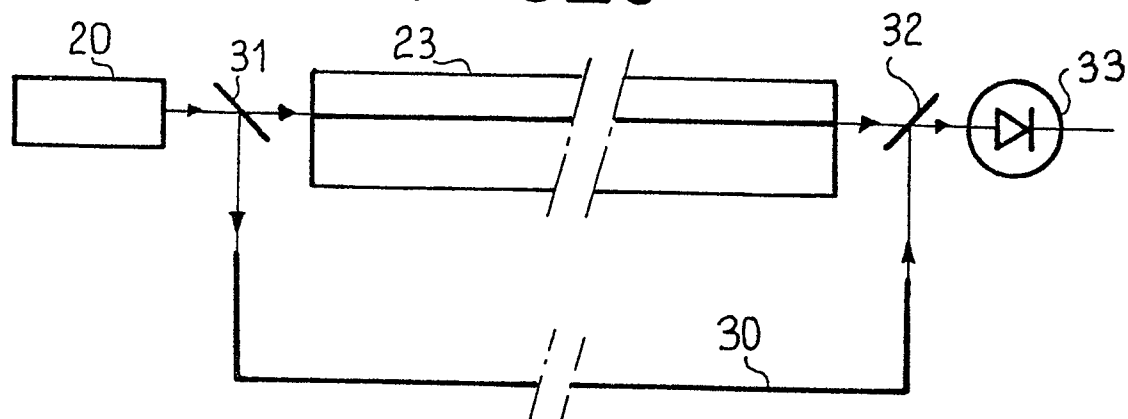
FIG_4



FIG_5



FIG_6





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

01 00694

Numéro de la demande

EP 83 40 1262

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
A	FR-A-2 469 783 (JEUMONT-SCHNEIDER) * Figure; page 3, lignes 17-20 *	1	H 01 B 7/32
A	FR-A-2 315 752 (F. BABLED) * Revendication 1 *	1	
A	DE-A-2 931 534 (MESSERSCHMITT) * Figure 1; page 4, premier paragraphe *	1	
A	DE-A-2 940 193 (FELTEN & GUILLEAUME) * Revendication 1 *	6	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
			H 01 B
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 02-09-1983	Examineur MIELKE W
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			