



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

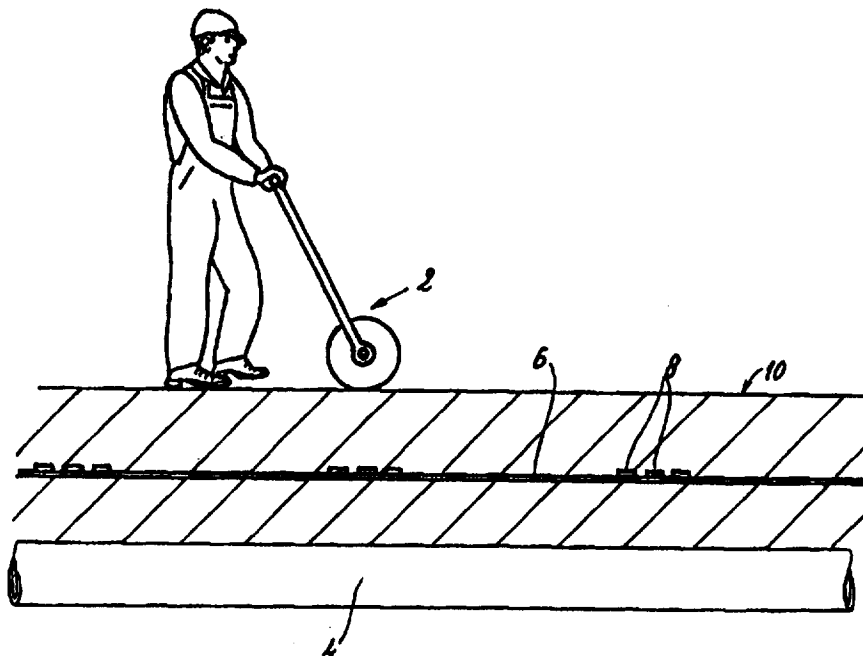
<p>(51) Classification internationale des brevets ⁶ : G01V 3/15, 3/38, 15/00</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Numéro de publication internationale: WO 98/10313 (43) Date de publication internationale: 12 mars 1998 (12.03.98)</p>
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR97/01584 (22) Date de dépôt international: 9 septembre 1997 (09.09.97) (30) Données relatives à la priorité: 96/11224 9 septembre 1996 (09.09.96) FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): PLYMOUTH FRANÇAISE [FR/FR]; 21, allée du Rhône, F-69320 Feyzin (FR). (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): BELLOIR, Fabien [FR/FR]; Rue du Calvaire, F-51380 Trepail (FR). BUI DUC, Hao [FR/FR]; 1, avenue Antoine Dutrievoz, F-69100 Villeurbanne (FR). (74) Mandataire: CABINET GERMAIN & MAUREAU; Boîte postale 6153, F-69466 Lyon Cedex 06 (FR).</p>		<p>(81) Etats désignés: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, brevet ARIPO (GH, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p>Publiée Avec rapport de recherche internationale.</p>

(54) Title: METHOD FOR DETECTING, IDENTIFYING AND FOLLOWING OPTICALLY INVISIBLE OBJECTS

(54) Titre: PROCÉDE POUR LA DÉTECTION, L'IDENTIFICATION ET LE SUIVI D'OBJETS OPTIQUEMENT INVISIBLES

(57) Abstract

This method is implemented by means of a detector and a sensible indicating device comprising according to a predetermined pattern coding elements remotely readable by electromagnetic means. It consists in carrying out a reading by means of a pulse generator associated with a remote measuring system overcoming the moving speed of the operator so as to obtain a signal for identification, processing this signal according to at least two different techniques selected among the Euclidean distance technique, the neuronal network technique and the fuzzy logic technique, comparing the results obtained by each technique used and giving a final result based on the results obtained by the different techniques used.



(57) Abrégé

Ce procédé est mise à l'oeuvre à l'aide d'un détecteur et d'un dispositif avertisseur détectable comportant selon un motif prédéterminé des éléments de codage détectables à distance par voie électromagnétique. Il consiste à effectuer un relevé à l'aide d'un générateur d'impulsions associé à un système de mesure de distance permettant de s'affranchir de la vitesse de déplacement de l'opérateur afin d'obtenir un signal à reconnaître, à traiter ce signal selon au moins deux techniques différentes choisies parmi la technique de la distance euclidienne, la technique des réseaux de neurones et la technique de la logique floue, à comparer les résultats obtenus par chaque technique utilisée et donner un résultat final en fonction des résultats obtenus par les techniques distinctes utilisées.

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.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	B Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

**Procédé pour la détection, l'identification et le suivi
d'objets optiquement invisibles**

La présente invention a pour objet un procédé pour la détection, l'identification et le suivi d'objets optiquement invisibles, notamment des canalisations enterrées.

Il est déjà connu de localiser un conduit enterré à l'aide d'une bande de codage. Cette dernière comporte des éléments détectables par voie électromagnétique, qui sont espacés à intervalles prédéterminés formant ainsi des motifs répétitifs appelés codes. La longueur de chaque élément détectable et la distance entre les éléments détectables donnent une information quant au type du conduit correspondant. La bande de codage se trouve juste au-dessus de la canalisation dont elle est destinée à signaler la présence, ou bien elle peut enrober cette canalisation.

Le brevet français FR-2 667 953 décrit une bande de codage pour permettre l'identification de conduits enterrés et le brevet FR-2 667 952 décrit un dispositif pour la détection et l'identification de conduits enterrés. Le dispositif de détection décrit dans le second brevet peut par exemple être utilisé en combinaison avec la bande de codage révélée par le premier brevet.

L'inconvénient des systèmes connus est qu'il est nécessaire de disposer d'une longueur suffisante pour pouvoir détecter une canalisation. Il est de ce fait souvent difficile, voire impossible, de détecter des canalisations transversales reliant un conduit principal à un utilisateur du réseau. De plus, lorsque deux canalisations se croisent, il est difficile de les distinguer l'une de l'autre.

L'invention a pour but de fournir un procédé permettant d'augmenter les performances des dispositifs de détection et de proposer des dispositifs de codage, qui, en combinaison avec ce nouveau procédé de détection,

permettent de détecter et d'identifier des canalisations en ne nécessitant qu'une faible longueur de mesure et de façon fiable, même lorsque des canalisations se croisent.

A cet effet, le procédé qu'elle propose est un
5 procédé pour la détection, l'identification et le suivi de canalisations enterrées ou autres objets optiquement invisibles, à l'aide d'un détecteur et d'un dispositif avertisseur détectable comportant selon un motif prédéterminé des éléments de codage détectables à distance
10 par voie électromagnétique.

Selon l'invention, ce procédé consiste à effectuer un relevé à l'aide d'un générateur d'impulsions associé à un système de mesure de distance permettant de s'affranchir de la vitesse de déplacement de l'opérateur
15 afin d'obtenir un signal à analyser et à reconnaître, à traiter ce signal selon au moins deux techniques différentes choisies parmi la technique de la distance euclidienne, la technique des réseaux de neurones et la technique de la logique floue, à comparer les résultats
20 obtenus par chaque technique utilisée et donner un résultat final en fonction des résultats obtenus par les techniques distinctes utilisées,
la technique de la distance euclidienne consistant à :

- d'une part charger le signal à reconnaître, puis
25 le filtrer et en extraire des paramètres et d'autre part à charger un fichier d'apprentissage obtenu lors d'un apprentissage réalisé avec un minimum de perturbation pour tous les cas de figures correspondant à chaque type de dispositif avertisseur devant être détecté,

30 - mesurer la distance euclidienne entre les paramètres extraits et ceux des signaux mémorisés dans le fichier apprentissage,

- extraire la plus petite distance euclidienne des mesures effectuées, et

35 - indiquer à quel élément de codage correspond le signal à reconnaître,

la technique des réseaux de neurones consistant à :

- d'une part charger le signal à reconnaître, puis le filtrer, en extraire des composantes, placer ces composantes à l'entrée d'un réseau de neurones et activer
5 ce réseau, et d'autre part charger un fichier d'apprentissage obtenu lors d'un apprentissage réalisé avec un minimum de perturbation pour tous les cas de figures correspondant à chaque type de dispositif avertisseur détectable devant être détecté,

10 - comparer le neurone dont l'activation est la plus élevée avec le fichier d'apprentissage, et

- déterminer à quel élément de codage correspond le signal à reconnaître,

la technique de la logique floue consistant à :

15 - d'une part charger le signal à reconnaître et en extraire des paramètres, et d'autre part charger un fichier d'apprentissage obtenu lors d'un apprentissage réalisé avec un minimum de perturbation pour tous les cas de figures correspondant à chaque type de dispositif
20 avertisseur détectable devant être détecté et réalisation d'un découpage d'un espace de représentation en plusieurs zones appelées cases, chaque zone étant relative à un code correspondant à un élément de codage,

- calculer le degré d'appartenance des paramètres
25 extraits à chaque case,

- rechercher le maximum de ce degré d'appartenance, et

- déterminer le code associé à la case correspondant à ce maximum.

30 Ce procédé permet de résoudre le problème qui est à l'origine de l'invention.

Le dispositif de codage proposé par la présente invention comporte un support électriquement isolant sur lequel sont disposés des groupes d'éléments détectables
35 électromagnétiquement actifs. Il est caractérisé en ce que les éléments détectables sont disposés de façon à former

des groupes comportant chacun un même nombre d'éléments détectables, chaque groupe étant espacé du groupe voisin d'une distance constante, en ce que la distance séparant deux éléments détectables au sein d'un groupe est
5 constante et en ce que cette dernière distance est sensiblement inférieure à la distance séparant deux groupes d'éléments détectables.

De toute façon, l'invention sera bien comprise à l'aide de la description qui suit, en référence au dessin
10 schématique annexé, illustrant à titre d'exemple non limitatif un procédé selon l'invention et représentant différentes formes d'exécution avantageuses de bandes de codage utilisables lors de la mise en oeuvre du procédé.

D'autres caractéristiques avantageuses du procédé
15 et du dispositif de codage selon l'invention apparaîtront à la lecture de cette description.

Figure 1 est une vue illustrant la détection d'une canalisation par un opérateur,

Figure 2 est un organigramme résumant la technique
20 de la distance euclidienne,

Figure 3 est un organigramme résumant la technique des réseaux de neurones de Kohonen,

Figure 4 est un organigramme résumant la technique de la logique floue,

Figure 5 est un organigramme résumant la technique
25 de classification par fenêtrage,

Figures 6 à 9 représentent diverses configurations avantageuses de bandes de codage ainsi que le signal idéal correspondant à celles-ci.

La figure 1 représente un opérateur muni d'un
30 système de détection 2, destiné à identifier une canalisation 4 enterrée. Une bande de codage 6 comportant des éléments 8 de faible épaisseur détectables électromagnétiquement.

Le système de détection 2 comporte un codeur
35 incrémental avantageusement relié à une roue, qui permet

au dispositif de rouler sur un sol 10. Ce codeur
incrémental fournit un nombre prédéterminé d'impulsions
électriques à chaque tour de roue. Ces impulsions
permettent d'effectuer des acquisitions à intervalles
5 réguliers.

Ce système de détection 2 permet de s'affranchir
de la vitesse de déplacement de l'opérateur et d'obtenir
un signal qui est fonction d'une distance parcourue. Il
est ainsi plus facile de mesurer la distance séparant des
10 éléments détectables 8 sur la bande de codage 6.

Avant d'enregistrer un signal afin de déterminer
la position et la nature d'une canalisation 4 enterrée,
des signaux d'apprentissage sont enregistrés dans des
conditions les plus idéales possibles, c'est-à-dire avec
15 un minimum de perturbations, en laboratoire par exemple.

Le nombre de types différents de bande de codage 6
pouvant apparaître est limité. Un enregistrement avec
chacune de ces bandes 6 est réalisé et mis en mémoire sous
la forme d'un code dans un fichier d'apprentissage. Cet
20 enregistrement comporte donc des codes correspondant à des
signaux "idéaux", avec très peu de parasites ou de bruit
de fond. Le fichier d'apprentissage comporte autant de
codes qu'il y a de bandes de codage 6 distinctes à
identifier.

25 Afin de déterminer le type de conduit
correspondant à un signal enregistré à reconnaître, ce
signal est comparé par différentes techniques aux codes
mémorisés de façon à déterminer de quel signal enregistré
il est le plus proche. Au moins deux des trois techniques
30 décrites ci-après sont employées. Si les deux résultats
obtenus concordent et sont identiques, le résultat est
validé. En cas de résultats discordants, la troisième
technique est utilisée pour départager les deux résultats.

Une première technique est celle de la distance
35 euclidienne. Un organigramme résumant cette technique est
représenté à la figure 2.

Le signal à reconnaître est tout d'abord enregistré dans un fichier appelé fichier brut. Pour faciliter les étapes suivantes, ce signal est filtré. Des paramètres, tels par exemple la hauteur des pics du signal, leur demi-hauteur, la surface d'un pic, le rapport de la surface d'un pic avec la surface du pic précédent, la distance séparant deux pics successifs, etc, sont extraits du signal filtré.

D'un autre côté, le fichier d'apprentissage est chargé. Les mêmes paramètres que ceux extraits du signal à reconnaître sont également extraits de chaque code enregistré dans le fichier d'apprentissage.

Pour chaque code du fichier d'apprentissage, la distance euclidienne entre les paramètres de ce code et ceux du signal à reconnaître est mesurée. On obtient ainsi la distance euclidienne du signal à reconnaître à chaque code mémorisé dans le fichier d'apprentissage. Il suffit alors de calculer quelle est la plus petite distance euclidienne pour déterminer de quel code le signal à reconnaître est le plus proche.

Une seconde technique est celle du réseau de neurones. Un organigramme résumant cette technique est représenté à la figure 3 pour des réseaux de Kohonen. Bien entendu, d'autres réseaux de neurones peuvent être utilisés.

Un espace de dimension prédéterminée, appelé réseau de neurones, ou ici réseau de Kohonen, est défini à partir du fichier d'apprentissage. Ce réseau est divisé en plusieurs classes dans lesquelles se trouvent des points. Des neurones sont placés aléatoirement sur des points du réseau pour obtenir une carte de Kohonen.

Le fichier à reconnaître est enregistré dans un fichier brut. Les données contenues dans ce fichier sont filtrées et des paramètres, du même type que ceux extraits dans la technique de la distance euclidienne, sont extraits de ce fichier. Les paramètres ainsi obtenus sont

placés à l'entrée du réseau de Kohonen et activent la carte de Kohonen. Les neurones de ce réseau sont différemment activés par les paramètres d'entrée et le neurone dont l'activation est la plus élevée est appelé
5 neurone gagnant.

Le neurone gagnant est ensuite comparé avec le fichier d'apprentissage. En fonction de la classe de ce neurone gagnant, il est possible de déterminer à quel code le signal à reconnaître est le plus proche.

10 La troisième technique proposée par l'invention est la technique de la logique floue. Un organigramme résumant cette technique est représenté sur la figure 4.

Le fichier à reconnaître est enregistré dans un fichier brut. Les données contenues dans ce fichier sont
15 filtrées et des paramètres, du même type que ceux extraits dans la technique de la distance euclidienne, sont extraits de ce fichier.

Le fichier d'apprentissage est également chargé. Un espace de représentation, obtenu à partir du fichier
20 d'apprentissage, est quadrillé au cours de l'apprentissage de façon à comporter plusieurs zones, ou cases, chacune de celles-ci étant relative à un code.

Pour chacune des cases obtenues, on calcule le degré d'appartenance des paramètres extraits du signal à
25 reconnaître à cette case. Puis on recherche le maximum de ce degré d'appartenance et on détermine le code associé à la case trouvée, pour laquelle le degré d'appartenance est le plus grand.

Chacune des trois techniques décrites ci-dessus
30 permet de déterminer de quel code le signal enregistré à reconnaître est le plus proche. Si les deux premières techniques permettent d'aboutir à un même résultat, ce résultat est validé et on considère que la canalisation enfouie correspond au type indiqué par ce résultat.

35 Si les deux premiers résultats obtenus sont divergents, une troisième technique est mise en oeuvre en

vue de confirmer l'un des deux résultats obtenus. Si le troisième résultat est semblable à l'un des deux résultats obtenus, ce résultat obtenu deux fois est considéré comme étant le bon résultat. Cependant, les trois résultats
5 peuvent être différents l'un de l'autre. Deux alternatives s'offrent alors : refaire une mesure et analyser celle-ci comme la première mesure, ou bien mettre en oeuvre des moyens d'analyse plus puissants.

Cette dernière alternative met alors par exemple
10 en oeuvre un traitement direct du signal pour éliminer les défauts éventuels qu'il contient et à partir de ce signal corrigé, une analyse est menée pour déterminer à quel code correspond ce nouveau signal.

Le signal enregistré sur le terrain comporte
15 souvent des perturbations. Celles-ci proviennent par exemple d'un objet métallique enterré et renvoyant un signal se superposant à celui du code à détecter, ou bien encore d'un défaut survenu dans la pose de la bande de codage 6.

20 Les trois techniques décrites ci-dessus donnent de très bons résultats lorsque les perturbations enregistrées ne sont pas trop importantes. A partir d'un certain seuil de perturbations, les paramètres pertinents qui sont extraits du signal subissent une modification si
25 importante que les résultats obtenus par ces méthodes deviennent non significatifs.

La technique ci-après traite le signal enregistré lui-même et non plus des paramètres extraits de ce signal. De ce fait, le temps de calcul est plus important. C'est
30 pourquoi, les techniques précédentes sont tout d'abord utilisées et la technique expliquée plus en détail ci-après n'est appliquée que lorsque les techniques précédentes ne peuvent pas donner un résultat satisfaisant.

35 Un organigramme résumant la technique de classification par fenêtrage est représenté à la figure 5.

Le signal à reconnaître, enregistré dans le fichier brut, est tout d'abord filtré. Un programme de détection de défauts est exécuté avec le signal filtré comme donnée d'entrée. Ce programme est basé sur des méthodes de saut de variance, de moyenne et d'écart-type. A partir des résultats donnés par ce programme, il est possible de déterminer si le signal à reconnaître comporte des défauts. Le cas échéant, ces défauts sont éliminés. Cette élimination est réalisée en coupant les zones du signal comportant les défauts relevés.

Si aucun défaut n'a été trouvé, la technique de classification par fenêtrage est poursuivie avec le signal de départ filtré. Sinon, le signal utilisé est le signal tel qu'il se présente après élimination des défauts. Par la suite, le signal à reconnaître est, selon le cas, soit le signal de départ filtré, soit ce même signal après élimination des défauts relevés.

Ce signal à reconnaître est ensuite assimilé à une fenêtre mobile qui se déplace sur des acquisitions de références effectuées de préférence en laboratoire. Ces acquisitions de référence sont relevées de la même manière que le sont les signaux du fichier d'apprentissage, mais elles ont une taille nettement supérieure à celle du signal à reconnaître et une taille supérieure aux codes enregistrés dans le fichier d'apprentissage. Ces acquisitions de référence sont constituées de plusieurs motifs d'un code les uns à la suite des autres et ceci pour tous les codes à détecter. Elles sont stockées dans des fichiers de référence qui sont chargés une fois que le signal à reconnaître est défini.

Ce signal à reconnaître se déplace successivement sur toute la longueur de chaque acquisition de référence, c'est-à-dire sur autant d'acquisitions distinctes qu'il y a de bandes de codage 6 différentes.

Il suffit alors d'appliquer le critère de la distance d'état pour déterminer à quel endroit sur une

acquisition donné le signal à reconnaître est le plus semblable. Une fois ce critère appliqué pour toutes les acquisitions de référence, il faut déterminer quelle acquisition de référence est la plus semblable du signal à reconnaître. Une fois que cette acquisition de référence est déterminée, on considère que le conduit sur lequel a été effectué l'enregistrement du signal à reconnaître est du type correspondant à cette acquisition de référence.

Au lieu d'appliquer le critère de la distance d'état, il est possible de choisir un autre critère, tel par exemple le critère de la distance euclidienne, le critère de la corrélation ou bien la technique dite de filtrage adaptatif.

Pour confirmer le résultat obtenu par cette technique de classification par fenêtrage, il est possible de prendre le signal à reconnaître, sans les défauts, et d'appliquer l'une ou plusieurs des trois techniques utilisées ci-dessus, à savoir la technique de la distance euclidienne, celle des réseaux de neurones ou celle de la logique floue.

Cette confirmation est optionnelle car la technique de classification par fenêtrage est la plus puissante de toutes ces techniques. Elle n'est cependant pas utilisée d'emblée, car elle demande un investissement en temps de calcul sensiblement plus important que les autres techniques.

L'intégration de logiciels de reconnaissance nécessaires pour la mise en oeuvre des techniques décrites ci-dessus nécessite l'emploi d'un matériel de détection sophistiqué. Avantagement, ce matériel comporte un processeur spécialisé dans le traitement de signal, usuellement appelé D.S.P., abréviation de Digital Signal Processing (traitement numérique des signaux).

Pour éviter tout risque de perturbation du détecteur, qui comporte entre autres une tête de détection et une électronique à laquelle est intégrée le processeur

D.S.P., le détecteur est équipé avantageusement d'une régulation thermique de l'électronique et la tête de détection est éventuellement munie d'une isolation thermique.

5 Pour augmenter les performances du dispositif, un système anti-saturation est de préférence prévu afin de diminuer le niveau de sortie du détecteur en présence d'objets métalliques enterrés à faible profondeur.

10 Les bandes de repérage telles que décrites dans le brevet FR-2 667 953 conviennent parfaitement pour permettre une détection avec le procédé décrit ci-dessus.

Cependant, ce procédé permet d'obtenir des résultats meilleurs, c'est-à-dire reconnaissance facilitée du dispositif avertisseur détectable enterré, reconnaissance de ce dispositif avec un signal à reconnaître relevé sur une courte distance, fiabilité accrue, etc, lorsque ce dispositif avertisseur est une bande de codage 6 réalisée en disposant des éléments électromagnétiquement actifs détectables 8, sur un support protecteur électriquement isolant selon un certain motif. Selon l'invention, les éléments détectables 8 sont disposés en groupes régulièrement espacés présentant chacun un même nombre d'éléments détectables. La distance séparant deux éléments 8 d'un même groupe est constante. 20 Il en est de même pour la distance séparant deux groupes d'éléments détectables 8. Un groupe d'éléments détectables 8 est appelé marqueur.

Les figures 6 à 9 montrent quatre exemples de réalisation de bandes de codage 6 selon l'invention. Sur 30 les figures 6 et 7, les groupes d'éléments détectables comportent chacun deux éléments 8 et la distance séparant deux groupes est L1 pour la bande 6 de la figure 6 et L2 pour celle de la figure 7. De même, pour les figures 8 et 9, les marqueurs comportent trois éléments détectables 8 et sont espacés soit de L1 (figure 8), soit de L2 35 (figure 9).

Ainsi avec deux paramètres, le nombre d'éléments détectables 8 par marqueur et la distance séparant deux marqueurs, il est possible de construire de nombreux types de bandes de codage 6.

5 Il est préférable toutefois que les longueurs L1 et L2 soient telles que l'une ne soit pas un multiple entier, notamment le double, de l'autre. En effet, si pour quelques raisons que ce soit, le détecteur 2 ne pouvait pas identifier un marqueur, il ne faut pas que la distance
10 déterminée par l'identification du marqueur suivant puisse amener à la reconnaissance d'un autre type de canalisation.

Le signal idéal, ressemblant à celui enregistré dans les fichiers d'apprentissage, pour une bande de
15 codage selon l'invention comporte un plateau avec des maxima relatifs, correspondant chacun à un élément détectable 8, puis un signal nul d'une longueur donnée, puis à nouveau un plateau identique au premier. Ces plateaux définissent un début et/ou une fin de code. On
20 peut ainsi définir des séries de signaux caractérisées par chacune par la longueur du signal nul, et dans chaque série, on peut définir un code en fonction du nombre de maxima relatifs présents pour chaque plateau.

Avec de tels signaux, l'identification est
25 facilitée et le procédé décrit permet d'obtenir d'excellents résultats.

Comme il va de soi, l'invention ne se limite pas aux formes d'exécution décrites ci-dessus à titre d'exemples non limitatifs ; elle en embrasse au contraire
30 toutes les variantes.

Ainsi par exemple, le codeur incrémental associé à une roue pourrait être remplacé par d'autres dispositifs permettant d'obtenir un signal à analyser.

Des impulsions peuvent être par exemple générées
35 par des radio-émetteurs que l'on aura préalablement disposés sur le terrain. Un récepteur intégré à la tête de

détection et adapté aux impulsions envoyées reçoit alors ces dernières afin de commander les acquisitions. La validation des acquisitions faites par le récepteur ne se fait que si le détecteur a effectué un déplacement
5 prédéterminé entre deux impulsions. Le système de mesure de la distance parcourue peut par exemple utiliser la technique de la télémétrie laser, la technique G.P.S.(Global Positionnement System ou système de positionnement global) ou d'autres systèmes connus de
10 l'homme du métier.

REVENDEICATIONS

1.- Procédé pour la détection, l'identification et le suivi de canalisations enterrées ou autres objets optiquement invisibles, à l'aide d'un détecteur et d'un
5 dispositif avertisseur détectable comportant selon un motif prédéterminé des éléments de codage détectables à distance par voie électromagnétique, caractérisé en ce qu'il consiste à effectuer un relevé à l'aide d'un
10 générateur d'impulsions associé à un système de mesure de distance permettant de s'affranchir de la vitesse de déplacement de l'opérateur afin d'obtenir un signal à analyser et à reconnaître, à traiter ce signal selon au moins deux techniques différentes choisies parmi la technique de la distance euclidienne, la technique des
15 réseaux de neurones et la technique de la logique floue, à comparer les résultats obtenus par chaque technique utilisée et donner un résultat final en fonction des résultats obtenus par les techniques distinctes utilisées, la technique de la distance euclidienne consistant à :

20 - d'une part charger le signal à reconnaître, puis le filtrer et en extraire des paramètres et d'autre part à charger un fichier d'apprentissage obtenu lors d'un apprentissage réalisé avec un minimum de perturbation pour tous les cas de figures correspondant à chaque type de
25 dispositif avertisseur devant être détecté,

- mesurer la distance euclidienne entre les paramètres extraits et ceux des signaux mémorisés dans le fichier apprentissage,

30 - extraire la plus petite distance euclidienne des mesures effectuées, et

- indiquer à quel élément de codage correspond le signal à reconnaître,

la technique des réseaux de neurones consistant à :

35 - d'une part charger le signal à reconnaître, puis le filtrer, en extraire des composantes, placer ces composantes à l'entrée d'un réseau de neurones dit de

Kohonen et activer ce réseau, et d'autre part charger un fichier d'apprentissage obtenu lors d'un apprentissage réalisé avec un minimum de perturbation pour tous les cas de figures correspondant à chaque type de dispositif
5 avertisseur détectable devant être détecté,

- comparer le neurone dont l'activation est la plus élevée avec le fichier d'apprentissage, et

- déterminer à quel élément de codage correspond le signal à reconnaître,

10 la technique de la logique floue consistant à :

- d'une part charger le signal à reconnaître et en extraire des paramètres, et d'autre part charger un fichier d'apprentissage obtenu lors d'un apprentissage réalisé avec un minimum de perturbation pour tous les cas
15 de figures correspondant à chaque type de dispositif avertisseur détectable devant être détecté et réalisation d'un découpage d'un espace de représentation en plusieurs zones appelées cases, chaque zone étant relative à un code correspondant à un élément de codage,

20 - calculer le degré d'appartenance des paramètres extraits à chaque case,

- rechercher le maximum de ce degré d'appartenance, et

- déterminer le code associé à la case
25 correspondant à ce maximum.

2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le générateur d'impulsions associé à un système de mesure de distance permettant de s'affranchir de la vitesse de déplacement de l'opérateur est un codeur
30 incrémental relié à une roue, le codeur fournissant un nombre d'impulsions prédéterminé à chaque tour de roue.

3.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le générateur d'impulsions associé à un système de mesure de distance permettant de s'affranchir de la
35 vitesse de déplacement de l'opérateur est constitué par une pluralité de radio-émetteurs envoyant des impulsions

cadencées, et en ce que le détecteur recevant les impulsions ne valide celles-ci que si une distance prédéterminée a été parcourue entre deux impulsions.

4.- Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'en outre, le signal à reconnaître est traité selon la technique de la classification par fenêtrage, cette dernière consistant à :

- charger le signal à reconnaître et le filtrer,
- détecter des défauts éventuels de ce signal,
- 10 - si un ou plusieurs défauts ont été détectés, éliminer ces défauts,
- assimiler le signal à reconnaître, modifié le cas échéant, à une fenêtre mobile,
- charger des fichiers de référence, chacun d'eux
- 15 comportant une acquisition de référence obtenue au cours d'un enregistrement réalisé avec un minimum de perturbations pour un cas de figure correspondant à un type de dispositif avertisseur détectable devant être détecté, l'acquisition de référence présentant plusieurs
- 20 fois le motif prédéterminé caractéristique du dispositif avertisseur correspondant,
- balayer chacune des acquisitions de référence avec la fenêtre contenant le signal à reconnaître,
- déterminer pour chaque acquisition la position
- 25 de la fenêtre dans laquelle le signal à reconnaître est le plus semblable au motif prédéterminé correspondant, et
- déterminer pour quelle acquisition le signal à reconnaître est le plus semblable au motif prédéterminé correspondant.

30 5.- Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le détecteur comporte une électronique intégrant un processeur de traitement numérique de signaux (D.S.P.).

6.- Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le détecteur comporte une

35

électronique munie d'un dispositif de régulation thermique.

7.- Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le détecteur comporte une tête de
5 détection munie d'une isolation thermique.

8.- Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le détecteur comporte une système anti-saturation électronique.

9.- Procédé selon l'une des revendications 1 à 8,
10 caractérisé en ce que le dispositif avertisseur détectable comporte un support électriquement isolant sur lequel est disposée une succession régulière de groupes d'un même nombre d'éléments détectables électromagnétiquement actifs, la distance séparant deux éléments détectables
15 d'un même groupe étant constante de même que la distance séparant deux groupes voisins et la distance séparant deux éléments détectables d'un même groupe étant sensiblement inférieure à la distance séparant deux groupes.

10.- Procédé selon la revendication 9, caractérisé
20 en ce que, pour deux dispositifs avertisseurs détectables, la distance séparant deux groupes voisins d'éléments détectables de l'un des dispositifs ne correspond pas à un multiple entier de cette distance de l'autre dispositif.

11.- Dispositif de codage pour la mise en oeuvre
25 du procédé selon la revendication 9 ou 10, comportant un support électriquement isolant sur lequel sont disposés des groupes d'éléments détectables électromagnétiquement actifs, caractérisé en ce que les éléments détectables sont disposés de façon à former des groupes comportant
30 chacun un même nombre d'éléments détectables, chaque groupe étant espacé du groupe voisin d'une distance constante (L1,L2), en ce que la distance séparant deux éléments détectables au sein d'un groupe est constante et en ce que cette dernière distance est sensiblement
35 inférieure à la distance (L1,L2) séparant deux groupes d'éléments détectables.

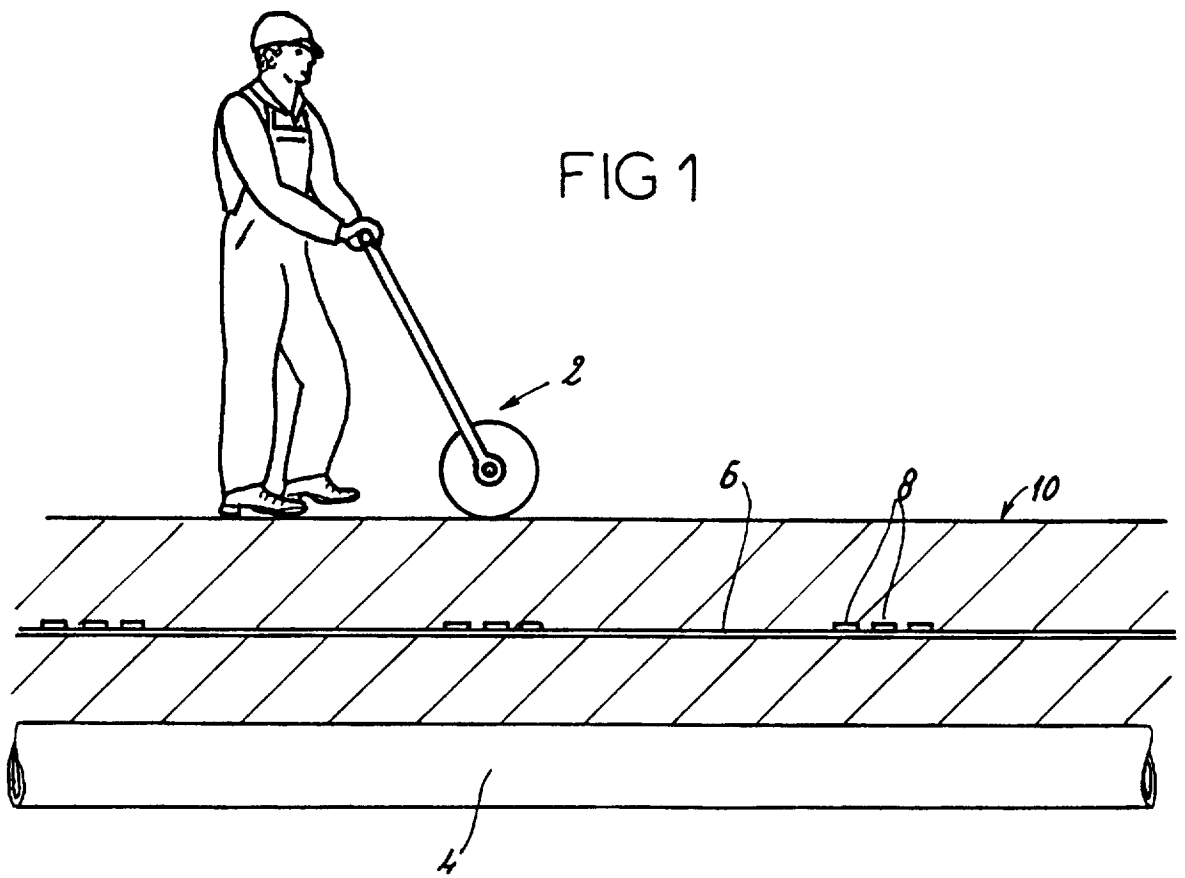


FIG 2

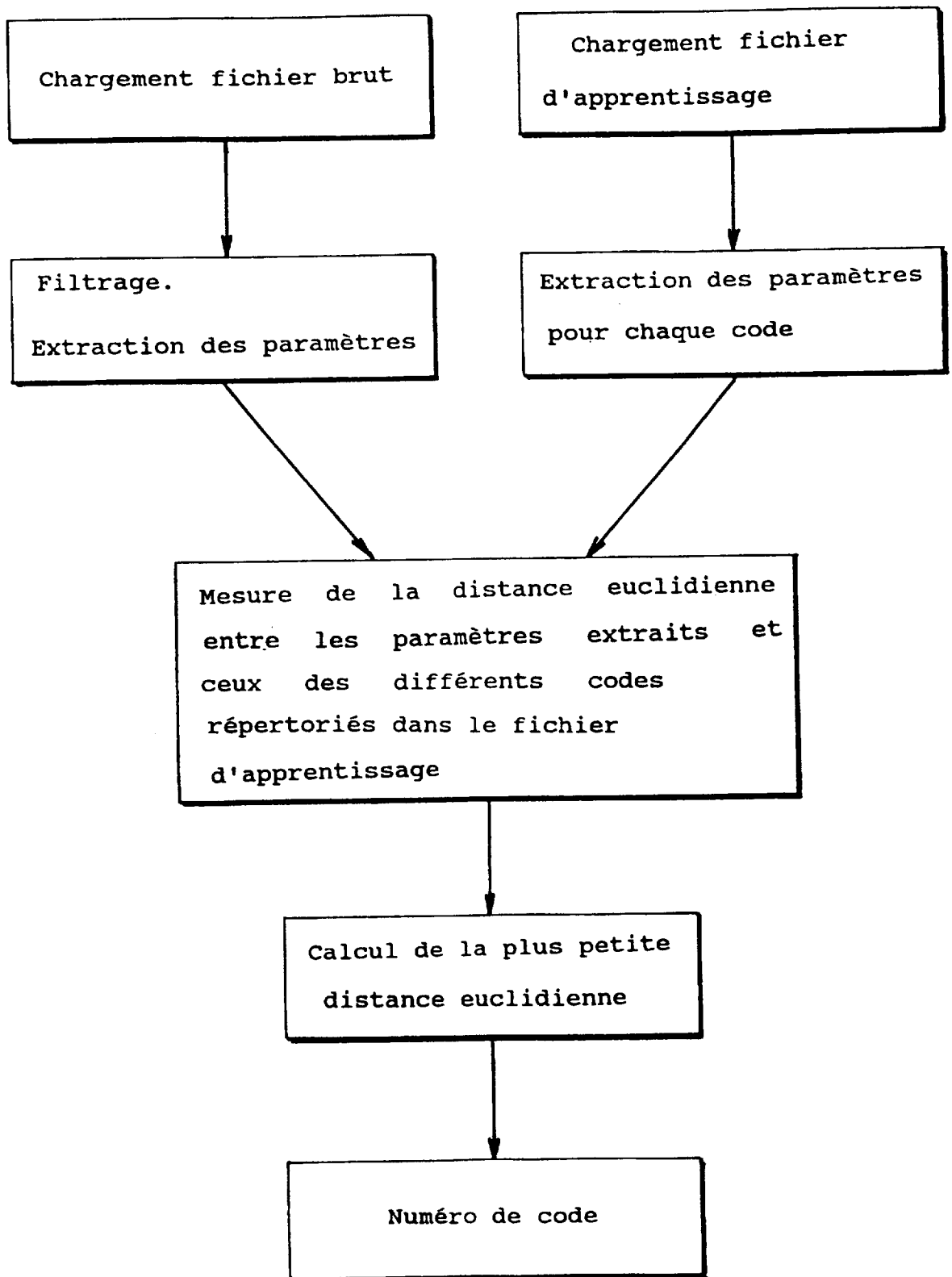


FIG 3

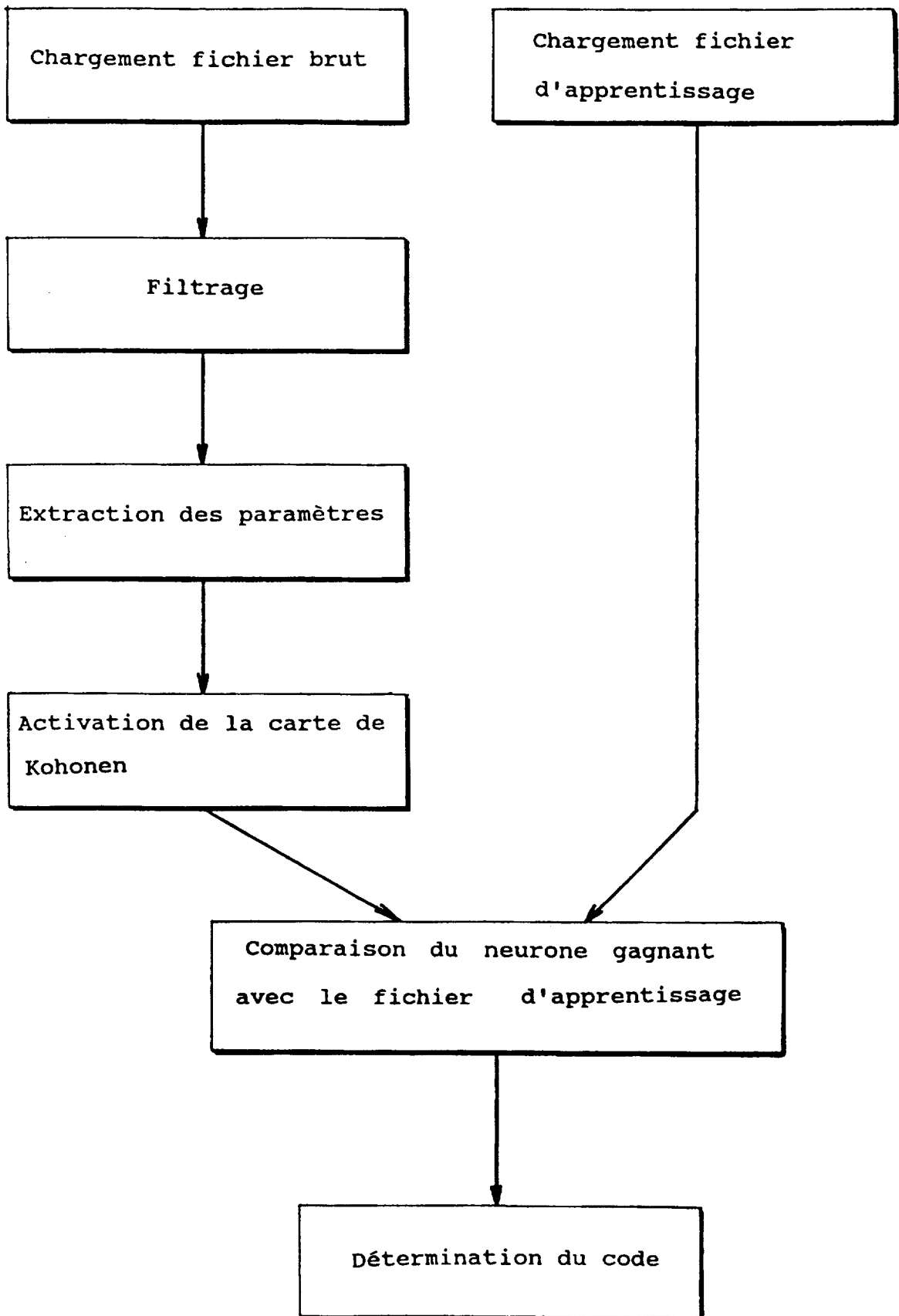


FIG4

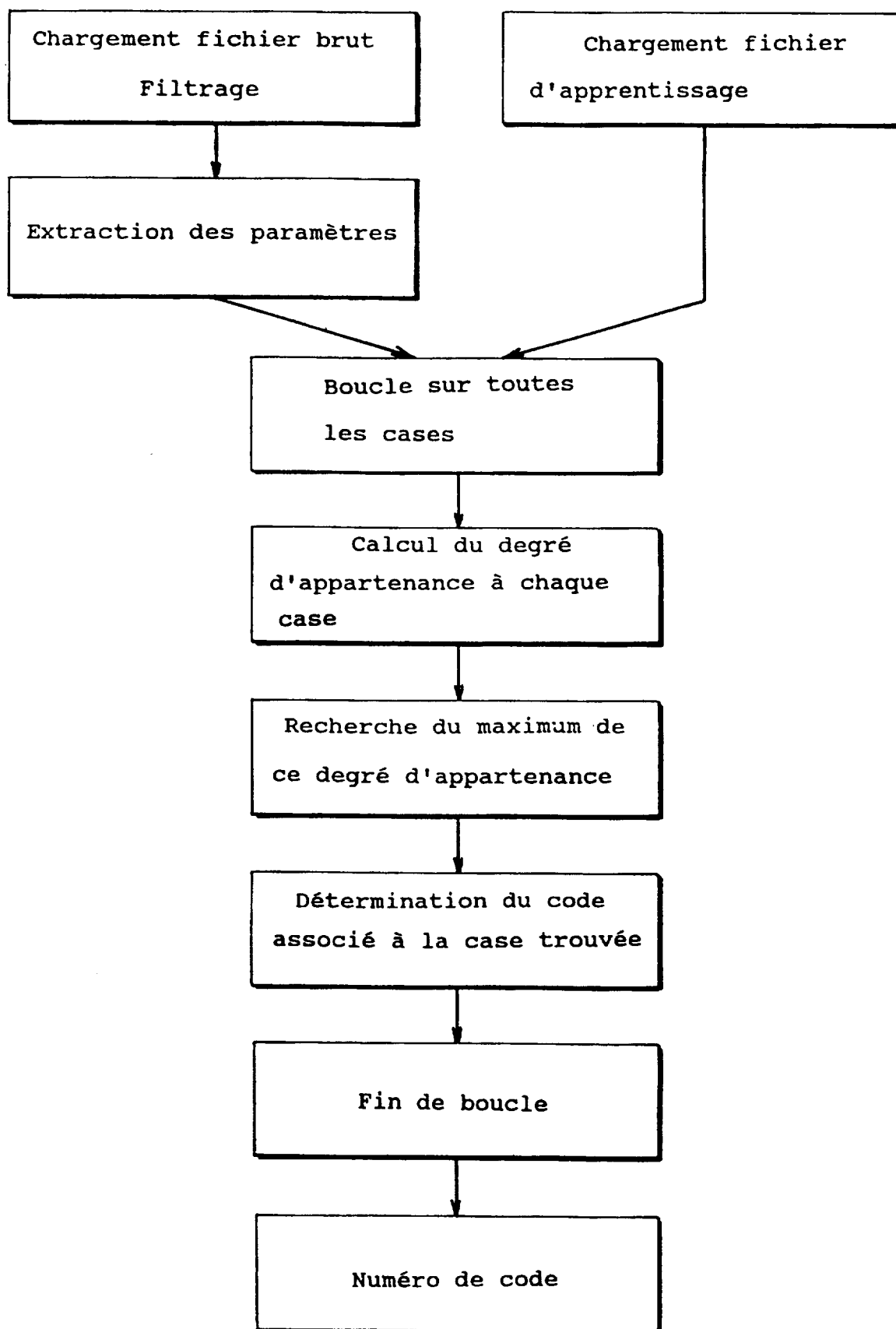
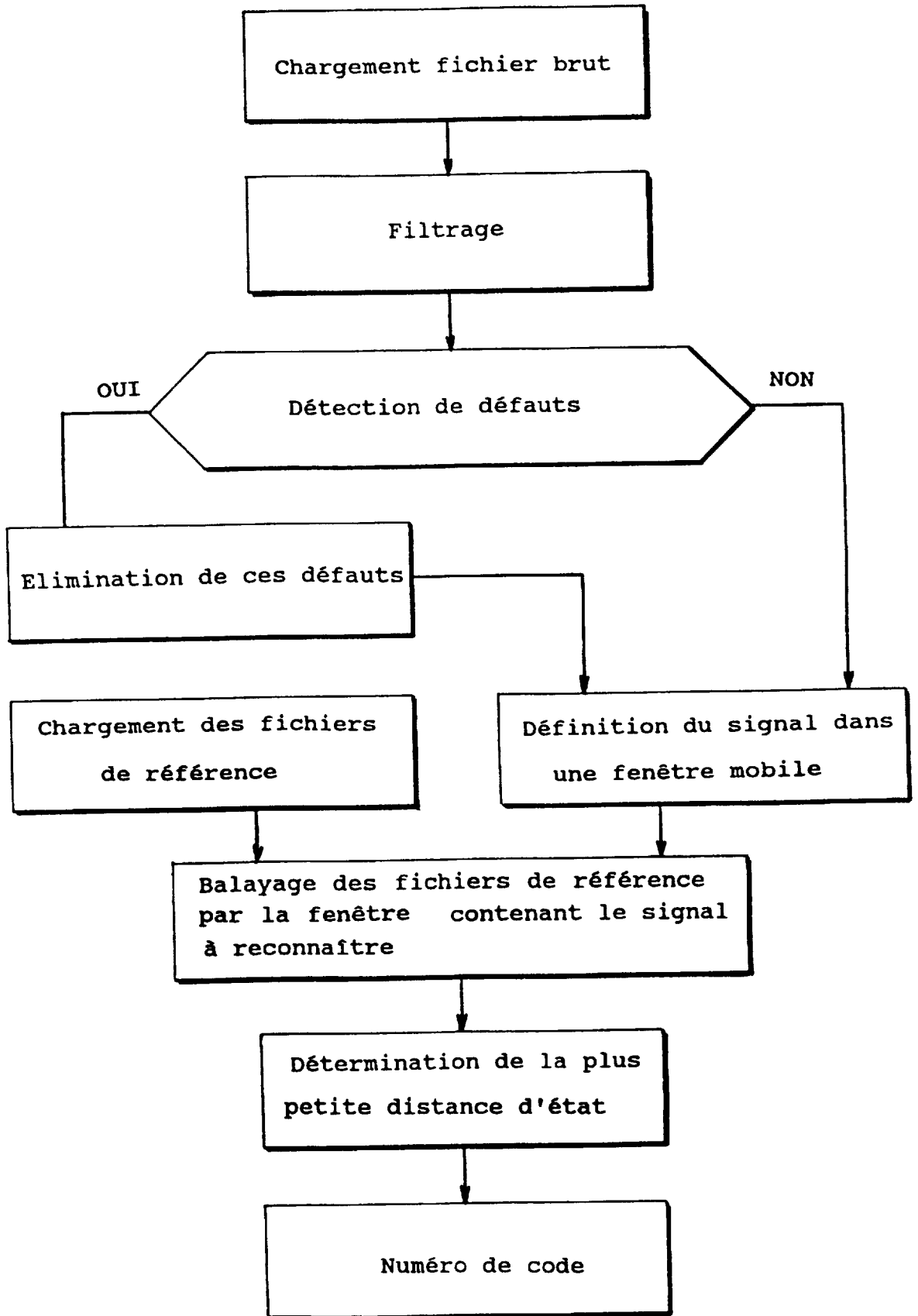
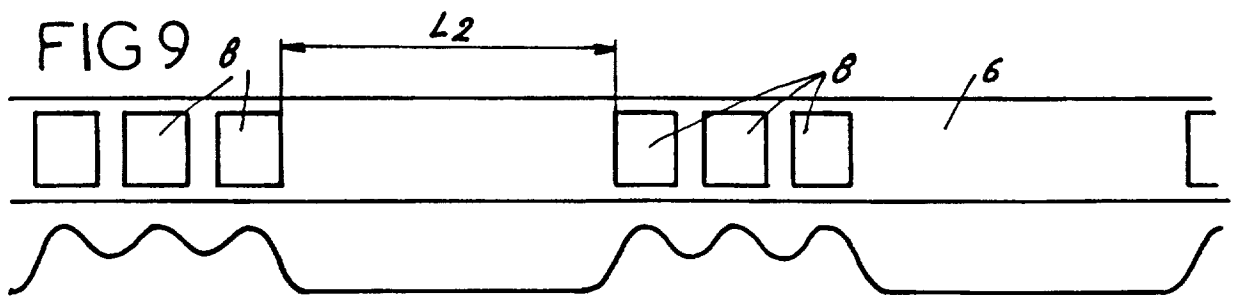
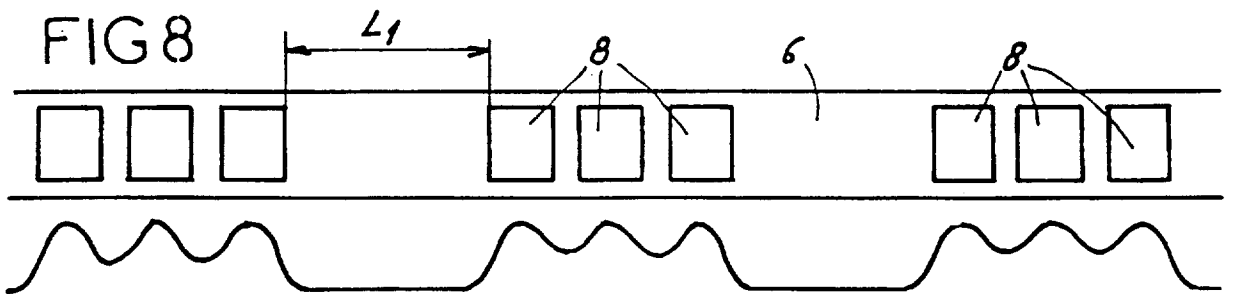
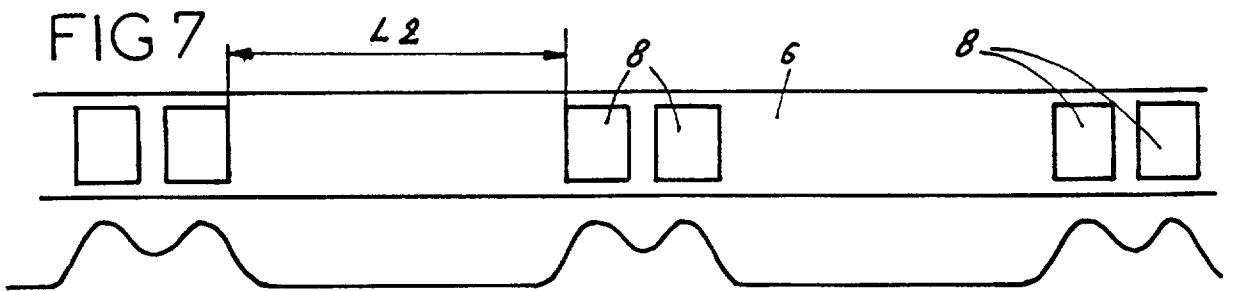
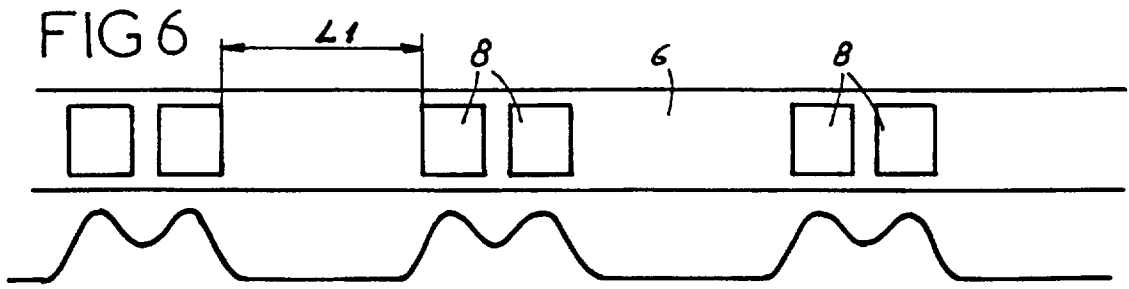


FIG 5





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 97/01584

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G01V3/15 G01V3/38 G01V15/00

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 G01V

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	GB 2 166 872 A (WARDELL TRANSPORT LIMITED) 14 May 1986 see page 1, line 44 - line 88; figure 1 see page 1, line 103 - line 108; claims 1,2,6,10-14	1-3
A	POULTON M M ET AL: "LOCATION OF SUBSURFACE TARGETS IN GEOPHYSICAL DATA USING NEURAL NETWORKS" GEOPHYSICS, vol. 57, no. 12, 1 December 1992, pages 1534-1544, XP000325374 see abstract see page 1534, column 2, line 18 - line 21	1,4

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

^o 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

10 December 1997

Date of mailing of the international search report

18/12/1997

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

Haasbroek, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 97/01584

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 361 628 A (MARKO KENNETH A ET AL) 8 November 1994 see abstract; figure 7 see column 9, line 55 - column 10, line 14 ---	1
A	WO 92 07286 A (PLYMOUTH FRANCAISE SA) 30 April 1992 cited in the application see page 7, line 14 - line 18 ---	9-11
A	WO 95 32439 A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP) 30 November 1995 see abstract; examples 1-3,5-15 -----	9-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 97/01584

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2166872 A	14-05-86	NONE	
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			
US 5361628 A	08-11-94	CA 2128181 A EP 0637739 A	03-02-95 08-02-95
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			
WO 9207286 A	30-04-92	FR 2667953 A AT 115733 T DE 69105993 D DE 69105993 T EP 0553245 A ES 2066485 T	17-04-92 15-12-94 26-01-95 22-06-95 04-08-93 01-03-95
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			
WO 9532439 A	30-11-95	US 5532598 A CA 2190737 A EP 0760959 A	02-07-96 30-11-95 12-03-97
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR 97/01584

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
 CIB 6 G01V3/15 G01V3/38 G01V15/00

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 G01V

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	GB 2 166 872 A (WARDELL TRANSPORT LIMITED) 14 mai 1986 voir page 1, ligne 44 - ligne 88; figure 1 voir page 1, ligne 103 - ligne 108; revendications 1,2,6,10-14	1-3
A	Poulton M M ET AL: "LOCATION OF SUBSURFACE TARGETS IN GEOPHYSICAL DATA USING NEURAL NETWORKS" GEOPHYSICS, vol. 57, no. 12, 1 décembre 1992, pages 1534-1544, XP000325374 voir abrégé voir page 1534, colonne 2, ligne 18 - ligne 21	1,4

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

10 décembre 1997

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

18/12/1997

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentiaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Haasbroek, J

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR 97/01584

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 361 628 A (MARKO KENNETH A ET AL) 8 novembre 1994 voir abrégé; figure 7 voir colonne 9, ligne 55 - colonne 10, ligne 14 ---	1
A	WO 92 07286 A (PLYMOUTH FRANCAISE SA) 30 avril 1992 cité dans la demande voir page 7, ligne 14 - ligne 18 ---	9-11
A	WO 95 32439 A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP) 30 novembre 1995 voir abrégé; exemples 1-3,5-15 -----	9-11

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 97/01584

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 2166872 A	14-05-86	AUCUN	
US 5361628 A	08-11-94	CA 2128181 A EP 0637739 A	03-02-95 08-02-95
WO 9207286 A	30-04-92	FR 2667953 A AT 115733 T DE 69105993 D DE 69105993 T EP 0553245 A ES 2066485 T	17-04-92 15-12-94 26-01-95 22-06-95 04-08-93 01-03-95
WO 9532439 A	30-11-95	US 5532598 A CA 2190737 A EP 0760959 A	02-07-96 30-11-95 12-03-97