(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication : **0 561 705 A1**

(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt : **93400690.9**

(22) Date de dépôt : **18.03.93**

(51) Int. Cl.[5] : **B61L 25/02,** B61L 3/00

(30) Priorité : **20.03.92 FR 9203402**

(43) Date de publication de la demande :
22.09.93 Bulletin 93/38

(84) Etats contractants désignés :
AT BE CH DE ES GB IT LI LU NL

(71) Demandeur : **SOCIETE NATIONALE DES CHEMINS DE FER FRANCAIS**
88, rue Saint-Lazare
F-75009 Paris (FR)

(71) Demandeur : **ARNATRONIC PLUS**
Arnaville, rue du Mad
F-54530 Pagny-sur-Moselle (FR)

(72) Inventeur : **Montagne, Serge**
100/102 Boulevard de Charonne
F-75020 Paris (FR)
Inventeur : **Recchia, Philippe**
10 rue du Révérend Père Chaillet
F-77500 Chelles (FR)
Inventeur : **Arnould, Olivier**
7 rue du Parc
F-95150 Taverny (FR)
Inventeur : **Girardi, Louis**
102 rue Lepic
F-75018 Paris (FR)
Inventeur : **Jacques, François**
Rue du Mad, Arnaville
F-54530 Pagny-sur-Moselle (FR)

(74) Mandataire : **Casalonga, Axel**
BUREAU D.A. CASALONGA - JOSSE
Morassistrasse 8
D-80469 München (DE)

(54) Procédé et dispositif de localisation d'un véhicule sur une voie et application à l'analyse et à l'expertise de la géométrie d'une voie ferrée.

(57) Afin de localiser un véhicule sur une voie, en particulier une voie ferrée, on utilise

— des moyens d'acquisition (5), embarqués à bord du véhicule (1) apte à circuler sur ladite voie (2), pour délivrer un signal d'acquisition d'au moins un paramètre prédéterminé de configuration de voie,

— une mémoire de référence (10) contenant des informations de référence représentatives d'une configuration de référence préétablie de la voie, et des indications de repérage associées à certaines au moins de ces informations de référence et correspondant à un repérage de la voie sur le terrain, et

— des moyens d'analyse(6) propre à délivrer des informations de localisation du véhicule sur la voie par rapport au terrain à partir du signal d'acquisition et d'une partie au moins du contenu de la mémoire de référence (10).

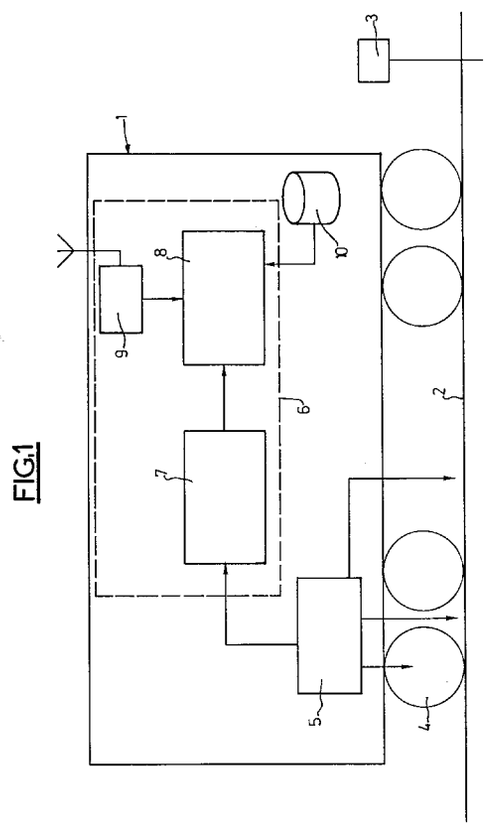


FIG.1

EP 0 561 705 A1

L'invention concerne l'analyse de données relatives à une voie, en particulier une voie ferrée.

Elle trouve une application particulièrement avantageuse dans l'analyse et l'expertise de la géométrie d'une voie ferrée, notamment pour la localisation des défauts de cette voie par rapport à un repérage jalonnant cette dernière et situé sur le terrain environnant.

L'analyse de la géométrie d'une voie ferrée consiste en l'acquisition , à partir de capteurs de déplacement ou optiques placés dans une voiture de contrôle circulant sur cette voie, de divers paramètres relatifs à cette dernière, tels que le dévers, l'écartement, les accélérations de la boîte d'essieux, puis en le traitement de ces paramètres comportant notamment des opérations de numérisation, de mise en forme, et de stockage.

L'expertise de la géométrie de la voie ferrée comporte le rattachement des résultats obtenus par l'analyse préalable à la trame du réseau ainsi que l'établissement de tout document nécessaire à la prévision et au contrôle des opérations de maintenance, tel que des notes techniques donnant l'évolution temporelle de ces résultats ou bien le dépassement de seuils préétablis.

Afin de pouvoir dépêcher une équipe de maintenance sur le lieu d'un défaut détecté, il convient de localiser précisément celui-ci par rapport à un repérage fixe sur le terrain, tel que par exemple des bornes kilométriques.

Le rattachement des enregistrements des divers paramètres à la trame du réseau, en vue notamment de la localisation des défauts, s'effectue actuellement de façon manuelle à partir de la mesure de la distance vraie parcourue par les roues du véhicule et des indications rapportées par les agents présents dans la voiture, quant à l'itinéraire suivi notamment.

Or, une telle localisation est sujette à des imprécisions provenant de causes diverses. Parmi ces dernières, figurent les irrégularités du repérage sur le terrain, telles que des numérotations discontinues de bornes successives ou bien des distances vraies différentes de 1000 mètres entre deux bornes kilométriques consécutives. On trouve également les incertitudes ou les erreurs dans les indications manuelles des agents. A cela peuvent s'ajouter les changements imprévus de voies du véhicule lors d'une opération de contrôle, par rapport à un itinéraire préétabli, ce qui rend notamment encore plus difficile la correspondance entre les kilomètres vrais effectivement parcourus par les roues du véhicule et les bornes de repérage.

L'invention vise à apporter une solution plus satisfaisante à ces problèmes.

Un but de l'invention est, d'une façon générale, de pouvoir localiser de façon relativement sûre, par rapport à un repérage du terrain, un véhicule circulant sur une voie.

L'invention a encore pour but d'effectuer une telle localisation soit quasiment en temps réel, soit en temps différé.

Un autre but de l'invention est de faciliter l'expertise de la géométrie d'une voie ferrée, notamment dans la localisation des défauts de cette voie.

L'invention a encore pour but d'utiliser des matériels courants ce qui permet d'envisager un coût industriellement raisonnable.

L'invention a tout d'abord pour objet un procédé de localisation d'un véhicule sur une voie telle qu'une voie ferrée, dans lequel :

a) on fait circuler le véhicule sur la voie,

b) on acquiert, à bord du véhicule, au moins un paramètre prédéterminé de configuration de voie, et

c) on localise le véhicule sur la voie par rapport au terrain à partir du signal d'acquisition, d'informations de référence représentatives d'une configuration de référence préétablie de la voie et d'indications de repérage associées à certaines au moins de ces informations de référence et correspondant à un repérage sur le terrain.

La demanderesse a en effet observé qu'il était possible de localiser un véhicule sur une voie en détectant directement la configuration même de cette voie lors du déplacement du véhicule, sans qu'il soit nécessaire notamment d'effectuer des mesures auxiliaires de repérage par rapport au terrain à partir du véhicule en mouvement.

Bien que l'on puisse utiliser différents types de paramètres prédéterminés de configuration de voie, il s'est avéré particulièrement avantageux d'utiliser le rayon de courbure de la voie.

Selon un mode de mise en oeuvre du procédé, dans l'étape (c) :

c1) on génère à partir du signal d'acquisition une succession de valeurs de mesure correspondant respectivement à des points d'acquisition espacés sur la voie d'une distance de mesure prédéterminée,

c2) on convertit ces valeurs de mesure en des indications-types de mesure choisies parmi un jeu préétabli d'indications-types respectivement représentatives de types prédéterminés de configuration de voie relativement audit paramètre prédéterminé, et

c3) on effectue un traitement de comparaison entre les indications-types de mesure ainsi obtenues et certaines au moins desdites informations de référence comportant des indications-types de référence de même nature que les indications-types de mesure et correspondant également à des points de référence espacés sur la voie d'une distance égale à ladite distance de mesure.

Dans le cas où l'on utilise le rayon de courbure de la voie comme paramètre prédéterminé de configuration de voie, on choisit de préférence des indications-types de mesure parmi un jeu de trois valeurs respectivement représentatives d'une courbe à droite, d'un alignement, c'est-à-dire d'une portion droite de voie, et d'une courbe à gauche.

Dans la sous-étape c1), on échantillonne avantageusement le signal d'acquisition selon un pas d'échantillonnage prédéterminé, correspondant à des points d'acquisition espacés sur la voie d'une distance d'acquisition sous-multiple de ladite distance de mesure, et on filtre de préférence les échantillons ainsi obtenus en utilisant une pondération éliminant des longueurs d'onde se situant en dehors d'une plage de valeurs prédéterminée.

Selon un mode de mise en oeuvre particulier de l'invention, on forme, des groupes ou motifs de mesure comportant chacun un nombre prédéterminé d'indications-types de mesure successives, et, dans la sous-étape (c3), on compare chaque groupe de mesure à une pluralité de groupes ou motifs de référence, comportant chacun un même nombre d'indications-types de référence que celui des indications-types de mesure dudit groupe de mesure concerné.

Pour la comparaison du groupe de mesure aux indications-types de référence, on établit de préférence successivement une pluralité de groupes de référence, chaque groupe de référence se chevauchant avec le précédent en étant décalé d'un pas de décalage multiple du pas de mesure, correspondant à la distance de mesure.

L'invention a également pour objet un dispositif de traitement de données relatives à une voie, telle qu'une voie ferrée, comprenant :

- des moyens d'acquisition, embarqués à bord d'un véhicule apte à circuler sur ladite voie, pour délivrer un signal d'acquisition d'au moins un paramètre prédéterminé de configuration de voie,
- une mémoire de référence contenant des informations de référence représentatives une configuration de référence préétablie de la voie, et des indications de repérage associées à certaines au moins de ces informations de référence et correspondant à un repérage de la voie sur le terrain, et
- des moyens d'analyse pour délivrer des informations de localisation du véhicule sur la voie par rapport au terrain à partir du signal d'acquisition et d'une partie au moins du contenu de la mémoire de référence.

Selon un mode de réalisation du dispositif selon l'invention, dans lequel les informations de référence comportent des indications-types de référence respectivement représentatives de types prédéterminés de configuration de voie relativement au paramètre prédéterminé, les moyens d'analyse comprennent :

- des moyens de prétraitement comportant
  - . des moyens d'échantillonnage commandés par un signal d'échantillonnage (ou signal de synchronisation), pour échantillonner le signal d'acquisition selon un pas d'échantillonnage prédéterminé, et
  - . des moyens de filtrage numériques du signal échantillonné pour délivrer, selon un pas de mesure multiple du pas d'échantillonnage, des échantillons filtrés, et
- des moyens de traitement comportant
  - . des moyens de conversion aptes à convertir certains au moins des échantillons filtrés obtenus en une suite d'indications-types de mesure choisies parmi un jeu d'indications-types de même nature que les indications-types de référence, à partir de la comparaison de ces échantillons filtrés avec au moins une valeur de seuil prédéterminée,
  - . des moyens de comparaison pour effectuer un traitement de comparaison entre les indications-types de mesure obtenues et certaines au moins des indications-types de référence, et
  - . une mémoire de résultats pour stocker les informations de localisation en correspondance des échantillons filtrés délivrés par les moyens de filtrage numériques.

Les moyens d'acquisition comportent avantageusement un capteur apte à mesurer la distance vraie parcourue par le véhicule sur la voie et à délivrer ledit signal d'échantillonnage selon une fréquence choisie correspondant au pas d'échantillonnage. Il est possible de prévoir à cet effet un capteur de l'angle de rotation d'une roue du véhicule.

Les moyens de comparaison peuvent comporter :

- des moyens pour former des groupes de mesure comportant chacun un nombre prédéterminé d'indications-types de mesure successives,
- des moyens de corrélation aptes à effectuer successivement une pluralité de traitements de corrélation entre un groupe de mesure concerné et une pluralité de groupes de références respectifs choisis dans au moins une partie du contenu de la mémoire de référence, comportant chacun un même nombre d'indications-types de référence que celui des indications-types de mesure du groupe de mesure concerné, chaque traitement de corrélation portant sur les indications-type respectives du groupe de mesure et du groupe de référence correspondants, et fournissant une valeur de corrélation, et
- des moyens de test pour tester toutes les valeurs de corrélation obtenues à un critère de corrélation

prédéterminé pour asscocier à chaque groupe de mesure un groupe de référence.

Les moyens de corrélation comportent de préférence des moyens de traitement logique du type OU EXCLUSIF, le critère de corrélation correspondant alors à la plus petite valeur de corrélation obtenue parmi celles associées à tous les groupes de référence choisis.

Selon un mode de réalisation de l'invention, les moyens de prétraitement comportent :

- une entrée de synchronisation pour le signal d'échantillonnage (ou signal de synchronisation),
- des moyens d'entrée analogiques pour recevoir le signal d'acquisition,
- des moyens de conversion analogique/numérique reliés aux moyens d'entrée analogiques pour délivrer les échantillons du signal d'acquisition,
- un port synchrone apte à recevoir le signal d'échantillonnage et relié aux moyens d'entrée analogiques par un bus de commande,
- un processeur de traitement de signal incorporant les moyens de filtrage numériques, relié à une mémoire de travail, à une mémoire de programme, au port synchrone et aux moyens de conversion analogique/numérique par un bus de communication, cadencé par un signal d'horloge tiré du signal d'échantillonnage, et apte à commander les moyens analogiques d'entrée par le bus de commande, et
- une interface de sortie pour délivrer les échantillons filtrés.

Alors que les moyens de prétraitement peuvent être incorporés au sein d'une ou de plusieurs cartes électroniques, les moyens de traitement sont avantageusement incorporés au sein d'un microordinateur comportant une interface d'entrée apte à coopérer avec l'interface de sortie des moyens de prétraitement par une liaison spécifique.

Selon un mode de réalisation de l'invention, plus particulièrement destiné à l'analyse et l'expertise de la géométrie d'une voie, telle qu'une voie ferrée, les moyens d'acquisition sont aptes à acquérir quasi simultanément audit signal d'acquisition du paramètre prédéterminé de configuration, tel que le rayon de courbure de la voie, des signaux d'acquisition auxiliaires représentatifs d'autres paramètres concernant la qualité de la voie, et les moyens d'analyse sont aptes à déterminer l'évolution de tous les paramètres mesurés et à établir une correspondance spatiale entre ces évolutions et le repérage sur le terrain à l'aide des informations de localisation obtenues.

Dans ce cas, les moyens d'entrée analogiques peuvent comporter un multiplexeur, dont les entrées sont reliées aux différents capteurs des moyens d'acquisition, dont la sortie est reliée aux moyens de conversion analogique/numérique, ce multiplexeur étant commandé par le bus de commande à partir du signal d'échantillonnage agissant comme signal de synchronisation, les moyens de filtrage numériques agissant sur les échantillons de tous les signaux d'acquisition.

Afin notamment d'améliorer la rapidité de la localisation du véhicule sur la voie, le dispositif peut comporter un système auxiliaire de localisation, par exemple par satellite, apte à effectuer une prélocalisation du véhicule sur la voie, ce qui permet ensuite de n'utiliser par exemple qu'une partie du contenu de la mémoire de référence pour effectuer le suivi de la localisation du véhicule.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée ci-après illustrant un mode de réalisation particulier non limitatif de l'invention, et des dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 est un synoptique schématique d'un dispositif selon l'invention incorporé au sein d'un véhicule circulant sur une voie;

la figure 2 illustre plus en détail le dispositif de la figure 1;

la figure 3 représente un organigramme de fonctionnement d'un dispositif selon l'invention;

la figure 4 illustre des échantillons et des indications-types de mesure obtenus; et

les figures 5 et 6 illustrent plus en détail des parties de l'organigramme de la figure 3.

Sur la figure 1, la référence 1 désigne un véhicule tel qu'une voiture de contrôle apte à circuler sur une voie ferrée 2 en vue de procéder à l'analyse de la géométrie de cette dernière à des fins d'expertise.

A bord de ce véhicule 1 sont embarqués des moyens d'acquisition 5 pour délivrer au moins un signal d'acquisition d'au moins un paramètre prédéterminé de configuration de voie, tel que le rayon de courbure. Comme il sera expliqué plus en détail ci-après, ces moyens d'acquisition sont également aptes à mesurer l'angle de rotation d'une roue 4 du véhicule.

Ces moyens d'acquisition 5 sont reliés à des moyens d'analyse 6 propres à délivrer les informations de localisation du véhicule sur la voie 2 par rapport au terrain à partir du signal d'acquisition du paramètre prédéterminé de configuration de voie, délivré par les moyens d'acquisition, et d'une partie au moins du contenu d'une mémoire de référence 10. Cette dernière contient des informations de référence représentatives d'une configuration de référence préétablie de la voie, et des indications de repérage associées à certaines au moins de ces informations de référence et correspondant à un repérage de la voie sur le terrain à l'aide de bornes kilométriques 3 par exemple.

D'une façon générale, les moyens d'analyse 6 comportent des moyens de prétraitement 7 incorporés au sein d'une ou de plusieurs cartes électroniques reliées à un microordinateur 8, par exemple du type PC (marque déposée), qui incorpore des moyens de traitement.

Lorsque les conditions de fonctionnement le permettent, on peut utiliser également un dispositif auxiliaire de localisation 9, par exemple par satellite tel que le système dit GPS (Global positioning system). Un tel système auxiliaire permet alors de prélocaliser le véhicule sur la voie en assurant un repérage absolu approximatif. Le suivi du véhicule sur le référentiel propre de la voie ferrée 2 étant ensuite assuré par les moyens de prétraitement et de traitement.

Bien que le microordinateur 8 soit représenté sur cette figure embarqué à bord du véhicule, ce qui est nécessaire lors d'un traitement de localisation en temps réel, il est envisageable que les données délivrées par les moyens de prétraitement 7 soient stockées dans une mémoire de transition qui pourra être lue ultérieurement en temps différé par le microordinateur installé dans un laboratoire à terre. Bien entendu, il est possible dans ce dernier cas, d'utiliser tout de même le microordinateur embarqué à bord du véhicule mais uniquement pour sa fonction de réception des données issues des moyens de prétraitement 7 en vue de leur stockage dans une disquette appropriée.

Dans l'application d'analyse et d'expertise de la géométrie de la voie ferrée 2, les moyens d'acquisition 5 comportent (figure 2) une pluralité de capteurs de déplacement ou optiques 11, 12, 13 capables d'acquérir des signaux d'acquisition analogiques représentatifs de divers paramètres ayant trait à la qualité de la voie ferrée.

Parmi ces capteurs, on utilisera de préférence un capteur de mesure de l'angle de rotation a d'une roue 4 du véhicule afin de mesure la distance vraie parcourue par cette roue et de délivrer un signal d'échantillonnage selon une fréquence choisie correspondant à une distance d'acquisition prédéterminée (pas d'échantillonnage) séparant deux points d'acquisition successifs. Dans l'exemple décrit, cette distance d'acquisition est de l'ordre de 50 cm.

La mesure du rayon de courbure de la voie en les différents points d'acquisition, est déterminée à partir d'un capteur 12 de mesure de la flèche **f** d'un arc de voie. Il serait également possible de déterminer ce rayon de courbure à partir d'un capteur mesurant la rotation se produisant entre le bogie et la caisse du véhicule lorsque celui-ci parcourt une courbe. Le capteur 13 peut être par exemple quant à lui un capteur d'accélération de la boîte d'essieux ou tout autre capteur approprié à l'analyse de la géométrie d'une voie.

Le signal issu du capteur 11 est délivré à une entrée de synchronisation 15 d'une carte électronique 14 tandis que les sorties des autres capteurs 12, 13 sont reliées par un connecteur, non représenté, à des entrées 17 de cette carte 14.

Un amplificateur non linéaire 16 est relié à l'entrée de synchronisation 15 pour recevoir le signal d'échantillonnage et le mettre en forme afin de le délivrer à un port synchrone 25 d'une autre carte électronique 21. On verra ci-après que le signal délivré à ce port synchrone agit en fait comme un signal de synchronisation permettant de déduire un signal d'horloge cadençant le traitement numérique effectué sur cette carte 21.

Les entrées 17 de la carte 14 sont reliées respectivement aux entrées d'un multiplexeur analogique 19 par l'intermédiaire de filtres analogiques antirepliement 18. La sortie de ce multiplexeur analogique 19 est reliée à un port d'entrée 26 comportant des moyens de conversion analogique/numérique. Ce port 26 peut également être utilisé en sortie en liaison avec des moyens de conversion numérique/analogique pour délivrer un signal 66 de contrôle analogique du signal filtré délivré par les moyens de prétraitement.

Le multiplexeur 19 est commandé par un bus de commande 29 issu du port synchrone 25.

La carte électronique 21 est architecturée autour d'un processeur de traitement de signal tel que celui commercialisé par la société des Etats-Unis MOTOROLA sous la référence DSP 56 001. Ce processeur 22 est associé de façon classique à une mémoire de travail 23 rapide et à une mémoire morte de programme 24, avantageusement reprogrammable par exemple du type "EPROM " ou "EEPROM".

Il est enfin prévu une interface de sortie 27, pour une liaison série 35 du type RS 232 vers les moyens de traitement 8.

Les différents composants de cette carte 21 sont reliés entre eux par un bus de communication 28. L'alimentation des cartes 14 et 21 est assurée par un bloc d'alimentation 20.

Sans rentrer ici dans le détail du fonctionnement du dispositif de l'invention, qui sera exposé ci-après, on peut d'ores et déjà dire que le processeur 22 et son logiciel de programme associé, commandent le multiplexeur 19 par l'intermédiaire du port synchrone 25 et du bus de commande 29, afin que soit délivrée une valeur analogique 26 au moyen de conversion analogique/numérique pour obtenir à la sortie de ces moyens, un échantillon numérique. Aussi, le processeur 22 et son logiciel de programme, le port synchrone 25, le bus de commande 29, le multiplexeur 19 et les moyens de conversion analogique/numérique forment des moyens d'échantillonnage du signal d'acquisition captés par le capteur 12. Bien entendu, ces mêmes moyens contribuent également à échantillonner les autres signaux de mesure issus des autres capteurs 13. L'homme du métier remarquera donc ici que l'on acquiert quasi simultanément (à la commutation des entrées du multiplexeur 19

près) tous les paramètres servant à l'analyse de la voie. Cette quasi synchronisation est obtenue à partir du signal d'échantillonnage délivré à l'entrée de synchronisation et agissant ici en tant que signal de synchronisation.

Le processeur 22 incorpore également un module logiciel réalisant des moyens de filtrage numériques du signal échantillonné délivré en sortie des moyens de conversion analogique/numérique 26.

Le processeur 22 permet d'extraire des signaux échantillonnés, la valeur moyenne du signal et la différence entre le signal échantillonné et sa valeur moyenne. Ces informations permettent ensuite de calculer des écarts-type sur une longueur fixe prédéterminée, ici de l'ordre de 50 m.

Les moyens de filtrage numériques utilisent ici un filtrage du type non récursif à réponse impulsionnelle finie. Ainsi, si y_i désigne un échantillon avant filtrage, et si z_i désigne l'échantillon filtré correspondant, cet échantillon z_i est obtenu par la relation donnée par la formule (I) :

$$(I) \quad z_i = \sum_{j=-n}^{j=+n} y_{i-j} * h_j$$

Dans cette formule, les coefficients h_j sont les coefficients de pondération du filtre numérique. Ces coefficients h_j font en théorie partie d'une suite infinie qui est en pratique tronquée à un nombre fini de coefficients; on peut ainsi par exemple prendre n égal à 50. Ils sont avantageusement obtenus à partir d'un filtre cardinal éliminant les longueurs d'onde se situant en dehors d'une plage prédéterminée $[l_1, l_2]$. Le choix de cette plage de valeur dépend bien entendu des longueurs d'onde que l'on souhaite analyser dans la différence entre le signal échantillonné et sa valeur moyenne, compte tenu du choix du paramètre préétabli de configuration.

Dans l'application envisagée ici, la longueur d'onde représente en fait la longueur d'une courbe de voie.

Cette longueur moyenne est au moins de l'ordre la centaine de mètres alors que les défauts de courbure de cette voie présentent des longueurs d'onde inférieures à 40 mètres environ. En d'autres termes, il s'étendent sur une longueur de voie n'excédant pas généralement 40 mètres. Aussi, on éliminera en pratique toutes les longueurs d'onde inférieures à une quarantaine de mètres. La plage de valeur considérée ici contient donc toutes les valeurs supérieures à 40 mètres environ. La localisation du véhicule à partir de la mesure du rayon de courbure ne sera pas ainsi perturbée par des informations représentatives des défauts effectifs de courbure de la voie.

Les coefficients de pondération h_j sont alors de préférence calculés, pour un filtre cardinal rectangulaire qui élimine toutes longueurs d'onde non comprises dans la plage choisie, par la formule (II) :

$$(II) \quad \begin{cases} h_j = \dfrac{2}{\pi j} \cos\left[\pi(j.\delta 1)(1/l_1 + 1/l_2)\right] * \sin\left[\pi(j.\delta 1)(1/l_2 - 1/l_1)\right] \\ ho = 2*(1/l_2 - 1/l_1)\,\delta 1 \end{cases}$$

dans laquelle δ_1 désigne le pas d'échantillonnage correspondant à la distance d'acquisition minimale de 50 cm. Compte tenu de la plage de valeur choisie, l_2 est pris égal à 40 tandis que $1/l_1$ est pris égal à 0.

On peut ainsi détecter toute courbe de voie d'une longueur allant de 40 mètres à la dizaine de kilomètres.

Bien entendu, il est possible d'utiliser de nombreuses variantes de filtres du même type, notamment dans le but d'adoucir les fronts montants et descendants dans les évolutions des paramètres, en vue de limiter les phénomènes de "rebond", bien connus de l'homme du métier.

Le processeur 22 échantillonne ensuite le signal filtré pour délivrer en sortie de l'interface de sortie 27 un échantillon filtré selon un pas de mesure qui est d'une façon générale un multiple du pas d'échantillonnage. Dans le cas présent, on délivrera une suite d'échantillons correspondant à des points sur la voie espacés d'une distance de mesure égale à 12,50 mètres.

Le microordinateur 8 comporte de façon classique une unité centrale 31 associée à une mémoire vive de travail 32, mémoire morte 33 ainsi qu'à une interface d'entrée 34 susceptible de de recevoir les échantillons filtrés délivrés par l'interface de sortie 27.

Ainsi comme le verra plus en détail ci-après, l'unité centrale 31 incorpore de façon logicielle, des moyens de conversion 36 apte à convertir certains au moins des échantillons filtrés obtenus en une suite d'indications-types de mesure, et des moyens de comparaison 37 pour effectuer un traitement de comparaison entre les

indications-types de mesure ainsi obtenues et certaines au moins d'indications-types de référence contenues dans la mémoire de référence 10.

Fonctionnellement, ces moyens de comparaison 37 sont subdivisés en des moyens 38 pour former des groupes de mesure comportant chacun un nombre prédéterminés d'indications-types de mesure successives, en des moyens de corrélation 39 à base de traitement logique OU EXCLUSIF et en des moyens de test 40 de toutes les valeurs de corrélation obtenues à partir des moyens de corrélation 39.

Dans le cas notamment où le traitement de localisation est effectué en temps réel, c'est-à-dire à bord du véhicule lui-même, il est prévu une mémoire de résultat 30 telle qu'un disquette, pour stocker les informations de localisation obtenues en correspondance des échantillons filtrés délivrés par lesdits moyens de prétraitement.

On se réfère maintenant aux figures 3 à 6 pour décrire en détail le fonctionnement du dispositif de traitement de données selon l'invention, et tout d'abord le procédé de localisation proprement dit du véhicule sur la voie.

Comme cela a été décrit précédemment, l'interface de sortie 27 des moyens de prétraitement 7 délivre des échantillons filtrés EFi tels que ceux référencés 46, 47, 48, 49 sur la partie supérieure de la figure 4.

Ces échantillons EFi ont été obtenus après une étape d'acquisition 42 du signal d'échantillonnage (synchronisation) et du signal d'acquisition relatif au paramètre prédéterminé de configuration de voie (ici le rayon de courbure), suivie d'un premier échantillonnage 43 fournissant en sortie des moyens de conversion analogique/numérique 26 le signal d'acquisition échantillonné, puis d'un filtrage numérique 44 par le processeur 22 et enfin d'un échantillonnage 45 du signal final obtenu afin de délivrer les échantillons EFi.

Comme on peut le voir sur la partie supérieure de la figure 4, les échantillons filtrés EFi se répartissent de part et d'autre de deux valeurs de seuil prédéterminées S1 et S2 en fonction de la configuration de la voie.

Dans l'exemple considéré ici, les valeurs S1 et S2 sont opposées et leur valeur absolue est pris égale à 5000 mètres mais est avantageusement paramétrable.

La valeur de chaque échantillon EFi est proportionnelle à la courbure de la voie (inverse du rayon de courbure), et deux échantillons successifs correspondent à des points d'acquisition espacés sur la voie de la distance de mesure D égale ici à 12,50 mètres.

L'étape de conversion 50 de ces échantillons filtrés en des indications-types de mesure IMi consiste à comparer chaque échantillon EFi aux deux valeurs de seuil S1 et S2 pour lui attribuer une valeur choisie parmi un jeu préétabli de valeurs prédéterminées représentatives de différents types de configuration de voie.

En l'espèce, on différencie ici des courbes à gauche de la voie, des courbes à droite, et des alignements c'est-à-dire des parties droites.

Ainsi, à chaque fois qu'un échantillon filtré correspond à une partie droite de voie on lui affecte la valeur 0, tandis qu'à un échantillon représentatif d'une courbe à gauche est affectée la valeur -1 et qu'à un échantillon représentatif d'une courbe à droite est affectée la valeur -1.

La figure 5 représente schématiquement l'algorithme de conversion. Si la valeur d'un échantillon EFi est supérieure à la valeur de seuil S1 (étape 58) l'indication-type de mesure correspondante 52 est égale à 1. Si l'échantillon EFi se situe dans l'intervalle défini par les deux valeurs de seuil S1 et S2 (étape 59) l'indication-type de mesure référencée 51 ou 53, est égale à 0 tandis que dans tous les autres cas cette indication-type de mesure est égale à -1 (référence 54).

Ainsi, à la sortie de ce traitement de conversion 50, la suite des échantillons filtrés 46, 47, 48, 49 est convertie en une suite indications-types de mesure 51, 52, 53, 54 affectées des valeurs 0 ou 1 ou -1, et codées sur deux bits.

La mémoire de référence 10 contient des indications-types de référence de même nature que les indications-types de mesure. En d'autres termes, le contenu de la mémoire de référence se compose d'une suite de valeurs 0,1 ou -1 correspondant à des points sur la voie également espacés d'une distance de 12,50 mètres.

D'une façon générale l'étape 55 (figure 3) consiste en un traitement de comparaison entre le contenu de la mémoire de référence 10 et l'ensemble des indications-types de mesure IMi, afin, de délivrer des informations de localisation dans une étape 56.

Selon une mise en oeuvre particulière de l'invention, telle qu'illustrée sur la figure 6, l'étape 55 de comparaison comporte tout d'abord un regroupement des indications-types de mesure en des groupes ou motifs de mesure MT, comportant chacun un nombre prédéterminé d'indications-types de mesure successives et correspondant de ce fait à des tranches de longueur prédéterminée sur la voie, par exemple ici de l'ordre de 10 kilomètres.

Un motif mesuré (ou groupe de mesure) 70(figures 3, 4) est alors comparé avec un motif de référence MRj extrait de la mémoire de référence 10 et comportant le même nombre d'indications-types que ce motif mesuré.

Compte tenu du codage sur 2 bits de chaque indication-type, un motif de référence correspondant à une tranche de 10 km de voie représente 200 octets de mémoire.

Dans l'étape 60, les moyens de corrélation sont propres à effectuer un traitement de corrélation portant sur les indications-types de mesure du motif mesuré concerné MT (ici le motif 70) et du motif de référence MRj. Ce traitement de corrélation consiste à effectuer une opération de type OU EXCLUSIF sur les indications-types de ces deux motifs afin de fournir une valeur de corrélation Vj référencée 61.

Plus précisément, le traitement de corrélation consiste à comparer successivement deux à deux une indication-type de mesure du motif mesuré et une indication-type de référence du motif de référence puis à sommer l'ensemble des résultats obtenus afin d'obtenir la valeur de corrélation Vj. On rappelle ici que selon le tableau logique d'une porte OU EXCLUSIF, le signal de sortie d'une telle porte est à la valeur 0 lorsque les deux entrées sont identiques tandis qu'il prend la valeur 1 lorsque les deux entrées sont différentes.

Aussi, deux motifs identiques comparés donneront une valeur théorique de corrélation égale à 0.

Lorsque ce premier traitement de corrélation est effectué avec le motif de référence MRj on compare le motif mesuré MT avec un autre motif de référence MRj + 1 qui est avantageusement décalé du motif de référence précédent d'un pas de décalage multiple du pas de mesure. En d'autres termes, chaque motif de référence se chevauche avec le précédent en étant décalé d'un point de mesure, c'est-à-dire d'une distance de 12,50 mètres sur la voie. Bien entendu, il aurait été possible de décaler chaque motif de référence du précédent d'une distance plus importante, multiple de la distance de 12,50 mètres.

Ce nouveau traitement de corrélation fournit une valeur de corrélation Vj + 1.

Tant que l'indice j n'a pas atteint une valeur n (étape 62) les traitements de corrélation se poursuivent avec d'autres motifs de référence. On peut ainsi explorer tout le contenu de la mémoire de référence ou bien une partie seulement si par exemple, on connaît approximativement l'endroit où se situe le véhicule par rapport au terrain.

A l'issue de ces corrélations, les moyens de test comparent l'ensemble des valeurs de corrélation obtenues Vj (j = 1 à n), dans l'étape 64, à un critère de corrélation qui est ici, compte tenu du traitement logique OU EXCLUSIF choisi, la sélection de la plus petite valeur de corrélation obtenue.

Si Vk désigne cette plus petite valeur de corrélation obtenue, le motif de référence correspondant à la zone de 10 kilomètres dans laquelle se situait le véhicule lors de l'acquisition du motif mesuré concerné MT, est le motif de référence MRk (référence 65).

Aussi, étant donné qu'à ce motif de référence MR_k est associée au moins une indication de repérage sur le terrain, il est ainsi possible d'affecter à ce motif de mesure concerné une information de localisation du véhicule sur la voie (étape 56).

Dans l'application particulière de l'analyse et de l'expertise de la géométrie de la voie ferrée, on a vu sur la figure 2 notamment que les moyens d'acquisition 5 sont aptes à acquérir quasi-simultanément audit signal d'acquisition du paramètre prédéterminé de configuration de voie (rayon de courbure), des signaux d'acquisition auxiliaires d'autres paramètres repréentatifs de la qualité de la voie, notamment par les capteurs 13. Cette acquisition quasi simultanée se fait par l'intermédiaire de la commutation des entrées du multiplexeur 19 par le bus de commande 19.

Aussi, les moyens d'analyse sont aptes à déterminer par la suite l'évolution de tous les paramètres mesurés, notamment par des graphiques et peuvent établir une correspondance spatiale entre ces évolutions et le repérage sur le terrain à l'aide des informations de localisation déterminées à partir des différentes valeurs obtenues par la mesure du rayon de courbure de la voie.

Bien entendu l'invention n'est pas limitée à ce seul choix du rayon de courbure de la voie comme paramètre déterminé de configuration de voie pour la localisation du véhicule. On peut ainsi par exemple utiliser pour paramétrer la configuration de la voie, les emplacements des contacts fixes de celle-ci généralement disposés au voisinage des signaux lumineux, et qui fonctionnent par inversion de polarité entre le contact fixe et la voie selon que le signal lumineux correspondant est ouvert ou fermé.

Il s'est avéré par ailleurs avantageux de coupler un tel dispositif de localisation avec le dispositif auxiliaire de localisation 9 ce qui permet d'effectuer une prélocalisation du véhicule sur la voie et de ce fait de n'utiliser par exemple qu'une portion seulement du contenu de la mémoire de référence 10 pour effectuer le suivi du véhicule sur le réfentiel propre de la voie.

L'invention permet donc de localiser un véhicule sur une voie à partir de la corrélation entre une grandeur mesurée rattachée physiquement à la voie et la même grandeur enregistrée dans une mémoire ou fichier de référence.

Ce fichier de référence peut être préexistant et avoir été établi manuellement à partir des tracés de la voie. Il peut également être constitué par apprentissage au cours des tournées de contrôle successives par un procédé d'apprentissage approprié.

A partir des acquisitions des divers paramètres en temps réel à bord du véhicule pouvant atteindre actuellement des vitesses de 180 km/h, il est possible de rattacher les enregistrements de ces paramètres à la trame du réseau ferré et des consistances-voie (armement, ouvrages d'art...) compte tenu des singularités de kilo-

métrage, des limites de régions ou de districts, en vue de la constitution de notes techniques sur des longueurs bien définies de voie permettant de localiser précisément les défauts détectés.

Il serait également envisageable de ne disposer à bord du véhicule que les moyens d'acquisition associés à une mémoire de stockage des valeurs des paramètres acquis et du signal de synchronisation, et d'effectuer à terre le prétraitement (filtrage numérique) et le traitement ultérieurs (conversion, localisation) des données acquises. Dans cette optique, les structures matérielle et logicielle des moyens de prétraitement notamment, permettent un prétraitement à partir des données stockées sur la mémoire et redélivrées à une vitesse accélérée, par exemple dans un rapport de 16 par rapport à la vitesse d'acquisition.

Revendications

1. Procédé de localisation d'un véhicule sur une voie, en particulier une voie ferrée, caractérisé par les étapes suivantes :
   a) on fait circuler le véhicule (1) sur la voie (2),
   b) on aquiert (42) à bord du véhicule, au moins un paramètre prédéterminé de configuration de voie, et
   c) on localise (56) le véhicule sur la voie par rapport au terrain à partir du signal d'acquisition, d'informations de référence représentatives d'une configuration de référence préétablie de la voie et d'indications de repérage (3) associées à certaines au moins de ces informations de référence et correspondant à un repérage sur le terrain.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que dans l'étape (c) :
   c1) on génère à partir du signal d'acquisition une succession de valeurs de valeurs de mesure correspondant respectivement à des points d'acquisition espacés sur la voie d'une distance de mesure (D) prédéterminée,
   c2) on convertit (50) ces valeurs de mesure en des indications-types de mesure, choisies parmi un jeu préétabli d'indications-types respectivement représentatives de types prédéterminés de configuration de voie relativement audit paramètre prédéterminé, et
   c3) on effectue un traitement de comparaison (55) entre les indications-types de mesure ainsi obtenues et certaines au moins des informations de référence comportant des indications types de référence de même nature que les indications-types de mesure et correspondant également à des points de référence espacés sur la voie d'une distance égale à ladite distance de mesure.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé par le fait que dans la sous-étape c1) on échantillonne (43) le signal d'acquisition selon un pas d'échantillonnage prédéterminé correspondant à des points d'acquisition espacés sur la voie d'une distance d'acquisition sous-multiple de la distance de mesure, et on filtre (44) les échantillons ainsi obtenus en utilisant une pondération éliminant des longueurs d'onde se situant en dehors d'une plage de valeurs prédéterminée.

4. Procédé selon la revendication 2 ou 3, caractérisé par le fait qu'on forme des groupes de mesure comportant chacun un nombre prédéterminé d'indications-types de mesure successives, et par le fait que dans la sous-étape c3) on compare chaque groupe de mesure à une pluralité de groupes de référence comportant chacun un même nombre d'indications-types de référence que celui des indications-types de mesure dudit groupe de mesure..

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé par le fait qu'on établit successivement une pluralité de groupes de référence, chaque groupe de référence se chevauchant avec le précédent en étant décalé d'un pas de décalage multiple du pas de mesure, correspondant à la distance de mesure..

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'on utilise le rayon de courbure de la voie comme paramètre prédéterminé de configuration de voie.

7. Procédé selon la revendication 2 et 6 prises en combinaison, caractérisé par le fait que l'on choisit les indications-types de mesure sont choisies parmi un jeu de trois valeurs respectivement représentatives d'une courbe à droite, d'un alignement, et d'une courbe à gauche.

8. Application du procédé selon l'une des revendications 1 à 7, à l'analyse et à l'expertise de la géométrie d'une voie ferrée, en particulier à la localisation de défauts de cette voie.

9. Dispositif de traitement de données relatives à une voie, en particulier une voie ferrée, caractérisé par le fait qu'il comprend :

- des moyens d'acquisition (5), embarqués à bord d'un véhicule (1) apte à circuler sur ladite voie (2), pour délivrer un signal d'acquisition d'au moins un paramètre prédéterminé de configuration de voie,
- une mémoire de référence (10) contenant des informations de référence représentatives d'une configuration de référence préétablie de la voie, et des indications de repérage associées à certaines au moins de ces informations de référence et correspondant à un repérage de la voie sur le terrain, et
- des moyens d'analyse (6) aptes à délivrer des informations de localisation du véhicule sur la voie par rapport au terrain à partir du signal d'acquisition et d'une partie au moins du contenu de la mémoire de référence (10).

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé par le fait que les informations de référence comportent des indications-types de référence respectivement représentatives de types prédéterminés de configuration de voie relativement au paramètre prédéterminé,

par le fait que les moyens d'analyse (6) comprennent :

- des moyens de prétraitement (7) comportant
  . des moyens d'échantillonnage commandés par un signal d'échantillonnage pour échantillonner le signal d'acquisition selon un pas d'échantillonnage prédéterminé,
  . des moyens de filtrage numériques (22) du signal échantillonné pour délivrer, selon un pas de mesure multiple du pas d'échantillonnage, des échantillons filtrés, et
- des moyens de traitement (8) comportant
  . des moyens de conversion (36) aptes à convertir certains au moins des échantillons filtrés obtenus en une suite d'indications-types de mesure choisies parmi un jeu d'indications-types de même nature que les indications-types de référence, à partir de la comparaison de ces échantillons filtrés avec au moins une valeur de seuil prédéterminée (S1, S2),
  . des moyens de comparaison (37) pour effectuer un traitement de comparaison entre les indications-types de mesure obtenues et certaines au moins des indications-types de référence, et
  . une mémoire de résultats (30) pour stocker les informations de localisation en correspondance des échantillons filtrés délivrés par les moyens de filtrage numériques.

11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé par le fait que les moyens d'acquisition comportent un capteur (11) apte à mesurer la distance vraie parcourue par le véhicule sur la voie, en particulier un capteur de l'angle de rotation d'une roue du véhicule, et à délivrer ledit signal d'échantillonnage selon une fréquence choisie correspondant au pas d'échantillonnage.

12. Dispositif selon la revendication 10 ou 11, caractérisé par le fait que les moyens de comparaison comportent :

- des moyens (38) pour former des groupes de mesure comportant chacun un nombre prédéterminé d'indications-types de mesure successives,
- des moyens de corrélation (39) aptes à effectuer successivement une pluralité de traitements de corrélation entre un groupe de mesure concerné et une pluralité de groupes de référence respectifs choisis dans au moins une partie du contenu de la mémoire de référence, comportant chacun un même nombre d'indications-types de référence que celui des indications-types de mesure du groupe de mesure concerné, chaque traitement de corrélation portant sur les indications-types respectives du groupe de mesure et du groupe de référence correspondant, et fournissant une valeur de corrélation (Vj),

  · des moyens de test (40) pour tester toutes les valeurs de corrélation obtenues à un critère de corrélation prédéterminé pour associer, à chaque groupe de mesure, un groupe de référence.

13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé par le fait que les moyens de corrélation (39) comportent des moyens de traitement logique du type OU EXCLUSIF, le critère de corrélation correspondant à la plus petite valeur de corrélation obtenue parmi celles associées à tous les groupes de référence choisis.

14. Dispositif selon l'une des revendications 10 à 13, caractérisé par le fait que les moyens de prétraitement (7) comportent :

- une entrée de synchronisation (15) pour le signal d'échantillonnage,
- des moyens d'entrée analogiques (18, 19) pour recevoir le signal d'acquisition,
- des moyens de conversion analogique/numérique (26) reliés aux moyens d'entrée analogiques pour

délivrer des échantillons du signal d'acquisition,

- un port synchrone (25) apte à recevoir le signal d'échantillonnage, et relié aux moyens d'entrée analogiques par un bus de commande (29),
- un processeur de traitement de signal (22) incorporant les moyens de filtrage numérique, relié à une mémoire de travail (23), à une mémoire de programme (24), au port synchrone (25) et aux moyens de conversion analogique numérique (26) par un bus de communication (28), cadencé par un signal d'horloge tiré du signal d'échantillonnage et apte à commander les moyens analogiques d'entrée (19) par le bus de commande (29), et
- une interface de sortie (27) pour délivrer les échantillons filtrés.

15. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé par le fait que le processeur de traitement du signal est apte à effectuer un filtrage du type non récursif à réponse impulsionnelle finie, avec des coefficients de pondération choisis pour éliminer des longueurs d'onde se situant en dehors d'une plage de valeurs prédéterminées.

16. Dispositif selon l'une des revendications 10 à 15, caractérisé par le fait que les moyens de traitement (8) sont incorporés au sein d'un microordinateur comportant une interface d'entrée (34) apte à coopérer à l'interface de sortie (27) des moyens de prétraitement par une liaison spécifique (35).

17. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 16, caractérisé par le fait que le paramètre prédéterminé de configuration de voie est le rayon de courbure de cette voie, et par le fait que les indications-types de référence sont choisis parmi un jeu de trois valeurs respectivement représentatives d'une courbe à gauche, d'un alignement et d'une courbe à droite de la voie, et correspondent respectivement à des points de la voie espacés d'une distance de mesure correspondant au pas de mesure.

18. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 17, caractérisé par le fait que les moyens d'acquisition sont aptes à acquérir quasi-simultanément audit signal d'acquisition du paramètre prédéterminé de configuration de voie, des signaux d'acquisition auxiliaires représentatifs d'autres paramètres relatifs à la qualité de la voie,

et par le fait que les moyens d'analyse sont aptes à déterminer l'évolution de tous les paramètres mesurés et à établir une correspondance spatiale entre ces évolutions et le repérage sur le terrain à l'aide des informations de localisation obtenues.

19. Dispositif selon la revendication 18, caractérisé par le fait que les moyens d'entrée analogiques comportent un multiplexeur (19) dont les entrées sont reliées aux différents capteurs des moyens d'acquisition, dont la sortie est reliée aux moyens de conversion analogique/numérique, commandé par le bus de commande à partir du signal d'échantillonnage agissant comme signal de synchronisation, les moyens de filtrage numériques agissant sur les échantillons de tous les signaux d'acquisition.

20. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 19, caractérisé par le fait qu'il comporte un système auxiliaire de localisation (9), par exemple par satellite, apte à effectuer une prélocalisation du véhicule sur la voie.

FIG.1

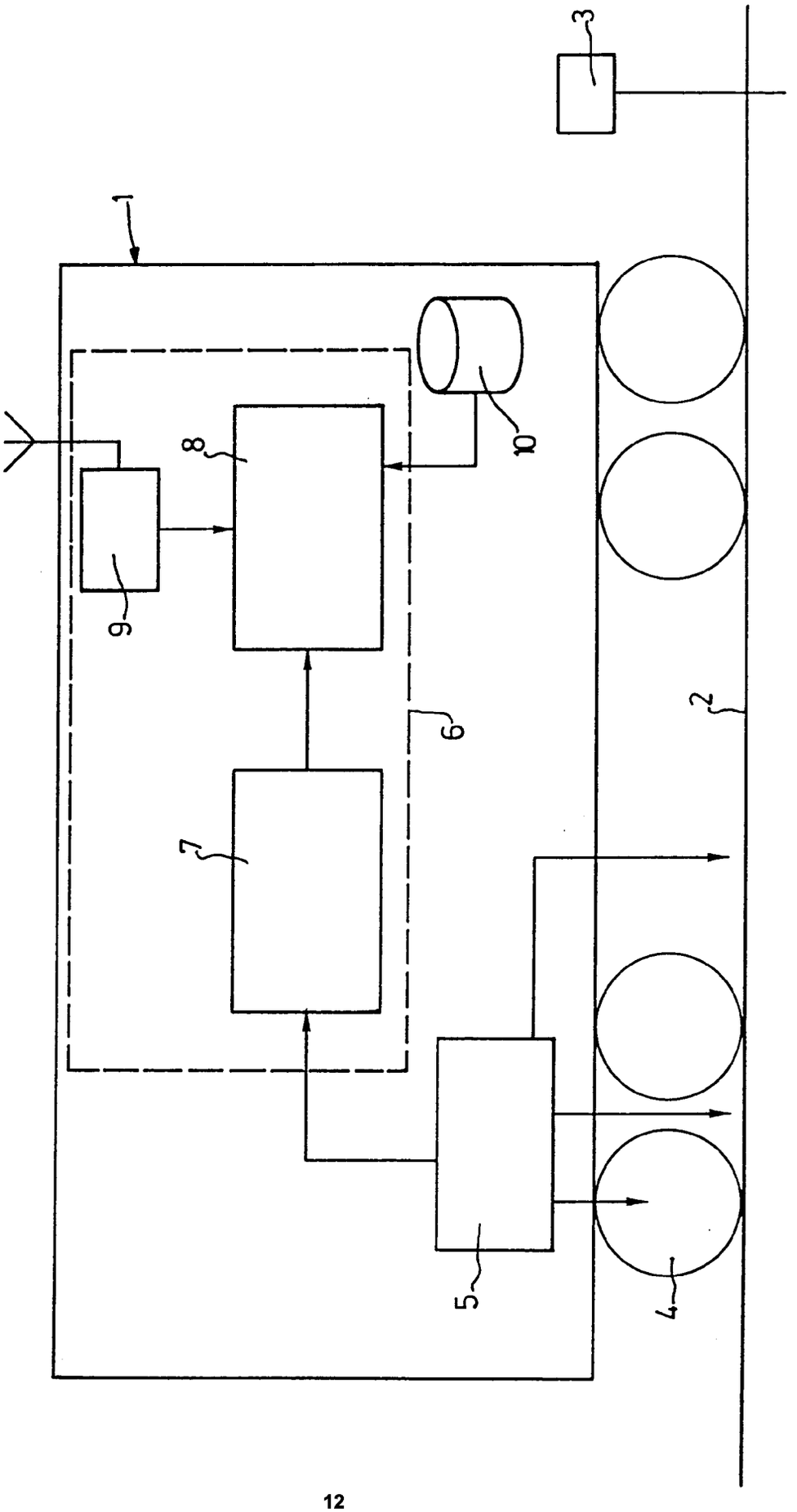


FIG.2

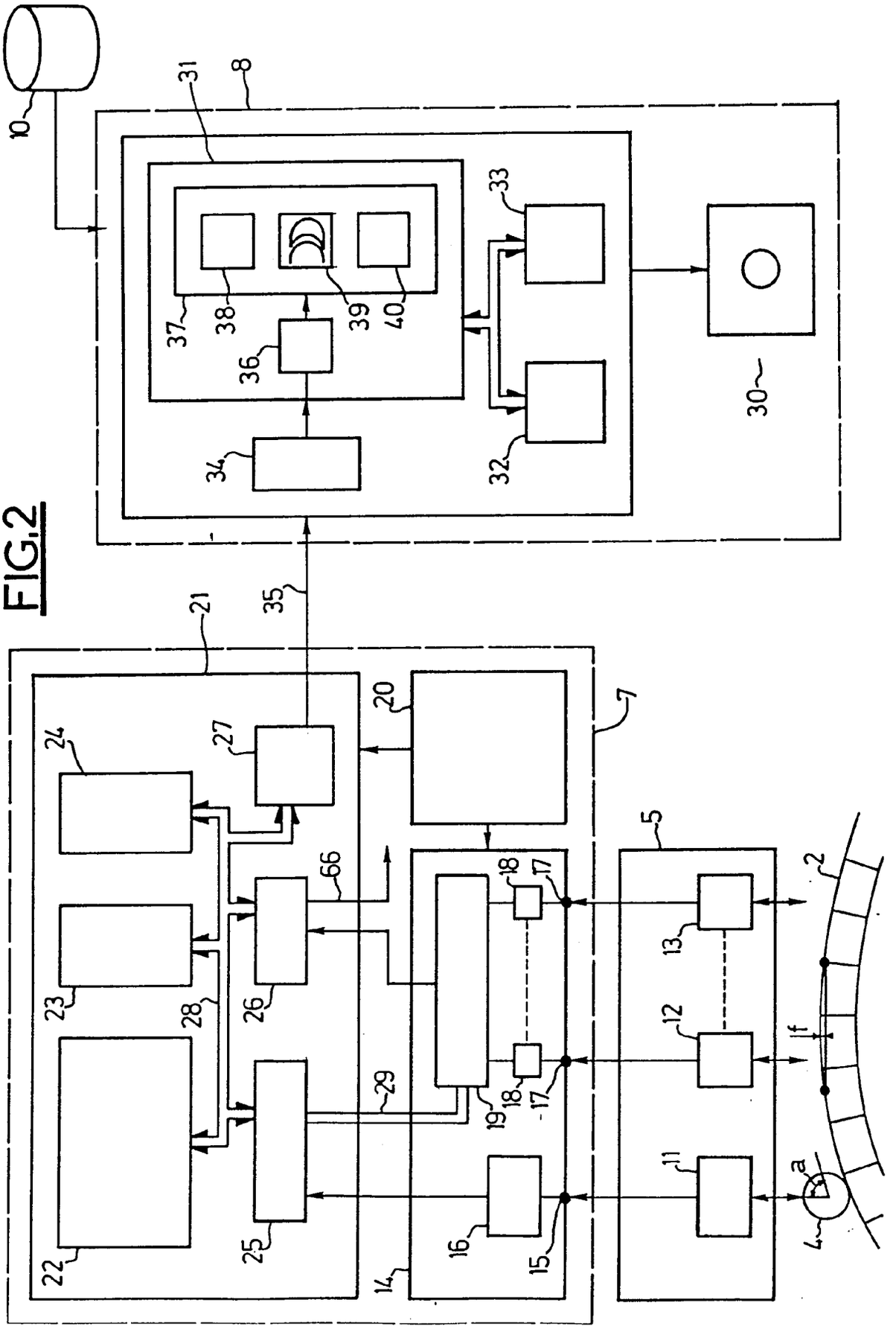

10
31
8
33
37
38
39
40
36
34
32
30
35
21
7
20
24
27
66
18
17
5
2
13
23
28
26
12
If
29
19
18
17
11
a
22
25
16
15
14
4

FIG.3

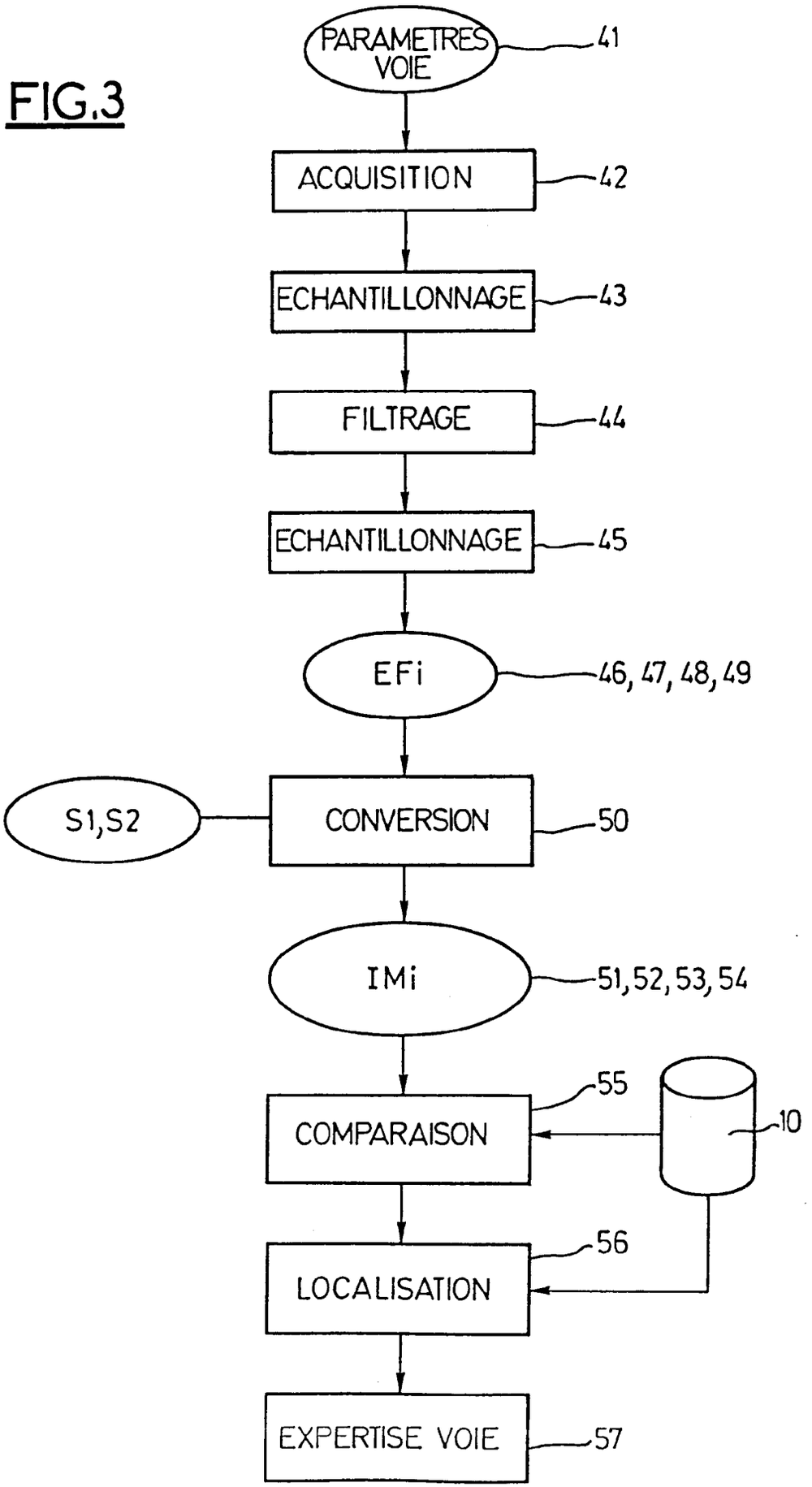

PARAMETRES VOIE
41
ACQUISITION
42
ECHANTILLONNAGE
43
FILTRAGE
44
ECHANTILLONNAGE
45
EFi
46, 47, 48, 49
S1,S2
CONVERSION
50
IMi
51,52,53,54
55
COMPARAISON
10
56
LOCALISATION
EXPERTISE VOIE
57

FIG.4

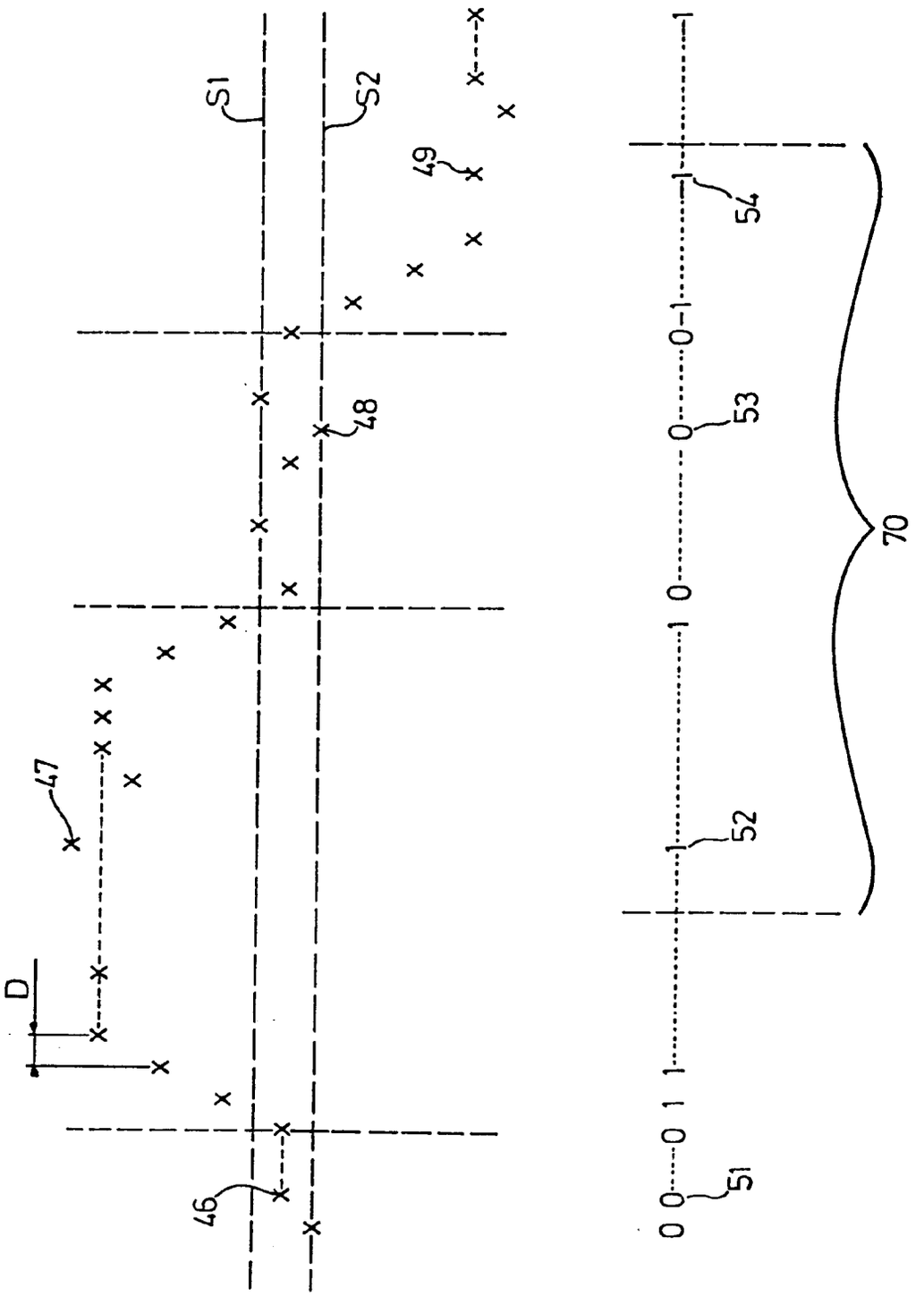


FIG.5

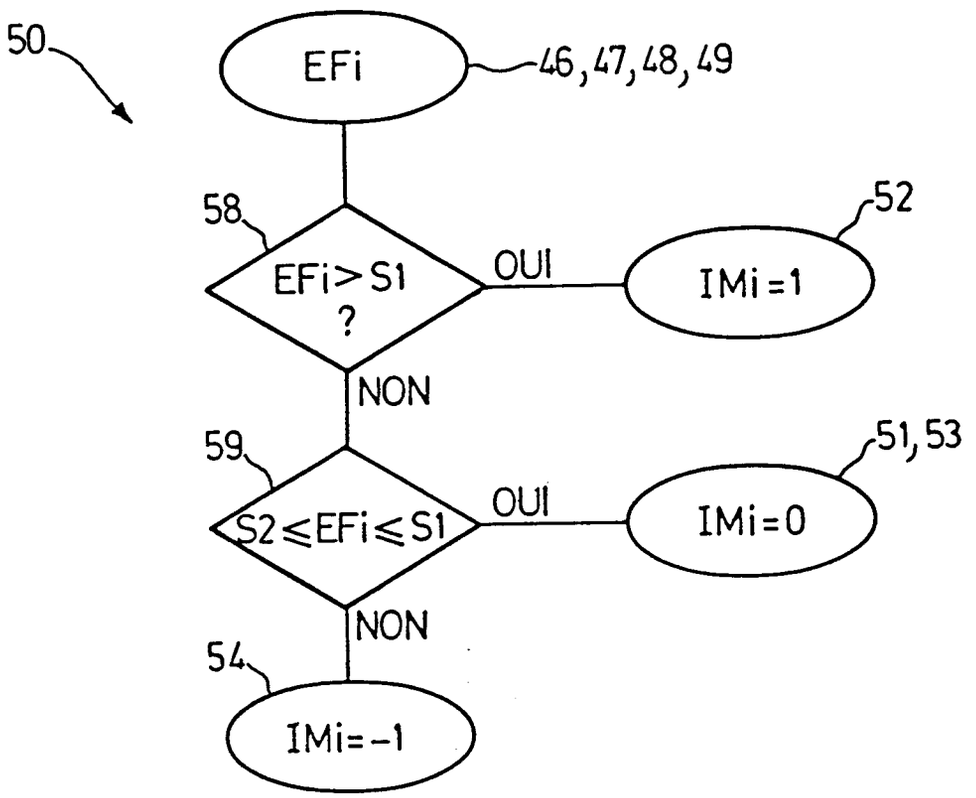
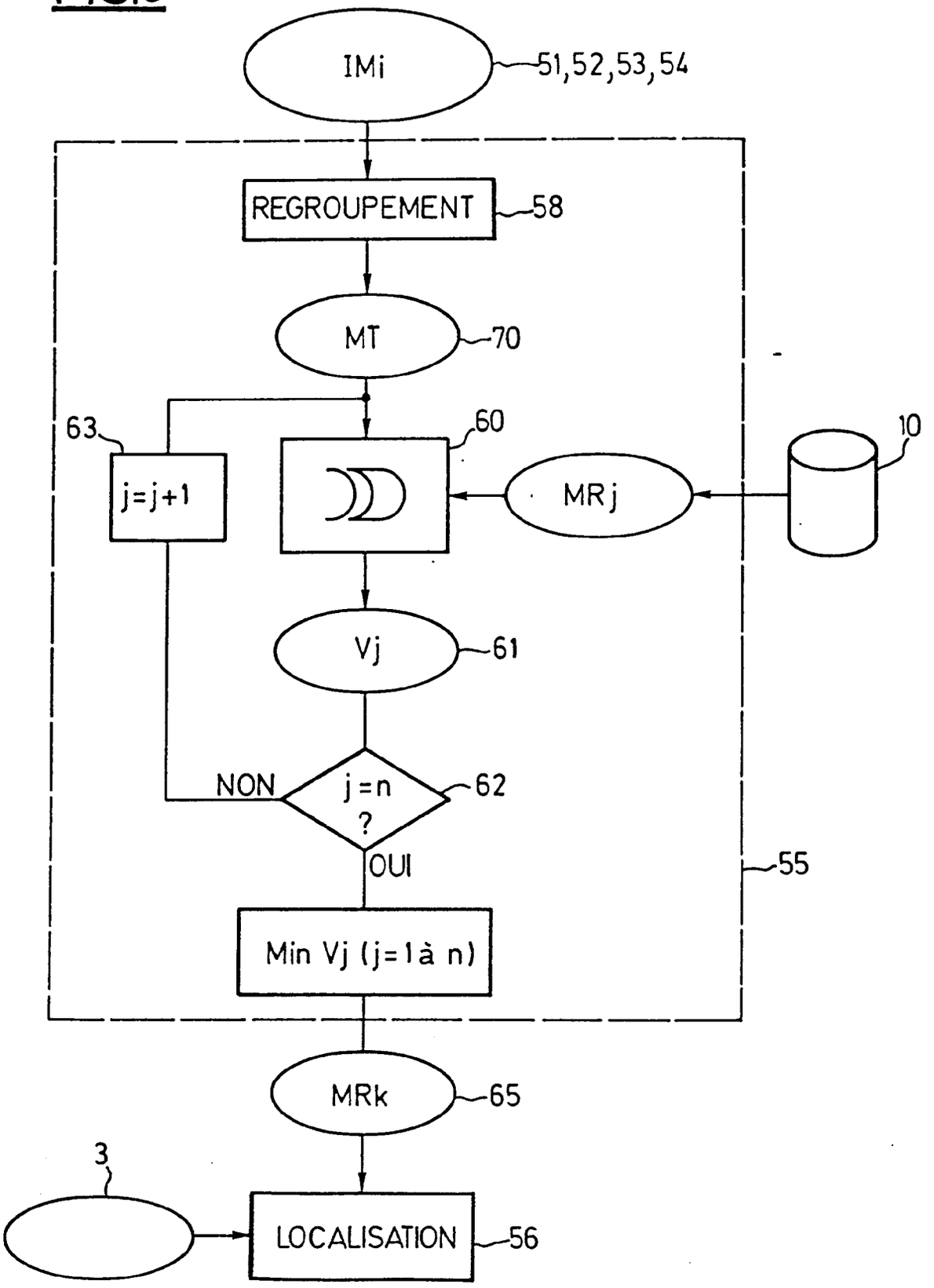

50
EFi
46,47,48,49
58
EFi>S1
?
OUI
52
IMi=1
NON
59
S2≤EFi≤S1
OUI
51,53
IMi=0
NON
54
IMi=-1

FIG.6


IMi
51,52,53,54
REGROUPEMENT
58
MT
70
63
60
10
j=j+1
MRj
Vj
61
NON
j=n
?
62
OUI
55
Min Vj (j=1 à n)
MRk
65
3
LOCALISATION
56

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 93 40 0690

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
Y	FR-A-2 549 431 (SOCIETE LYONNAISE DE TRANSPORTS EN COMMUN TCL)	1	B61L25/02 B61L3/00
A	* le document en entier *	2,6,7, 9-11,17	
Y	FR-A-2 530 568 (SOCIETE LYONNAISE DE TRANSPORTS EN COMMUN T.C.L.)	1	
A	* revendications *	2,6,7, 9-11,17	
A	US-A-4 793 577 (AUSTILL ET AL.) * le document en entier *	1,6, 9-11,17	
A	DE-A-3 935 740 (KLENKE) * revendications *	1	
A	US-A-4 794 548 (LYNCH ET AL.)		
A	EP-A-0 234 959 (SOCIETE NATIONALE DES CHEMINS DE FER FRANCAIS)		

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
B61L

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE	02 JUILLET 1993	REEKMANS M.V.

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P0402)