

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 629 655

(21) N° d'enregistrement national :

73 23754

(51) Int Cl<sup>4</sup> : H 04 K 1/00.

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 28 juin 1973.

(30) Priorité : DE, 29 juin 1972, n° P 22.31 737.9.

(71) Demandeur(s) : Société dite : FRIED KRUPP GmbH  
KRUPP ATLAS-ELEKTRONIK BREMEN. — DE.

(43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 40 du 6 octobre 1989.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

(72) Inventeur(s) :

(73) Titulaire(s) :

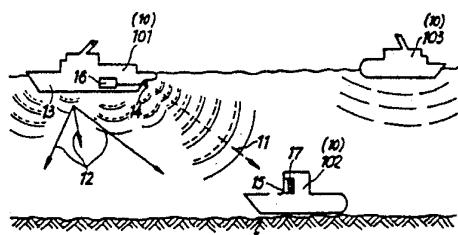
(74) Mandataire(s) : Cabinet Lavoix.

(54) Procédé de transmission de signaux d'identification et montage pour sa mise en œuvre.

(57) Procédé de transmission secrète de signaux d'identifica-  
tion codés, dissimulés sous une émission non-identifiable d'ori-  
gine fonctionnelle.

Dans ce procédé, au moins un paramètre, contenu dans  
l'émission non-identifiable 12 mais qui, comme tel, n'est ni  
indicatif ni directement identifiable à l'intérieur de cette émis-  
sion 12, de ladite émission 12 elle-même, est soumis à une  
variation en fonction du code en vigueur et est transmis,  
comme signal d'identification 11, tandis que, dans le dispositif  
de réception 15, à l'aide de moyens de traitement de signaux  
connus en eux-mêmes permettant la détection des paramètres  
correspondants, connus des initiés, et contenus dans l'émis-  
sion non-identifiable en soi 12 reçue, le signal de code 26 est  
extrait.

Le procédé peut être mis en œuvre, dans des installations  
sonar existantes, au moyen du montage décrit.



FR 2 629 655 - A1

La présente invention concerne un procédé de transmission, dans la mesure du possible à l'insu des non-initiés, de signaux d'identification, d'un dispositif d'émission à des dispositifs de réception appartenant à des initiés, avec chiffrage .  
5 suivant un code choisi à l'avance et connu des seuls initiés, du signal d'identification émis et avec détection et décodage du signal d'identification reçu, dans le dispositif de réception de chaque initié, par génération d'un signal de code destiné à être comparé avec le code de chiffrage en vigueur, connu des initiés,  
10 tandis que le signal d'identification émis par le dispositif d'émission présente une caractéristique de niveau et de fréquence orientée par rapport à une autre émission de telle manière que ledit signal d'identification soit compris entre des limites pré-déterminées par ladite autre émission. L'invention vise, en outre,  
15 des montages permettant la mise en œuvre de ce procédé.

Sous le nom d'identification ami-ennemi, on connaît déjà divers procédés permettant la génération et l'émission de signaux d'identification spéciaux dont le codage momentanément en vigueur n'est connu que des initiés, seuls les initiés devant même autant que possible, être en mesure de détecter comme tel un signal d'identification éventuellement présent avec d'autres signaux reçus. Pour réduire le danger pour un initié de se trahir lui-même aux yeux de non-initiés, on superpose, en outre, à de tels signaux d'identification, au point de vue niveau et spectre,  
20 des émissions utiles ou parasites de toute façon existantes, afin que les non-initiés, s'ils sont forcément et inévitablement à même de recevoir les émissions existantes, mais qui ne sont pas encore indicatrices à cet égard (désignées ci-après dans leur ensemble sous le nom d'émission non-identifiable, expression qui  
25 désigne ici une émission neutre au point de vue identification) ne soient autant que possible pas en mesure, en plus de la réception de cette émission non-identifiable, de déceler comme tel, ni a fortiori de déchiffrer un signal d'identification éventuellement dissimulé sous ladite émission. Le décèlement (ou détection) et le déchiffrement (ou décodage) de ce signal d'identification, doivent non seulement n'être possibles exclusivement que pour des initiés (amis) mais encore la nature secrète du signal d'identification et de son codage en vigueur doit empêcher dans toute la mesure du possible des non-initiés (ennemis) de pouvoir  
30 simuler ce signal d'identification et par suite de se camoufler  
35  
40

sous une fausse identification "ami".

Pour satisfaire à ces exigences, il est déjà connu d'adapter le signal d'identification à l'émission non-identifiable de toute façon existante et qui présente la plupart du temps 5 de larges spectres de fréquence. Le niveau d'émission du signal d'identification est alors toujours inférieur aux signaux de l'émission non-identifiable et est réparti au point de vue fréquence aussi uniformément que possible dans son spectre intéressant pour l'évaluation à la réception, de sorte que le signal 10 d'identification reste bien dissimulé au point de vue niveau et spectre.

En raison de conditions de propagation souvent inconnues et fluctuantes de l'énergie à transmettre, le signal d'identification n'est, généralement, pas codé en amplitude mais plutôt 15 en fréquence, par exemple, par manipulation de fréquence ou de phase en fonction du temps ou par modulation de fréquence au rythme du code de chiffrage prédéterminé en vigueur convenu en dernier lieu entre les initiés.

Une transmission de tels signaux d'identification 20 s'est avérée utilisable en soi. Toutefois, ces procédés classiques présentent des lacunes très importantes, en particulier, du fait qu'un signal d'identification ainsi formé et émis comporte une largeur de bande considérable et, par conséquent, est très fortement soumis à des effets Doppler (en raison de mouvements 25 relatifs entre le dispositif d'émission et le dispositif de réception). Comme la vitesse relative instantanée entre le dispositif d'émission et le dispositif de réception est, en règle générale, inconnue, les initiés, qui connaissent le codage du signal d'identification et cherchent, d'après ce codage à reconnaître ce 30 signal, doivent recourir, côté réception, à des moyens très complexes pour reconnaître et décoder le signal d'identification.

A cet effet, les signaux reçus affectés de décalages de fréquence dûs à l'effet Doppler inconnus désignés ci-après par abréviation sous le nom de "décalages Doppler" sont comparés avec une série 35 de signaux de référence, qui répondent au codage prévu, le nombre de signaux de référence à utiliser étant adapté aux gammes de vitesse relative déterminées par l'expérience. Dans ce contexte, la dépendance de l'effet Doppler du signal d'identification émis, déterminée par des conditions physiques, détermine à son tour, 40 comme il est connu en soi, la mesure dans laquelle les signaux de

référence individuels doivent être rapprochés au point de vue fréquence et, par conséquent, la complexité des moyens de comparaison nécessaires pour obtenir une indication précise du degré de concordance éventuelle du signal reçu avec un signal de référence de la série apparaissant immédiatement après ce signal reçu. Cette identification ami-ennemi classique est donc désavantageuse car elle implique une complexité très considérable des moyens de commutation et un temps de traitement des signaux très important pour vérifier si l'énergie reçue pas-à-pas contient ou non un signal d'identification, éventuellement affecté d'un effet Doppler.

Compte tenu de ce qui précède, l'invention a, notamment, pour objet, en s'appuyant sur les procédés connus, de permettre une identification ami-ennemi plus efficace, dans laquelle un initié peut déceler et décoder rapidement et d'une manière sûre le signal d'identification avec une technique de commutation relativement peu complexe à l'intérieur du dispositif de réception, et dans lequel le signal d'identification reste dissimulé d'une manière optimale aux yeux des non-initiés par une émission non indicatrice à cet égard, c'est-à-dire non identifiable.

A cet effet, suivant l'invention, au moins l'un des paramètres contenus dans l'émission non-identifiable mais qui, comme tel, n'est ni indicatif ni directement apparent dans cette émission, de cette émission elle-même, est soumis à une variation en fonction du code de chiffrage en vigueur et est émis comme signal d'identification, tandis que, dans le dispositif de réception, à l'aide de moyens de traitement de signaux connus en eux-mêmes permettant la détection des paramètres correspondants, qui sont connus des initiés et qui sont contenus dans l'émission reçue non-identifiable en soi, le signal de code est extrait.

Pour la mise en oeuvre de ce procédé, on dissimule tout d'abord, comme dans les procédés jusqu'à présent usuels, le signal d'identification affecté d'un code de chiffrage déterminé connu des seuls initiés et actuellement en vigueur, au point de vue niveau et fréquence, sous une autre émission non-identifiable, mais non plus sous la forme d'une grandeur indépendante, mais bien d'une grandeur tirée de cette émission elle-même. Avantageusement, le signal d'identification suivant l'invention, est obtenu par codage à partir d'au moins l'un des paramètres de toute façon présents dans cette émission non-identifiable elle-même, dont l'exis-

tence est dûe à des raisons fonctionnelles et à laquelle on rajoute ledit signal. Ce signal d'identification ne peut pratiquement plus être extrait de l'émission non-identifiable côté réception, du moins tant qu'on ne sait pas lesquels des nombreux paramètres possibles de l'émission d'origine fonctionnelle portent l'information particulière et à quelle variation systématique et de faible amplitude ces paramètres sont précisément soumis.

Sous sa forme d'exécution de base, le montage suivant l'invention, destiné à assurer la transmission, dans la mesure du possible à l'insu des non-initiés, de signaux d'identification, est constitué, côté mission, par un élément de réglage propre à influer sur les paramètres à soumettre au codage et qui est commandé par un modulateur d'identification. A la sortie de cet élément de réglage, apparaissent les paramètres variant en fonction du code de chiffrage convenu à l'avance entre les initiés, paramètres qui sont émis en tant que signal d'identification. Le signal d'identification qui est encore éventuellement à accorder sur l'émission non-identifiable, au point de vue niveau et spectre, est transmis avec l'émission non-identifiable par l'intermédiaire d'un dispositif d'émission.

L'émission, utilisée pour le signal d'identification suivant l'invention, de toute façon fonctionnellement inévitable et qui est non-identifiable, dont au moins un paramètre est codé et fournit le signal d'identification, est avantageusement constituée par l'énergie rayonnée par des installations de localisation actives ou par de l'énergie sonore dans le cas d'engins volants ou de bâtiments navigants.

En principe, pour la réalisation de l'invention, tout paramètre définissable et librement influençable de l'émission non-identifiable peut être soumis aux variations en fonction du code de chiffrage en vigueur et, par conséquent, peut représenter le signal d'identification. Pour les raisons physiques précitées, c'est-à-dire surtout en raison des distorsions d'amplitude qui résultent de conditions de propagation fluctuantes, on utilise, de préférence, comme paramètres des fréquences qu'on soumet à titre de codage à une variation temporelle aussi faiblement marquée que possible et, par conséquent, peu apparente.

Pour une forme d'exécution préférée de l'invention, dans laquelle on fait varier une fréquence fondamentale nettement contenue dans l'émission non-identifiable, on utilise le fait con-

nu que les émissions d'origine fonctionnelle sont, en règle générale, constituées par un spectre de fréquence très large dans lequel est, généralement, contenue au moins une fréquence fondamentale dominante déterminée, par exemple, dans les bâtiments en mouvement, par la vitesse de rotation de l'arbre ou par la fréquence de la séquence d'allumage de la machine propulsive principale ou, dans le cas d'une autre émission à composantes périodiques, par exemple, par la fréquence de récurrence de celles-ci ou par leur plus petit facteur temps commun. Cette fréquence fondamentale peut être déterminée par une analyse de fréquence orientée de l'ensemble du spectre de l'émission non-identifiable en soi.

Dans le dispositif de réception des initiés, il est alors nécessaire, comme par le passé, d'analyser le signal d'identification. Lors de déplacements relatifs entre le dispositif 15 d'émission et le dispositif de réception, ce signal d'identification est soumis à un effet Doppler initialement inconnu. Mais, comme le dispositif de réception de l'initié est spécialement équipé pour la captation du paramètre connu de lui, qui est seul intéressant comme signal d'identification, il n'est plus nécessaire 20 pour l'identification ami ennemi, d'examiner l'ensemble de l'émission non-identifiable reçue que pour ce qui concerne la variation de ce seul paramètre. Même lorsque ce paramètre, suivant la forme d'exécution préférée, est une fréquence, les effets Doppler ne sont alors plus gênants : le paramètre qui, côté réception, est 25 extrait de l'ensemble de l'émission reçue est le signal de code qui est, de son côté, soumis au codage puis comparé avec l'ensemble de l'émission reçue. Une composante de Doppler inconnue quelconque ne joue plus alors aucun rôle perturbateur, car elle intervient dans la même mesure, aussi bien dans le signal de code que 30 dans l'émission non-identifiable.

L'examen, exigeant de grands moyens au point de vue montage et demandant beaucoup de temps, d'un grand nombre de fréquences de références possibles pour déterminer si le signal reçu concorde avec l'une d'entre elles et, par conséquent, représente 35 un signal d'identification (déformé par des effets Doppler), n'est plus nécessaire.

Le signal de code recueilli, côté réception, lors de la détection a donc, dans cet exemple d'exécution de l'invention, la signification d'une information-pilote sous l'influence de l'effet 40 Doppler instantané et c'est d'après cette information que la compa-

raison permettant de reconnaître un signal d'identification reçu est établie. La fréquence fondamentale à coder est un signal basse-fréquence. Pour pouvoir émettre celui-ci dans de bonnes conditions au point de vue technique des appareils et pour pouvoir lui superposer de façon non apparente, par une technique de signalisation, le spectre du reste de l'émission non-identifiable, il est avantageux de transposer la fréquence fondamentale, avant ou après le codage, à un niveau plus élevé.

Il est particulièrement avantageux d'associer cette transposition de fréquence directement au codage, par exemple en utilisant pour l'effectuer, au rythme du codage, des facteurs de multiplication entiers peu différents. Il est connu, d'après la technique des communications, que de tels signaux manipulés en fréquence, dont la fréquence instantanée est un multiple de la fréquence fondamentale, présentent autour de celle-ci un spectre relativement large. Ce large spectre peut être aisément accordé, par des montages de filtre passe-bande usuels, sur le spectre de l'émission d'origine fonctionnelle non-identifiable superposée de façon non apparente, avant l'émission supplémentaire du signal d'identification.

Si le dispositif d'émission est un bâtiment générateur de bruit tel qu'un navire et si l'émission non-identifiable elle-même est constituée par les bruits fonctionnels et de navigation transmis dans l'eau, alors la fréquence fondamentale, contenue dans cette émission, et qui constitue le paramètre à coder de préférence suivant l'invention, est déterminée essentiellement par la vitesse de rotation de l'arbre ou par la fréquence de la séquence d'allumage de la machine de propulsion principale. Ces grandeurs sont faciles à déterminer par des méthodes quelconques de la métrologie ; la valeur de fréquence ainsi obtenue est multipliée, dans un moltiplicateur de fréquence servant d'élément de réglage pour le chiffrement, par des facteurs de multiplication entiers dont les valeurs varient au rythme du code en vigueur et est émise en plus de l'autre émission non-identifiable à laquelle elle est adaptée aussi bien que possible au point de vue spectre et niveau. Le paramètre à soumettre au codage peut être directement déterminé au moyen d'appareils de mesure d'après la cause de l'émission (qui résulte par exemple du groupe propulseur ou du bloc rythmeur). En outre, une analyse orientée de l'émission elle-même, au point de vue du paramètre à coder, est possible.

Le mode de mise en oeuvre du procédé suivant l'invention envisagée ci-dessus présente encore un inconvénient à savoir que dans l'intérêt d'un faible risque pour un initié de se trahir lui-même, il doit être assuré, aussi bien au point de vue 5 niveau qu'au point de vue fréquence, pour tous les états de fonctionnement, que l'émission non-identifiable dissimule bien le signal d'identification émis additionnellement. Ceci rend plus difficile pour les initiés l'évaluation de l'énergie reçue et la détection du signal de code qu'elle contient, car au signal reçu 10 à analyser est superposée l'émission non-identifiable à un niveau notablement plus élevé que les composantes de bruit perturbatrices à cet égard. Une autre difficulté réside en ce que, dans les cas d'utilisation pratique, l'émission non-identifiable 15 présente souvent plusieurs directions d'émission de signaux individuelles plus ou moins fortement marquées. Or, le niveau du signal d'identification doit rester inférieur, dans toutes les directions, au niveau de l'émission car, autrement, on se trouverait en présence, précisément dans une direction pour laquelle ce ne serait pas le cas, d'un risque pour un initié de se trahir 20 lui-même supérieur à la moyenne.

Par ailleurs, une trop grande différence de niveau de l'émission non-identifiable protectrice est indésirable car, alors, l'importance des moyens à mettre en oeuvre pour assurer une détection sûre du signal d'identification, est considérablement 25 accrue en raison du décalage plus défavorable du niveau de bruit. Il est judicieux de tenir compte de considérations correspondantes en ce qui concerne la dépendance de la fréquence de l'émission. Ces particularités exigent, en pratique, une réduction considérable du niveau utile du signal d'identification et/ou la 30 mise en oeuvre de moyens de commutation considérables pour la transformation des signaux et leur contrôle afin qu'on soit assuré que le signal d'identification dissimulé additivement reste protégé d'une manière sûre à tous les points de vue, dans tous les états de fonctionnement et dans toutes les directions de 35 rayonnement, tant au point de vue niveau qu'au point de vue spectre par l'émission non-identifiable. Le niveau limité présente encore et en particulier l'inconvénient de limiter la portée de façon correspondante lors de la transmission de signaux d'identification.

40 Ces limitations peuvent être évitées si, suivant un

perfectionnement avantageux de l'invention, on fait varier directement en fonction du code en vigueur, le paramètre contenu dans l'émission non-identifiable, caractéristique mais qui n'apparaît pas immédiatement comme tel aux non-initiés, choisi pour le codage de ladite émission non-identifiable elle-même, et si l'on transmet, en tant que signal d'identification, l'ensemble de cette émission complété par le paramètre codé, tandis que dans les dispositifs de réception, à l'aide de moyens de traitement de signaux connus en eux-mêmes, permettant la détection de la variation, précisément de ce paramètre connu des initiés, on recueille le signal de code en vue de la comparaison.

Le signal d'identification utilisé pour l'identification ami-ennemi est ainsi encore mieux dissimulé, car il n'est plus superposé additivement à l'émission non-identifiable et, par conséquent, ne peut plus être extrait avec une facilité relative de l'émission reçue. Au lieu de cela, c'est maintenant l'ensemble de l'émission elle-même qui représente l'information d'identification sous la forme d'une variation d'au moins l'un de ses paramètres. Ainsi, en particulier, il n'est plus nécessaire de prendre aucune précaution pour dissimuler le signal d'identification sous l'émission non-identifiable et l'on utilise un signal d'identification d'un niveau d'élévation optimale, à savoir celui de l'ensemble de l'émission existante, de sorte que la probabilité d'interprétation correcte du signal d'identification devient identique à la probabilité d'interprétation correcte de l'ensemble de l'émission.

Cette émission de toute façon inévitable, qui au point de vue d'une identification ami-ennemi, n'a en soi aucune signification devient donc elle-même suivant l'invention, après codage d'au moins l'un de ses paramètres, le signal d'identification, de sorte que seuls des initiés, qui connaissent le code de chiffrage du paramètre variable de cette émission, peuvent déceler et déchiffrer le signal d'identification. Les non-initiés, par contre, ne peuvent se douter que l'émission non-identifiable en soi est elle-même un signal d'identification.

Du côté de l'initié, dans le dispositif de réception les moyens à mettre en oeuvre sont encore plus simples que dans la forme d'exécution de base de l'invention : le traitement par une technique de signalisation dans le dispositif de réception en vue de l'obtention du signal de code est maintenant limité à

déterminer au moyen d'un détecteur, dans l'ensemble de l'émission, une variation éventuellement contenue dans celle-ci du ou des paramètres prédéterminés. Ce signal de code est comparé avec le code de chiffrage en vigueur connu des initiés et, en cas de concordance, l'émission reçue est identifiée comme étant le signal d'identification d'un ami.

Si, par exemple, l'émission se produit à partir d'un bâtiment naviguant alors, par exemple, l'action sur le spectre de fréquence en tant que paramètre à coder peut s'effectuer par l'intermédiaire d'une modification du comportement hydrodynamique de la coque du bâtiment (par exemple à la sortie de surfaces lisses) ou par l'intermédiaire de la génération de bruit due au mouvement des hélices (changement de régime des hélices, utilisation alternée d'une unique hélice de propulsion ou de plusieurs hélices de propulsion simultanément).

De préférence, ici encore, l'unique paramètre soumis au codage est la fréquence fondamentale contenue dans le spectre relativement large de l'émission. Normalement, la fréquence fondamentale n'est pas reconnaissable lors de la réception de l'émission, car elle est couplée multiplicativement dans le domaine fréquence avec la caractéristique de vibration du dispositif d'émission (par exemple la coque d'un navire). La fréquence fondamentale ne varie que légèrement côté émission en fonction du codage. Dans le dispositif de réception, les moyens de traitement des signaux sont, ici encore, agencés en vue d'une analyse de la fréquence fondamentale et, plus précisément, dans cette variante, en vue d'une détermination des variations de la fréquence fondamentale.

L'influence sur la fréquence fondamentale est, en règle générale, facile à obtenir au point de vue technique des appareils par exemple, dans un bâtiment navigant, en faisant varier légèrement la vitesse de rotation ou la séquence d'allumage de la machine de propulsion principale au moyen d'un élément de réglage commandé par le modulateur d'identification. Dans l'ensemble du spectre de l'émission, cette légère variation de la fréquence fondamentale n'apparaît que dans une mesure à peine sensible. Une analyse orientée du spectre, en particulier, en ce qui concerne la fréquence fondamentale qu'il contient est, toutefois, possible techniquement avec une grande sécurité à l'aide de moyens de traitement de signaux connus et moyennant la mise en œuvre de

moyens raisonnables.

Bien que le signal d'identification suivant l'invention soit transmis pour ainsi dire ouvertement, à savoir sous la forme de l'émission non-identifiable de toute façon existante et comme telle non indicatrice pour les non-initiés il est impossible pour des non-initiés non prévenus, qui reçoivent cette émission non-identifiable d'origine fonctionnelle de se douter qu'elle représente un signal d'identification ; ainsi, malgré le niveau d'élévation optimal du signal d'identification émis, le fait que la transmission d'un signal d'identification entre amis est en train de se produire, et les renseignements qui peuvent éventuellement être tirés de cette transmission, restent cachés aux non-initiés. En effet, la variation du ou des paramètres déterminés, tous contenus dans l'émission non-identifiable en soi, n'a besoin d'atteindre qu'un faible pourcentage autour de la valeur nominale pour pouvoir être reconnue aisément lors de l'évaluation orientée.

La détection du signal d'identification consiste donc maintenant, de la part de l'initié, à déceler la variation imprévue côté émission en fonction du code au paramètre critique de l'émission reçue. La variation existante est représentée par l'allure du signal de code et est alors comparée, de préférence corrélativement, avec le code en vigueur connu des initiés. Pour une telle comparaison, de nombreuses techniques sont connues sous des désignations telles que "reconnaissance d'un modèle" ou "classification" ; voir à cet égard, par exemple, l'article intitulé "State of the Art in Pattern Recognition" de G. Nagy dans "Proceedings of the IEEE" volume 56, N° 5 (mai 1968) (pages 836 à 862).

Le non-initié, qui ne dispose pas d'une installation de réception équipée pour une détection appropriée, ne s'aperçoit même pas, en règle générale, des variations d'ailleurs minimes de l'un des paramètres, de sorte qu'il ne se rend pas compte non plus du fait qu'une transmission de signal d'identification entre des initiés est en cours : l'émission reçue reste pour lui non-identifiable.

La mise en œuvre pratique du procédé suivant l'invention est d'un intérêt particulier pour les besoins de la marine, par exemple pour pouvoir transmettre à un sous-marin camouflé en plongée à partir d'un bâtiment de surface passant au-dessus de .

lui, au moyen d'une émission sonore transmise sous l'eau, un signal d'identification qui reste inaperçu des non-initiés. A cet effet, on fait varier d'après le code secret convenu pour la fréquence fondamentale contenue dans l'émission, par exemple la vitesse de rotation des hélices du bâtiment de surface. Il s'est avéré, lors de mesures, qu'une variation de la vitesse de rotation des hélices à raison d'un faible pourcentage et pendant un petit nombre de tours des hélices suffit pour permettre de déceler cette variation, côté réception, par une analyse de la fréquence fondamentale. Le comportement fonctionnel, par exemple la vitesse de croisière, du navire de surface en mouvement, n'est en rien influencé par ces opérations. Dans le sous-marin, au moyen de l'installation sonar de toute façon prévue à bord, on reçoit l'émission non-identifiable en soi (à savoir le bruit de navigation) du navire de surface en mouvement. En tant qu'ami ou "initié", le sous-marin dispose d'un dispositif de réception au moyen duquel la variation de la fréquence fondamentale contenue dans l'émission reçue est détectée, ce qui permet de reconnaître le signal d'identification. D'autres bâtiments, ennemis ou "non-initiés" reçoivent bien eux-aussi l'émission non-identifiable d'origine fonctionnelle du bâtiment en mouvement, mais ils ne connaissent pas le codage d'un paramètre déterminé dissimulé dans cette émission et qui n'est connu que des seuls initiés. Pour les non-initiés, il est donc même, en général, impossible de déceler qu'à ce moment même, avec un niveau optimal au point de vue protection, la transmission d'un signal d'identification entre des initiés est en cours, de sorte que, notamment, la probabilité de se trahir du sous-marin camouflé ne devient pas plus grande.

Les montages permettant la mise en œuvre du procédé suivant l'invention sont constitués, d'une part, par un dispositif d'émission et, d'autre part, par au moins un dispositif de réception, le dispositif d'émission étant précédé d'un élément de réglage auquel est associé un modulateur d'identification, tandis que le dispositif de réception comprend un détecteur permettant de former un signal de code et qui est suivi d'un comparateur.

Les procédés et les montages de détection de la variation du paramètre intéressant ne font pas l'objet de l'invention.

Dans le cas de l'exemple d'exécution préféré, à savoir la variation de la fréquence fondamentale de l'émission non-identifiable comme paramètre intéressant, le détecteur est constitué

par un analyseur de fréquence fondamentale connu en soi comme tel. Dans le comparateur, l'émission reçue est vérifiée à l'aide du signal de code fourni par le détecteur pour déterminer si le codage convenu entre les initiés est contenu dans l'émission. Comme 5 comparateur, un corrélateur en temps réel est, de préférence, monté à la suite du détecteur. La sortie du comparateur agit sur un appareil de contrôle qui permet de vérifier, par exemple optiquement ou acoustiquement, si un objet, d'après l'émission reçue, a été identifié comme étant un objet ami.

10 Un analyseur de fréquence fondamentale prévu dans le détecteur peut fonctionner, dans le cadre de l'invention, pratiquement suivant l'un quelconque des nombreux modes de fonctionnement connus en eux-mêmes comme tels d'après la technique des communications et, en particulier, d'après les procédés d'analyse des 15 signaux. Des montages appropriés ont été décrits dans la littérature technique spécialisée et l'on peut en outre se les procurer dans le commerce sous la forme d'appareils complets. Ils sont connus, par exemple, sous le nom de "Vocoder" pour la classification vocale ou, d'une manière plus générale, sous le nom d'analyseurs 20 de spectre pour les recherches relatives au bruit.

Ces montages sont basés, en règle générale, sur une réalisation des transformations connues en physique du mélange de signaux intéressants d'une représentation en fonction du temps, en une représentation en fonction de la fréquence, par exemple au 25 moyen d'une analyse de Fourier ou en utilisant la conversion de fonction de Walsh. On peut, également, utiliser la technique de l'établissement d'un histogramme pour la détermination d'un signal de code à partir de la variation de la fréquence fondamentale de l'émission.

30 Lorsqu'on choisit la fréquence fondamentale comme paramètre à coder de l'émission, on utilise, de préférence, la technique relativement peu compliquée et néanmoins fonctionnellement très valable de l'analyse dite "de Cepstrum". Un analyseur de Cepstrum fournit, on le sait, dans un spectre comportant des composantes périodiques comme signal de sortie, une fonction de temps présentant une crête d'amplitude nettement marquée. Le temps qui s'écoule entre le début de l'analyse d'un échantillon de signal extrait de l'émission reçue et l'apparition de cette crête d'amplitude est une mesure de la fréquence fondamentale contenue dans 35 40 le mélange de fréquences. Le signal de code est déterminé par

l'instant d'apparition de cette crête d'amplitude.

L'avantage particulier de la mise en oeuvre de ce perfectionnement de l'invention réside en ce que l'ensemble de la coque du bâtiment y compris l'ensemble de propulsion sert de dispositif d'émission pour la transmission des signaux d'identification, tandis que les bruits de navigation constituent l'émission se produisant naturellement, c'est-à-dire l'émission non-identifiable. Pour la formation du signal d'identification, le modulateur d'identification agit alors sur un élément de réglage qui fait varier, par exemple, la vitesse de rotation de l'ensemble de propulsion de part et d'autre de la vitesse de rotation de régime instantanée.

Dans le cadre de l'invention, on a tout d'abord envisagé d'utiliser comme émission non-identifiable toute émission de signaux inévitable pour des raisons fonctionnelles mais qui ne peut être reconnue par des non-initiés comme étant éventuellement porteuse d'information. Suivant un perfectionnement plus avancé de l'invention, il est prévu une simulation de l'émission naturelle par l'intermédiaire d'un dispositif d'émission additionnel pour le cas où l'émission non-identifiable viendrait à ne plus être disponible alors que la transmission du signal d'identification est indispensable. Cela peut advenir, par exemple, lorsqu'à un moment donné, les appareils propulsifs du bâtiment sont hors service.

Le dispositif d'émission additionnel est alimenté par un générateur de bruit simulant l'émission naturelle non-identifiable, auquel est appliquée à partir du modulateur d'identification, la variation du paramètre choisi, pour la formation du signal d'identification.

Pour ne pas trahir le fait que l'émission est éventuellement produite d'une manière artificielle, on monte avantageusement derrière le générateur de bruit, un filtre d'adaptation réglable accordé sur le paramètre de vibration particulier et connu d'un objet qui vient justement en ligne de compte tel que, par exemple, la construction d'un type de navire déterminé.

Pour la simulation de l'émission naturelle du bâtiment par le dispositif d'émission additionnel, il est avantageux de monter devant le transducteur d'émission, un dispositif directeur qui assure une émission non-identifiable échelonnée spécialement d'une manière qui correspond à la distribution naturelle de l'é-

mission d'origine fonctionnelle du bâtiment.

Comme l'information du signal d'identification ne se trouve pas dans le large spectre de l'émission, mais seulement dans la fréquence fondamentale contenue dans celle-ci en tant que paramètre à coder, fréquence qui est normalement très basse (dans les navires, par exemple en raison de la vitesse de rotation relativement faible de leur machine de propulsion) les effets Doppler perturbateurs sont encore moins sensibles dans cette identification ami-ennemi. La basse fréquence fondamentale seule utilisée, de préférence, pour l'identification à l'intérieur de l'ensemble de l'émission non-identifiable ne subit plus, en effet, en raison de l'effet Doppler, dans la gamme de toutes les allures de mouvement à considérer qui se produisent pratiquement (par exemple, les divers régimes de croisière possibles de bâtiments navigants) qu'un décalage de fréquence absolu si faible qu'en particulier avec les moyens de l'analyse de Cepstrum, on obtient toujours un signal de code net, sans qu'il soit nécessaire de faire appel à des moyens spéciaux pour éliminer ou séparer les effets Doppler.

Cet avantage de l'indépendance de l'effet Doppler n'existe pas dans les procédés classiques d'identification ami-ennemi car, dans leur cas, ce sont toujours des signaux de fréquence plus élevée et à large bande qui subissent le codage puisqu'en règle générale on utilise pour celui-ci des porteuses haute-fréquence à modulation basse-fréquence. Or, en raison des implications physiques de l'effet Doppler les composantes haute-fréquence sont soumises à un décalage de fréquence absolu plus grand que les composantes basse-fréquence. Cet effet perturbateur, avec les procédés classiques, ne peut être surmonté que moyennant l'augmentation considérable déjà mentionnée des dépenses entraînées par la technique de commutation et par les temps de traitement, alors que les montages permettant la mise en oeuvre du procédé suivant l'invention non seulement n'exigent, dès l'abord, côté réception, que des moyens réduits au point de vue technique de commutation, mais encore permettent de renoncer à des mesures supplémentaires coûteuses pour l'élimination de l'effet Doppler.

L'invention est utilisable, d'une manière particulièrement avantageuse, dans les bâtiments navigants car ceux-ci disposent, en règle générale, à l'avance, de la majeure partie des montages nécessaires pour sa mise en oeuvre sous la forme de leurs

installations sonar et, par conséquent, la dépense qu'entraîne la mise en place ultérieure d'un tel dispositif d'identification ami-ennemi est relativement minime, en particulier côté émission. Un autre avantage, dans ce cas particulier d'utilisation, réside non seulement en ce que la dépendance de l'effet Doppler, généralement perturbatrice, est éliminée suivant l'invention mais encore en ce que des effets, généralement très perturbateurs, dans les eaux peu profondes, résultant de la propagation multi-directionnelle, n'apparaissent plus dans le cas de l'invention.

D'autres caractéristiques de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre.

Aux dessins annexés donnés uniquement à titre d'exemples :

la Fig. 1 est une représentation de principe de l'utilisation de l'invention pour la transmission d'un signal d'identification entre des bâtiments navigants ;

la Fig. 2 est un schéma symbolique d'un montage d'extraction et de codage, côté émission, de la fréquence fondamentale de l'émission non-identifiable d'un bâtiment navigant comme paramètre caractéristique de celle-ci qui, par variation suivant un code de chiffrage, devient un signal d'identification à émettre additionnellement ;

la Fig. 3 est un schéma symbolique d'un montage de détection, côté réception, du signal d'identification engendré comme représenté sur la Fig. 2 ;

la Fig. 4 représente une application de l'invention dans un bâtiment navigant, dans laquelle en agissant sur la fréquence fondamentale en tant que paramètre caractéristique soumis à un codage de l'émission non-identifiable en soi, on fait de cette émission un signal d'identification ;

la Fig. 5 est un schéma symbolique montrant la coopération d'un dispositif d'émission avec un dispositif de réception dans le cas d'un signal d'identification du type de la Fig. 4, et

la Fig. 6 représente des diagrammes qui mettent en évidence le mode de fonctionnement d'un analyseur de Cepstrum prévu de préférence comme analyseur de fréquence fondamentale dans le dispositif de réception de la Fig. 5.

Entre deux des trois bâtiments navigants 10 représentés schématiquement sur la Fig. 1, un signal d'identification 11 doit être transmis, à savoir à partir d'un navire de surface 101 qui

se trouve en route et vers un sous-marin camouflé 102, et grâce à ce signal, le sous-marin 102 doit pouvoir reconnaître le navire de surface 101 comme étant un bâtiment ami. Afin qu'un troisième bâtiment 103, ennemi ou "non-initié", ne puisse déceler la transmission d'un signal d'identification 11, car alors il pourrait, par exemple, en déduire la présence du sous-marin camouflé 102 le signal d'identification 11 est conçu de telle manière qu'il reste dissimulé dans une mesure optimale par l'émission 12 inévitale pour des raisons fonctionnelles mais qui en soi est non-identifiable, tant au point de vue de sa caractéristique de signal (et en particulier de son spectre de fréquence) qu'en ce qui concerne son niveau d'émission plus ou moins marqué suivant la direction. On a, en outre, représenté schématiquement sur la Fig. 1 le fait que le signal d'identification 11 (représenté en trait interrompu) présente dans toutes les directions un niveau plus faible que l'émission non-identifiable 12.

Cette émission non-identifiable 12 est produite, dans l'exemple de la Fig. 1, par les bruits transmis dans l'eau à partir de la coque 13 et de l'hélice de propulsion 14 du navire de surface 101 qui se trouve en route. Les bruits se propageant sous l'eau peuvent être captés par des dispositifs connus d'après la technique du sonar. Or, seuls des initiés (en l'occurrence le sous-marin 102) disposent d'un dispositif de réception 15, au moyen duquel ils peuvent déchiffrer le signal d'identification 11 éventuellement présent en plus de l'émission non-identifiable 12 et reconnaître le navire de surface émetteur 101 comme un bâtiment ami ou "initié". Comme le bâtiment "non-initié" 103 ne peut pas détecter et déchiffrer comme tel le signal d'identification 11 contenu dans l'émission non-identifiable en soi 12, il lui est, également, impossible de se protéger contre le sous-marin 102 en imitant un signal d'identification 11.

Le signal d'identification 11 est caractérisé par le fait qu'au moins un paramètre déterminé connu des initiés mais indécelable en soi dans l'émission non-identifiable 12 est soumis à un codage, de préférence sous la forme d'une variation temporelle qui n'est connue que des initiés. En particulier, il convient d'utiliser, à cet effet, comme paramètre, une fréquence fondamentale contenue nettement dans l'émission non-identifiable 12 (figurée sur la Fig. 2). Cette fréquence est déterminée par des excitations de vibration qui agissent sur le bâtiment navigant 10. Dans le cas

particulier du navire de surface en route 101, les excitations principales se produisent, en particulier, en fonction du régime de vitesse instantané, c'est-à-dire en fonction de la vitesse de rotation ou de la séquence d'allumage de la machine de propulsion 16 qui fait entrer en vibration la totalité de la coque 13 du navire et en fonction de la vitesse de rotation des hélices 14 du navire dans l'eau.

Le dispositif de réception 15 du sous-marin 102 comprend un détecteur 17 qui examine l'émission reçue et en soi non-identifiable 12 d'une manière orientée au point de vue du paramètre intéressant connu des initiés et de son codage éventuellement existant et, par conséquent, déchiffre comme tel le signal d'identification 11 éventuellement dissimulé sous l'émission non-identifiable 12.

Pour le codage, côté émission, on mesure tout d'abord le paramètre à utiliser à cet effet, de préférence une fréquence fondamentale ( $f_0$  sur la Fig. 2) contenue de façon dominante dans l'émission non-identifiable 12. A cet effet, il est prévu un appareil de mesure 18 qui mesure, par exemple, à partir d'un échantillon de l'émission 12 elle-même, la fréquence fondamentale  $f_0$ , par une analyse de fréquence.

Dans certaines conditions, il est plus simple au point de vue technique des appareils, de tirer directement cette fréquence fondamentale  $f_0$  de l'une des excitations principales de l'émission 12. Il en est ainsi dans l'exemple d'exécution de la Fig. 2 où l'appareil de mesure 18 est représenté lié à la machine de propulsion 16 : il détermine dans celle-ci la fréquence fondamentale instantanée  $f_0$  d'après la vitesse de rotation ou la séquence d'allumage de la machine de propulsion et, par conséquent, c'est un appareil de mesure de vitesse de rotation ou de fréquence, à fréquence de sortie proportionnelle à la fréquence fondamentale  $f_0$ .

Le codage, qui caractérise le signal d'identification 11, est une variation du paramètre "fréquence fondamentale  $f_0$ " choisi dans ce cas à l'intérieur de l'émission non-identifiable 12. Le code le plus récemment mis en vigueur entre les initiés est utilisé dans un modulateur d'identification 191 (Fig. 2) qui présente, par exemple, alternativement pendant deux secondes à sa sortie un état de signal a et pendant une seconde, un état de signal b et commande par ces états un élément de réglage 181. Entre

les initiés, il peut être convenu à l'avance que le mode de codage change à des instants déterminés et c'est pourquoi le modulateur d'identification 191 est représenté symboliquement comme étant réglable.

5 Pour l'émission du signal d'identification 11 qui se produit en plus de l'émission non-identifiable 12, il est avantageux, après le codage, c'est-à-dire après la variation de la fréquence fondamentale  $f_0$ , d'effectuer dans un multiplicateur de fréquence 201 une transposition dans une bande de fréquence plus 10 élevée en utilisant un facteur de multiplication  $n$ .

Avantageusement, le multiplicateur de fréquence 201 constitue lui-même l'élément de réglage 181, c'est-à-dire qu'au rythme du codage (sous la commande des états de signal a, b), par exemple deux facteurs de multiplication  $n_1, n_2$ , sont utilisés 15 dans le multiplicateur de fréquence 201.

Si l'appareil de mesure 18 fournit une oscillation rectangulaire d'une fréquence égale à la fréquence fondamentale mesurée  $f_0$ , alors le multiplicateur de fréquence 201 est réalisé d'une manière particulièrement simple et connue en soi dans la 20 technique digitale, sous la forme de bascules. Ceci présente, dans l'intérêt de la dissimulation, l'avantage qu'à la sortie du multiplicateur de fréquence 201 apparaissent également avec les impulsions rectangulaires, non seulement la fréquence fondamentale multipliée en fonction du codage  $n f_0$ , mais encore le spectre 25 d'harmoniques lié aux ondes rectangulaires pour dissimuler la fréquence fondamentale multipliée  $n f_0$ .

Afin que l'existence d'un signal d'identification 11 en cours d'émission puisse échapper dans toute la mesure du possible à des non-initiés (103 sur la Fig. 1), il est prévu un filtre 30 d'adaption 21 connecté au multiplicateur de fréquence 201 et qui limite ce mélange de fréquences  $f_i$ , formé de la fréquence fondamentale multipliée  $n f_0$  et des harmoniques des ondes rectangulaires à la largeur de bande du spectre de l'émission non-identifiable 12. Ce spectre est essentiellement déterminé à l'avance constructive- 35 ment par la caractéristique de vibration de la coque 13 du navire.

Les propriétés de vibration particulières d'un bâtiment, à savoir ici le navire de surface 101, sont en règle générale continues ; sinon, il existe des procédés courants pour mesurer ces propriétés sur des sections de mesure ou à l'aide de procédés 40 analogiques (voir l'ouvrage "The Reciprocal Measurement of Mecha-

nical-Acoustical Transfer Functions", H.F. Steenhoek et R.ten Wolde dans Acustica, 1970, pages 301 à 305).

Le filtre d'adaptation 21 prévu à la suite du multiplicateur de fréquence 201 est avantageusement réalisé sous la forme d'un filtre digital dit "canonique" car celui-ci offre des possibilités d'intervention considérables dans sa caractéristique. L'agencement et le dimensionnement de tels filtres digitaux sont connus, voir par exemple la Demande de brevet allemand publiée avant examen n°1.774.507.

Dans le cas particulier d'utilisation de l'invention représenté ici, le dispositif d'émission 22 est un transducteur d'émission 23 tel que, par exemple, une base d'émission de sonar bien connue dans cette technique qui, avantageusement, conjointement à l'utilisation des techniques des "faisceaux préformés" ("preformed beams") et de l'échelonnement d'amplitude, est constituée par un dispositif de détermination de direction 24 et par un amplificateur 25 de telle manière que les propriétés d'émission naturelles de la coque 13 et des hélices propulsives 14 du navire, au niveau d'émission envisagé du signal d'identification 11 soient simulées d'une manière optimale.

La Fig. 3 représente un schéma symbolique d'un montage côté réception pour la détection du signal d'identification 11, qui permet d'extraire un signal de code 26. Un transducteur de réception 27 reçoit l'émission non-identifiable 12 et le signal d'identification 11 qu'elle dissimule et les transforme en signaux électriques. Dans le cas d'une émission 12, sous la forme d'ondes sonores se propageant dans l'eau, comme représenté sur les Fig. 1 et 2, le transducteur de réception 27 est, par exemple, une installation d'écoute connue d'après la technique du sonar qui fait partie, notamment, des appareils d'équipement usuels d'un sous-marin tel que 102 (Fig. 1). Etant donné que, suivant la Fig. 2, côté émission, le paramètre à coder est la fréquence fondamentale caractéristique  $f_0$ , le détecteur 17 est, dans cet exemple d'utilisation, un analyseur de fréquence fondamentale 28 de construction quelconque connue d'après la technique des communications.

En raison du mouvement relatif entre le dispositif d'émission 22 (Fig. 2) et le dispositif de réception 27 (Fig. 3), tant le mélange de fréquences  $f_i$  de l'émission non-identifiable 12 que des fréquences du signal d'identification 11 qui sont des multiples entiers de la fréquence fondamentale  $f_0$  contenue de fa-

gon dominante dans le mélange de fréquences fi sont reçus, affec-  
tés d'un effet Doppler ; ceci est indiqué sur la Fig. 3 par un  
facteur de Doppler d. Toutes les fréquences arrivant simultané-  
ment, c'est-à-dire celles de l'émission non-identifiable 12 d'ori-  
5 gine fonctionnelle aussi bien que celles du signal d'identifica-  
tion 11, subissent, on le sait, le même décalage Doppler relatif.

Dans l'appareil récepteur 15, on dispose d'un modula-  
teur d'identification 192, qui fournit les états de signal a, b  
correspondant au dernier code en vigueur connu des initiés. A la  
10 sortie de l'analyseur de fréquence fondamentale 28 apparaît la  
fréquence fondamentale fo multipliée par le facteur Doppler ac-  
tuel d. L'allure de cette grandeur de sortie (dfo) constitue ici  
le signal de code 26 ; celui-ci est alors converti, au moyen d'un  
15 multiplicateur de fréquence, côté réception, 202, au même rythme  
que la fréquence fondamentale fo côté émission (dans l'exemple  
représenté, au moyen des facteurs de multiplication n1, n2) puis  
transmis, à l'intérieur d'un convertisseur 29, à l'entrée de ré-  
férence 301 d'un circuit identificateur 30. Le circuit identifica-  
teur 30 reçoit, à sa seconde entrée, en tant que second signal  
20 reçu, directement le mélange de fréquences reçu affecté d'un ef-  
fet Doppler dfi en même temps que la fréquence fondamentale mul-  
tipliée, également affectée d'un effet Doppler, dnfo.

Si le circuit identificateur 30 découvre, dans ce se-  
cond signal d'entrée, une variation de fréquence concordant avec  
25 la variation du signal de code multiplié en fréquence 26, c'est-  
à-dire avec celle du signal présent à son entrée de référence 301,  
alors un signal de confirmation 302 est transmis de la sortie du  
circuit identificateur 30 à un appareil de contrôle 31. Dans ces  
30 conditions, le bâtiment navigant 10 (Fig. 1) dont l'émission non-  
identifiable 12 vient d'être reçue avec le signal d'identifica-  
tion dissimulé 11 est identifié comme étant un bâtiment ami.

Des dispositions spéciales, ayant pour but de tenir  
compte de l'effet Doppler, qui jusqu'à présent, entraînaient une  
complexité énorme pour l'analyse de modèles de comparaison de fré-  
35 quence préterminés affectés différemment de l'effet Doppler, ne  
sont désormais plus nécessaires ; en effet, pour la détection, il  
n'y a plus lieu de recourir à une comparaison avec une fréquence  
(codée côté émission) devant tout d'abord être débarrassée de l'ef-  
fet Doppler ; au contraire, un décalage Doppler présent quelcon-  
40 que, même inconnu, peut subsister dans l'évaluation sans qu'il

soit nécessaire de le traiter spécialement lors de la détection.

Pour les non-initiés (103 sur la Fig. 1) par contre, aucun signal d'identification de ce genre ne semble être dissimulé sous l'émission d'origine fonctionnelle 12 tout au moins pas avec le dernier code en vigueur qui n'est connu que des initiés. En règle générale, des non-initiés tels que le bâtiment 103 ne disposent même pas (dans la mesure où ils ignorent la nature des signaux d'identification 11 échangés entre des initiés) d'un détecteur et d'un comparateur permettant de déceler et de vérifier des signaux d'identification 11 éventuellement présents en plus d'une émission reçue 12.

Au lieu de la multiplication de fréquence du signal de code 26 indiquée sur la Fig. 3, on peut, également, comparer côté réception le mélange de fréquences affecté d'un effet Doppler de l'émission non-identifiable 12 et les fréquences fondamentales multipliées affectées d'un effet Doppler dnfo du signal d'identification 11, après division par les facteurs de multiplication n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub> au rythme du codage, avec le signal de codage 26. Or, au point de vue technique de commutation, la multiplication d'une unique fréquence définie, telle que celle qui est fournie comme signal de code 26 sous la forme de la fréquence fondamentale affectée d'un effet Doppler dfo par l'analyseur de fréquence fondamentale 28, peut être réalisée d'une manière avantageuse.

De préférence, tant côté émission (Fig. 2) que côté réception (Fig. 3), une synchronisation des modes de fonctionnement respectifs des modulateurs d'identification 191, 192 est assurée par l'intermédiaire d'un conducteur de déclenchement 321, 322. Le déroulement du fonctionnement des modulateurs d'identification 191, 192 n'est alors pas déterminé d'une manière fixe (par exemple pour tous les initiés en fonction d'un temps normal) mais il est synchronisé, côté émission comme côté réception, avec la variation de la fréquence fondamentale à coder fo ou de la fréquence fondamentale affectée d'un effet Doppler dfo.

En pratique, côté réception, lors du déchiffrage du signal d'identification 11, il se produit une certaine dispersion de la valeur de la fréquence fondamentale affectée d'un effet Doppler instantané dfo, indépendamment des phénomènes transitaires qui se produisent pendant la transition entre les diverses fréquences fondamentales multipliées en fréquence nfo. En conséquence, avantageusement, côté émission, le déroulement temporel

du codage est choisi de telle manière que plusieurs périodes 1/fo (cf. Fig. 6, courbe e2) de la fréquence fondamentale fo s'écoulent avant chaque passage à un autre facteur de multiplication n (par exemple de n1fo à n3fo en passant par n2fo).

5 En outre, pour éviter de fausses conclusions, l'analyseur de fréquence fondamentale 28 est avantageusement suivi d'un circuit d'optimisation 34 ; celui-ci peut être un simple montage compteur qui, par des méthodes statistiques usuelles dans la technique des communications, échantillonne la fréquence fondamentale affectée d'un effet Doppler dfo instantané détectée et calcule, à partir de valeurs successives dispersées, une valeur moyenne qui est transmise au multiplicateur de fréquence 202 en tant que signal de code 26.

10 Pour réduire, dans toute la mesure du possible, les risques pour un initié de se trahir aux yeux de non-initiés, le signal d'identification 11 est choisi suffisamment faible par rapport au reste de l'émission 12 pour que la présence d'un signal d'identification 11 avec l'émission non-identifiable 12, du côté du dispositif de réception 15, ne puisse être décelée exclusivement que par des moyens de la technique de corrélation. Le circuit identificateur 30, représenté sur la Fig. 3, est alors réalisé sous la forme d'un corrélateur usuel dans la technique des communications et qui, avantageusement, comme les autres montages partiels du dispositif de réception 15, est réalisé suivant 20 la technique digitale et fonctionne, de préférence, comme ce qu'on peut appeler un "corrélateur en temps réel".

25 A l'entrée de référence 301 est injecté le codage en vigueur à chaque instant fourni par le modulateur d'identification 192 dont disposent les initiés. En présence d'une concordance suffisante entre le codage reçu d'un signal d'identification 11 présumé, et le codage prévu, il apparaît à la sortie d'un circuit à seuil 35 monté à la suite du circuit identificateur 30, en tant que résultat de la corrélation, le signal de confirmation 302 destiné à l'appareil de contrôle 31.

30 Avantageusement, pour permettre l'obtention d'un résultat de corrélation clair (signal de confirmation 302), le codage, côté émission, qui joue sur une durée des états de signal a, b (Fig. 2) adaptée à la fréquence fondamentale fo, est choisi de telle manière que, même pour un facteur Doppler d important, 35 (c'est-à-dire pour une augmentation ou pour une réduction considér-

rable de leurs longueurs respectives un chevauchement suffisant de la variation temporelle des états de signal a, b à la sortie du modulateur d'identification, côté réception, 192, avec la variation reçue affectée d'un effet Doppler du signal d'identification 11 reste assuré. Dans le cas particulier où, côté réception, le facteur Doppler d'instantané viendrait à être connu, on peut ne pas tenir compte de cette considération si le modulateur d'identification, côté réception, 192, est commandé, en ce qui concerne la variation temporelle de ses états de signal a, b, en fonction du facteur Doppler d'instantané de telle manière que sa coïncidence avec l'évolution temporelle du codage du signal d'identification reçu affecté d'un effet Doppler 11 soit toujours assurée.

Sur la Fig. 4, on a représenté symboliquement une variante de réalisation de l'invention, destinée comme les précédentes formes d'exécution, à être utilisée dans la technique de la détection sous-marine par les ultra-sons. Dans cette variante, le signal d'identification 11, qui provient normalement du navire de surface 101, au lieu d'être émis par un transducteur d'émission séparé (23 sur la Fig. 2), c'est-à-dire au lieu d'être dissimulé additivement sous l'émission non-identifiable 12, est émis directement par la coque 13 (y compris les hélices de propulsion 14) du navire de surface 101 qui est le siège de vibrations d'origine fonctionnelle et qui, dans ce cas, joue en même temps le rôle du dispositif 22 d'émission du signal d'identification 11. Dans l'exemple d'utilisation représenté sur la Fig. 4, la transmission du signal d'identification 11, du navire de surface 101 a au moins un dispositif de surveillance 36 immergé (éventuellement parmi plusieurs autres) qui constitue un "initié".

Dans cette variante de réalisation de l'invention, le signal d'identification 11 devient identique à l'émission non-identifiable en soi 12, étant donné que cette émission 12 qui est d'origine fonctionnelle est elle-même soumise au codage d'un paramètre préféré. Cette forme d'exécution présente, en particulier, cet avantage que le signal d'identification 11 peut être émis à un niveau optimal, à savoir au niveau global existant de l'émission 12 inévitable pour des raisons fonctionnelles mais non identifiable en soi, et ceci sans mesures spéciales d'adaptation à sa directivité naturelle. Pour des non-initiés, l'émission 12 continue à rester non-identifiable, tandis que des initiés sont en mesure, grâce à leur connaissance du paramètre instantané intéressant

de cette émission 12 et de son codage actuellement en vigueur d'examiner une émission non-identifiable en soi 12 reçue pour vérifier s'il s'agit ou non en même temps du signal d'identification 11 recherché d'un ami.

5 Comme paramètre caractéristique à coder de l'émission non-identifiable en soi 12, dans cet exemple d'exécution préféré de l'invention, on choisit comme précédemment la fréquence fondamentale  $f_0$  que cette émission comprend. Le codage, au moyen duquel une telle émission 12 devient, pour des initiés, le signal 10 d'identification 11, consiste en une légère variation qui, dans cette variante, affecte directement la fréquence fondamentale  $f_0$  comprise dans l'émission non-identifiable 12.

Dans le cas où l'ensemble de la coque 13 du navire de surface 101 avec toutes ses sources de bruit inévitables, joue le rôle du dispositif d'émission 22, la fréquence fondamentale  $f_0$ , ce qu'on pourrait vérifier par des mesures, est essentiellement déterminée par la vitesse de croisière, c'est-à-dire par la vitesse de rotation de la machine de propulsion 16 et, par conséquent, également, des hélices propulsives 14. En conséquence, 20 comme représenté sur la Fig. 4, il est prévu à bord du navire de surface 101 un élément de réglage 182 (tel que, par exemple, une soupape de réglage de pression ou un variateur de fréquence du cycle d'allumage) au moyen duquel la vitesse de rotation ou la fréquence du cycle d'allumage de la machine de propulsion 16 sont 25 soumises à une légère variation au rythme prédéterminé par le modulateur d'identification 191. Pour le codage, on dispose alors, par exemple, de trois états de signal a, b, c différents alternant au rythme prédéterminé ; ces états de signal déterminent par exemple, la vitesse de rotation de la machine de propulsion 16 et, par conséquent, celle des hélices propulsives 14, c'est-à-dire la variation comprise dans l'émission 12 de la fréquence fondamentale entre les valeurs  $f_0$ ,  $f_1$  et  $f_2$  (cf. Fig. 6). Le rythme temporel est prédéterminé par le modulateur d'identification 191. Ainsi, l'émission non-identifiable en soi 12 est elle-même devenue le signal d'identification 11, ce qui est indiqué 30 sur la Fig. 4 par les lignes en trait mixte.

Seuls des initiés, dans l'exemple de la Fig. 4, le dispositif de surveillance immergé 36, disposent d'un dispositif de réception 15 au moyen duquel on peut reconnaître, en présence de 40 l'émission reçue 12, qu'il peut s'agir éventuellement en l'occu-

rence du signal d'identification 11 d'un ami. Sur la Fig. 4, il est prévu de transmettre le signal de confirmation 302, par l'intermédiaire d'un canal de communication 40, à un appareil de contrôle 31 installé à distance et de là, de le retransmettre, par exemple, par radio (antenne 47).

Ici encore, si des non-initiés (103 sur la Fig. 1) sont en mesure de capter l'émission non-identifiable en soi 12 comme telle, ils ne disposent normalement pas d'un dispositif de réception 15 au moyen duquel leur attention pourrait être partiellement attirée sur un paramètre déterminé, tel que, dans l'exemple considéré, la fréquence fondamentale  $f_0$  de cette émission 12 et au moyen duquel ils pourraient alors reconnaître une légère variation, éventuellement présente dans cette émission, de ladite fréquence fondamentale  $f_0$ ; en outre, ils ne disposent pas des informations concernant le code de chiffrage en vigueur du signal d'identification 11.

La coopération du dispositif d'émission 22 (coque de navire 13 et hélices propulsives 14) avec le dispositif de réception 15 et le mode de fonctionnement de ces dispositifs sont représentés sur la Fig. 5 de façon plus détaillée sous forme de schéma symbolique. Le dispositif de réception 15 représenté schématiquement sur la droite de la Fig. 5 comporte, comme précédemment, un transducteur de réception 27, qui capte l'émission non-identifiable en soi 12, et avec elle éventuellement un signal d'identification 11, et la transforme en signaux électriques. Le transducteur de réception 27 est suivi, dans le détecteur 17, de l'analyseur de fréquence fondamentale connu 28. Les lettres entourées d'un cercle renvoient aux diagrammes de la Fig. 6.

Le signal de code 26 apparaissant à la sortie du détecteur 17 présente, dans cette variante, une variation temporelle qui correspond aux fluctuations de la fréquence fondamentale  $f_0$  de l'émission codée reçue 12. Dans le comparateur 29, cette variation est comparée avec la variation temporelle des états de signal a, b, c apparaissant à la sortie du modulateur d'identification 192, c'est-à-dire en tenant compte du code actuellement en vigueur parmi les initiés et, s'il y a concordance, le signal de confirmation 302 est transmis au dispositif de contrôle 31 par le canal de communication 40 qui n'est pas nécessairement constitué par un câble.

40 Pour rendre aussi faibles que possible les risques pour

un initié de se trahir aux yeux de non-initiés, tout en réduisant autant que possible l'effet sur le comportement normal en service du dispositif d'émission (dans le cas du navire de surface 101, il s'agit de sa vitesse de régime normale) on choisit avantageusement 5 l'intervention nécessaire pour le codage, de telle manière que l'existence d'un codage présent dans l'émission 12 ne puisse être décelée du côté du dispositif de réception 15, comme précédemment, que par des moyens de la technique de corrélation. Il suffit alors d'un faible pourcentage de modification de la 10 vitesse de rotation des hélices propulsives 14 et ceci pendant quelques tours seulement pour que, d'une part, du côté de l'initié cette variation puisse être reconnue distinctement comme correspondant au code d'un ami, sans que, d'autre part, il en résulte une perturbation quelconque du comportement fonctionnel général 15 du navire de surface 101.

Dans le cas d'un dispositif d'écoute 36 non surveillé du type de la Fig. 4, le modulateur d'identification 192 peut être incorporé, par exemple, également, d'une manière centrale pour plusieurs dispositifs de réception 15, à une station d'observation commune installée à distance. Le modulateur d'identification 192 peut toutefois également (comme représenté schématiquement sur la Fig. 5) être incorporé au dispositif de réception 20 15 et être commuté, par exemple par l'intermédiaire d'un sélecteur de programme 39 (ou au moyen de signaux de télécommande, 25 par exemple par l'intermédiaire des antennes 47 et du canal de communication 40) sur le dernier code en vigueur parmi les initiés.

Dans le cas où pour des raisons fonctionnelles (par exemple en cas d'arrêt de l'appareil propulsif) on ne disposeraient 30 à un moment donné d'aucune émission 12 alors que, néanmoins, un signal d'identification 11 doit impérativement être transmis à des initiés, il est avantageusement prévu en plus du dispositif d'émission 22 dont la présence est systématique (dans l'exemple du navire de surface 101 de la Fig. 4, ce dispositif est constitué 35 par l'ensemble de la coque 13 y compris les hélices propulsives 14) un dispositif d'émission supplémentaire 41 connecté à un générateur de bruit 42 (cf. Fig. 4 et 5, à gauche). Le générateur de bruit 42 fournit un spectre qui concorde avec celui de l'émission non-identifiable 12 type et naturelle, et présente la 40 même fréquence fondamentale type d'origine fonctionnelle  $f_0$ . Le

générateur de bruit 42 est connecté au modulateur d'identification 191, par l'intermédiaire d'un inverseur 43 ; ici encore, des fluctuations de la fréquence fondamentale au rythme du code actuellement en vigueur caractérisent le signal d'identification 11 qui est dans ce cas simulé artificiellement, du fait que le modulateur d'identification 191 agit sur la fréquence fondamentale  $f_0$  comprise dans l'émission 12 simulée non-identifiable.

Pour rendre cette émission 12 artificielle aussi semblable que possible à l'émission 12 naturelle, il est avantageux 10 de réaliser le générateur de bruit 42 (cf. Fig. 5 à gauche) sous la forme d'un générateur de fréquence 44 pour la fréquence fondamentale  $f_0$  qu'on désire faire varier en fonction du code et d'un filtre d'adaptation 21 au moyen duquel les propriétés de vibration du dispositif d'émission original 22 sont simulées, comme 15 dans le cas de la Fig. 1.

Le générateur de fréquence 44 est agencé de telle manière qu'il fournit, outre une fréquence fondamentale  $f_0$  sur laquelle on peut agir, un certain spectre d'harmoniques. Des essais sur modèle ont démontré que la composante d'harmoniques d'un 20 générateur de signaux rectangulaires à fréquence réglable, par exemple, sous la forme matérielle d'un simple multivibrateur astable, sur le temps de basculement duquel on peut agir, suffit déjà largement pour obtenir, en combinaison avec le filtre d'adaptation 21, une simulation extrêmement réaliste de l'émission non- 25 identifiable naturelle 12.

Comme, en particulier dans le cas d'un navire de surface 101, le niveau de l'émission 12 dépend, également, du régime de croisière instantané, pour rendre l'émission non-identifiable 12 artificielle encore plus semblable aux conditions réelles, le 30 générateur de fréquence 44 est avantageusement suivi d'un amplificateur réglable 45, dans lequel est injectée, à partir d'un simulateur de navigation 46, une grandeur de réglage qui correspond à un régime de croisière simulé instantané. La génération de cette grandeur de réglage peut être associée à la sortie du modulateur d'identification 191 pour assurer, lors de la simulation, les mêmes variations de niveau de l'émission non-identifiable 12 que celles qui, dans la réalité, sont déjà éventuellement assurées par la seule variation de la fréquence fondamentale  $f_0$ .

Le dispositif d'émission supplémentaire 41 lui-même 40 est un transducteur d'énergie qui convertit la tension de sortie

du générateur de bruit 42 en une émission non-identifiable en soi mais codée 12. Dans le cas de l'utilisation de l'invention dans un navire de surface 101, le dispositif d'émission supplémentaire 41 est, comme le dispositif d'émission 22 de la Fig. 1, une base 5 sonar comportant éventuellement un dispositif de détermination de direction 24 et un amplificateur 25.

Le mode de fonctionnement inversé de l'exemple représenté sur les Fig. 4 et 5 présente, également, un intérêt pratique : si, par exemple, une information de position ou autre doit 10 être transmise subrepticement au navire de surface 101 en tant qu'initié, alors ce navire est muni du dispositif de réception 15 qui détecte le signal de code 26 chaque fois que des dispositifs d'émission 22 immergés sont balayés par une émission qui, aux yeux des non-initiés, apparaît comme non-identifiable. Le dispositif de réception 15 est alors, comme dans le cas du sous-marin 15 102 de la Fig. 1, connecté à un montage récepteur sonar qui, en règle générale, est de toute façon présent, de sorte qu'il suffit d'ajouter les moyens relativement modestes nécessaires à la détection du signal de code 26 à l'équipement de signalisation de 20 toute façon présent des installations sonar pour profiter des avantages de l'invention. Les frais supplémentaires encourus sont encore souvent réduits grâce au fait que les installations de localisation modernes coopèrent, généralement, avec des calculateurs qui peuvent assurer sans difficulté, en tant que tâche auxiliaire, 25 l'exécution de l'analyse de fréquence et la corrélation nécessaires à la détection de signaux d'identification suivant l'invention, de sorte que, dans ce cas, il n'est pas nécessaire de recourir à des moyens supplémentaires, entrant en ligne de compte au point de vue technique des appareils, pour la mise en œuvre pratique de 30 l'invention.

Pour les exemples d'utilisation de l'invention décrits ci-dessus, on a choisi les conditions qui règnent dans la navigation maritime car, dans ce cas, il existe un besoin particulier de créer, par rapport à l'état existant de la technique, des procédés d'identification ami-ennemi plus efficaces, d'un plus grand rendement et ne comportant pour l'initié que de faibles risques de se trahir. Toutefois, en principe, on peut également envisager d'autres cas d'utilisation, par exemple dans les engins de navigation aérienne et dans les véhicules terrestres. Enfin, l'émission non-identifiable n'est pas nécessairement constituée par de 40

l'énergie sonore et le paramètre à coder n'est pas nécessairement une fréquence fondamentale ; toute autre forme d'énergie présente pour des raisons fonctionnelles mais qui, au point de vue identification ami-ennemi, ne suffit normalement pas en soi pour 5 fournir des indications, peut être utilisée à condition que là aussi, d'une manière correspondant à l'exemple d'exécution décrit ci-dessus en ce qui concerne la technique de la détection sous-marine par les ultra-sons, une variation cachée aux yeux des non-initiés d'un paramètre généralement compris dans l'émission non- 10 identifiable mais normalement invisible d'après celle-ci et sur lequel on peut agir, soit effectuée et ne puisse être analysée, c'est-à-dire interprétée comme signal d'identification déterminant que par des initiés.

La variation de ce paramètre ne s'effectue pas nécessairement en fonction du temps ; un codage en fonction d'événements peut être effectué tout aussi facilement et peut s'avérer encore plus difficile à déceler par des non-initiés. Sur les Fig. 4 et 5, cette particularité est indiquée par le fait que le 15 sélecteur de programme 39 commutant le codage fourni par le modulateur d'identification 191 ou 192 est actionné par des moyens appartenant à la technique de la télécommande, par exemple par 20 radio (par l'intermédiaire des antennes 47).

Toutefois, en raison de sa possibilité de réalisation simple et, également, de sa possibilité de détection sûre, la variation temporelle d'une fréquence fondamentale  $f_0$  doit être considérée comme l'exemple d'utilisation préféré de l'invention. Des analyseurs de fréquence fondamentale 28 fonctionnellement fiables et très sensibles, qui détectent et indiquent, à partir d'un mélange de fréquences quelconque capté au cours d'une durée de 25 traitement T (cf. Fig. 6) et, éventuellement, temporairement mémoisé, la fréquence fondamentale éventuellement contenue dans ce mélange, sont connus dans la technique des communications sous 30 des formes d'exécution diverses.

Il est particulièrement avantageux d'utiliser pour la 35 réalisation de l'invention, dans le dispositif de réception 15, un analyseur dit "de Cepstrum" 281 comportant un détecteur de maximum 282 comme analyseur de fréquence fondamentale 28 (cf. Fig. 5). Il est connu que, dans cet analyseur, on peut déterminer la transformée de Fourier du bruit d'émission à étudier. L'équivalent logarithmique du spectre est soumis à une transformation 40

de Fourier inverse (c'est-à-dire à une reconversion du domaine fréquence dans le domaine temps) ; on obtient ainsi une variation de tension en fonction du temps qui présente un maximum nettement marqué au bout d'un certain intervalle de temps  $t_0$  après le début 5 de la durée de traitement  $T$  (diagramme  $h$  de la Fig. 6). A la sortie de l'analyseur de Cepstrum 281 est branché (voir Fig. 5) le détecteur de maximum 282 qui indique après quel intervalle de temps  $t_0$ , la première crête nettement marquée de la variation de 10 la tension en fonction du temps apparaît. Cet intervalle de temps  $t_0$  est représentatif de la fréquence fondamentale  $f_0$  instantanée ou de la fréquence fondamentale affectée d'un effet Doppler  $d_f_0$  de l'émission reçue 12.

Le mode de fonctionnement d'un tel analyseur de Cepstrum 281 est décrit de façon détaillée dans différents documents 15 de la littérature technique spécialisée ; étant donné que l'utilisation d'un analyseur de Cepstrum 281, comme analyseur de fréquence fondamentale 28, permet une réalisation particulièrement avantageuse de l'invention et ceci en raison de la possibilité de résolution particulièrement bonne en ce qui concerne la fréquence fondamentale  $f_0$  instantanée contenue dans l'émission 12, 20 on a résumé son mode de fonctionnement ci-après en se référant à la Fig. 6, à la lumière de représentations de principe non à l'échelle pour ce qui concerne le cas d'utilisation d'un signal d'identification 11 suivant les Fig. 4 et 5.

25 Sur la Fig. 6 est représenté schématiquement, sous la forme du diagramme  $e_1$ , un exemple choisi en connaissance de cause de l'émission non-identifiable en soi 12 captée pendant une durée de traitement  $T$  par le transducteur de réception 27. Cette émission 12 représente le signal d'identification recherché 11 d'un ami si la fréquence fondamentale  $f_0$  y varie en fonction du temps 30 suivant un code prédéterminé par le modulateur d'identification (191 ou 192 sur la Fig. 5) (par exemple suivant le diagramme  $e_2$ ).

D'après la courbe amplitude-temps apparaissant à la sortie du transducteur de réception 27 (diagramme  $e_1$ ), le signal 35 d'identification 11 avec son codage caractéristique n'est pas encore identifiable ; en effet, le signal d'identification 11, dans l'exemple d'exécution des Fig. 4 et 5, n'est plus superposé linéairement à l'émission non-identifiable 12, mais bien caractérisé par la fréquence fondamentale fluctuante  $f_0$  de l'émission 12 elle-même. Cette fréquence fondamentale  $f_0$ , à laquelle le dispositif 40

d'émission 22 est excité en tant que système oscillant est couplée multiplicativement dans le domaine fréquence avec le comportement vibratoire de la coque 13 et des hélices propulsives 14 du navire (loi de convolution de la théorie systématique des réseaux linéaires).

Au cours du premier pas de traitement, l'analyseur de Cepstrum 281 convertit la fonction de temps considérée pendant la durée de traitement T (diagramme e1), par transformation de Fourier, en une fonction de fréquence (diagramme g1) dans laquelle, comme raies spectrales, sont contenues toutes les fréquences de mélange présentes dans l'émission reçue 12 pendant la durée de traitement T, à savoir les fréquences fondamentales  $f_0$ ,  $f_1$ ,  $f_2$  et leurs harmoniques qui sont, néanmoins encore toutes couplées multiplicativement avec la caractéristique d'oscillation propre de l'ensemble du dispositif d'émission actif 22 et, comme tels, ne sont encore pas identifiables. Par conversion sous forme logarithmique des grandeurs d'amplitude de cette fonction de fréquence, on obtient une subdivision des composantes d'oscillation initialement couplées multiplicativement en deux fonctions de fréquence superposées additivement (diagramme g2), dans lesquelles la fréquence, à chaque instant la plus basse, à savoir la fréquence fondamentale  $f_0$ ,  $f_1$  ou  $f_2$  de l'excitation instantanée est celle qui est le plus marquée. Une transformation de Fourier inverse de cette fonction de fréquence exprimée sous forme logarithmique (diagramme g2) fournit une nouvelle fonction de temps (diagramme h) qui, en partant d'une amplitude initiale au début de la durée de traitement T, présente tout d'abord une variation décroissante (car le traitement des signaux antérieur, considéré mathématiquement, est une corrélation modifiée) puis croît à nouveau et passe pour la première fois par un maximum après un intervalle de temps  $t_0$ .

L'intervalle de temps  $t_0$  est caractéristique de la fréquence fondamentale instantanée  $f_0$ , ou  $f_1$  ou  $f_2$ , contenue dans l'émission 12. Des variations de cet intervalle de temps  $t_0$ , par exemple de la manière représentée sur la Fig. 6, entre deux valeurs, sont synchronisées avec des variations de la fréquence fondamentale entre les valeurs  $f_0$ ,  $f_1$  et  $f_2$  et, par conséquent, avec le codage effectué avant le dispositif d'émission 22 (Fig. 4 ou Fig. 5).

Si le mélange de fréquences à analyser contient des harmoniques nettement marqués de la fréquence fondamentale  $f_0$ , ou  $f_1$ ,

ou  $f_2$ , alors la fonction de temps présente d'autres maximums (diagramme h) qui caractérisent ces harmoniques nettement marqués. Il est, en conséquence, prévu entre un analyseur de Cepstrum 281, qui sert d'analyseur de fréquence fondamentale 28, et 5 le détecteur de maximum 282, un circuit à fenêtre de temps 283 (voir Fig. 5) qui ne capte que l'intervalle de temps  $t_0$  du premier passage au maximum et le transmet au détecteur de maximum 282. Avec le circuit à fenêtre de temps 283, on dispose ainsi à l'avance d'une période d'attente  $T_0$ , pendant la durée de laquelle on 10 peut s'attendre à voir apparaître (par exemple, pour des plages de rotation connues, en ce qui concerne les hélices propulsives 14 du navire de surface intéressant 101 de la Fig. 4) l'intervalle de temps  $t_0$  comme caractéristique de la fréquence fondamentale  $f_0$ , ou  $f_1$ , ou  $f_2$ .

15 Selon le montage du détecteur de maximum 282, qui correspond lui-même au traitement de signaux ultérieur prévu à l'avance, il apparaît alors à la sortie de ce détecteur (ou à la sortie du circuit d'optimisation 34 de compensation de variations statistiques monté à la suite) une information digitale ou 20 analogique indiquant au bout de quel intervalle de temps  $t_0$  après le début de la durée de traitement  $T$  actuelle apparaîtra le premier maximum de la fonction de temps à la sortie de l'analyseur de Cepstrum 281. Une fonction de sortie analogique présente alors, par exemple, une courbe amplitude-temps analogue au diagramme e2 25 de la Fig. 6. Cette courbe représente le codage contenu dans l'émission reçue 12 et constitue, dans cette réalisation préférée de l'invention, pour les initiés, le signal de code 26, qui identifie le dispositif d'émission 22 reçu à un moment donné comme appartenant à un ami s'il correspond au code en vigueur convenu 30 entre les initiés.

Les effets Doppler ne jouent plus car, contrairement au cas du signal d'identification 11 des Fig. 1 à 3, on évalue maintenant, avec les fréquences fondamentales, un signal de très basse fréquence et de bande étroite au point de vue codage. Pour un 35 même décalage Doppler relatif (facteur Doppler  $d$  sur la Fig. 3), le décalage absolu des fréquences fondamentales très basses  $f_0$ ,  $f_1$ ,  $f_2$  est moins grand ; la période d'attente pré-déterminée  $T_0$  n'est ainsi pas dépassée et de faibles fluctuations dues à l'effet Doppler, qui de toute façon ne masquent pas le codage, peuvent 40 être compensées par le circuit d'optimisation 34 (Fig. 5) de la

même manière que des fluctuations d'une autre nature.

Dans la technique de la commutation, il est connu d'effectuer des analyses de fréquence fondamentale et, en particulier, l'analyse de Cepstrum, au moyen de montages digitaux. A cet effet, 5 d'une manière connue en soi, l'évolution temporelle de l'émission reçue 12 (diagramme e1 sur la Fig. 6) est analysée, convertie en valeurs digitales et évaluée dans des circuits de calcul. Cette technique, ainsi que d'autres possibilités qui sont utilisables, dans le cadre de l'invention, pour l'exécution du déchiffrage, c'est-à-dire pour le montage d'un détecteur 17, sont connues 10 dans la littérature technique et sont, par exemple, décrites ou citées dans les articles suivants : "Short-Time Spectrum and Cepstrum Techniques for Vocal-Pitch Detection", A.M. Moll dans "Jasa", volume 36, N° 2, 1964, pages 296 et suivantes ; "Implementation of a Pitch Extractor of the Double-Spectrum-Analysis Type", M.R. Weiss et R.P. Vogel dans "Jasa", volume 40, N° 3, 15 1966, pages 657 et suivantes ; "Period Histogram and Product Spectrum : New Methods for Fundamental Frequency Measurement", M.R. Schroeder dans "Jasa", volume 43, N° 4, 1968, pages 829 et 20 suivantes.

On connaît, également, de petits calculateurs disponibles dans le commerce, qui sont déjà pré-programmés de telle manière qu'ils peuvent être utilisés avantageusement pour la réalisation de l'invention comme analyseurs de fréquence fondamentale 25 le 28 fonctionnant suivant l'un des modèles mathématiques connus, par exemple, l'analyse de Cepstrum ; on peut citer, notamment, le calculateur connu sous la désignation commerciale d'Analyseur de Fourier type 5451A, de la firme Hewlett-Packard.

Comme déjà décrit à propos des Fig. 2 et 3, il est également avantageux, dans le cas d'un signal d'identification 30 suivant les Fig. 4 et 5, de s'assurer qu'une variation de la fréquence fondamentale instantanée, par exemple de  $f_1$  à  $f_2$  en passant par  $f_0$  au rythme prédéterminé par le modulateur d'identification 191, ne se produit, dans chaque cas particulier, qu'après 35 l'écoulement de plusieurs périodes  $1/f_0$ . Le circuit d'optimisation 34, qui ici encore est, de préférence, un simple circuit de calcul, prend en charge, par des méthodes statistiques courantes dans la technique des communications, les fréquences fondamentales individuelles  $f_0$ ,  $f_1$ ,  $f_2$  captées à chaque instant et 40 calcule, pour des valeurs dispersées de ces fréquences, des va-

leurs moyennes par rapport auxquelles la variation est définie comme représentant le codage instantané et, par conséquent, éventuellement le signal d'identification 11. Des variations de vitesse éventuelles et, par conséquent, des effets Doppler fluctuants sur les fréquences fondamentales reçues intéressantes  $f_0$ ,  $f_1$ ,  $f_2$  sont ainsi, comme précédemment décrit, immédiatement éliminés.

REVENDICATIONS

1.- Procédé de transmission, dans la mesure du possible à l'insu des non-initiés, de signaux d'identification, d'un dispositif d'émission à des dispositifs de réception appartenant à des initiés avec chiffrage suivant un code choisi à l'avance et connu des seuls initiés, du signal d'identification émis et avec détection et codage du signal d'identification reçu, dans le dispositif de réception de chaque initié, par génération d'un signal de code destiné à être comparé avec le code de chiffrage en vigueur, connu des initiés, tandis que le signal d'identification émis par le dispositif d'émission présente une caractéristique de niveau et de fréquence orientée par rapport à une autre émission de telle manière que ledit signal d'identification soit compris entre des limites prédéterminées par ladite autre émission, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'au moins un paramètre, contenu dans l'émission non-identifiable (12) mais qui, comme tel, n'est ni indicatif ni directement identifiable à l'intérieur de cette émission (12), de ladite émission (12) elle-même, est soumis à une variation en fonction du code en vigueur et est transmis, comme signal d'identification (11), tandis que, dans le dispositif de réception (15), à l'aide de moyens de traitement de signaux connus en eux-mêmes permettant la détection des paramètres correspondants, connus des initiés, et contenus dans l'émission non-identifiable en soi (12) reçue, le signal de code (26) est extrait.

2.- Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on choisit, comme émission non-identifiable (12), celle qui de toute façon est inévitable pour des raisons fonctionnelles.

3.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le paramètre de l'émission (12) soumis au codage est constitué par au moins une fréquence.

4.- Procédé suivant la revendication 3, caractérisé en ce que la fréquence est une fréquence fondamentale ( $f_0$ ) dominante du spectre de l'émission non-identifiable (12).

5.- Procédé suivant la revendication 4, caractérisé en ce que le codage de la fréquence fondamentale ( $f_0$ ) s'effectue par multiplication de fréquence, consistant à multiplier la fréquence fondamentale ( $f_0$ ) par des facteurs de multiplication entiers ( $n_1$ ,  $n_2$ ), le résultat étant ensuite dissimulé sous l'émission non-identifiable (12) et transmis en tant que signal d'identification

(11).

6.- Procédé suivant la revendication 5, caractérisé en ce que la fréquence fondamentale multipliée ( $n_1 fo$ ,  $n_2 fo$ ) avant d'être transmise en tant que signal d'identification (11) est adaptée au point de vue spectre et niveau à l'émission non-identifiable (12).

7.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1, 5 et 6, caractérisé en ce que, côté réception, par analyse de la fréquence fondamentale, le signal de code (26) est extrait d'un mélange de fréquences (fi) de l'émission non-identifiable (12) et de fréquences du signal d'identification (11) et en ce que le signal de code (26), après multiplication de fréquence en fonction du code connu des initiés, est comparé avec l'ensemble du mélange de fréquences reçu (fi) de l'émission non-identifiable (12) et des fréquences du signal d'identification (11), pour déterminer si des composantes de fréquence variant de la même manière y sont contenues.

8.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on fait varier l'émission non-identifiable en soi (12) elle-même en fonction du code prédéterminé, sur un ou plusieurs paramètres, et en ce que cette émission (12) munie de paramètres codés est en même temps utilisée dans son ensemble comme signal d'identification (11), tandis que, dans les dispositifs de réception (15), à l'aide de moyens de mesure et de traitement de signaux connus en eux-mêmes permettant la détection de la variation précisément de ces paramètres connus des initiés, on extrait un signal de code (26), caractérisé par le codage instantané, côté émission, des paramètres de l'émission (12).

9.- Procédé suivant la revendication 8, caractérisé en ce que le codage consiste en une légère variation des paramètres de l'émission (12) au rythme du codage prédéterminé (fréquences fondamentales  $fo$ ,  $f_1$ ,  $f_2$ ) avec lequel l'émission (12) est en même temps rayonnée en tant que signal d'identification (11).

10.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 8 et 9, caractérisé en ce qu'on effectue une simulation de l'émission non-identifiable en soi (12) d'origine fonctionnelle, si celle-ci fait momentanément défaut et en ce que, lors de cette simulation, il se produit une variation d'un paramètre choisi qu'elle contient et qui y domine, de préférence, une fréquence fondamentale ( $fo$ ), en fonction du code prédéterminé avant que l'é-

mission simulée (12) soit rayonnée par l'intermédiaire d'un dispositif d'émission supplémentaire (41) comme signal d'identification (11).

11.- Procédé suivant l'une quelconque des revendications 5 8, 9 et 10, caractérisé en ce que l'émission reçue (12) qui contient au moins une fréquence fondamentale ( $f_0$ ) comme paramètre codé, est soumise à une analyse de fréquence fondamentale et est identifiée comme étant le signal d'identification (11) recherché si des fréquences fondamentales ( $f_1, f_0, f_2$ ) variant suivant le 10 code connu des initiés, y sont contenues, fréquences dont la variation est représentée par le signal de code (26) en vue de la comparaison avec le codage prédéterminé.

12.- Montage pour la mise en œuvre du procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2, pour la transmission, 15 autant que possible à l'insu de non-initiés, de signaux d'identification, à partir d'un dispositif d'émission et vers des dispositifs de réception appartenant à des initiés, le signal d'identification comportant des limites qui sont déterminées à l'avance par l'émission non-identifiable, ledit montage comportant un 20 modulateur d'identification disposé devant le dispositif d'émission et, dans chaque dispositif de réception, un autre modulateur d'identification, qui coopère avec un détecteur, celui-ci fourni 25 ssant un signal de code à un comparateur, ledit montage étant caractérisé en ce que, devant le dispositif d'émission (22) est prévu un élément de réglage (181 ou 182) propre à assurer une variation d'au moins l'un des paramètres de l'émission (12), et en ce que l'élément de réglage (181 ou 182) est commandé par le modulateur d'identification (191), tandis que, dans chaque dispositif de réception (15), un détecteur (17) est monté à la suite 30 d'un transducteur de réception (27) qui fournit à sa sortie un signal de code (26) représentant les paramètres intéressants de l'émission reçue (12), et tandis que le modulateur d'identification, côté réception, (192) est branché sur le comparateur (29), qui fournit à sa sortie un signal de confirmation (302) lorsqu'un 35 signal d'identification (11) a été reçu.

13.- Montage suivant la revendication 12, caractérisé en ce que, côté émission, est prévu un appareil de mesure (18) qui capte les paramètres actuels à coder de l'émission (12) et qui est monté devant l'élément de réglage (181).

40 14.- Montage suivant l'une quelconque des revendications

12 et 13, pour la mise en oeuvre du procédé suivant l'une quelconque des revendications 3 et 4, caractérisé en ce que l'élément de réglage (181 ou 182) est agencé en vue d'assurer la variation d'au moins une fréquence en tant que paramètre à coder de l'émission non-identifiable (12), paramètre qui est avantageusement la fréquence fondamentale (fo) de cette émission.

15.- Montage suivant la revendication 13, caractérisé en ce que l'appareil de mesure (18) est un appareil analysant l'émission (12) au point de vue du paramètre à coder, qui est de préférence une fréquence fondamentale (fo).

16.- Montage suivant la revendication 13, caractérisé en ce que l'appareil de mesure (18) est un transducteur de mesure qui détermine la périodicité de l'excitation présente lors de la génération de l'émission (12), de préférence la fréquence fondamentale (fo) de celui-ci, appareil dont le signal de sortie présente ladite fréquence.

17.- Montage suivant la revendication 16, pour la mise en oeuvre du procédé suivant la revendication 5, caractérisé en ce que l'élément de réglage (181) est un convertisseur de fréquence.

20 18.- Montage suivant la revendication 17, caractérisé en ce que l'élément de réglage (181) est agencé en multiplicateur de fréquence (201) avec un facteur de multiplication (n) qui peut être choisi à l'avance à des valeurs diverses, en ce que l'élément de réglage (181) est précédé du modulateur d'identification (191) 25 de manière à fournir à sa sortie alternativement des facteurs de multiplication différents (n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub>) en fonction des états de signe (a, b, c) et en ce que l'élément de réglage (181) est suivi d'un transducteur émetteur (23) qui constitue le dispositif d'émission (22).

30 19.- Montage suivant la revendication 18, caractérisé en ce que la séquence des états de signal (a, b, c) à la sortie des modulateurs d'identification (191, 192) peut être commutée en fonction d'un programme indiqué à l'avance à tous les initiés, au moyen d'un commutateur de programme (39).

35 20.- Montage suivant la revendication 19, caractérisé en ce que la commutation de la séquence des états de signal (a, b, c) à la sortie des modulateurs d'identification (191, 192) est fonction du temps.

21.- Montage suivant la revendication 19, caractérisé 40 par une commande en fonction d'évènements de la commutation de la

séquence des états de signal (a, b, c).

22.- Montage suivant l'une quelconque des revendications 12 et 18, caractérisé en ce qu'il est prévu un conducteur de déclenchement (321 ou 322) pour assurer une commande du modulateur d'identification (191 ou 192) en fonction des variations 5 du paramètre à coder ou codé.

23.- Montage suivant la revendication 18 pour la mise en oeuvre du procédé suivant la revendication 6, caractérisé en ce qu'entre l'élément de réglage (181) et le dispositif d'émission (22) sont prévus un filtre d'adaptation (21) et un dispositif de détermination de direction (24).

24.- Montage suivant la revendication 23, caractérisé en ce que le filtre d'adaptation (21) présente un comportement passe-bande à l'égard de la caractéristique de vibration d'un bâtiment à simuler (bâtiment navigant 10).

25.- Montage suivant l'une quelconque des revendications 12 et 24, caractérisé en ce que l'émission non-identifiable (12) est constituée par de l'énergie sonore transmise sous l'eau et en ce que le transducteur émetteur (23), avec le dispositif de détermination de direction (24) monté devant lui, constitue une base émettrice sonar, tandis que le transducteur récepteur (27) du dispositif de réception (15) constitue une base réceptrice sonar de bâtiments navigants (10).

26.- Montage suivant l'une quelconque des revendications 16 et 23, caractérisé en ce que l'appareil de mesure (18) fournit un signal de forme d'onde rectangulaire et d'une fréquence égale à la fréquence fondamentale ( $f_0$ ) contenue dans l'émission (12), et en ce que l'élément de réglage (181) est un multiplicateur de fréquence (201, de préférence formé de bascules digitales, à facteurs multiplication entiers pouvant être choisis de différentes valeurs ( $n_1, n_2$ )).

27.- Montage suivant la revendication 14, caractérisé en ce qu'à l'intérieur du dispositif de réception (15), le détecteur (17) est réalisé sous la forme d'un analyseur de fréquence fondamentale (28) monté à la suite d'un transducteur récepteur (27) et avantageusement réalisé suivant la technique de l'analyseur de Cepstrum (281) connu comme tel, avec un détecteur de maximum (282) monté à la suite de ce dernier, ainsi qu'un circuit à fenêtre de temps (283) qui indique à l'avance une période d'attente 40 ( $T_0$ ) et un circuit d'optimisation (34) qui permet de déterminer

une courbe de valeur moyenne à partir de résultats dispersés de l'analyse de fréquence, en tant que signal de code (26).

28.- Montage suivant la revendication 12, caractérisé en ce que le comparateur (29) est constitué par un circuit d'identification (30), se présentant de préférence sous la forme d'un corrélateur en temps réel, suivi d'un circuit à seuil (35), auquel sont connectés le modulateur d'identification (192) et le détecteur (17), fournissant le signal de code (26), et qui présente à sa sortie, en cas de concordance entre le codage instantané indiqué à l'avance par le modulateur d'identification (192) et le codage d'un signal d'identification (11) reçu, un signal de confirmation (302) pour la commande d'un appareil de contrôle (31).

29.- Montage suivant la revendication 28, pour la mise en oeuvre du procédé suivant la revendication 7, caractérisé en ce qu'à l'intérieur du comparateur (29) le signal de code (26) apparaissant à la sortie du détecteur (17) est appliqué à un multiplicateur de fréquence (202) commandé par le modulateur d'identification (192), tandis que la sortie de ce multiplicateur de fréquence (202) qui présente des facteurs de multiplication sélectivement utilisables ( $n_1, n_2$ ) est reliée à une entrée de référence (301) du circuit d'identification (30), à l'autre entrée duquel est connecté le transducteur récepteur (27).

30.- Montage suivant la revendication 28, pour la mise en oeuvre du procédé suivant la revendication 8, caractérisé en ce que, côté émission, l'élément de réglage (182), commandé par le modulateur d'identification (191), agit directement sur des paramètres prédéterminés des excitations déterminant l'émission non-identifiable en soi (12) (machine de propulsion 16) et en ce que, dans le dispositif de réception (15), le transducteur récepteur (27) est suivi du détecteur (17) qui fournit au comparateur (29) le signal de code (26), tandis qu'à une seconde entrée du comparateur (29) est relié le modulateur d'identification côté réception (192).

31.- Montage suivant la revendication 30, pour la mise en oeuvre du procédé suivant l'une quelconque des revendications 9 et 11, caractérisé en ce que le modulateur d'identification (191) est relié, par l'intermédiaire de l'élément de réglage (182), à la machine de propulsion (16) d'un bâtiment, de préférence un bâtiment navigant (10), pour faire varier la vitesse de rotation de cette machine.

32.- Montage suivant la revendication 12, pour la mise en oeuvre du procédé suivant la revendication 10, caractérisé en ce que, côté émission, entre le modulateur d'identification (191) et l'élément de réglage (182) est prévu un inverseur (43), au moyen duquel les états de signal (a, b, c) apparaissant à la sortie du modulateur d'identification (191) peuvent être transmis sélectivement, soit à l'élément de réglage (182), soit à un générateur de bruit (42), celui-ci étant suivi d'un dispositif d'émission supplémentaire (41), de préférence précédé d'un filtre d'adaptation (21) et d'un dispositif de détermination de direction (24).

33.- Montage suivant la revendication 32, caractérisé en ce qu'entre un générateur de fréquence (44) de fréquence fondamentale ajustable ( $f_0$ ) et le dispositif d'émission supplémentaire (41) est prévu un amplificateur commandé (45) à l'entrée de commande duquel est connecté un simulateur de navigation réglable (46).

34.- Montage suivant la revendication 33, caractérisé en ce que le simulateur de navigation (46) est connecté, par l'intermédiaire d'une entrée de commande, à la sortie du modulateur d'identification côté émission (191).

35.- Montage suivant la revendication 12, caractérisé en ce que le dispositif de réception (15) fait partie d'un dispositif de surveillance fixe (36) et est connecté, par l'intermédiaire d'un canal de communication (40), associé aux signaux de confirmation (302), à un appareil de contrôle (31).

36.- Montage suivant la revendication 19, caractérisé en ce que les commutateurs de programme (39) peuvent être actionnés par l'intermédiaire d'un dispositif de télécommande (antenne 47).

FIG. 1

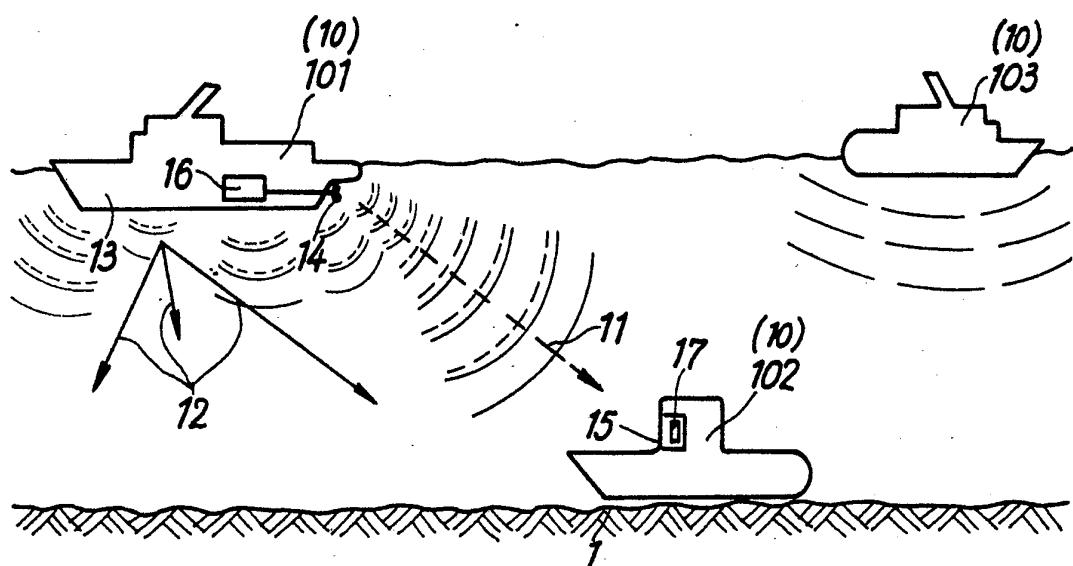
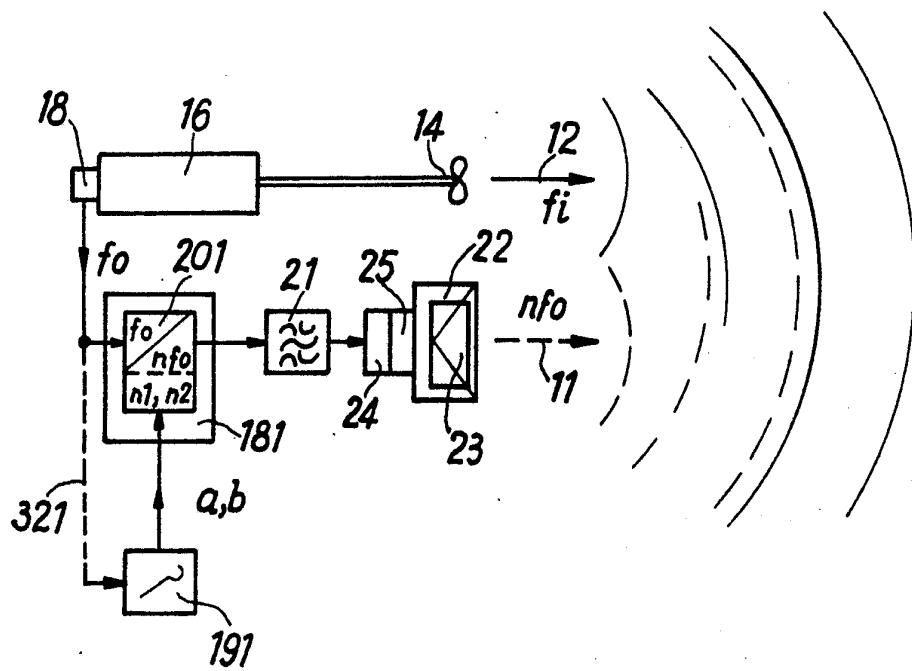


FIG. 2



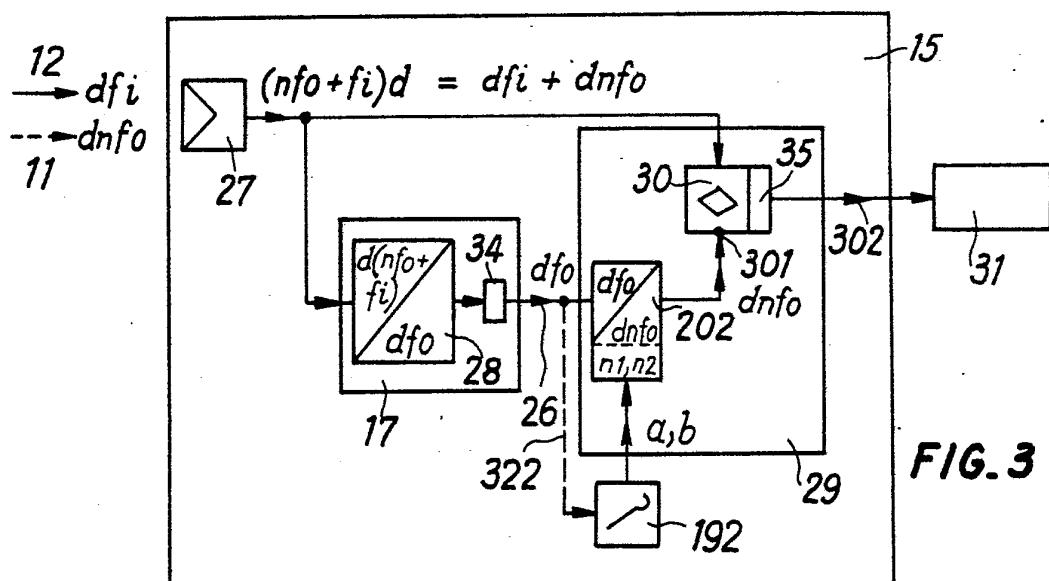


FIG. 3

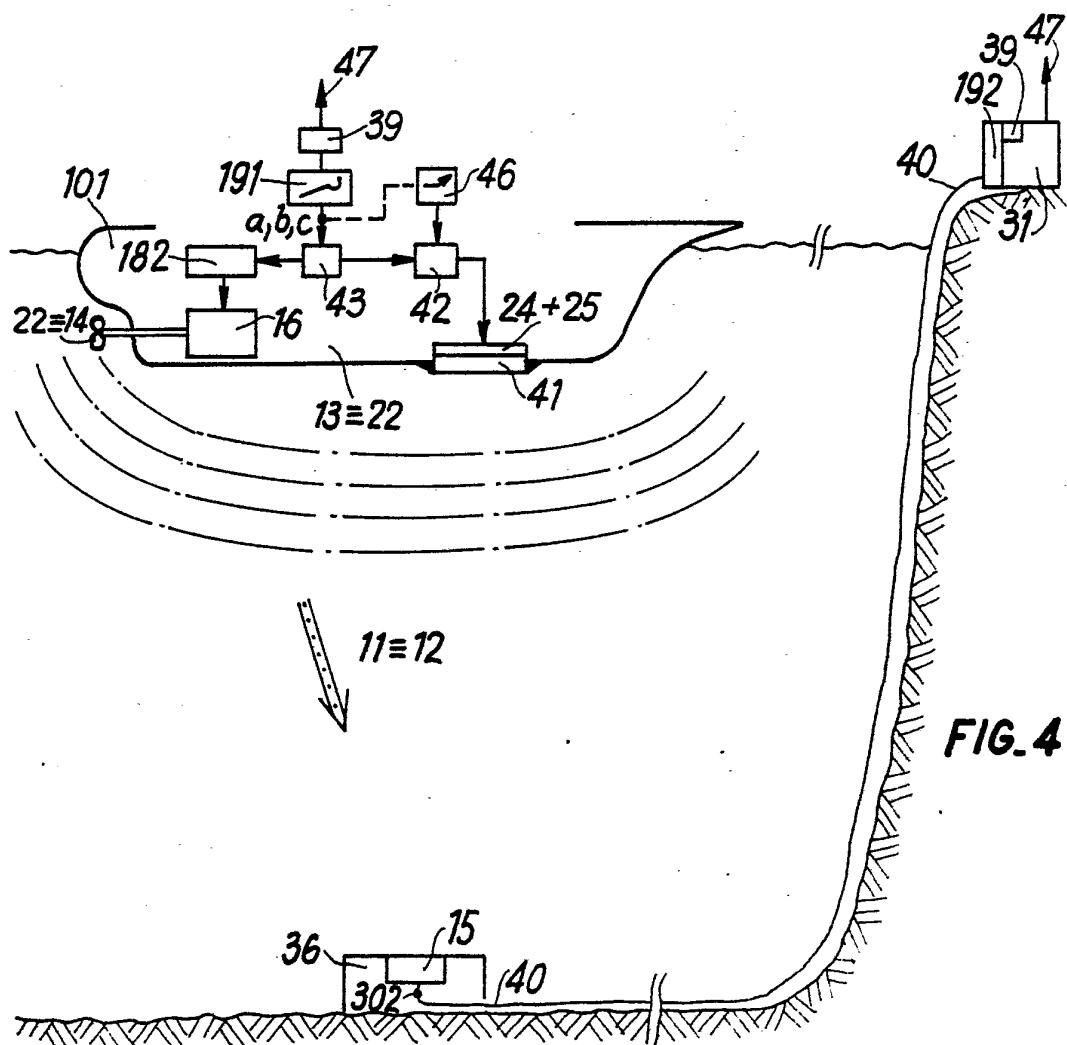


FIG. 4

FIG. 5

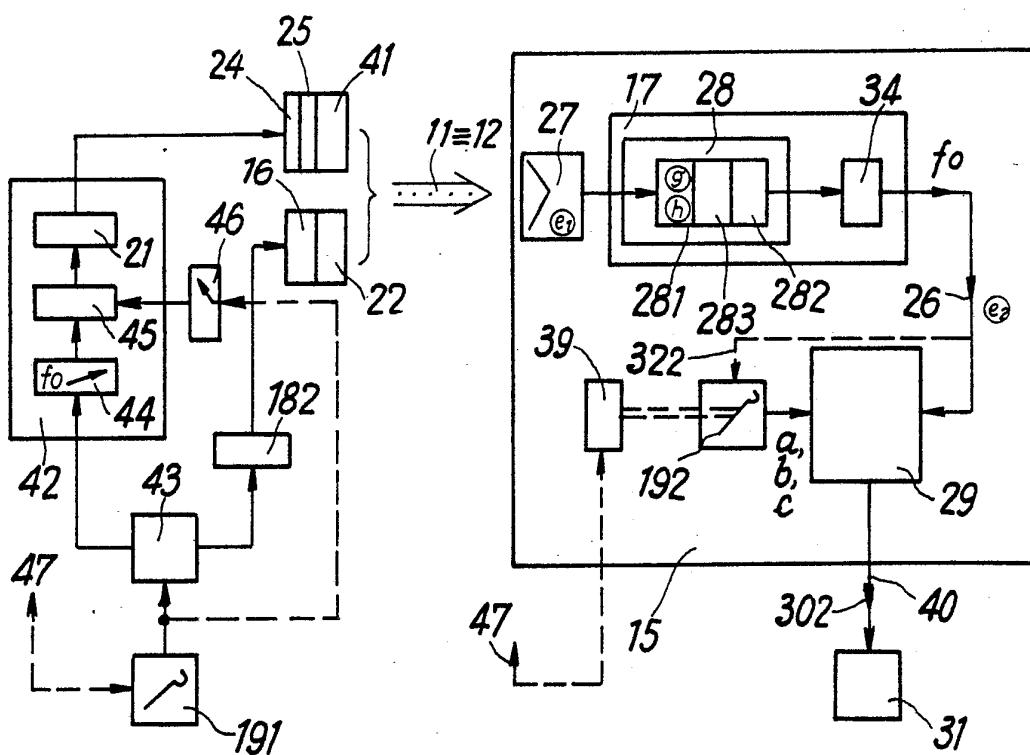


FIG. 6

