

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 06.08.04.

③① Priorité :

⑦① Demandeur(s) : THOMAS HUBERT — FR.

⑦② Inventeur(s) : THOMAS HUBERT.

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 10.02.06 Bulletin 06/06.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑥① Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET MAREK.

⑤④ **BALISE ACOUSTIQUE SOUS-MARINE AUTOLOCALISEE ET PROCEDE DE DEPLOIEMENT DE BALISES ACOUSTIQUES SOUS-MARINES AUTOLOCALISEES.**

⑤⑦ 11. - Procédé de déploiement de balises acoustiques sous-marines, caractérisé en ce qu'il comporte les opérations suivantes :

- On procure une ou des balises acoustiques sous-marines (6) autolocalisées, selon l'une quelconque des revendications 1 à 10,

- On charge à bord d'un aéronef (1) habité ou non une ou plusieurs desdites balises acoustiques sous-marines autolocalisées,

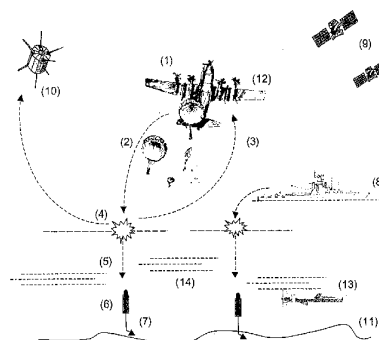
- On largue en mer les dites balises au dessus de la zone de travail des mobiles sous-marins à guider (13),

- On mémorise à bord de l'aéronef (1) les coordonnées des dites balises reçues lors de la chute (2), jusqu'au point d'impact (4) avec l'eau,

- On libère (7) un module d'ancrage (20) permettant d'immobiliser la balise au-dessus du fond marin à une altitude prédéterminée,

- On active les circuits électroniques (33) de pilotage des émissions de la dite balise,

- On télécharge dans une mémoire embarquée à bord des mobiles sous-marins (13) les coordonnées des points d'impact des dites balises et leurs caractéristiques acoustiques propres.



Balise acoustique sous-marine autocalisée et procédé de déploiement de balises acoustiques sous-marines autocalisées.

1.1 Objet

L'invention se rapporte au domaine de la localisation sous-marine par ondes radioélectriques et acoustiques. Elle a plus particulièrement pour objet des
5 balises acoustiques sous-marines déployables par un moyen aérien ou un navire de surface inhabité. Elles sont destinées à être ancrées au fond de la mer après avoir été préalablement localisées en coordonnées géographiques sans recours à des interventions humaines. Elle vise également le procédé de déploiement de
10 balises acoustiques sous-marines comportant un système de localisation en coordonnées géographiques.

1.2 Domaine technique

Le domaine de la technique est celui des systèmes de navigation destinés au positionnement et au guidage de plongeurs ou d'engins sous-marins par
15 utilisation d'ondes acoustiques et exploitant des informations issues de récepteurs d'ondes radioélectriques.

1.3 Etat de l'Art & Limitations

Différentes techniques sont utilisées en localisation et guidage sous-marins. Elles utilisent en général la propagation d'ondes acoustiques.

20 Une première méthode, mise au point dans les années 1970 et décrite dans le brevet EP 0 084 468 de la société Thomson-CSF, consiste à doter le mobile à localiser d'un émetteur-récepteur acoustique. Le mobile interroge à cadence

régulière des balises posées au fond de la mer. La mesure des temps de propagation, aller et retour, des ondes acoustiques permet, connaissant la célérité du son dans l'eau, d'en déduire les distances mobile-balises. Si les coordonnées des balises sont connues, le mobile se trouve alors localisé au point d'intersection de sphères centrées sur les balises et de rayons égaux aux temps de propagation divisés par deux fois la célérité et corrigés, si nécessaire, d'un éventuel retard. Cette technique bien connue s'appelle la localisation par "Base Longue". Sa mise en œuvre nécessite l'intervention d'un navire pour la mise à l'eau des balises ; mais aussi, pour conduire les opérations de calibration du champ de balises. Ces opérations nécessitent d'équiper le navire d'un interrogateur acoustique et d'un équipement de localisation du navire en coordonnées géographiques. Elles prennent en général plusieurs heures et requièrent un personnel spécialisé hautement qualifié.

Une seconde méthode, conçue en 1985 par le Dr. Tom ROSSBY, océanographe bien connu, utilise des émetteurs acoustiques synchrones solidaires du fond des mers (Cf. T. Rossby et Al. : The SOFAR/RAFOS System – Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, Vol 3 pp 672-679, 1986 et thèse de Doctorat de Pascale LHERMINIER soutenue à l'Université de Paris 6 le 18 juin 1998, pages 117-118). C'est le cas notamment des émetteurs RAFOS commercialisés par la société Webb Reseach aux Etats Unis, Sparton au Canada et par ORCA Instrumentation en France. Le mobile sous-marin est localisé par la mesure, à son bord, des instants d'arrivée des impulsions acoustiques en provenance des différents émetteurs.

Des systèmes correspondant à la deuxième méthode, et plus complexes à mettre en œuvre sont commercialisés à ce jour par la société NAUTRONIX (Cf. demandes de brevets WO 02.077.663 et WO 02.077.664) sous la marque commerciale "NasNet". Ils nécessitent un bateau pour leur déploiement, leur
5 calibration et pour surveiller la dérive des horloges équipant les stations de fond. L'originalité de ce système est d'intégrer un dispositif de mesure du déport de la tête de l'émetteur par rapport à son ancrage. Lequel déport pourrait être dû à l'effet du courant. Ceci permet d'en améliorer la précision.

Enfin, une troisième méthode consiste à déployer des émetteurs acoustiques
10 immergés à la verticale de bouées et ayant vis à vis de l'environnement sous-marin un comportement de satellites GPS. Cette méthode est décrite dans le brevet US 5,119,341.

Une quatrième méthode, citée dans le brevet français FR 2.806.167, consiste à embarquer à bord de l'engin à localiser un émetteur acoustique transmettant des
15 signaux apériodiques et à déployer sur la zone de travail un ou plusieurs points de mesure dotés d'un récepteur acoustique, d'une référence d'échelle de temps et d'un moyen de localisation dudit point de mesure. Enfin, l'on transmet vers un centre de traitement les informations issues des différents points de mesure en vue du calcul des coordonnées du mobile. Cette méthode ne permet pas au
20 mobile de connaître sa position en coordonnées géographiques.

Les solutions présentées ci-dessus ne peuvent être mises en œuvre par un moyen aérien, ni par un navire dès lors que la zone serait par exemple contaminée. En effet, les équipements rattachés à la première et à la deuxième méthode nécessitent la présence d'un navire pour effectuer les opérations de

calibration en coordonnées géographiques du champ de balises. La troisième méthode requiert la présence de bouées en surface ce qui, en certaines circonstances, peut s'avérer trop indiscret. Par ailleurs, les émissions acoustiques nécessitent de disposer à bord d'une source d'énergie électrique importante ce qui rend les bouées surdimensionnées au regard des applications envisagées. La quatrième méthode, si elle permet à un centre de commandement de connaître la position des mobiles sous-marins, ne donne aux engins sous-marins aucune information relative à leurs positions et de ce fait ne permet pas leur guidage vers des point de coordonnées connues; Ce qui en limite fortement l'usage.

1.4 Problème posé

D'une façon générale, le problème posé est la mise en place, en environnement hostile, si possible sans intervention humaine, d'un dispositif composé de balises acoustiques permettant simultanément à un ou plusieurs mobiles sous-marins de se localiser en coordonnées géographiques afin de rallier un ou des points de coordonnées connues dans un référentiel géographique absolu.

2 La solution selon l'invention au problème posé

2.1 - Procédé

Un élément de la solution au problème posé est un procédé de mise en place d'une ou plusieurs balises acoustiques sous-marines, caractérisé en ce que :

- On charge à bord d'un aéronef 1 habité ou non une ou plusieurs balises acoustiques sous-marines 6 selon l'invention,

- On largue 2 en mer les dites balises au dessus de la zone de travail des mobiles sous-marins 13 à guider,
- On mémorise à bord de l'aéronef les coordonnées des dites balises reçues par radio 3 lors de la chute, jusqu'au point d'impact 4 avec l'eau,
- 5 - On libère un module d'ancrage 20 permettant d'immobiliser la balise au-dessus du fond marin à une altitude prédéterminée,
- On active les circuits électroniques de pilotage 33 des émissions de la dite balise 6,
- On télécharge dans une mémoire embarquée à bord des mobiles sous-
- 10 marins 13 les coordonnées des points d'impact des dites balises et leurs caractéristiques acoustiques propres.

2.2 Dispositif

Un autre élément de la solution au problème posé, est un dispositif composé d'une ou plusieurs balises acoustiques sous-marines caractérisées en ce qu'elles

15 comprennent au moins :

- un dispositif de localisation 17 en coordonnées géographiques,
- un dispositif de transmission 24 de ses coordonnées à distance,
- un conteneur étanche 22 et sa flottabilité 23 intégrant un transducteur acoustique 18 et
- 20 une électronique de pilotage 19,
- un dispositif d'ancrage 20 dudit container.

3. Brève présentation des figures

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques apparaîtront à l'aide de la description qui suit en référence aux figures annexées, dans lesquelles :

La figure 1 représente une vue d'ensemble du déploiement d'une ou plusieurs
5 balises acoustiques sous-marines objet de l'invention,

La figure 2 représente une vue des différents sous-ensembles composant la balise acoustique sous-marine autolocalisée,

La figure 3 est une vue synoptique des sous-ensembles électroniques de la balise,

10 La figure 4 représente une vue en trois dimensions de la balise et de ses dispositifs de réduction de signature sonar.

4. Description détaillée

4.1 Balise acoustique sous marine.

15

Dans un premier mode de réalisation, la balise acoustique sous-marine autolocalisée est constituée de modules et de dispositifs assemblés au sein d'une enveloppe permettant son largage depuis un aéronef en vol. Ce sont, tels que présentés sur la figure 2 :

20 Un module d'autolocalisation 17 constitué d'un récepteur de radiolocalisation par satellites (Par exemple : GPS, Glonass ou Galiléo). Ce récepteur peut être alimenté par la source d'énergie électrique 27 préalablement à la chute ou pendant la chute sur décision du module d'activation recevant un ordre extérieur de mise en marche où sur réception de l'ordre d'ouverture du parachute émanant

d'un mécanisme 16, voire d'un pressostat et de sa logique intégrée 29. Un tel matériel, miniaturisé, est connu sous la marque commerciale "CYPRES". Le dit récepteur de radiolocalisation est relié à un dispositif de radio transmission activé au moins lors de la phase finale de la chute et jusqu'au point d'impact 4. Un
5 récepteur 12 situé à bord de l'avion sert à collecter les coordonnées géographiques du point d'impact. Elles seront ultérieurement téléchargées avec les paramètres propres à chaque balise dans la mémoire du calculateur de navigation des mobiles sous-marins. Une liaison optionnelle 40 permet d'assurer la synchronisation de l'horloge 35 du module acoustique sur la référence de
10 temps du système de radiolocalisation exploitant des satellites 9.

Pendant la chute 2, où lors de la phase de transit sous-marin 5, un dispositif 21 permet la séparation du module d'ancrage 20 constitué d'un filin et d'une masselotte dotée de griffes et constituée d'un matériau de forte densité, tel du plomb. En fin de transit sous-marin, le container étanche 22 contenant le module
15 acoustique 19, vient s'établir quelques mètres à la verticale de la masselotte du fait de l'existence d'une flottabilité positive 23.

Le module acoustique 19 est constitué d'un transducteur 18 qui peut être réalisé en matériau céramique piezoélectrique. Ce transducteur acoustique peut être utilisé en émission et en réception. Des circuits logiques de séquençement 33, tel
20 qu'un microcontrôleur, pilote des émissions acoustiques, générées par l'électronique d'émission 31 soit sur réception d'un signal acoustique d'interrogation en provenance du mobile et détecté par le récepteur 32, soit sur un signal issu de l'horloge 35. Les émissions acoustiques sont pilotées par l'horloge 35 qui est constituée par une horloge stabilisée, ultra stable. Le signal

d'horloge issu du récepteur de radiolocalisation 25 est utilisé pour synchroniser l'horloge interne 35 de la balise par rapport à une référence de temps commune. Une mémoire 34 contient les paramètres servant à définir la forme et la durée des signaux acoustiques émis et reçus ; ainsi que leur récurrence. Un capteur de
5 pression optionnel 36, permet de transmettre à distance l'immersion de la balise. Des électrodes optionnelles 38 servent à autoriser les émissions acoustiques seulement lorsque la balise est immergée. Le dispositif optionnel de gestion de l'énergie 37 sert à mettre en sommeil la balise en vue d'économiser l'énergie disponible en dehors des phases actives de la mission. L'interface 39 permet le
10 test de bon fonctionnement de la balise par un moyen externe ; ainsi que la configuration de ses paramètres de fonctionnement spécifiques.

La balise 6 dispose d'un moyen, tel qu'une voile ouvrante 15, permettant de ralentir et/ou de guider ladite balise lors de sa chute. Elle dispose d'un dispositif
29 d'ouverture automatique de la voile ou parachute 15, à faible altitude, au
15 dessus de l'eau.

La balise selon l'invention dispose, en sa périphérie d'un dispositif de réduction
42 de sa signature vis-à-vis de sonars actifs.

Le dispositif ou canal de communication 24 des coordonnées à distance de la balise est soit une liaison radio, soit une liaison par satellite, soit un canal
20 infrarouge ou laser.

Le dispositif de localisation en coordonnées géographiques 25 est un récepteur de satellites (GPS, GLONASS ou GALILEO), ou tout autre moyen de localisation.

La balise selon l'invention peut intégrer un capteur de pression 36 et un moyen de codage des émissions destiné à effectuer, par canal acoustique, la télémesure de la valeur d'immersion de ladite balise.

Pour des raisons de discrétion, il est intéressant de donner à la balise une forme
5 ayant pour effet d'en réduire la signature vis à vis de sonars actifs. Un telle forme 42 est présentée figure 4. A cet effet, l'enveloppe de la balise peut aussi être revêtue de matériaux anéchoïques 41.

4.2 – Variantes du procédé.

Selon d'autres modes de mise en œuvre du procédé, le moyen de déploiement
10 n'est pas un aéronef, mais un navire, ou un sous-marin, avec ou sans équipage.

On souligne que l'on peut installer, dans la soute du porteur 1, un réémetteur de signaux de radiolocalisation pour permettre l'accrochage du récepteur de radiolocalisation avant le largage de la balise. D'autre part, le moyen de localisation en coordonnées géographiques utilisé est situé à bord du lanceur.

15 Avantageusement, des bouées spécifiques, un bateau ou un engin sous-marin pourraient être déployés sur zone, a posteriori, pour améliorer la précision de localisation des balises sur le fond une fois ancrées. Notamment, pour compenser la dérive due au courant pendant la phase de prise d'immersion de la balise une fois immergée.

20 4.3 – Modes de réalisation alternatifs

Selon un mode particulier de réalisation, le transducteur 18 est utilisé en mode répondeur. Ce qui signifie qu'il déclenche ses émissions sur réception d'un signal

d'interrogation en provenance du mobile. Dans un autre mode, il ne sert qu'à émettre des signaux selon un séquençement piloté par les circuits 33 exploitant les signaux générés par l'horloge 35.

Des bouées spécifiques, ou un bateau, ou un engin sous-marin peuvent être
5 utilisés à posteriori pour améliorer la précision de localisation des balises 6 sur le fond, une fois ancrées dans ledit fond.

Le moyen de localisation en coordonnées géographiques utilisé peut être situé à bord du lanceur.

5. - Innovation & avantages qui en ressortent

10 De l'utilisation du dispositif et procédé objets de la présente invention, il ressort les avantages suivants:

- Aucune intervention humaine n'est requise pour déterminer avec précision les coordonnées de la balise, celles ci étant assimilées aux coordonnées du point d'impact de la balise avec la surface de l'eau. Etant déployées dans des
15 eaux peu profondes, la dérive éventuelle due au courant entre la surface et le fond est négligeable au regard de la précision requise par le système. Pour des missions nécessitant une grande précision, des bouées, telles que celles décrites dans le brevet US 5,579,285, peuvent être déployées sur la zone pendant quelques minutes ; soit, le temps nécessaire pour acquérir et
20 retransmettre par radio vers le centre de traitement les informations utiles.
- Il s'agit donc bien d'une balise auto localisée en coordonnées géographiques.
- Les sous-ensembles précités composant la balise permettent, selon les

règles de l'art, la fabrication d'une balise pesant dans l'air seulement quelques kilogrammes. Elles peuvent donc être embarquées en plusieurs exemplaires et déployées facilement par un drone aérien ou par un bateau radiocommandé.

- 5 - La rapidité de mise en œuvre est un autre aspect important de l'invention. La balise du fait de son auto localisation devient opérationnelle dès sa mise à l'eau.
- 10 - Pouvant émettre des signaux que sur ordre d'interrogation, les balises objet de la présente invention sont économes en énergie, comparativement à la méthode décrite dans le brevet américain US 5,119,341 ou dans les demandes de brevet WO 02.077.663 et WO 02.077.664.

REVENDEICATIONS

1. - Balise acoustique sous-marine caractérisée en ce qu'elle comprend au moins:
 - un dispositif de localisation (17) en coordonnées géographiques,
 - 5 - un dispositif de transmission (24) de ses coordonnées à distance
 - un container étanche (22) et sa flottabilité (23) intégrant un transducteur acoustique (18) et une électronique de pilotage (19),
 - un dispositif d'ancrage (20) dudit container.
2. - Balise acoustique sous-marine selon la revendication 1, caractérisée par le
10 fait que le transducteur acoustique (18) est utilisé en émission et en réception.
3. - Balise acoustique sous-marine selon la revendication 1, caractérisée en ce que les émissions acoustiques sont pilotées par une horloge stabilisée, ultra-stable (35).
4. - Balise acoustique sous-marine selon les revendications 1 et 3, caractérisée
15 par le fait que le signal d'horloge issu du récepteur de radiolocalisation (25) est utilisé pour synchroniser l'horloge interne (35) de la balise par rapport à une référence de temps commune.
5. - Balise acoustique sous-marine selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée par le fait qu'elle dispose d'un moyen de ralentir ou de guider la
20 balise lors de sa chute, tel qu'une voile ouvrante (15).
6. - Balise acoustique sous-marine selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée par le fait qu'elle dispose d'un dispositif d'ouverture automatique

(29) de la voilure à faible altitude, au-dessus de l'eau.

7. - Balise acoustique sous-marine selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée par le fait qu'elle dispose en sa périphérie d'un dispositif (42) de réduction de sa signature vis à vis de sonars actifs.

5 8. - Balise acoustique sous-marine selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée par le fait que le canal de communication des coordonnées à distance (24) est une liaison radio, une liaison par satellite, un canal infrarouge ou laser.

10 9. - Balise acoustique sous-marine selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée par le fait que le dispositif de localisation en coordonnées géographiques (25) est un récepteur de satellites (GPS, GLONASS ou GALILEO).

15 10. - Balise acoustique sous-marine selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée par le fait qu'elle intègre un capteur de pression (36) et un moyen de codage des émissions destiné à effectuer par canal acoustique la télémessure de la valeur d'immersion de la balise.

11. - Procédé de déploiement de balises acoustiques sous-marines, caractérisé en ce qu'il comporte les opérations suivantes :

- On procure une ou des balises acoustiques sous-marines (6) autolocalisées, selon l'une quelconque des revendications 1 à 10,
- On charge à bord d'un aéronef (1) habité ou non une ou plusieurs desdites balises acoustiques sous-marines autolocalisées,

- On largue en mer les dites balises au dessus de la zone de travail des mobiles sous-marins à guider (13),
 - On mémorise à bord de l'aéronef (1) les coordonnées des dites balises reçues lors de la chute (2) , jusqu'au point d'impact (4) avec l'eau,
 - 5 - On libère (7) un module d'ancrage (20) permettant d'immobiliser la balise au dessus du fond marin à une altitude prédéterminée,
 - On active les circuits électroniques (33) de pilotage des émissions de la dite balise,
 - On télécharge dans une mémoire embarquée à bord des mobiles sous-
 - 10 marins (13) les coordonnées des points d'impact des dites balises et leurs caractéristiques acoustiques propres.
12. - Procédé de déploiement de balises acoustiques sous-marines selon la revendication 11, caractérisé par le fait que le moyen de déploiement n'est pas un aéronef ; mais, un navire (8) ou un sous-marin, avec ou sans équipage.
- 15 13. - Procédé de déploiement de balises acoustiques sous-marines, selon l'une des revendications 11 ou 12, caractérisé par le fait que l'on installe, dans la soute du porteur (1), un réémetteur de signaux de radiolocalisation pour permettre l'accrochage du récepteur de radiolocalisation avant le largage de la balise.
14. - Procédé de déploiement de balises acoustiques sous-marines selon l'une
- 20 quelconque des revendications 11 à 13, caractérisé par le fait que le moyen de localisation en coordonnées géographiques utilisé est situé à bord du lanceur.

15. - Procédé de déploiement de balises acoustiques sous-marines selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, caractérisé par le fait que des bouées spécifiques, un bateau ou un engin sous-marin sont utilisées a posteriori pour améliorer la précision de localisation des balises sur le fond une fois ancrées.

1/3

Figure 1

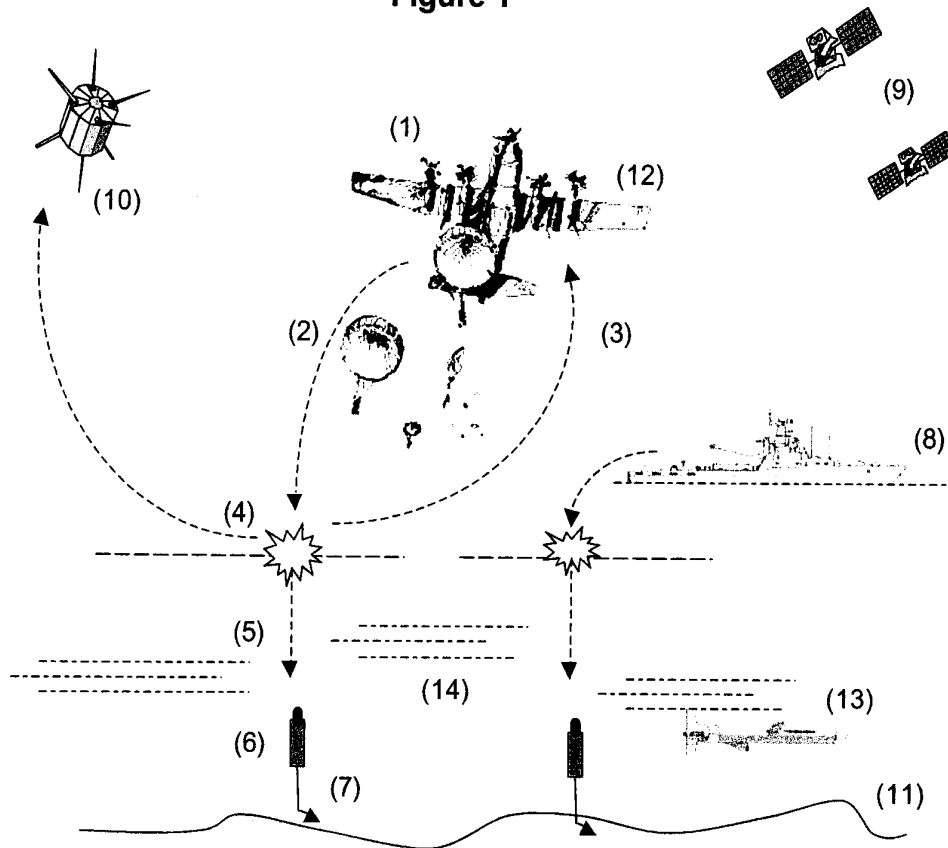
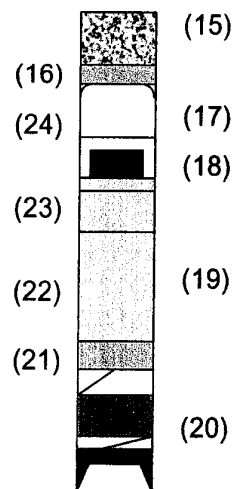
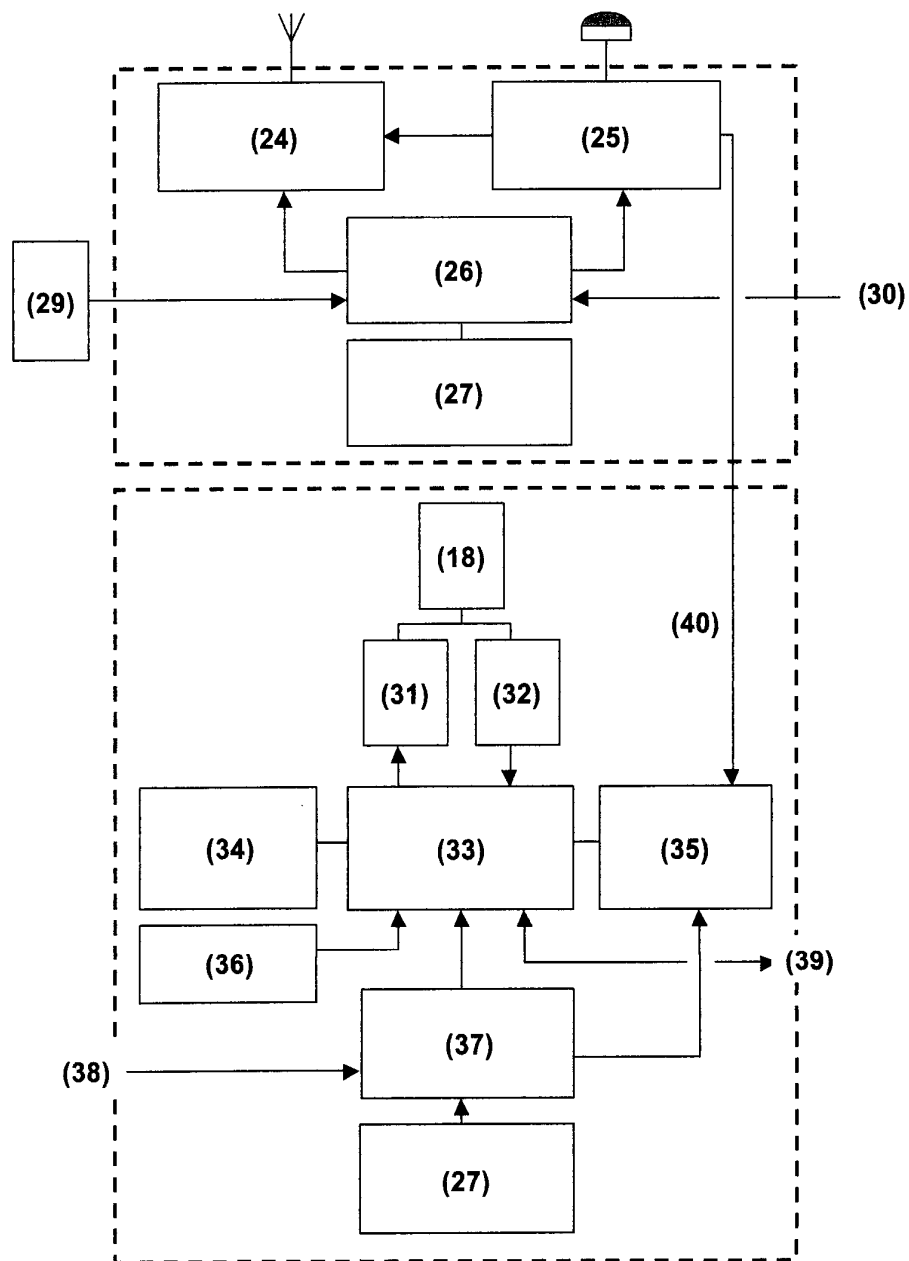


Figure 2



2/3

Figure 3



3/3

Figure 4