



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

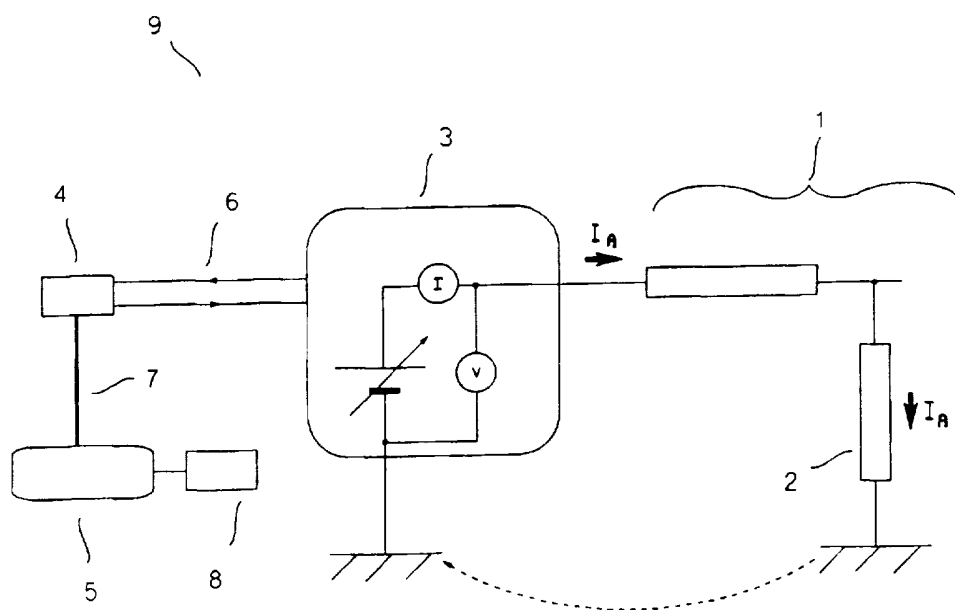
(51) Classification internationale des brevets ⁶ : G01R 31/08, H04B 10/08	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 96/18111 (43) Date de publication internationale: 13 juin 1996 (13.06.96)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR95/01445 (22) Date de dépôt international: 3 novembre 1995 (03.11.95) (30) Données relatives à la priorité: 94/14689 5 décembre 1994 (05.12.94) FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): EXCEM [FR/FR]; 12, chemin des Hauts-de-Clairefontaine, F-78580 Maule (FR). (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): BROUDE, Frédéric [FR/FR]; 12, chemin des Hauts-de-Clairefontaine, F-78580 Maule (FR). CLAVELIER, Evenyle [FR/FR]; 12, chemin des Hauts-de-Clairefontaine, F-78580 Maule (FR). (74) Représentant commun: EXCEM; 12, chemin des Hauts-de-Clairefontaine, F-78580 Maule (FR).		(81) Etats désignés: AU, CA, CN, DE, JP, NZ, SG, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Publiée Avec rapport de recherche internationale.

(54) Title: DEVICE FOR LOCATING DEFECTS IN UNDERWATER TELECOMMUNICATION LINKS

(54) Titre: DISPOSITIF POUR LA LOCALISATION DE DEFAUTS SUR LES LIAISONS SOUS-MARINES DE TELECOMMUNICATIONS

(57) Abstract

Device for locating faults in underwater telecommunication links by determining the resistance of a cable conductor having a water insulation-related defect. Said device includes two terminals, one of which is to be connected to one of the underwater link conductors, while the other is for earth or sea-grounding, enabling it to supply or receive electric power. The invention, alone or in conjunction with another device of the invention, automatically provides current and voltage measurements which it is capable of processing automatically by using data from one or more data bases. The processing operation used to locate the defect cannot be falsified by the voltage-current characteristic of said defect.



(57) Abrégé

L'invention concerne un dispositif pour la localisation de défauts sur les liaisons sous-marines de télécommunications, par détermination de la résistance d'un conducteur du câble présentant un défaut, associé à un défaut d'isolement à la mer. Il est muni de deux bornes, l'une destinée à être connectée à l'un des conducteurs de la liaison sous-marine, l'autre destinée à être mise à la mer ou mise à la terre, par lesquelles il peut fournir ou recevoir de la puissance électrique. Il peut assurer automatiquement, seul ou conjointement à un autre dispositif selon l'invention, des mesures de courant et de tension qu'il est capable de traiter automatiquement en exploitant des données d'une ou plusieurs bases de données, pour localiser le défaut, par un traitement capable de n'être pas faussé par la caractéristique tension-courant du défaut.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	GB	Royaume-Uni	MR	Mauritanie
AU	Australie	GE	Géorgie	MW	Malawi
BB	Barbade	GN	Guinée	NE	Niger
BE	Belgique	GR	Grèce	NL	Pays-Bas
BF	Burkina Faso	HU	Hongrie	NO	Norvège
BG	Bulgarie	IE	Irlande	NZ	Nouvelle-Zélande
BJ	Bénin	IT	Italie	PL	Pologne
BR	Brésil	JP	Japon	PT	Portugal
BY	Bélarus	KE	Kenya	RO	Roumanie
CA	Canada	KG	Kirghizistan	RU	Fédération de Russie
CF	République centrafricaine	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CG	Congo	KR	République de Corée	SE	Suède
CH	Suisse	KZ	Kazakhstan	SI	Slovénie
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SK	Slovaquie
CM	Cameroun	LK	Sri Lanka	SN	Sénégal
CN	Chine	LU	Luxembourg	TD	Tchad
CS	Tchécoslovaquie	LV	Lettonie	TG	Togo
CZ	République tchèque	MC	Monaco	TJ	Tadjikistan
DE	Allemagne	MD	République de Moldova	TT	Trinité-et-Tobago
DK	Danemark	MG	Madagascar	UA	Ukraine
ES	Espagne	ML	Mali	US	Etats-Unis d'Amérique
FI	Finlande	MN	Mongolie	UZ	Ouzbékistan
FR	France			VN	Viet Nam
GA	Gabon				

Dispositif pour la localisation de défauts sur les liaisons sous-marines de télécommunications.

L'invention concerne un dispositif pour la localisation de défauts sur les liaisons sous-marines de télécommunications
5 pouvant être par exemple constituées de câbles à fibres optiques ou de câbles coaxiaux, par détermination de la résistance d'un conducteur du câble présentant un défaut, associé à un défaut d'isolement à la mer.

L'élément de base d'une liaison sous-marine de
10 télécommunications est un câble sous-marin. On distingue deux principales catégories de liaisons de télécommunications sous-marines : les liaisons à câble coaxial et les liaisons à câble à fibre optique. Les liaisons à câble coaxial mettent généralement en oeuvre un mode de transmission analogique,
15 tandis que les liaisons à fibre optique mettent généralement en oeuvre un mode de transmission numérique.

Lorsque l'on souhaite qu'une liaison sous-marine analogique (c'est-à-dire mettant en oeuvre un mode de transmission analogique) franchisse une grande distance, elle
20 comporte normalement plusieurs sections de câbles séparées par des répéteurs qui sont des dispositifs actifs dont la fonction principale est d'amplifier le signal de façon à compenser la l'atténuation du signal analogique, liée à la propagation du signal sur les sections de câble.

Lorsque l'on souhaite qu'une liaison sous-marine numérique (c'est-à-dire mettant en oeuvre un mode de transmission numérique) franchisse une grande distance, elle comporte normalement plusieurs sections de câbles séparés par des régénérateurs ou des répéteurs. Le rôle des régénérateurs
25 consiste à reconstituer aussi fidèlement que possible l'information numérique transmise par un signal après qu'il ait été affaibli, déformé et perturbé par son passage à travers un câble de transmission.
30

Des liaisons sous-marines numériques de grande longueur,

à câbles à fibre optique opérant à 560 Mbit/s peuvent par exemple être réalisées avec des régénérateurs, et des liaisons plus rapides (typiquement de 5 Gbit/s) sont par exemple étudiées avec des répéteurs à amplificateur optique.

- 5 Les liaisons sous-marines peuvent avoir une structure complexe, avec un tronc, et une ou plusieurs branches raccordées au tronc par des unités de branchement. Dans ce cas la liaison comporte plus de deux points d'atterrissage.

La composition des câbles coaxiaux sous-marins de
10 télécommunications, normalement uniquement utilisés pour les liaisons sous-marines analogiques, comprend typiquement, de l'intérieur vers l'extérieur : un conducteur composite, constitué d'une âme en fil d'acier et d'un tube de cuivre, une
15 gaine isolante en polyéthylène, un conducteur extérieur formé d'une bande de cuivre ou d'aluminium, une gaine isolante en polyéthylène. Des couches supplémentaires peuvent être ajoutées pour la protection mécanique du câble.

La composition des câbles à fibre optique sous-marins, normalement uniquement utilisés pour les liaisons sous-marines
20 numériques, comprend typiquement, de l'intérieur vers l'extérieur : un module optique contenant des fibres optiques, un conducteur composite entourant le module optique, réalisé avec une voûte en fils d'acier servant à garantir la résistance mécanique du câble à la traction et avec un tube de cuivre
25 ceinturant cette voûte, une gaine isolante en polyéthylène. Des couches supplémentaires peuvent être ajoutées pour la protection mécanique du câble.

Dans le cas d'une liaison utilisant des régénérateurs ou des répéteurs, l'alimentation en énergie électrique de ces
30 dispositifs actifs est habituellement assurée par l'injection d'un courant dans un conducteur du câble, les différents dispositifs actifs étant alimentés en série, selon un procédé bien connu des spécialistes, qui parlent de téléalimentation. Par exemple, dans le cas d'un câble coaxial sous-marin de
35 télécommunications et dans le cas d'un câble à fibre optique sous-marin tels que décrits plus haut, la téléalimentation de

la liaison est généralement assurée par le conducteur composite.

Dans le cas d'un tel câble à fibre optique sous-marin, le courant de téléalimentation d'aller circule dans le conducteur composite et le courant de retour circule dans l'eau de mer et éventuellement dans la terre, les dispositifs de téléalimentation fournissant l'énergie électrique de téléalimentation, étant convenablement mis à la terre par une prise de terre dans le sol ou une prise de terre en mer. Ces dispositifs, appelés par abus de langage téléalimentation par les spécialistes, sont généralement installés à terre, proches des points d'atterrissage de la liaison.

Dans le cas du câble coaxial sous-marin, le conducteur extérieur est normalement mis à la terre aux extrémités de la liaison, et la téléalimentation s'effectue de façon semblable au cas du câble à fibre optique, le courant de retour se subdivisant toutefois entre l'eau de mer et la terre d'une part, et le conducteur extérieur d'autre part.

Il n'est pas fait ici de distinction entre les termes "mis à la terre" et "mis à la mer".

Des méthodes pour la localisation des défauts de toute nature apparaissant sur les liaisons sous-marines existent depuis longtemps et sont bien connues des spécialistes. On peut par exemple citer :

- Les méthodes de localisation de défaut par mesure de la résistance en courant continu. De telles méthodes étaient déjà mises en oeuvre sur les câbles télégraphiques. Elles supposent qu'au point où survient le défaut, un conducteur normalement isolé de la mer est mis en contact avec celle-ci. Ces méthodes reposent sur la détermination, en une extrémité de la liaison, de la résistance apparaissant le long du conducteur normalement isolé entre l'extrémité de ce conducteur où se fait la mesure, et le point du défaut.
- La méthode de localisation de défaut par mesure de capacité du câble de la liaison : ces mesures ne conviennent que si la liaison est coupée et isolée.

- La méthode impédance-fréquence : cette méthode est utilisée sur les câbles coaxiaux sous-marins. L'impédance d'un câble variant suivant la fréquence, on peut établir une loi de dépendance entre la distance d'un défaut et la variation de l'impédance d'une section de câble en fonction de la fréquence. En pratique un dispositif comportant un oscillateur est présent à l'intérieur de chaque répéteur, et permet de conduire la mesure sur la section en défaut.
- La méthode de mesure en courant alternatif audiofréquence : un signal de 25 Hz est envoyé sur le chemin électrique et un navire recherche le signal sonore produit, à l'aide d'un capteur acoustique ; le défaut est localisé par la modification du signal acoustique.
- Les méthodes par échométrie, comportant la génération d'un signal électrique et l'analyse du temps de propagation du signal réfléchi. La localisation se fait par la mesure du temps de propagation du signal supposé réfléchi au niveau du défaut ; cette méthode est utilisée pour les câbles coaxiaux sous-marins et est limitée aux défauts apparaissant avant le premier répéteur, et d'autres cas particuliers.
- Les méthodes par réflectométrie, comportant la génération d'un signal optique, et l'analyse du temps de propagation du signal réfléchi. La localisation se fait par la mesure du temps de propagation du signal supposé réfléchi au niveau du défaut. Cette méthode est utilisée pour les câbles à fibre optique, et est principalement limitée aux défauts apparaissant avant le premier régénérateur ou répéteur, et d'autres cas particuliers.

Les avantages et inconvénients des différentes méthodes existantes de localisation de défauts sont bien connues des spécialistes. Sur les liaisons sous-marines à fibre optique actuellement installées, seules les méthodes de localisation de défaut par mesure de la résistance en courant continu et les méthodes par mesure de capacité du câble sont en général applicables sur les défauts apparaissant au-delà d'un premier régénérateur ou répéteur. Ces méthodes ont également l'avantage de s'appliquer à la fois aux liaisons à fibres optiques et aux liaisons à câble coaxial, même lorsque la téléalimentation des répéteurs ou des régénérateurs ne peut être appliquée du fait du défaut.

Cependant, les défauts avec isolement auxquels la méthode par mesure de capacité du câble est applicable sont très peu fréquents.

On note qu'un point crucial des méthodes de localisation par mesure de la résistance de la liaison en courant continu est qu'il doit exister un contact entre l'eau de mer et un conducteur normalement isolé de celle-ci. La caractéristique tension-courant entre le conducteur au point du défaut et une prise de terre idéale (pouvant être une prise de terre en mer) éloignée, en l'absence de bruit, est la somme d'une résistance négligeable correspondant à la circulation des courants dans la mer loin du défaut, et d'une partie prépondérante à proximité du défaut et au contact entre l'eau et le câble endommagé. Cette caractéristique tension-courant en l'absence de bruit, appelée "caractéristique tension-courant du défaut" est non-linéaire du fait des phénomènes électrochimiques complexes en jeu. Nous appellerons force électromotrice du défaut la tension apparaissant en l'absence de bruit entre le conducteur au point du défaut et une prise de terre idéale éloignée, pour un courant nul dans le défaut, cette f.e.m correspondant donc à la caractéristique tension-courant du défaut, pour une valeur de courant nul.

A l'heure actuelle, la localisation de défaut par mesure de la résistance de la liaison en courant continu se fait manuellement, soit en utilisant un pont de mesure de résistances, soit en utilisant directement les voltmètres et ampèremètres installés sur une ou plusieurs téléalimentations connectées à des extrémités de la liaison. L'exploitation manuelle de mesure de résistances ou de valeurs de tension et de courant pose cependant des problèmes :

- les mesures sont complexes à interpréter manuellement du fait des non-linéarités des répéteurs ou régénérateurs sur les liaisons en comportant, et le traitement des données de mesure fait nécessairement appel dans ce cas à la gestion et à l'utilisation d'un ensemble de données sur la caractéristique courant-tension de chacun d'eux ;
- la caractéristique tension-courant non linéaire d'un défaut de surface inconnue ne doit pas fausser la localisation du

défaut, ce qui peut nécessiter un traitement complexe des données de mesure et une procédure de mesure délicate ;

- les mesures sont affectées par diverses causes de bruit ;

- la localisation du défaut s'effectue à partir de données sur

5 la résistance linéique des sections de câble, ce qui nécessite la gestion et l'exploitation manuelle d'un ensemble de données sur la résistance linéique des sections de câbles.

L'invention a pour objet un dispositif pour la localisation des défauts de liaisons sous-marines par mesure de
10 la résistance en courant continu, permettant de s'affranchir de ces limitations.

Un dispositif selon l'invention pour la localisation des défauts sur des liaisons sous-marines de télécommunications est muni de deux bornes, l'une destinée à être connectée à l'un des
15 conducteurs de la liaison sous-marine, l'autre destinée à être mise à la mer ou mise à la terre, et est caractérisé en ce que premièrement il peut fournir automatiquement une puissance électrique d'au moins 100 Watt à la liaison sous-marine sous forme de courant continu régulé, lorsque la caractéristique
20 tension-courant de celle-ci le permet, deuxièmement en ce qu'il peut absorber une puissance électrique d'au moins 1 Watt de la liaison sous-marine lorsque la caractéristique tension-courant de celle-ci le permet, troisièmement en ce qu'il dispose d'une ou plusieurs bases de données sur les résistances linéiques des
25 sections de câbles, ou d'une ou plusieurs bases de données sur les caractéristiques tension-courant des répéteurs ou des régénérateurs, quatrièmement en ce qu'il peut assurer automatiquement, seul ou conjointement à un autre dispositif selon l'invention, des mesures permettant la détermination
30 d'une partie de la caractéristique tension-courant de l'extrémité de la liaison sous-marine à laquelle le dispositif est raccordé, cinquièmement en ce qu'il est capable de traiter automatiquement cette partie de caractéristique tension-courant en exploitant des données d'une ou plusieurs bases de données,
35 pour estimer la localisation du défaut, par un traitement capable de n'être pas faussé par la caractéristique tension-courant du défaut.

Le dispositif selon l'invention peut donc fournir un courant continu à la liaison pour effectuer le relevé d'une partie de la caractéristique tension-courant. Sur les liaisons sous-marines comportant des répéteurs ou des régénérateurs, le
5 dispositif selon l'invention pourra donc par exemple être connecté au câble de la même façon que l'on connecte une téléalimentation. Compte-tenu de la tension de bruit pouvant atteindre quelques volts crête-à-crête en extrémité d'une liaison longue, on peut souhaiter fournir un courant important
10 à la liaison sous-marine de façon à en obtenir une tension utile avec le meilleur rapport signal sur bruit possible. A titre d'exemple, la résistance des sections de câble d'une liaison à fibre optique de 1570 km pourra avoir une valeur de 0,97 Ω /km, et les 12 régénérateurs pourront avoir une
15 résistance de 4314 Ω à 10 mA, de 1268 Ω à 100 mA, et de 268 Ω à 1,6 A qui est le courant nominal de fonctionnement. Alimenter la liaison avec 1,6 A au cours de la mesure permettra de réduire la contribution relative du bruit au signal mesuré, mais exigera dans le cas de cet exemple une tension de
20 2865 Volts, donc 4584 Watts. La régulation en courant permet de maîtriser le courant dans le câble, en dépit des tensions de bruit fluctuantes. On note qu'il sera généralement avantageux qu'un dispositif selon l'invention soit capable de changer automatiquement la polarité du courant qu'il fournit, cet
25 avantage apparaissant clairement dans l'exposé qui va suivre.

Il est également important que le dispositif selon l'invention puisse absorber de la puissance électrique que fournirait la liaison sous-marine, de façon à pouvoir en toutes circonstances décharger la capacité constituée par le câble, de
30 l'ordre de 0,18 μ F/km, ou de façon à pouvoir décharger la pile apparaissant du fait du défaut, lorsque celui-ci comporte un contact entre un conducteur métallique du câble et l'eau de mer. La décharge de cette pile électrochimique, préalablement à certaines mesures, permet d'en augmenter la précision, selon
35 une technique bien connue des spécialistes.

On note qu'une telle décharge ne doit pas se faire avec un court-circuit, car dans ce cas un courant très intense pourrait circuler dans la liaison, courant qui serait par exemple en

dehors des spécifications des répéteurs ou régénérateurs, et pourrait les détruire. C'est pour cette raison que le dispositif selon l'invention est conçu de façon à pouvoir absorber de la puissance de la part de la liaison sous-marine.

5 A titre d'exemple non limitatif, la détermination d'une partie de la caractéristique tension-courant de l'extrémité de la liaison à laquelle le dispositif est raccordé peut se faire en imposant au cours du temps une ou plusieurs consignes de courant, et en mesurant au cours du temps une ou plusieurs
10 tensions correspondantes.

On peut également, à titre d'exemple non limitatif, envisager de mesurer simultanément la tension et le courant au cours du temps. Cette seconde solution est bien sûr plus onéreuse que la première, mais autorise généralement une
15 meilleure précision.

Les méthodes permettant de prendre en compte les résistances linéiques des sections de câble et les caractéristiques tension-courant des régénérateurs ou des répéteurs, à partir de l'exploitation de données sur les câbles
20 ou sur les répéteurs ou régénérateurs sont bien connues des spécialistes et leur mise en oeuvre informatique à l'aide de bases de données, de façon à obtenir un traitement automatique, peut se faire par des méthodes connues des spécialistes en informatique. Les bases de données employées dans un dispositif
25 selon l'invention pourront par exemple être conçues de telle façon qu'elles permettent l'introduction aisée des paramètres d'une liaison, et leurs modifications ultérieures, pour pouvoir gérer les évolutions survenant sur une liaison, par exemple à la suite de réparations.

30 Des méthodes bien connues des spécialistes, telles que les deux méthodes rappelées ci-après, à titre d'exemples non limitatifs, et que nous appellerons "méthode de Schaefer" et "méthode conjuguée", permettent de localiser le défaut par un traitement capable de n'être pas faussé par la caractéristique
35 tension-courant du défaut. Afin de discuter ces méthodes, il est utile de classifier les défauts les plus fréquemment

rencontrés. Nous appellerons défaut de type 1 un sectionnement du câble, avec rupture de l'isolement galvanique entre l'eau de mer et un conducteur du câble normalement isolé. Ce type de défaut se rencontrera par exemple si le conducteur composite décrit précédemment est mis à la mer. Ceci peut survenir par exemple lorsque le câble est accroché par un chalut puis coupé pour dégager le navire sans perdre le chalut. Nous appellerons défaut de type 2 un sectionnement du câble sans rupture de l'isolement galvanique entre l'eau de mer et un conducteur du câble normalement isolé. Ce type de défaut se rencontrera par exemple si la rupture se produit sur un câble étiré de telle façon que le polyéthylène recouvre les parties conductrices de façon étanche. Nous appellerons défaut de type 3 une rupture de l'isolement d'un conducteur du câble normalement isolé, sans qu'il y ait sectionnement de ce conducteur. Il peut exister des défauts différents de ceux des types ci-dessus, mais les défauts de type 1, 2 et 3 couvrent une large proportion des cas rencontrés dans la pratique.

Les spécialistes des liaisons sous-marines savent que la caractéristique tension-courant d'un défaut n'est pas seulement non-linéaire, mais également dépendante de l'histoire du défaut. Un défaut qui aura été laissé trop longtemps inerte dans l'eau de mer, ou qui aura été traversé pendant trop longtemps par un courant positif important, c'est-à-dire qui aura laissé passer une charge trop importante, laissera mal passer le courant, du fait de l'apparition de dépôts ou d'oxydes peu conducteurs. Les spécialistes disent dans ce cas que le défaut est bouché. Il est alors possible, lorsque le défaut n'a pas été trop altéré, de restituer à celui-ci une caractéristique tension-courant proche de celle qu'il avait avant qu'il ne se bouche, en appliquant un courant négatif (conduisant par exemple à un dégagement d'hydrogène par électrolyse de l'eau sur le défaut) sur le défaut, en vue de le déboucher, selon une procédure connue des spécialistes. Un dispositif selon l'invention pourra être conçu de façon à pouvoir appliquer automatiquement ce type de procédure.

Les mesures permettant la détermination d'une partie de la caractéristique tension-courant de l'extrémité de la liaison

sous-marine à laquelle le dispositif est raccordé sont affectées par différentes causes de bruit électrique parmi lesquelles la différence de potentiel tellurique, bien connue des spécialistes, joue généralement un rôle prépondérant. Cette
5 différence de potentiel a une composante continue, mais elle est aussi susceptible de varier rapidement.

Les spécialistes appellent force électromotrice de la liaison la tension observée à courant nul, entre une extrémité du câble et la terre en cette extrémité. Cette force
10 électromotrice de la liaison est donc la somme de la force électromotrice du défaut, de la différence de potentiel tellurique, et de la contribution des autres causes de bruit.

Un dispositif selon l'invention peut par exemple mettre en oeuvre une localisation du défaut par un traitement capable de
15 n'être pas faussé par la caractéristique tension-courant du défaut, reposant sur un modèle de défaut selon lequel la caractéristique tension-courant du défaut est modélisée dans un domaine limité de valeurs de courant par une tension dont la valeur absolue de la différence avec la force électromotrice du
20 défaut est égale à la valeur absolue du courant élevée à une puissance négative plus grande que moins un. Nous appellerons "méthode de Schaefer" un tel traitement.

La méthode de Schaefer s'applique aux défauts de type 1 et de type 3, un unique dispositif selon l'invention étant utilisé
25 pour les mesures à une extrémité A de la liaison. Dans le cas des défauts de type 3, la méthode s'applique lorsque la partie de la liaison sous-marine sur laquelle la mesure est effectuée n'est pas reliée galvaniquement à une source d'énergie électrique autre que le dispositif selon l'invention. La
30 méthode de Schaefer repose sur l'hypothèse heuristique selon laquelle, pour des densités de courant surfacique sur le défaut suffisantes mais n'excédant pas 50 mA/cm² environ, la caractéristique tension-courant du défaut lorsque celui-ci a été déchargé, peut être décrite par une loi de la forme

$$35 \quad |V_D(I) - V_{D0}| = kI^{-\alpha} \quad (1)$$

où $V_D(I)$ est la tension apparaissant entre le conducteur au point du défaut et une prise de terre idéale éloignée en

l'absence de bruit, où V_{D0} est la force électromotrice du défaut, où I est la valeur absolue du courant dans le défaut, où k est une constante inconnue caractéristique du défaut et du sens du courant, et où α est une constante heuristique positive et plus petite que 1, généralement prise égale à 1/1,3. Des méthodes opératoires et mathématiques simples et connues des spécialistes permettent, à partir de plusieurs points de la caractéristique tension-courant mesurée à l'extrémité A, d'éliminer la contribution de la tension $V_D(I)$, de telle sorte qu'en l'absence de bruit de mesure ne subsiste que la contribution due à la chute de tension le long de la portion de liaison entre l'extrémité A et le défaut, ce qui résoud le problème.

Une telle méthode consiste par exemple premièrement à mesurer la partie constante V_{LA} de la force électromotrice de la liaison en l'extrémité A et deuxièmement à remarquer que la tension V'_A obtenue en diminuant la tension V_A mesurée entre le conducteur à l'extrémité A et la terre, de la tension V_{LA} , vaut, en négligeant la contribution possible d'une tension de bruit de moyenne nulle et de la résistance de terre à l'extrémité A :

$$V'_A = V_A - V_{LA} = V_D(I_A) + R_A I_A + V_{RA}(I_A) \quad (2)$$

où I_A est le courant mesuré par le dispositif selon l'invention, R_A la résistance des sections de câble depuis l'extrémité A jusqu'au défaut, et $V_{RA}(I_A)$ la tension résultant de la caractéristique tension-courant de l'ensemble des répéteurs ou régénérateurs depuis l'extrémité A jusqu'au défaut. En utilisant (1), et en introduisant la variable

$$x = |I_A|^{-\alpha(1-\alpha)} \quad (3)$$

le comportement théorique du défaut conduit à l'expression

$$\left| \frac{V'_A - V_{RA}(I_A)}{I_A} \right| = kx + R_A \quad (4)$$

de laquelle on tire la valeur de R_A , qui permet de déduire la localisation du défaut à partir des données sur la résistance linéique des sections de câbles. Si l'on connaît $V_{RA}(I_A)$, cette valeur de R_A peut d'après (4) par exemple se déduire de l'ordonnée à l'origine d'une fonction affine obtenue par régression linéaire sur des valeurs de variables déduites des

données de mesures. En pratique, on peut par exemple supposer successivement que le défaut se trouve entre deux régénérateurs ou répéteurs consécutifs différents, de façon à formuler une hypothèse sur $V_{RA}(I_A)$ reposant sur les données de base de données
5 sur les répéteurs ou régénérateurs, ce qui permet une résolution de (4) par un procédé itératif, que les spécialistes en calcul numérique connaissent bien. De cette façon, le traitement effectué en vue de la localisation n'est pas faussé par la caractéristique tension-courant du défaut.

10 Pour l'application de la méthode de Schaefer, la partie de la caractéristique tension-courant de l'extrémité de la liaison à laquelle le dispositif est raccordé, déterminée automatiquement par le dispositif selon l'invention, pourra se limiter à trois points de mesure, dont un à courant nul.
15 Toutefois la localisation gagnera en précision si davantage de points de mesure sont exploités dans l'algorithme de traitement des données, qui pourra ne prendre en compte que les points de mesure pour lesquels le comportement décrit par (4) est vérifié, ce qui le conduira normalement à rejeter des points
20 correspondant à une densité surfacique de courant excessive ou trop faible sur le défaut, le domaine de validité de (1) étant limité.

Un dispositif selon l'invention peut par exemple mettre en oeuvre un traitement capable de n'être pas faussé par la
25 caractéristique tension-courant du défaut, reposant sur l'exploitation de mesures assurée conjointement avec un second dispositif selon l'invention, de telle façon que le courant circulant dans le défaut soit négligeable en régime permanent pendant les mesures utilisées pour la localisation. C'est ce
30 que nous appelons la méthode conjuguée.

La méthode conjuguée est applicable aux défauts de type 3. Deux extrémités A et B de la liaison sous-marine doivent être utilisées, au niveau de chacune desquelles est connecté un dispositif selon l'invention, la partie de la liaison sous-
35 marine sur laquelle la mesure est effectuée ne devant pas être reliée galvaniquement à une source d'énergie électrique autre que les deux dispositifs selon l'invention. Les deux

dispositifs selon l'invention appliquent simultanément un courant de même sens et pratiquement de même valeur aux deux extrémités de la liaison. La conservation du courant impose donc qu'en régime permanent le courant dans le défaut est
 5 pratiquement nul, et donc que son potentiel par rapport à la terre ou à la mer est pratiquement nul. En négligeant la contribution possible de tensions de bruit de moyenne nulle et de la résistance de terre aux extrémités A et B, la tension V_A apparaissant à l'extrémité A et la tension V_B apparaissant à
 10 l'extrémité B, valent donc simplement

$$R_A = \frac{V_A - V_{LA} - V_{RA}(I_A)}{I_A} \quad (5)$$

et

$$R_B = \frac{V_{RB}(I_A) - V_B + V_{LB}}{I_A} \quad (6)$$

où les mêmes notations que pour la méthode de Schaefer ont été
 15 utilisées, où R_B est la résistance des sections de câble depuis l'extrémité B jusqu'au défaut, où V_{LB} est la partie constante de la force électromotrice de la liaison en l'extrémité B, et où $V_{RB}(I_A)$ est la tension résultant de la caractéristique tension-courant de l'ensemble des répéteurs ou régénérateurs depuis
 20 l'extrémité B jusqu'au défaut. Si l'on connaît $V_{RA}(I_A)$ ou $V_{RB}(I_A)$, on déduit alors la localisation du défaut de la valeur de R_A donnée par (5) ou de la valeur de R_B donnée par (6). En pratique, on peut par exemple supposer successivement que le défaut se trouve entre deux régénérateurs ou répéteurs
 25 consécutifs différents, de façon à formuler une hypothèse sur $V_{RA}(I_A)$ ou $V_{RB}(I_A)$, reposant sur les données sur les répéteurs ou régénérateurs, disponibles dans les bases de données correspondantes, ce qui permet une résolution de (5) ou de (6) par un procédé itératif, que les spécialistes en calcul
 30 numérique connaissent bien. De cette façon, le traitement effectué en vue de la localisation, à partir de mesures assurées conjointement par deux dispositifs selon l'invention, n'est pas faussé par la caractéristique tension-courant du défaut.

35 Pour l'application de la méthode conjuguée, la partie de la caractéristique tension-courant de l'extrémité de la liaison

à laquelle le dispositif est raccordé, déterminée automatiquement par le dispositif selon l'invention, pourra se limiter à deux points de mesure dont un à courant nul. Toutefois il est essentiel pour l'application de cette méthode
5 que les courants imposés par les dispositifs selon l'invention aux extrémités A et B de la liaison soient bien appliquées simultanément, car il est souvent avantageux de mettre en oeuvre cette méthode avec des courants importants aux extrémités A et B, qui risqueraient de boucher le défaut
10 rapidement en cas d'application à une seule extrémité.

Selon un mode particulier de réalisation d'un dispositif selon l'invention, celui-ci comporte un modem, en vue de permettre la réalisation de mesures automatiques conjointement à un autre dispositif selon l'invention. Le dialogue réalisé
15 entre deux dispositifs selon l'invention à travers leurs modems respectifs permet l'automatisation d'une localisation selon la méthode conjuguée.

Les localisations de défaut par la méthode conjuguées sont généralement plus précises que celles effectuées selon la
20 méthode de Schaefer, mais elles ne peuvent évidemment pas s'appliquer aux défauts de type 1.

Un dispositif selon l'invention peut par exemple mettre en oeuvre une localisation du défaut par un traitement capable de n'être pas faussé par la caractéristique tension-courant du
25 défaut, s'appuyant sur une modélisation du défaut découlant de résultats théoriques de l'électrochimie. Nous appellerons une telle méthode de localisation "méthode physique".

Une méthode physique pourra ne différer de la méthode de Schaefer que par ses hypothèses et ses algorithmes de
30 traitement des données. Il est utile de noter que la méthode de Schaefer était employée au XIXième siècle sur les câbles télégraphiques, et que le domaine de validité d'une expression telle que (1) est nécessairement très limité, notamment du fait de son incompatibilité flagrante avec les résultats modernes de
35 l'électrochimie. Une méthode physique peut par exemple tirer parti du fait que les spécialistes en électrochimie savent bien

que lorsque le transfert électronique interfacial est cinétiquement prépondérant, le potentiel de contact au niveau du défaut peut se mettre, dans un ou plusieurs domaines de valeurs de courant, sous la forme

$$5 \quad \frac{dV_D(I)}{d \log I} = K \quad (7)$$

où $V_D(I)$ est la tension apparaissant entre le défaut et la mer loin du défaut, où I est la valeur absolue du courant dans le défaut, et où K est une constante caractéristique du défaut et du sens du courant, inconnue dans le cas qui nous intéresse.

10 Des méthodes mathématiques simples et connues des spécialistes permettent, à partir de plusieurs points de la caractéristique tension-courant mesurée à l'extrémité A, d'éliminer la contribution de la tension $V_D(I)$, de telle sorte qu'en faisant abstraction des bruits de mesure de moyenne nulle, ne subsiste
15 que la contribution due à la chute de tension le long de la portion de liaison entre l'extrémité A et le défaut, ce qui résoud le problème.

Une telle méthode peut par exemple reposer sur la transformation de (7) en

$$20 \quad R_A(I_A - I_{AO}) + V_{RA}(I_A) - V_{RA}(I_{AO}) = V_A - V_{AO} + K \log \frac{I_A}{I_{AO}} \quad (8)$$

où les mêmes notations que précédemment ont été utilisées, et où V_{AO} et I_{AO} sont un couple particulier de valeurs de V_A et I_A , les deux couples devant être pris dans le domaine de validité de (7). En utilisant un troisième couple particulier de valeurs

25 de V_A et I_A on peut écrire une seconde équation semblable à (8), avec laquelle il est aisé d'éliminer la constante K , et, si l'on connaît la valeur $V_{RA}(I_A)$, de tirer la valeur de R_A , qui permet de déduire la localisation du défaut à partir des données sur la résistance linéique des sections de câbles. En
30 pratique, on peut par exemple supposer successivement que le défaut se trouve entre deux régénérateurs ou répéteurs différents, de façon à formuler une hypothèse sur $V_{RA}(I_A)$ et $V_{RA}(I_{AO})$, reposant sur les données des bases de données sur les régénérateurs ou répéteurs, ce qui permet la résolution par un
35 procédé itératif, que les spécialistes en calcul numérique connaissent bien. De cette façon, le traitement effectué en vue

de la localisation n'est pas faussé par la caractéristique tension-courant du défaut.

Plusieurs variantes de méthodes physiques sont possibles, selon les expressions issues de la théorie électrochimique que l'on choisit d'utiliser, chaque expression pouvant avoir un domaine de validité différent. L'utilisation d'une méthode physique pour la localisation des défauts sur les câbles sous-marins présente généralement une amélioration rapport à l'emploi de méthodes existantes telles que la méthode de Schaefer.

Pour l'application d'une méthode physique, la partie de la caractéristique tension-courant de l'extrémité de la liaison à laquelle le dispositif est raccordé, déterminée automatiquement par le dispositif selon l'invention, pourra se limiter à trois points de mesure, ou à un autre nombre minimal de points de mesure selon la variante choisie. Toutefois la localisation gagnera en précision si davantage de points de mesure sont exploités dans l'algorithme de traitement des données, qui pourra ne prendre en compte que les points de mesure pour lesquels le comportement décrit par l'expression théorique postulée est vérifié, ce qui le conduira normalement à rejeter des points correspondant à une densité surfacique de courant excessive ou trop faible sur le défaut, le domaine de validité des expressions théoriques utilisables étant généralement limité.

Un dispositif selon l'invention pourra être réalisé de telle façon qu'il puisse prendre en compte la température supposée de la mer entourant la liaison, pour corriger la résistance linéique des sections de câble ou la caractéristique tension-courant des régénérateurs en fonction de cette température supposée. La température supposée pourra dépendre de l'abscisse le long de la liaison. Cette température pourra également dépendre de la période de l'année, ou de l'heure de la mesure.

Les tensions mesurées par un dispositif selon l'invention résultent non seulement de la valeur du courant injecté, et des

caractéristiques de la liaison et du défaut, mais aussi d'une tension de bruit pouvant être causée par des phénomènes d'origine naturelle ou des phénomènes artificiels. Un dispositif selon l'invention pourra donc être muni de filtres
5 analogiques ou numériques permettant de filtrer une certaine partie du bruit affectant les mesures. A titre d'exemple non limitatif, on pourra par exemple prévoir un filtre analogique passe-bas de fréquence de coupure 2 Hz, et après l'échantillonnage des données mesurées, un filtrage numérique
10 passe-bas de fréquence de coupure adaptable en fonction du niveau de bruit et du temps de réponse souhaité, réalisable selon des procédés bien connus des spécialistes, et offrant un moyennage approprié d'une pluralité de mesures échantillonnées.

Un dispositif selon l'invention pourra comporter un
15 dispositif de disjonction capable d'interrompre le courant si la valeur de celui-ci dépasse les valeurs admissibles par la liaison sous-marine. Les valeurs du seuil de disjonction pourront être différents pour les courants négatifs et les courants positifs. Les liaisons comportant des régénérateurs ou
20 des répéteurs sont en effet susceptibles d'être détériorées par un courant trop important. A titre d'exemple, une liaison sous-marine à fibre optique peut être spécifiée avec un courant maximum dans le sens direct de 1700 mA, et un courant maximum dans le sens inverse de 200 mA, alors que son courant nominal
25 de fonctionnement (dans le sens direct) sera de 1600 mA. Des courants excessifs dépassant la valeur admissible de la liaison peuvent par exemple être produits en cas de défaillance de la régulation du courant du dispositif selon l'invention.

Un dispositif selon l'invention pourra être constitué de
30 telle façon qu'il permette en toutes circonstances de garantir la sécurité des personnes à l'égard des surtensions pouvant se produire sur la liaison sous-marine. De telles surtensions sont en particulier possibles lorsqu'une opération de localisation de défaut est effectuée sur une branche de la liaison
35 normalement déconnectée du reste de la liaison, et qu'un basculement intempestif d'une unité de branchement survient, pouvant conduire à des surtensions de l'ordre de 10 kV. Les spécialistes en électronique connaissent des techniques

permettant d'assurer la sécurité des personnes en cas de telles surtensions, l'une de ces techniques pouvant comporter la séparation galvanique par une ou plusieurs fibres optiques entre différentes parties du dispositif selon l'invention:

- 5 Un dispositif selon l'invention peut naturellement localiser un défaut par son abscisse curviligne, le long de la liaison sous-marine, puisque la localisation exploite la résistance linéique des sections de la liaison. Un dispositif selon l'invention pourra également comporter une base de
- 10 données sur la position géographique de la liaison, et déduire de cette information la position géographique du défaut, par exemple en délivrant sa latitude et sa longitude.

- Un dispositif selon l'invention peut également être conçu de façon qu'il permette également la localisation de défauts
- 15 comportant la rupture d'un conducteur, ce conducteur restant isolé de la mer, en déterminant la capacité de ce conducteur à la mer, et en utilisant une base de données sur la capacité linéique des sections de câbles. Il s'agit donc de la localisation de ce que nous avons appelé un défaut de type 2.
- 20 La détermination de la capacité entre le conducteur et la mer peut par exemple être réalisé par le dispositif selon l'invention, en injectant un courant dans ce conducteur préalablement déchargé, et en traitant l'évolution des tensions mesurées sur ce conducteur au cours du temps.

- 25 D'autres avantages et caractéristiques ressortiront de l'exposé qui va suivre, d'un mode particulier de réalisation et de mise en oeuvre de l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif, et représenté sur la figure 1. Un dispositif selon l'invention (9) comporte un tiroir d'alimentation et de mesure
- 30 (3) pouvant délivrer jusqu'à 1,6 A sous 3,1 kV, et effectuer des mesures de tensions et de courant avec une précision meilleure que 10^{-4} , un boîtier intermédiaire (4), une liaison informatique selon la norme CEI 625 (7), un calculateur de contrôle (5) capable de contrôler un bus CEI 625, une liaison
- 35 optique à deux fibres optiques (6), et un modem (8). Le boîtier intermédiaire (4) a notamment pour fonction de transformer le dialogue de la liaison informatique (7), où les informations

circulent sous forme de signaux électriques, en un dialogue sur la liaison optique où les informations circulent sous la forme de signaux optiques, selon l'un quelconque des procédés bien connus des spécialistes. La présence d'une liaison optique de longueur supérieure à un mètre permet une isolation galvanique parfaite entre le tiroir d'alimentation et de mesure (3) et le calculateur de contrôle (5), et donc de garantir la sécurité de l'opérateur en cas d'incident sur la liaison sous-marine mesurée. Le rôle du calculateur de contrôle (5) est d'assurer l'automatisation de la localisation, et le dialogue avec l'opérateur. Le dispositif selon l'invention (9) injecte un courant continu dans le conducteur du câble (1) sur lequel existe un défaut de type 1, de sorte que la totalité du courant injecté traverse le défaut (2) et retourne par le circuit de terre. Le traitement de mesures selon ce mode d'utilisation, peut se faire selon la méthode de Schaefer ou selon une méthode physique. Le modem (8) n'est pas utilisé dans ce mode particulier d'utilisation.

La figure 2 représente un second mode particulier d'utilisation d'un dispositif selon l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif. Les repères (1) et (2) désignent comme précédemment la liaison sous-marine et son défaut, qui est ici un défaut de type 3, et les repères (3) à (8) désignent les mêmes blocs fonctionnels que précédemment, d'un premier dispositif selon l'invention (9). Dans ce mode particulier d'utilisation, une liaison téléphonique (10) relie le premier dispositif selon l'invention (9) et un second dispositif selon l'invention (11), identique au précédent, la liaison s'effectuant grâce au modem dont chacun des dispositifs (9) et (11) sont dotés. Le dispositif (9) relié à une extrémité A de la liaison sous-marine et le dispositif (11) relié à une extrémité B, fournissent tous les deux un courant I_A à la liaison, compté positivement dans le sens de la flèche horizontale. Le courant dans le défaut est donc nul. Les tensions par rapport à la terre fournies par les tiroirs d'alimentation et de mesure des dispositifs (9) et (11), sont de signes opposés, et chacune d'elle est caractéristique de la caractéristique tension-courant de la partie de la liaison entre le point de mesure considéré et le défaut. La liaison

téléphonique (10) permet au calculateur de contrôle de chacun des dispositifs (9) et (11) de faire exécuter des consignes et des mesures synchronisées aux tiroirs d'alimentation et de mesure, et de réaliser une localisation selon la méthode
5 conjugquée de façon automatique.

La figure 3 représente un troisième mode particulier d'utilisation d'un dispositif selon l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif. Les repères (1) et (2) désignent comme précédemment la liaison sous-marine et son défaut, qui est ici
10 un défaut de type 2, et les repères (3) à (8) désignent les mêmes blocs fonctionnels que précédemment, d'un dispositif selon l'invention (9). S'agissant d'un défaut de type 2, la liaison se comporte comme une capacité. Dans ce mode particulier d'utilisation, le tiroir d'alimentation et de
15 mesure fournit un courant constant, par exemple de 10 mA, et opère une acquisition de la tension appliquée à la liaison sous-marine toutes les 100 ms. L'évolution de cette tension au cours du temps est caractéristique de la capacité de la liaison, depuis le point de mesure jusqu'au défaut.

20 Un dispositif selon l'invention permet une localisation automatique, précise et rapide de défauts survenant sur les liaisons sous-marines.

Un dispositif selon l'invention peut être particulièrement appliqué à la localisation de défauts sur les liaisons sous-
25 marines réalisées avec des câbles à fibre optique ou avec des câbles coaxiaux.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif pour la localisation des défauts sur des liaisons sous-marines de télécommunications muni de deux bornes, l'une destinée à être connectée à l'un des conducteurs de la liaison sous-marine, l'autre destinée à être mise à la mer ou mise à la terre, caractérisé en ce que premièrement il peut fournir automatiquement une puissance électrique d'au moins 100 Watt à la liaison sous-marine sous forme de courant continu régulé, lorsque la caractéristique tension-courant de celle-ci le permet, deuxièmement en ce qu'il peut absorber une puissance électrique d'au moins 1 Watt de la liaison sous-marine lorsque la caractéristique tension-courant de celle-ci le permet, troisièmement en ce qu'il dispose d'une ou plusieurs bases de données sur les résistances linéiques des sections de câbles, ou d'une ou plusieurs bases de données sur les caractéristiques tension-courant des répéteurs ou des régénérateurs, quatrièmement en ce qu'il peut assurer automatiquement, seul ou conjointement à un autre dispositif identique, des mesures permettant la détermination d'une partie de la caractéristique tension-courant de l'extrémité de la liaison sous-marine à laquelle le dispositif est raccordé, cinquièmement en ce qu'il est capable de traiter automatiquement cette partie de caractéristique tension-courant en exploitant des données d'une ou plusieurs bases de données, pour estimer la localisation du défaut, par un traitement capable de n'être pas faussé par la caractéristique tension-courant du défaut.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la détermination d'une partie de la caractéristique tension-courant de l'extrémité de la liaison à laquelle le dispositif est raccordé se fait en imposant au cours du temps une ou plusieurs consignes de courant, et en mesurant au cours du temps une ou plusieurs tensions correspondantes.

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la détermination d'une partie de la caractéristique tension-courant de l'extrémité de la liaison à laquelle le

dispositif est raccordé se fait en mesurant simultanément la tension et le courant au cours du temps.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il peut mettre en oeuvre une localisation du défaut par un traitement capable de n'être pas faussé par la caractéristique tension-courant du défaut, reposant sur un modèle de défaut selon lequel la caractéristique tension-courant du défaut est modélisée dans un domaine limité de valeurs de courant par une tension dont la valeur absolue de la différence avec la force électromotrice du défaut est égale à la valeur absolue du courant élevée à une puissance négative plus grande que moins un.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il peut mettre en oeuvre un traitement capable de n'être pas faussé par la caractéristique tension-courant du défaut, reposant sur l'exploitation de mesures assurée conjointement avec un second dispositif identique, de telle façon que le courant circulant dans le défaut soit négligeable en régime permanent pendant les mesures utilisées pour la localisation.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il peut mettre en oeuvre une localisation du défaut par un traitement capable de n'être pas faussé par la caractéristique tension-courant du défaut, s'appuyant sur une modélisation du défaut découlant de résultats théoriques de l'électrochimie.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte un modem, en vue de permettre la réalisation de mesures automatiques conjointement à un autre dispositif identique.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il peut prendre en compte la température supposée de la mer entourant la liaison, pour corriger la résistance linéique des sections de câble ou la caractéristique tension-courant des régénérateurs en fonction

de cette température supposée.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il est muni de filtres analogiques ou numériques permettant de filtrer une certaine partie du bruit
5 affectant les mesures.

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il est constitué de telle façon qu'il permette en toutes circonstances de garantir la sécurité des personnes à l'égard des surtensions pouvant se produire sur
10 la liaison sous-marine.

1 / 3

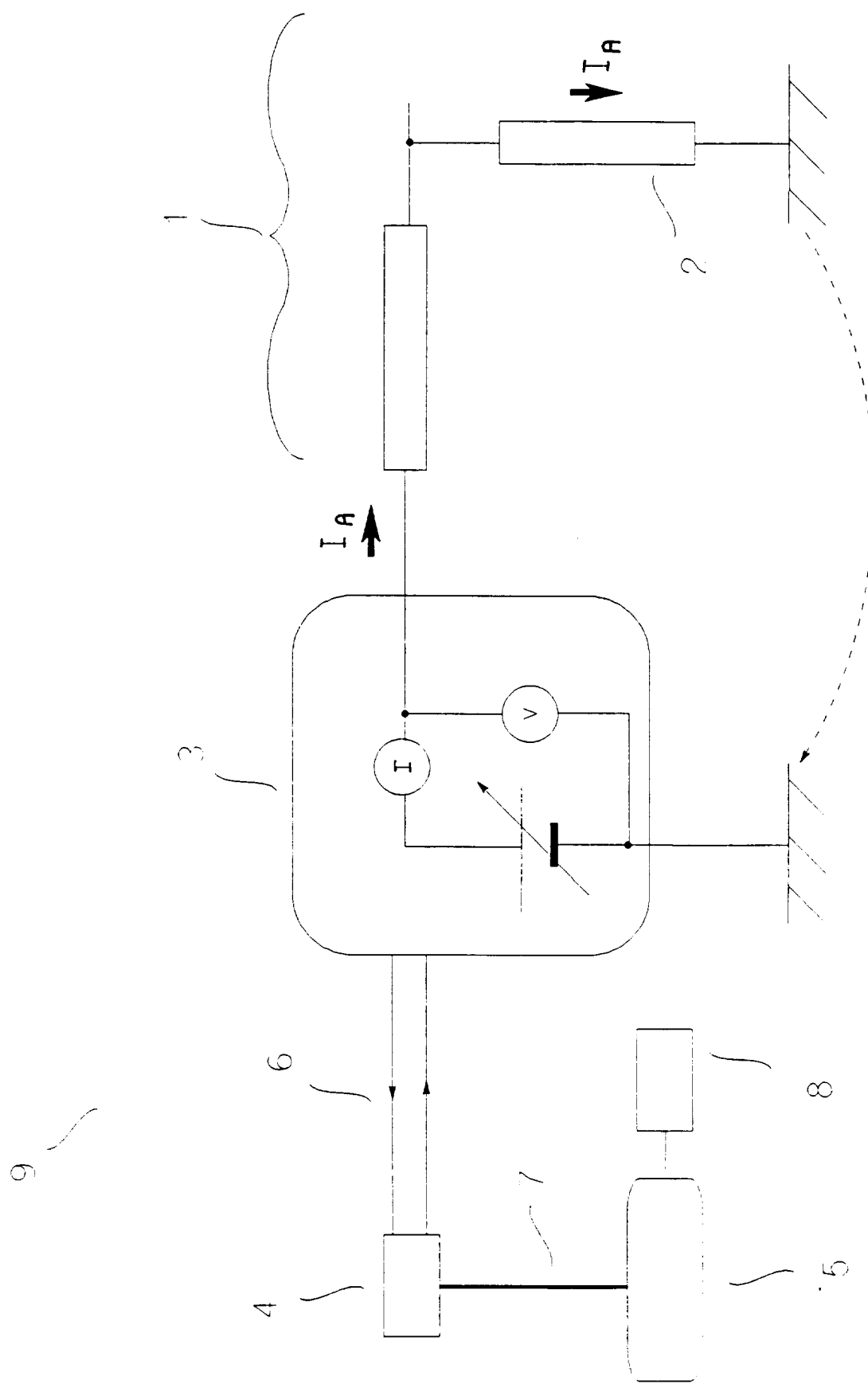


FIG. 1

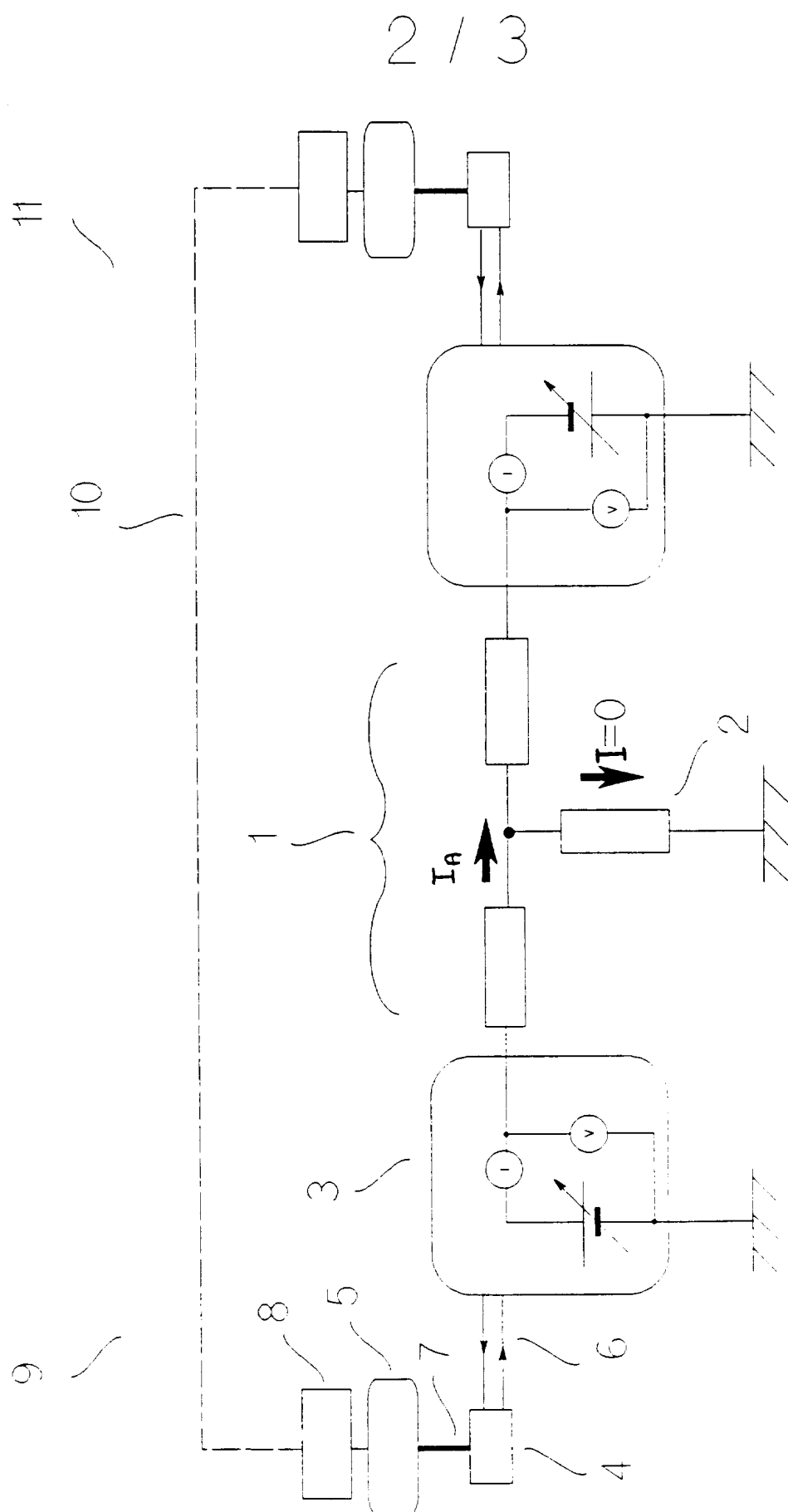


FIG. 2

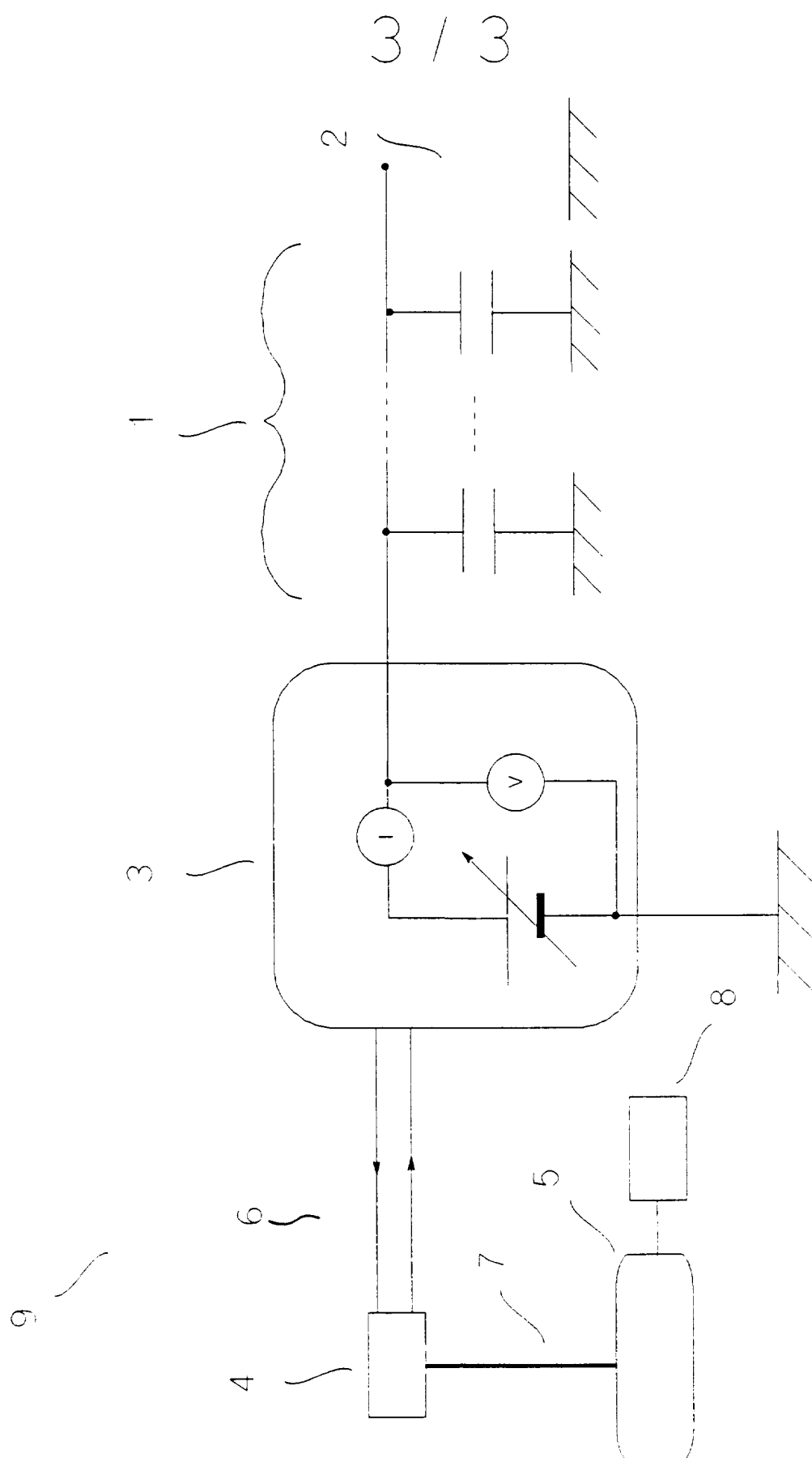


FIG. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 95/01445

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G01R31/08 H04B10/08

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G01R H04B

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US,A,4 929 900 (HASTINGS) 29 May 1990 see figure 1 ---	1
A	EP,A,0 241 416 (LAVANCHY) 14 October 1987 see claim 1; figures 1,2 ---	1
A	EP,A,0 448 293 (NORTHERN TELECOM) 25 September 1991 see page 7; figure 1 ---	1
A	EP,A,0 230 801 (ENERTEC) 5 August 1987 see page 3, column 30 - column 50 -----	1

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

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 December 1995

Date of mailing of the international search report

29.01.96

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Hoornaert, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 95/01445

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-4929900	29-05-90	NONE	
EP-A-241416	14-10-87	CH-A- 666968 DE-A- 3776381	31-08-88 12-03-92
EP-A-448293	25-09-91	GB-A- 2242324 AU-B- 632916 AU-B- 7364291 DE-D- 69101150 DE-T- 69101150 JP-A- 4223627 US-A- 5184081	25-09-91 14-01-93 03-10-91 24-03-94 19-05-94 13-08-92 02-02-93
EP-A-230801	05-08-87	FR-A- 2592492 DE-A- 3686040	03-07-87 20-08-92

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. Internationale No
PCT/FR 95/01445

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 6 G01R31/08 H04B10/08

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

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

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

CIB 6 G01R H04B

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US,A,4 929 900 (HASTINGS) 29 Mai 1990 voir figure 1 ---	1
A	EP,A,0 241 416 (LAVANCHY) 14 Octobre 1987 voir revendication 1; figures 1,2 ---	1
A	EP,A,0 448 293 (NORTHERN TELECOM) 25 Septembre 1991 voir page 7; figure 1 ---	1
A	EP,A,0 230 801 (ENERTEC) 5 Août 1987 voir page 3, colonne 30 - colonne 50 -----	1

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

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

22 Décembre 1995

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

29.01.96

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Hoornaert, W

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE
Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Der. : Internationale No
PCT/FR 95/01445

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US-A-4929900	29-05-90	AUCUN	
EP-A-241416	14-10-87	CH-A- 666968 DE-A- 3776381	31-08-88 12-03-92
EP-A-448293	25-09-91	GB-A- 2242324 AU-B- 632916 AU-B- 7364291 DE-D- 69101150 DE-T- 69101150 JP-A- 4223627 US-A- 5184081	25-09-91 14-01-93 03-10-91 24-03-94 19-05-94 13-08-92 02-02-93
EP-A-230801	05-08-87	FR-A- 2592492 DE-A- 3686040	03-07-87 20-08-92