

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
19 juin 2008 (19.06.2008)

PCT

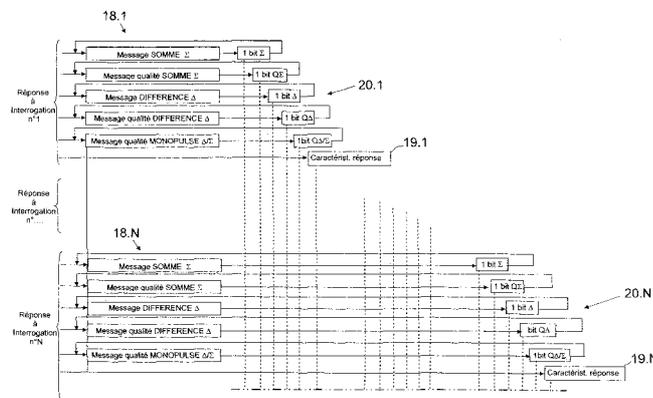
(10) Numéro de publication internationale
WO 2008/071607 A2

- (51) Classification internationale des brevets : **Philippe** [FR/FR]; 42 avenue du Général Leclerc, F-92260 Fontenay aux Roses (FR).
G01S 13/78 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale : **(74) Mandataires : CHAVERNEFF, Vladimir** etc.; 31-33, avenue Aristide Briand, F-94117 Arcueil Cedex (FR).
PCT/EP2007/063370
- (22) Date de dépôt international : **(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) :** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
06 10815 12 décembre 2006 (12.12.2006) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) :** ARIPO (BW, GH, THALES [FR/FR]; 45 rue de Villiers, F-92200 Neuilly sur Seine (FR).
- (72) Inventeur; et
- (75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : **BILLAUD,**

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR REDUCING MULTIPATH PROPAGATION EFFECTS DURING THE PROCESSING OF REPLIES IN MODE "S"

(54) Titre : PROCEDE DE REDUCTION DES EFFETS DUS AUX PROPAGATIONS MULTITRAJETS LORS DU TRAITEMENT DE REPONSES EN MODE "S"



(57) Abstract: The invention relates to a method for processing replies from targets interrogated by a surveillance radar, involving the Mode-S interrogation of all the targets present in the receiving lobe of the radar. The inventive method comprises the following steps: the different targets present in the receiving lobe of the radar are interrogated at least once; the set of Mode-S reply signals received for the lobe are collected after each interrogation; and a processing operation is performed for each target, comprising the detection of replies followed by the detection of errors and, if necessary, the correction of said errors and the extraction of the corresponding blips. The method is characterised in that the aforementioned processing operation involving the detection and determination of signal quality is performed by forming a synthetic message with the set of replies to each interrogation for each target, establishing the value and the quality of each bit of the message and detecting and correcting errors using said synthetic message. The three variables, Σ , Δ and monopulse, of all of the failed replies from the same target are used to form the synthetic message. Said method can be used in a very polluted electromagnetic environment where existing methods are insufficient. The same target may be asked a question again for reasons other than a reply failure.

(57) Abrégé : Le procédé de traitement conforme à l'invention est un procédé de traitement de réponses de cibles interrogées par un radar de surveillance selon une interrogation en mode S de toutes les cibles présentes dans le lobe de réception du radar, procédé selon lequel on interroge au moins une fois les différentes cibles présentes dans le lobe de réception du radar, on recueille, après

[Suite sur la page suivante]

WO 2008/071607 A2



GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

chaque interrogation, l'ensemble des signaux de réponse Mode S reçus pour ce lobe, on effectue pour chaque cible un traitement de détection des réponses et on procède à une détection d'erreurs et si nécessaire à leur correction puis à l'extraction des plots correspondants, et ce procédé est caractérisé en ce que ledit traitement de détection et de détermination de qualité des signaux consiste à constituer un message synthétique avec l'ensemble des réponses à chaque interrogation pour chaque cible, à établir, pour chaque bit du message, la valeur et la qualité de ce bit et à effectuer la détection et la correction d'erreurs à partir de ce message synthétique, on exploite les 3 variables Σ , Δ et monopulse de toutes les réponses en échec de la même cible pour construire le message synthétique. Ce traitement est utile en cas d'environnement électromagnétique très pollué, sinon les procédés existants sont suffisants : ce n'est que parce qu'il y a eu échec sur une réponse que l'on doit reposer la question à la même cible.

PROCEDE DE REDUCTION DES EFFETS DUS AUX PROPAGATIONS MULTITRAJETS LORS DU TRAITEMENT DE REPONSES EN MODE « S »

5 La présente invention se rapporte à un procédé de réduction des effets dus aux propagations multitrajets lors du traitement de réponses en mode « S » de détection de cibles telles que des aéronefs, par des radars secondaires de surveillance (communément dénommés SSR).

10 Dans certains cas de réception de signaux d'échos radar, cette réception peut être polluée par des signaux parasites dus à des multitrajets de forte puissance dans différentes directions. Dans ces conditions, les traitements de signal mode S actuels connus n'arrivent pas à traiter correctement les réponses mode S. Il en résulte des pertes de détection d'aéronefs inacceptables.

15 On rappelle ici que le principe du mode S est l'interrogation sélective des aéronefs en exploitant l'information mono-impulsion pour arriver, en une seule interrogation dans le lobe, à « localiser » et « décoder » avec une quasi certitude (calcul d'un CRC, c'est-à-dire un code de redondance cyclique) le message transmis par le transpondeur bord. Des algorithmes ont donc été développés dans cette optique allouant donc toute la finalité au traitement d'une réponse.

20 Les caractéristiques du standard Mode S (standard ICAO, Annexe 10) sont :

- Le principal objectif est d'effectuer la détection et la localisation (en 3D : azimut, distance, altitude) d'un aéronef en une seule interrogation. Ainsi EUROCONTROL, tout comme le STNA pour la France, ont défini une métrique : le nombre d'interrogations par tour d'antenne radar et par aéronef, 25 en plus de la probabilité de détection. On voit ainsi qu'en plus de la performance radar classique, la manière dont elle est obtenue est jugée importante (indicateur d'efficacité),
- La réponse Mode S (voir un exemple simplifié en figure 1) est, par constitution, bien plus longue (64 μ s ou 120 μ s) et plus dense que la réponse 30 SSR (21 μ s) et par suite plus sensible aux multitrajets : l'espace entre deux impulsions Mode S est soit de 500ns soit de 1 μ s, alors qu'il est de l'ordre de 1 μ s, 2.45 μ s, 3.45 μ s, ... pour une réponse SSR. Donc, la probabilité qu'un

multitrajet d'une réponse pollue les impulsions de cette même réponse est bien plus élevée en Mode S qu'en SSR

- 5 - Les données échangées entre le sol et le bord doivent être fiables : un taux d'erreur de 10^{-7} est requis par la spécification de la station Mode S selon le standard d'EUROCONTROL. Pour cela, le standard a prévu un code correcteur d'erreurs (CRC sur 24bits) permettant de détecter si le message est altéré. Ce code a été conçu pour faire face au mélange (« garbling ») entre réponses secondaires classiques (21 μ s de durée, au plus 14 impulsions de 10 450ns polluées, soit en moyenne 8 impulsions polluées par réponse, réparties sur 21 μ s)
- En pratique, pour tenir les exigences de sécurité des données échangées, on réalise la correction d'au plus 10 bits espacés de moins de 24 μ s dans le message Mode S. Ainsi, une réponse SSR plus riche en impulsions que la 15 moyenne (code ayant plus de 6 impulsions sur les 12 possibles), peut polluer plus de 10 bits du message Mode S, et par suite rendre une réponse Mode S non corrigible (voir figure 2).
- Le traitement de signal réalise à la fois le décodage de la réponse mode S et le marquage des bits du message (1bit dure 1 μ s) pouvant être erronés (de 20 mauvaise qualité). Par principe du standard Mode S, ce ne sont que ces bits marqués qui pourront être utilisés lors de la correction par le code correcteur d'erreurs.

Ce concept, mis en œuvre dans un environnement de propagation propre, face à des « garblings » (signaux parasites) qui évoluent d'interrogation à 25 interrogation de par la sélectivité de l'interrogation, est totalement opérationnel. En présence de multitrajets forts, qui restent par définition « collés » à la réponse, le concept ne résiste plus : chaque réponse est analysée et rejetée indépendamment de l'autre.

En effet, avec les procédés actuellement connus, il arrive que les réponses 30 mode S reçues soient autopolluées systématiquement par multitrajet :

- des réflexions « on line » (dans l'axe de l'antenne)

- - et/ou « en latéral » (légèrement décalées de l'axe de l'antenne).

Le traitement de signal mode S est optimisé pour le traitement d'une réponse par lobe, et donc le décodage et la correction du message sont effectués sur une seule réponse. Quand il y a échec, automatiquement une nouvelle interrogation est émise et à nouveau la fonction de traitement de signal (ci-après simplement dénommée TS) exploite la nouvelle réponse. En présence de multitrajets, il y a échec à nouveau. Tant que la cible est dans le lobe de réception du radar et que la réponse n'a pas pu être décodée, une nouvelle interrogation est générée. Donc, quand les multitrajets sont forts, le nombre d'interrogations sélectives pour une cible polluée peut, à terme, être égal à celui que le traitement secondaire produisait en mode non sélectif. Mais comme la décision de décodage est prise à chaque réponse, il y a globalement échec dans tout le lobe.

Les dispositifs de l'art antérieur s'attachaient principalement au traitement de signal (TS) pour effectuer au mieux les fonctions de décodage et d'affectation de qualité puisque ensuite, de par le standard Mode S, la méthode de détection d'erreurs comme l'efficacité de la correction étaient imposées par le code employé et le taux de fausses corrections demandé.

Le TS exploite pour chaque réponse les informations disponibles à la sortie du récepteur, qui est relié à l'antenne radar, à savoir :

- les détections de puissance sur les voies SOMME (« SUM ») et DIFFERENCE ,
- l'information de phase représentant le dépointage de la cible dans le lobe (information dite « monopulse » et ainsi dénommée par la suite).

En référence aux figures 3 à 5, on va décrire trois cas typiques de pollution de la réponse Mode S :

- par des fruits SSR,
- par des réponses Mode S synchrones.
- par des multitrajets de la réponse Mode S,

Le principe de correction décrit ci-dessus ne résiste pas à certaines configurations extrêmes rencontrées sur différents sites radar dont on peut extraire trois cas exemplaires (mais non limitatifs) :

- cas de la figure 3, rencontré en Europe du Nord : dans un environnement pollué par des réponses secondaires asynchrones nombreuses (dénommées « fruits »), il est probable que d'interrogation sélective Mode S à la suivante les réponses associées soient polluées à chaque fois par une réponse SSR-fruit de puissance nettement plus élevée que la réponse mode S (cas d'une cible utile à grande distance 470km et de fruit généré par des cibles proches du radar en question, mais répondant à un radar lointain). Les fruits étant asynchrones, provoquent des erreurs sur des bits différents d'une réponse Mode S à la suivante. Sur la figure 3, on a représenté au début de la ligne temporelle les quatre impulsions de préambule de réponse Mode S non polluées. Viennent ensuite des bits de données (référéncés Bit 1 à Bit 56 sur la figure), dont les premiers sont pollués par des impulsions parasites d'une réponse SSR de code plein (représentés grisés sur la figure, et d'amplitude supérieure à celle des bits utiles) arrivant de manière asynchrone par rapport aux impulsions utiles. De telles impulsions parasites peuvent aussi bien boucher des espaces inter-symboles que chevaucher de façon plus ou moins importante des impulsions directes.
- Un deuxième cas est illustré par la figure 4. La pollution est due à des réponses parasites synchrones provenant d'aéronefs différents pour des interrogations d'un même radar. En phase d'acquisition des réponses mode S (« All Call ») dans un environnement chargé en cibles tel qu'un couloir aérien en Europe du Nord, les réponses mode S utiles se polluent mutuellement de façon synchrone. Le taux de bits faux dépend du taux de recouvrement des réponses Mode S entre elles. De récurrence à récurrence, les bits erronés peuvent ne pas être toujours les mêmes à cause de battements entre les signaux de fréquence différentes. Ainsi, dans le cas de la figure 4, alors qu'un radar commence à recevoir une réponse Mode S d'un premier aéronef, une réponse provenant d'un deuxième aéronef commence à arriver à partir du deuxième bit de données de la première réponse. Les quatre impulsions de synchronisation sont telles que la première d'entre elles se place entre la deuxième et la troisième impulsions de la première réponse, alors que les

trois autres chevauchent de façons différentes les impulsions Bit 3 à Bit 7 de la première réponse, du fait que les distances respectives des impulsions de synchronisation ne sont pas les mêmes que celles des impulsions de données. Ensuite, les impulsions de données de la deuxième réponse chevauchent les impulsions de données de la première.

- La figure 5 se rapporte au cas d'une propagation multitrajet d'une même réponse. En présence de multitrajets forts, quand le TS décode mal des bits, ceux-ci sont répartis n'importe où dans la réponse puisque, par nature, le multitrajet peut polluer tous les bits du message. En effet, les multitrajets étant la même réponse répétée et décalée dans le temps d'une durée pouvant atteindre 3 μ s, les bits mal décodés dépendent du message lui-même et des battements des signaux (réponse directe et des multitrajets) dans le récepteur, ce qui déforme les impulsions à la sortie du récepteur. Par suite, le TS qui exploite la puissance reçue, peut mal positionner les impulsions, mal affecter une puissance à celles-ci et en conséquence mal décoder la réponse. Or, le principe du code détecteur d'erreur ne peut permettre de corriger des erreurs espacées de plus de 24 μ s. D'une réponse Mode S à la suivante, les bits erronés ne sont pas les mêmes, car la distorsion des impulsions due au battement entre l'onde directe et les ondes réfléchies dépend de la différence de marche qui évolue suffisamment de récurrence à récurrence (10ms)

Le marché, dans les nouvelles utilisations des radars Mode S, accroît la nécessité de détecter une cible sur la base de peu d'interrogations Mode S, au delà même du besoin d'avoir un bon indicateur d'efficacité puisque :

- la vitesse de rotation de l'antenne du radar de surveillance est accrue : souvent un tour en 4 secondes pour une portée de 470km. En conséquence, le temps d'éclairement sur une cible est réduit et par suite la possibilité de réinterroger en cas d'échec est plus limitée,
- les transactions de données Mode S requièrent du temps d'éclairement sur la cible, réduisant ainsi le nombre de récurrences possible pour une ré-interrogation en cas d'échec lors de l'essai précédent. Les radars militaires demandent des interrogations supplémentaires dans des modes militaires

spécifiques (1 et 2), réduisant ainsi encore plus le nombre de récurrences pour le mode S.

Le traitement de réponses de radars secondaires réalisé par le Demandeur depuis les années 90 a connu deux principaux développements, qui sont illustrés sur 5 les blocs-diagrammes de la figure 6 (en haut et au milieu, respectivement), de même que la solution de l'invention (schématisée dans le bas de la figure). Les radars secondaires mettant en œuvre ces trois techniques différentes d'extraction comportent tous trois étages principaux, correspondant à trois étapes principales du 10 traitement d'extraction de plots et représentés dans les mêmes colonnes du dessin : un étage 1 de traitement radio-fréquence, un étage 2 de traitement de signal (dénommé ci-après SP) et un étage 3 de traitement de données (dénommé ci-après DP). L'étage 1 est le même pour les trois réalisations. Il comporte essentiellement une antenne radar 4, un récepteur 5 et un interrogateur 6. Pour l'étage 2, on a 15 schématisé, à la sortie du récepteur de chacun des trois procédés, plusieurs traitements successifs de détection et de détermination de qualité les uns sous les autres, correspondant à des interrogations successives.

Les deux techniques connues sont les suivantes :

1. « Reply Processing and Correlator R.P.C. ». Il s'agit d'un extracteur 20 secondaire développé dans les années 1992-1999 et pour lequel plusieurs brevets ont été déposés, ne portant que sur le traitement de signal SSR (Radar Secondaire de Ssurveillance) innovant, caractérisé par un fort pouvoir de discrimination basé sur l'analyse de forme des signaux reçus sur le canal Σ . Le principe du traitement secondaire repose sur l'interrogation systématique de toutes les cibles présentes dans 25 le lobe à raison d'une douzaine de réponses (six en mode A et six en mode C) par cible dans le lobe. Les principales fonctionnalités sont gérées de la façon suivante (voir figure 6):

o La Gestion Spatio- Temporelle (GST) : elle est gérée par les éléments 30 7 (cadencement du faisceau) et 8 (GST) et elle est très simple puisque le séquençement est systématiquement constitué d'interrogations mode A et mode C entrelacées.

- Le Traitement de signal (TS) :
 - Il détecte et décode les réponses SSR sur la base de l'analyse de forme des signaux reçus sur le canal Σ ,
 - Il établit une qualité construite sur la base de l'analyse des informations Σ et Δ/Σ .
- Le Traitement de Données –TD- (9) réalise l'extraction du plot sur la base :
 - du nombre de détections par mode ou tout mode pour détecter le plot,
 - de l'élaboration des codes mode A/mode C par analyse des codes obtenus dans chaque mode associé à leurs qualités et basé sur un estimateur pour chaque impulsion du code exploitant les drapeaux (flags donnant les risques de garbling d'une réponse donc son potentiel d'être correctement décodé).

Les blocs du diagramme du dessin font ressortir le degré de complexité des diverses fonctions principales rappelées ci-dessus:

- la Gestion Spatio- Temporelle (GST) : faible complexité,
- le Traitement de signal (TS) : complexité moyenne,
- le Traitement de Données (TD) : complexité moyenne.

20

2. «Interrogator and Reply Processing» ou « I.R.P. » C'est un extracteur secondaire développé dans les années 1999-2005. Plusieurs demandes de brevets ont été déposées pour le Traitement de Signal Mode S innovant dans l'optique d'un fort pouvoir de discrimination basée sur des histogrammes des impulsions définies par l'analyse de forme des signaux reçus sur Σ et sur Δ , et une autre a été déposée pour le Traitement de Données Mode S innovant dans le séquençement des interrogations sélectives Mode S. Le principe du traitement Mode S repose sur l'interrogation sélective de chaque cible dans le lobe à raison d'une à deux réponses par cible dans le lobe :

- La Gestion Spatio-Temporelle (GST) : elle est gérée par les éléments 10 (cadencement du faisceau en mode S) et 11 (GST en mode S) : elle est très sophistiquée, puisque le séquençement est conditionné à la fois par le séquençement principal choisi par l'opérateur dans lequel doit venir s'inscrire en temps réel l'ensemble des interrogations sélectives et le placement des fenêtres d'écoute associées aux réponses attendues d'une cible choisie (50 cibles par lobe),
- Le Traitement de signal (TS) : il est très sophistiqué :
 - Il détecte les impulsions Mode S sur la base de l'analyse de forme des signaux reçus sur les canaux Σ et Δ et d'histogramme des impulsions ,
 - Il établit une qualité construite de chaque impulsion sur la base d'histogrammes des impulsions Σ , Δ et Δ/Σ ,
 - Il assure la détection de la réponse sur la base des impulsions détectées,
 - Il assure le décodage du message de la réponse sur la base des impulsions détectées et des qualités associées pour chaque bit du message,
 - Il effectue (en 12), indépendamment pour chaque réponse, le calcul du syndrome d'erreur du message, et en cas de besoin, il tente de corriger le message sur la base de la qualité associée à chaque impulsion.
- Le Traitement de Données (TD) réalise simplement (en 13) l'association des réponses pour une cible déjà isolée par le SP et le calcul de ses caractéristiques générales (puissance, azimuth, distance).

Les blocs du diagramme du dessin font ressortir le degré de complexité des diverses fonctions principales rappelées ci-dessus:

- la Gestion Spatio- Temporelle (GST) : très complexe,
- le Traitement de signal (TS) : très complexe,

- le Traitement de Données (TD) : faible complexité.

Actuellement, le SP détermine, pour chaque réponse détectée, une valeur de référence selon les trois variables classiques (en SOMME, en DIFFERENCE et en « MONOPULSE ») ainsi que le nombre maximum d'échantillons cohérents vis-à-vis de cette valeur pour les trois dites variables, ces échantillons étant appelés par la suite « échantillons cohérents ». Ceci indique en outre la qualité globale de la réponse : plus ce nombre maximum d'échantillons cohérents est élevé, plus la qualité globale est claire (non polluée).

Le décodage de chaque bit, ainsi que la qualité (incertitude sur sa valeur), est établi en rapport avec la position de l'impulsion ou des impulsions dans la période du bit et de la valeur selon les trois dites variables de/des impulsions en rapport avec la valeur de la réponse pour ces trois variables.

Le diagramme synoptique de la figure 7 est, en exemple, un zoom sur quelques bits du message. Il montre la difficulté à décoder certains bits quand le message est pollué par plusieurs multitrajets :

-la première ligne est une représentation simplifiée des signaux reçus en entrée du récepteur :

- le signal utile de la réponse
- un multitrajet légèrement plus faible décalé de 500ns
- un second multitrajet plus faible décalé de 800ns

-la seconde ligne montre pour la voie SOMME ou la voie DIFFERENCE le signal en sortie du récepteur qu'exploite le TS pour définir la présence d'une impulsion et sa valeur. Le trait en pointillé figure la puissance de la réponse calculée sur l'ensemble des impulsions en position d'appartenir à la réponse

-la partie du bas de la figure donne un possible résultat du TS portant sur l'établissement des valeurs de l'impulsion.

La présente invention a pour objet un procédé de traitement de réponses en mode « S » d'aéronefs interrogés par un radar, permettant de réduire de façon significative les effets dus aux propagations multitrajets, et qui permette de prendre

en compte chaque réponse, quels que soient les multitrajets parasites et de conserver la probabilité de détection (P_d) contractuelle, même dans de mauvaises conditions de propagation.

Le procédé de traitement conforme à l'invention est un procédé de traitement
5 de réponses de cibles interrogées par un radar de surveillance pour des interrogations en mode S, indépendamment pour chaque cible présente dans le lobe de réception du radar, selon lequel on interroge au moins une fois les différentes cibles présentes dans le lobe de réception du radar SSR, on recueille, après chaque interrogation, l'ensemble des signaux de réponse reçus pour ce lobe pour chaque cible, on effectue
10 dans un module de traitement de signal un traitement de détection des réponses et on procède à une détection d'erreurs et à leur correction et à l'extraction des plots correspondants, et il est caractérisé en ce que ledit traitement de détection et de détermination de qualité des signaux est mis en œuvre, en cas d'échec de décodage par le traitement de signal, par un module de traitement de données qui constitue un
15 message synthétique (valeur et qualité de chaque bit du message mode S) avec l'ensemble mémorisé des réponses à chaque interrogation pour une même cible, à établir, pour chaque bit de chaque message, la valeur et la qualité de ce bit et à effectuer la détection et la correction d'erreurs à partir de ce message synthétique.

Selon une caractéristique de l'invention, pour chaque réponse Mode S :

- 20
- non décodée (tentative de correction effectuée sans succès par le TS),
 - non décodable (trop de bits de mauvaise qualité sur un message incorrect pour tenter la correction),

le module de traitement de signal (TS) transmet :

- 25
- la valeur de la réponse pour les trois variables de sortie du récepteur radar (en SOMME, en DIFFERENCE et en MONOPULSE) ainsi que le nombre maximum d'échantillons cohérents avec cette valeur pour les trois variables,
 - pour chaque impulsion potentiellement en position de chaque bit du message de la réponse la valeur pour lesdites trois variables ainsi que le nombre d'échantillons associés donnant ainsi un indicateur de qualité de la valeur de
30 l'impulsion,
 - des informations indiquant les conditions de détection de la réponse.

Selon une autre caractéristique de l'invention, dès qu'au moins deux réponses reçues sont considérées comme non décodées ou non décodables par le module de traitement de signal, le module de traitement de données reconstruit une

5 réponse en procédant aux étapes suivantes :

- il établit pour chaque bit du message Mode S un estimateur basé sur l'exploitation des informations des impulsions potentielles du bit pour toutes les réponses reçues, ces informations étant pour chaque variable de sortie du récepteur radar: le nombre d'échantillons cohérents de la réponse,
- 10 les drapeaux de qualité de la réponse, la valeur et le nombre d'échantillons de chaque impulsion
- il décode pour chaque bit du message selon position de l'impulsion ayant la plus grande valeur de l'estimateur et affecte une qualité à chaque bit, toujours selon la valeur de l'estimateur et la présence de plusieurs impulsions par bit,
- 15 - il détecte les erreurs en exploitant le nouveau décodage du message, et,
- si besoin est, il tente de corriger les bits du message en exploitant les nouvelles qualités de chaque bit, comme le fait le TS.

L'invention propose donc d'exploiter au fur et à mesure toutes les réponses

20 reçues globalement et ainsi, en exploitant la non stationnarité de la pollution de réponse à réponse, de permettre de reconstruire une réponse plus juste et d'établir une meilleure qualité des bits du message en prenant les meilleures impulsions de chacune tant sur la voie SOMME que sur la voie DIFFERENCE et en exploitant aussi l'information « monopulse » pour établir la qualité. On accroît ainsi la

25 probabilité d'obtenir une réponse « reconstruite » directement correcte, et si besoin est, de pouvoir mieux la corriger sur la base du CRC grâce à une qualité des bits plus précise. L'exploitation, à fur et à mesure, des réponses reçues, non corrigibles indépendamment les unes des autres, de l'ensemble de celles-ci au niveau de chaque impulsion permet, dès la correction, de cesser d'interroger une cible donnée et ainsi

30 de réduire considérablement (d'un facteur 2 à 3) le nombre d'interrogations sélectives Mode S et donc de pouvoir traiter plus d'autres cibles dans le lobe.

Selon une autre caractéristique de l'invention, pour un radar fonctionnant à des vitesses de rotation supérieures à environ 4s pour un tour, on supprime les périodes All Call (AC) et Roll Call (RC) afin de mieux répartir le temps radar en fonction de la nature des cibles présentes dans le lobe du radar. De façon
5 avantageuse, les interrogations en mode S sont alors placées en tenant compte des plots SSR présents dans le lobe.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée d'un mode de réalisation, pris à titre d'exemple non limitatif et illustré par
10 le dessin annexé, sur lequel :

- la figure 1, mentionnée ci-dessus, est un chronogramme montrant un exemple de réponse Mode S,
- la figure 2, mentionnée ci-dessus, est un chronogramme montrant des exemples de pollution d'une réponse Mode S,
- 15 - les figures 3 à 5, mentionnées ci-dessus, sont des chronogramme montrant trois exemples caractéristiques de pollutions différentes de réponses Mode S,
- la figure 6 est un bloc-diagramme en trois parties, les deux premières, déjà décrites ci-dessus et représentées en haut et au milieu de la figure, se rapportant à des procédés de l'art antérieur, et la troisième, représentée en bas
20 de la figure, schématisant les étapes principales du procédé de l'invention,
- la figure 7 est un chronogramme d'une partie de réponse Mode S mettant en évidence les problèmes rencontrés par les procédés de correction de l'art antérieur, et
- la figure 8 est un bloc-diagramme d'un dispositif de mise en œuvre de
25 l'invention correspondant à une partie de la fonction « EXTRACTEUR FAISCEAU MODE S » de la figure 6

Sur la partie inférieure de la figure 6, se rapportant au procédé de l'invention, on a représenté, dans l'étage 2 de traitement de signal, plusieurs séquences
30 successives de traitements de détection et de détermination de qualité (le nombre de celles-ci est lié aux échecs successifs de décodage). On effectue un traitement de

détection des réponses sur les canaux Σ et Δ et un traitement de détermination de leur qualité pour les canaux Σ et Δ , pour l'information Δ/Σ (« monopulse »), en tenant compte de la valeur des histogrammes Σ , Δ et Δ/Σ . Les résultats de ces traitements sont envoyés à des circuits 15 de détection d'erreurs et de correction d'erreurs et en cas d'échec à la fois à un extracteur 14 en mode S. Le séquençement des interrogations est commandé par un dispositif 16 de cadencement et un dispositif 17 de GST en mode S.

On va maintenant décrire en référence à la figure 8 le traitement conforme à l'invention lorsque plusieurs réponses ne peuvent être décodées par suite de pollution.. L'étage 2 de traitement de signal (TS) délivre, pour chaque réponse sélective élaborée (jusqu'à 5 à 10 par lobe), les informations de message (18.1 à 18.N) suivantes (identiques pour la suite de réponses 1 à N, puisque la question posée, et par suite la réponse reçue, est toujours la même tant qu'il y a échec) :

- le nombre de bits présents dans le message (constitué de 56 ou 112 bits):
 - pour le canal Σ ,
 - pour le canal Δ ,
- la qualité de ces mêmes bits :
 - pour le canal Σ ,
 - pour le canal Δ ,
 - pour l'information monopulse Δ/Σ ,
- les caractéristiques globales de la réponse (19.1 à 19.N): résultat des histogrammes Σ , Δ , Δ/Σ , valeur, nombre maximal d'échantillons cohérents avec la valeur attendue, des indicateurs de « garbling » (pollution),

Ces informations sont mémorisées dans des registres à décalage re-bouclables (20.1 à 20.N) pour relire les données sans les perdre. Pour chaque impulsion potentielle du message (c'est-à-dire pour sa position théorique plus ou moins la tolérance admise sur cette position), on établit (21) un estimateur exploitant toutes les informations précédentes pour chacune des variables (en SOMME, en

DIFFERENCE et en MONOPULSE) de toutes les réponses reçues. On en déduit les informations suivantes pour chaque bit du message :

- la valeur du bit suivant la position de l'impulsion ayant la plus grande valeur déterminée par l'estimateur,
- 5 - la qualité associée à chaque bit, toujours selon la valeur affectée par l'estimateur et la présence de plusieurs impulsions par bit (22).

Puis, on procède de façon classique, comme cela se fait au niveau du traitement de signal pour détecter les erreurs (23) en exploitant ces nouveaux messages de synthèse élaborés sur l'ensemble des réponses disponibles du lobe. En cas de besoin, on tente de corriger les bits du message en exploitant les nouvelles
10 qualités de chaque bit (c'est aussi la même fonction que celle du TS). Enfin, on obtient (24) des messages décodés pour les trois dites variables .

Pour accroître les possibilités de succès, la tentative de décodage du message peut s'effectuer indépendamment :

- 15 - sur les deux variables SOMME, et MONOPULSE
- sur les deux variables DIFFERENCE et MONOPULSE
- sur l'ensemble des trois variables SOMME, DIFFERENCE et MONOPULSE pour exploiter les caractéristiques de non stabilité de la pollution, si par exemple le multitrajet est décalé en azimut dans le lobe.

20 Si aucun des trois décodages et corrections n'est un succès, une nouvelle interrogation doit être faite. Si à nouveau la réponse obtenue n'est pas corrigée par le TS, le processus du TD décrit ci-dessus est refait complètement sur la base des trois réponses, et ainsi de suite jusqu'à succès.

Le succès de ce nouveau décodage par le TD permet de réduire le
25 nombre d'interrogations sélectives à réaliser permettant ainsi de réduire l'utilisation de l'émetteur dont le cycle de charge (« duty cycle ») est limité, ce qui évite une saturation due à la charge lorsque le lobe d'antenne éclaire un grand nombre d'aéronefs. Ceci permet également de planifier plus d'aéronefs dans les périodes « Roll Call » suivantes et de capter des aéronefs Mode S plus rapidement (avec une
30 probabilité PR de capter une réponse telle que PR=1) lors du démarrage d'une station radar (actuellement PR=0,5).

Ainsi, du fait que le traitement de décodage du message exploite l'ensemble des réponses reçues, il permet d'exploiter au mieux la non-stabilité de la pollution qui a fait échouer le décodage de chaque réponse prise séparément.

Par conséquent, le procédé de l'invention augmente nettement les chances de
5 décoder correctement le message, car les garblings et multitrajets observés ne sont pas stables de réponse à réponse et donc ce ne sont pas toujours les mêmes bits du message qui sont mal décodés. Donc le procédé de l'invention permet, sans générer d'interrogation supplémentaire, de décodé un nouveau message de réponse *a priori* de meilleure qualité que celle de chaque réponse reçue individuellement.

10 Le traitement de l'invention est utile en cas d'environnement électromagnétique très pollué, sinon les procédés existants sont suffisants : ce n'est que parce qu'il y a eu échec sur une réponse que l'on doit reposer la question à la même cible.

Selon une caractéristique de l'invention, si le traitement en temps réel
15 présente la puissance suffisante, il peut être appliqué à fur et à mesure dans le lobe et ainsi permettre de ne faire que le nombre d'interrogations sélectives nécessaire dès que les réponses précédentes exploitées transversalement permettent d'élaborer un message correct ou corrigé. Ceci permet de traiter alors un bien plus grand nombre de cibles différentes. Sinon, sans ajout de puissance de calcul, en fin de lobe,
20 on peut exploiter, hors temps réel, les réponses reçues et se donner une chance supplémentaire de décodé le message si celui n'a pas eu lieu pour une des réponses du lobe.

Le traitement de décodage du message exploitant l'ensemble des réponses
reçues permet d'exploiter au mieux la non stabilité de la pollution qui a fait échouer
25 le décodage de chaque réponse séparément telle que la pollution dite « garbling » par des réponses asynchrones SSR, des multitrajets qui de réponse à réponse ne sont pas constants suite au déplacement de l'avion en distance (la différence de marche évolue, donc le battement entre l'onde directe et l'onde réfléchie donne un signal différent, sans parler de la possibilité de modification du réflecteur).

30 Par ailleurs, l'utilisation débutante du protocole Mode S sur les radars militaires IFF tournant à des vitesses de rotation plus élevées (1, 2 ou 4

secondes/tour) et nécessitant de conserver une compatibilité pour les modes SIF classiques (modes 1 et 2) mais aussi les demandes de radars civils capables de performances « data-link » à des vitesses de rotations élevées (4sec/tour) mettent en évidence que le séquençement classique proposé par la FAA, EUROCONTROL ou le STANAG n'est plus approprié. En effet, pour des radars à vitesse de rotation élevée, le séquençement rigide basé sur des périodes « All Call » (AC) et « Roll Call » (RC) limite à la fois le nombre d'interrogations SIF dans le lobe, mais aussi les périodes allouées aux transmissions Mode S sélectives pour le data-link.

Les antennes IFF, n'étant pas des antennes à balayage électronique, le temps d'éclairement de la cible est directement lié à la vitesse de rotation du radar. L'allocation de manière rigide des périodes pour les différents protocoles : AC pour le SIF et RC pour le Mode S ne permet pas d'adapter le radar à la nature et à la quantité des cibles SSR/SIF ou Mode S présentes dans le lobe.

Selon une application avantageuse de l'invention, on propose de ne plus allouer de manière rigide les périodes AC et RC. Ainsi, en mélangeant les deux protocoles, on peut optimiser le temps radar en fonction des cibles présentes dans le lobe (SIF ou Mode S) et en fonction des types d'interrogations à réaliser (SIF ou Mode S data-link). Pour éviter les garblings soit entre les interrogations mode S et les réponses SIF, soit entre les réponses Mode S et les réponses SIF, le placement des interrogations Mode S prend en compte les positions prédites des réponses SIF d'une manière analogue à celle faite pour le placement des réponses Mode S entre elles dans les périodes RC.

Néanmoins, dans des zones chargées en aéronefs, la probabilité qu'une réponse Mode S soit polluée par une ou plusieurs réponses SSR (synchrone ou asynchrone) est assez élevée. En effet, il ne sera pas toujours possible d'imbriquer les transactions Mode S (interrogations et réponses) parmi les transactions synchrones SSR (interrogation et réponses). Celles-ci, selon la distribution en distance et azimut des aéronefs, pouvant constituer un bloc de réponses tellement localement dense qu'il ne soit pas possible d'imbriquer et qu'il faille faire chevaucher les réponses Mode S avec les réponses SSR synchrones.

Dans de tels cas, la présente invention permet d'exploiter la non-stationnarité de ces cas de chevauchement et ainsi de décoder les réponses Mode S, et donc permettre la mise en pratique de la suppression des périodes AC et RC pour l'optimisation du temps radar en fonction de la nature des cibles.

REVENDICATIONS

1. Procédé de traitement de réponses de cibles interrogées par un radar de surveillance pour des interrogations en mode S, indépendamment pour chaque cible
5 présente dans le lobe de réception du radar, selon lequel on interroge au moins une fois les différentes cibles présentes dans le lobe de réception du radar SSR, on recueille, après chaque interrogation, l'ensemble des signaux de réponse reçus pour ce lobe pour chaque cible, on effectue dans un module de traitement de signal (TS) un traitement de détection des réponses et on procède à une détection d'erreurs et à
10 leur correction et à l'extraction des plots correspondants,

caractérisé en ce que ledit traitement de détection et de détermination de qualité des signaux est mis en œuvre, en cas d'échec de décodage par le traitement de signal, par un module de traitement de données (TD) qui constitue un message synthétique avec l'ensemble mémorisé des réponses à chaque interrogation pour une
15 même cible, à établir, pour chaque bit de chaque message, la valeur et la qualité de ce bit et à effectuer la détection et la correction d'erreurs à partir de ce message synthétique.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le message synthétique comporte la valeur et la qualité de chaque bit du message mode S.

20 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que pour chaque réponse Mode S non décodée à la suite d'une tentative de correction effectuée sans succès par le traitement de signal, ou non décodable par suite d'un trop grand nombre de bits de mauvaise qualité dans un message incorrect pour tenter la correction, le module de traitement de signal (TS) transmet :

- 25
- la valeur de la réponse pour les trois variables de sortie du récepteur radar (SOMME, DIFFERENCE et MONOPULSE) ainsi que le nombre maximum d'échantillons cohérents avec cette valeur pour les trois variables,
 - pour chaque impulsion potentiellement en position de chaque bit du message de la réponse, la valeur pour lesdites trois variables ainsi que le nombre
30 d'échantillons associés, donnant ainsi un indicateur de qualité de la valeur de l'impulsion,

- des informations indiquant les conditions de détection de la réponse.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que, dès qu'au moins deux réponses reçues sont considérées comme non décodées ou non décodables par le module de traitement de signal, le module de traitement de données

5 (TD) reconstruit une réponse en procédant aux étapes suivantes :

- il établit pour chaque bit du message Mode S un estimateur basé sur l'exploitation des informations des impulsions potentielles du bit pour toutes les réponses reçues, ces informations étant pour chaque variable de sortie du récepteur radar: le nombre d'échantillons cohérents de la réponse, les drapeaux de qualité de la
10 réponse, la valeur et le nombre d'échantillons de chaque impulsion, il décode pour chaque bit du message la position de l'impulsion ayant la plus grande valeur de l'estimateur et affecte une qualité à chaque bit, toujours selon la valeur de l'estimateur et la présence de plusieurs impulsions par bit,

- il détecte les erreurs en exploitant le nouveau décodage du message.

15 5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que lorsqu'il est possible et nécessaire de corriger un message, le module de traitement de données tente de corriger les bits du message en exploitant les nouvelles qualités de chaque bit.

6. Procédé selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que pour
20 accroître les possibilités de succès, la tentative de décodage du message s'effectue indépendamment :

- sur les deux variables SOMME et MONOPULSE,
- sur les deux variables DIFFERENCE et MONOPULSE,
- sur l'ensemble des trois variables SOMME, DIFFERENCE et MONOPULSE

25 pour exploiter au mieux les caractéristiques de la pollution (amplitude, dépointage, non stabilité temporelle, ...) puisqu'il suffit d'un succès parmi les 3 tentatives pour considérer le message mode S comme correctement décodé

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que
30 lorsque l'on dispose d'une puissance de calcul temps réel suffisante, on réduit le nombre d'interrogations sélectives en exploitant celles déjà reçues au fur et à mesure dans chaque lobe.

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que, en fin de lobe, on exploite, hors temps réel, les réponses reçues pour pouvoir décoder le message si celui n'a pas eu lieu pour une des réponses du lobe.

5 9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que pour un radar fonctionnant à des vitesses de rotation supérieures à environ 4s pour un tour, on supprime les périodes All Call (AC) et Roll Call (RC) afin de mieux répartir le temps radar en fonction de la nature des cibles présentes dans le lobe du radar.

10 10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que les interrogations en mode S sont placées en tenant compte de l'ensemble des plots SSR/SIF présents dans le lobe.

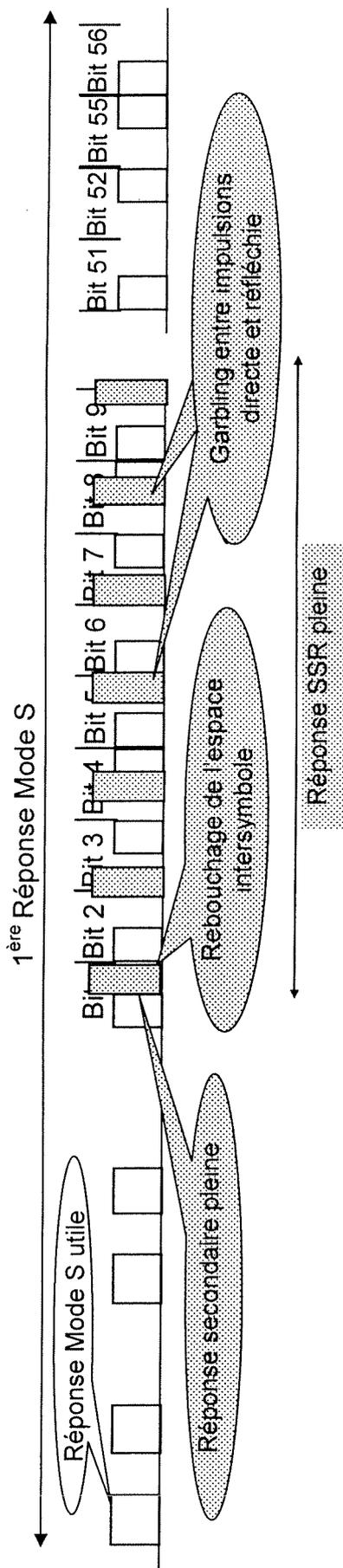


FIG.3

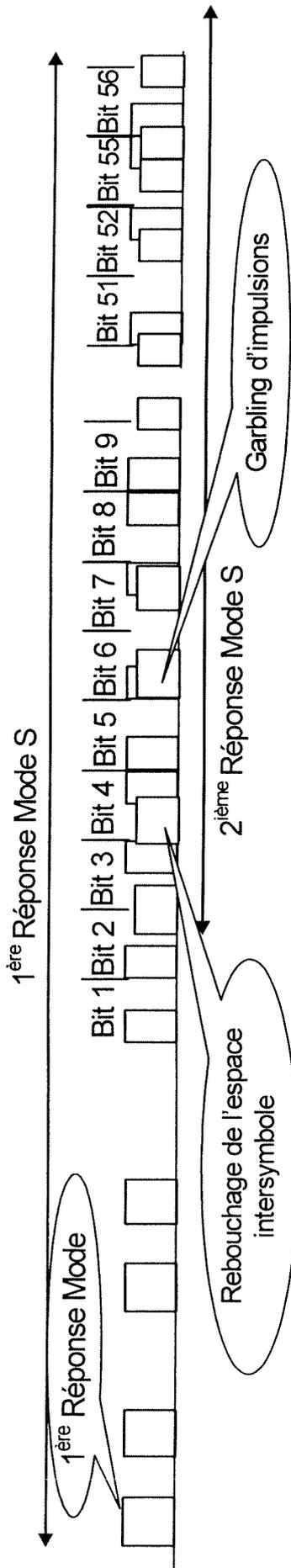


FIG.4

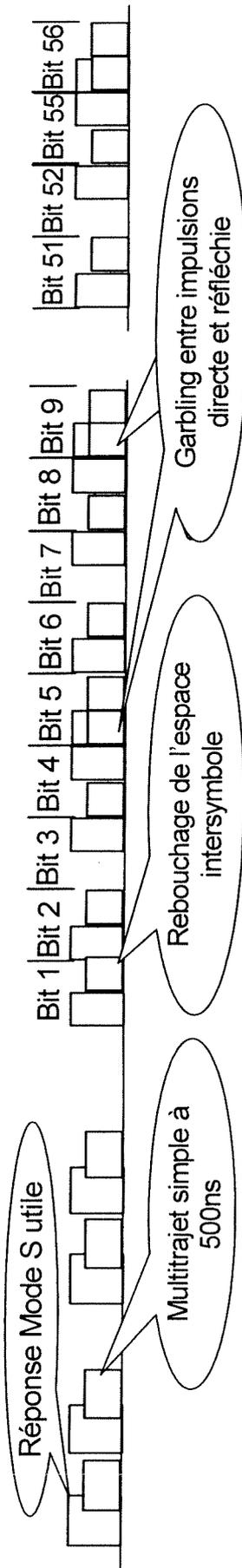


FIG.5

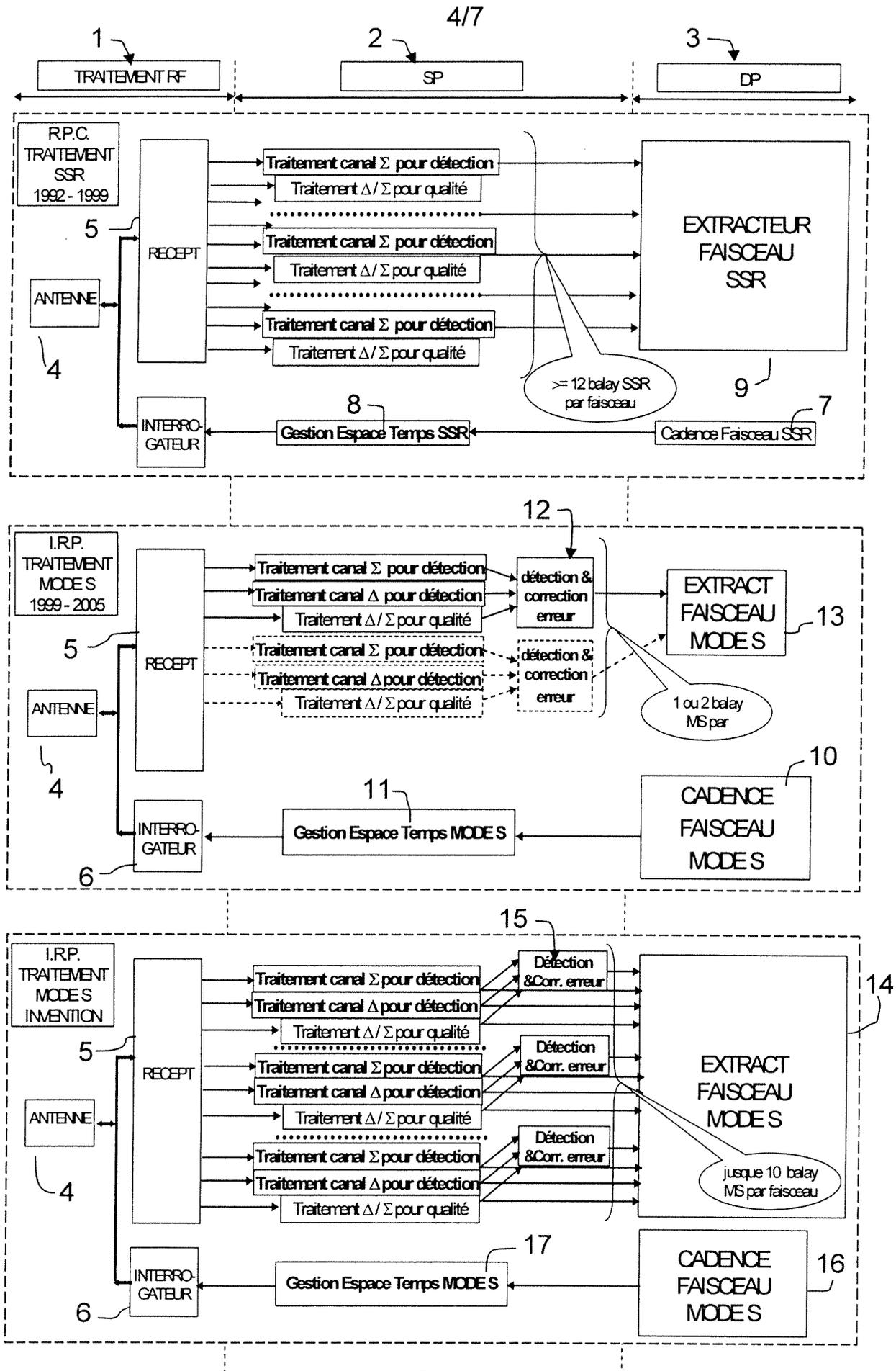


FIG.6

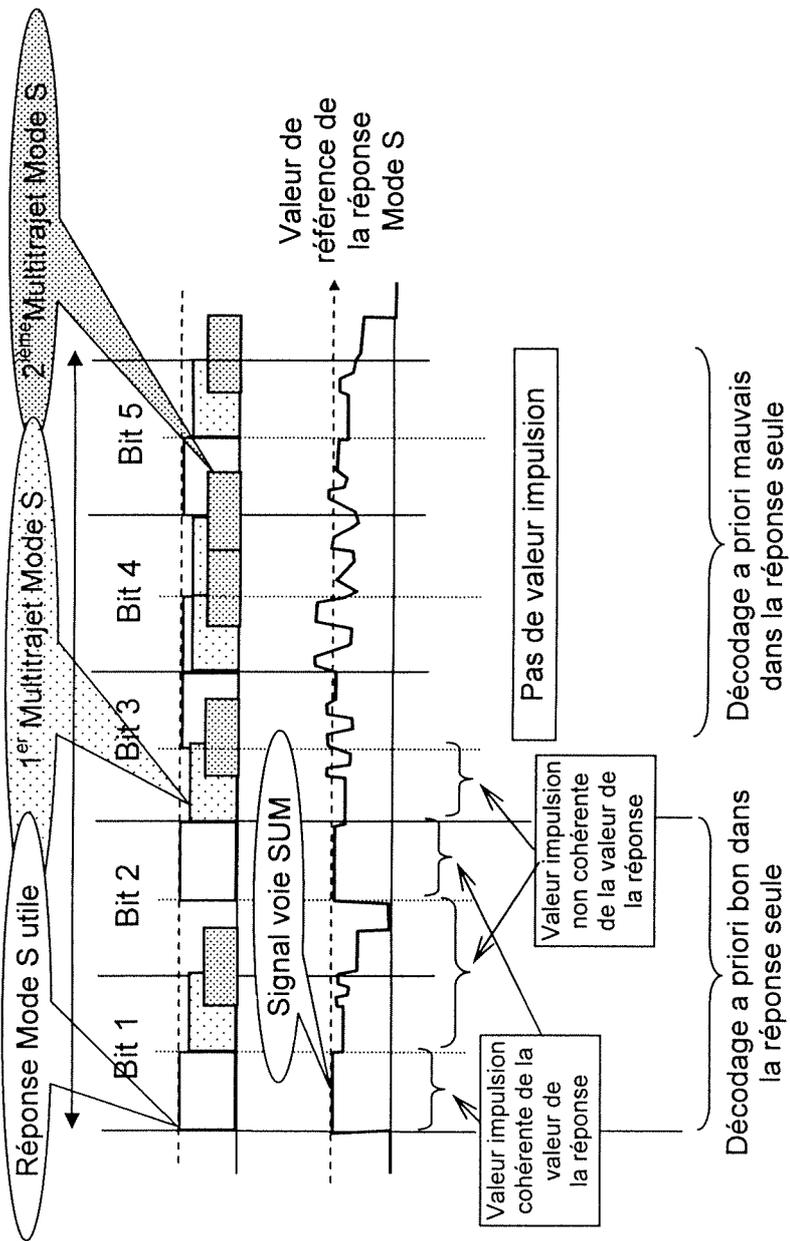
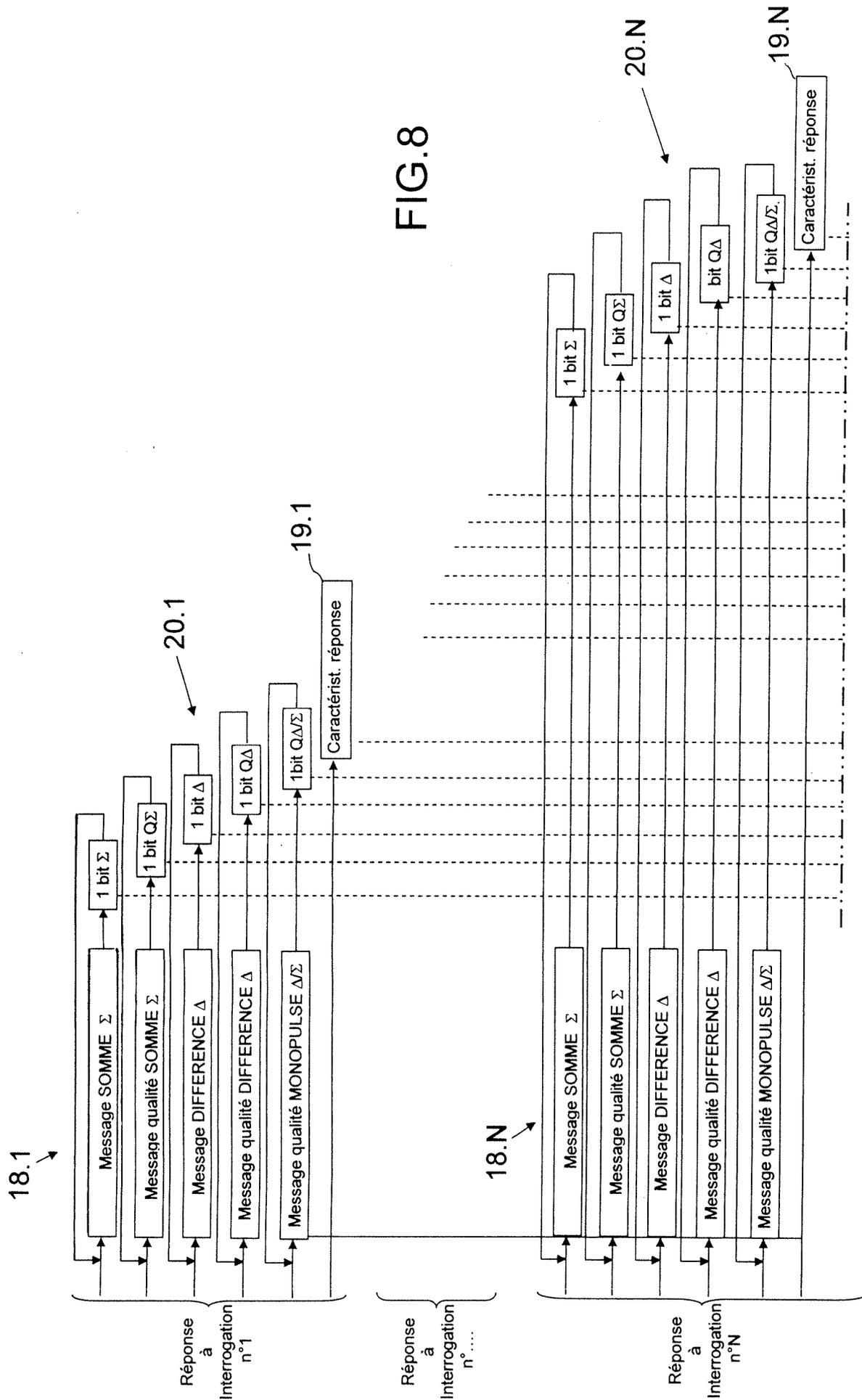


FIG.7

FIG.8



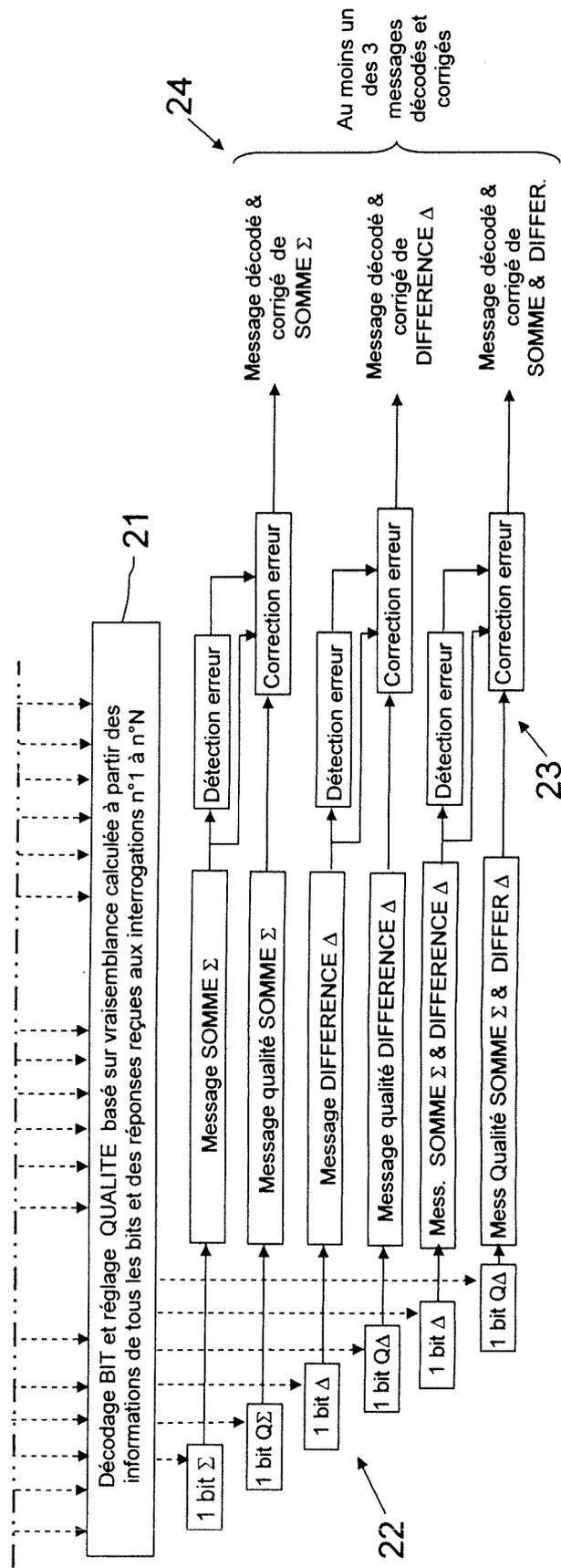


FIG.8 (suite)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
19 juin 2008 (19.06.2008)

PCT

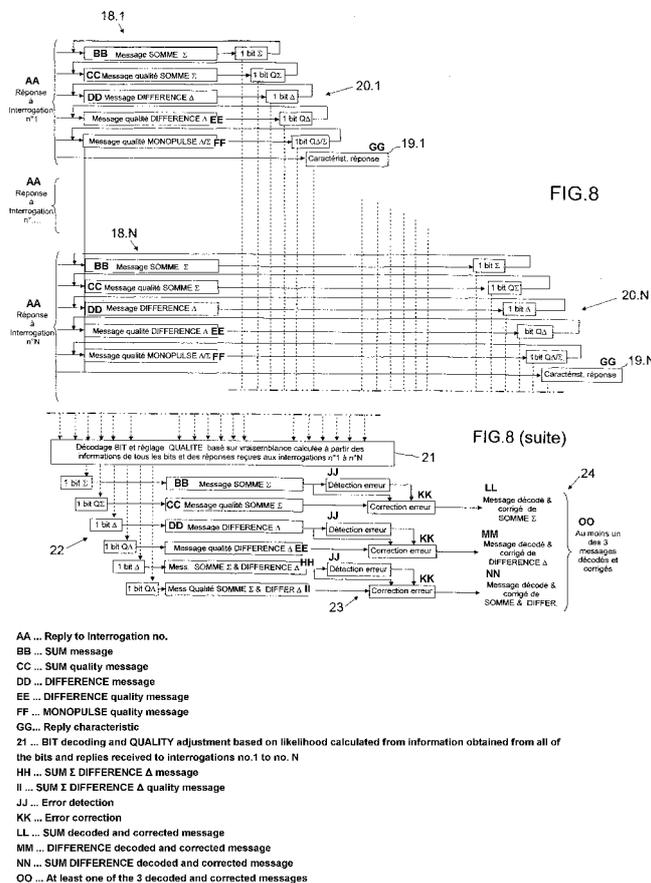
(10) Numéro de publication internationale
WO 2008/071607 A3

- (51) Classification internationale des brevets :
G01S 13/78 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2007/063370
- (22) Date de dépôt international :
5 décembre 2007 (05.12.2007)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
06 10815 12 décembre 2006 (12.12.2006) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
THALES [FR/FR]; 45 rue de Villiers, F-92200 Neuilly
sur Seine (FR).
- (72) Inventeur; et
- (75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : BILLAUD,
Philippe [FR/FR]; 42 avenue du Général Leclerc, F-92260
Fontenay aux Roses (FR).
- (74) Mandataires : CHAVERNEFF, Vladimir etc.; 31-33, av-
enue Aristide Briand, F-94117 Arcueil Cedex (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR REDUCING MULTIPATH PROPAGATION EFFECTS DURING THE PROCESSING OF REPLIES IN MODE "S"

(54) Titre : PROCÉDE DE REDUCTION DES EFFETS DUS AUX PROPAGATIONS MULTITRAJETS LORS DU TRAITEMENT DE REPONSES EN MODE "S"



(57) Abstract: The invention relates to a method for processing replies from targets interrogated by a surveillance radar, involving the Mode-S interrogation of all the targets present in the receiving lobe of the radar. The inventive method comprises the following steps: the different targets present in the receiving lobe of the radar are interrogated at least once; the set of Mode-S reply signals received for the lobe are collected after each interrogation; and a processing operation is performed for each target, comprising the detection of replies followed by the detection of errors and, if necessary, the correction of said errors and the extraction of the corresponding blips. The method is characterised in that the aforementioned processing operation involving the detection and determination of signal quality is performed by forming a synthetic message with the set of replies to each interrogation for each target, establishing the value and the quality of each bit of the message and detecting and correcting errors using said synthetic message. The three variables, Σ , Δ and monopulse, of all of the failed replies from the same target are used to form the synthetic message. Said method can be used in a very polluted electromagnetic environment where existing methods are insufficient. The same target may be asked a question again for reasons other than a reply failure.

[Suite sur la page suivante]

WO 2008/071607 A3



RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL,

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont requises

(88) **Date de publication du rapport de recherche internationale:**

16 octobre 2008

(57) **Abrégé :** Le procédé de traitement conforme à l'invention est un procédé de traitement de réponses de cibles interrogées par un radar de surveillance selon une interrogation en mode S de toutes les cibles présentes dans le lobe de réception du radar, procédé selon lequel on interroge au moins une fois les différentes cibles présentes dans le lobe de réception du radar, on recueille, après chaque interrogation, l'ensemble des signaux de réponse Mode S reçus pour ce lobe, on effectue pour chaque cible un traitement de détection des réponses et on procède à une détection d'erreurs et si nécessaire à leur correction puis à l'extraction des plots correspondants, et ce procédé est caractérisé en ce que ledit traitement de détection et de détermination de qualité des signaux consiste à constituer un message synthétique avec l'ensemble des réponses à chaque interrogation pour chaque cible, à établir, pour chaque bit du message, la valeur et la qualité de ce bit et à effectuer la détection et la correction d'erreurs à partir de ce message synthétique, on exploite les 3 variables Σ , Δ et monopulse de toutes les réponses en échec de la même cible pour construire le message synthétique. Ce traitement est utile en cas d'environnement électromagnétique très pollué, sinon les procédés existants sont suffisants : ce n'est que parce qu'il y a eu échec sur une réponse que l'on doit reposer la question à la même cible.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/063370

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01S13/78

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01S

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 528 244 A (SCHWAB CARL E [US]) 18 June 1996 (1996-06-18) column 3, line 48 - line 67; figures 1-6 column 4, line 18 - line 42 column 6, line 24 - line 41 column 7, line 1 - line 16	1, 2, 4
A	EP 1 316 817 A (RAYTHEON CO [US]) 4 June 2003 (2003-06-04) abstract; figures 5, 6 paragraphs [0041], [0042]	1
A	WO 2005/085898 A (RAYTHEON SYSTEMS LTD [GB]; STEVENS MARTIN [GB]; JONES QUENTON [GB]) 15 September 2005 (2005-09-15) page 6, line 3 - page 7, line 13; figures 1-3 page 9, line 8 - line 20	1
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
E earlier document but published on or after the international filing date	*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	*&* document member of the same patent family
P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 5 août 2008	Date of mailing of the international search report 13/08/2008
---	---

Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Mercier, Francois
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2007/063370

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 426 543 A1 (THOMSON CSF [FR]) 8 May 1991 (1991-05-08) abstract; figure 2	1
A	EP 0 577 480 A1 (THOMSON CSF [FR]) 5 January 1994 (1994-01-05) abstract; figure 4	1
A	FR 2 860 882 A1 (THALES [FR]) 15 April 2005 (2005-04-15) abstract	1
A	GALATI G ET AL: "Decoding Techniques for SSR Mode S Signals in High Traffic Environment" RADAR CONFERENCE, 2005. EURAD 2005. EUROPEAN OCT. 6, 2005, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, 6 October 2005 (2005-10-06), pages 399-402, XP010910900 ISBN: 2-9600551-3-6 abstract	1
A	CHEN SHI-YI ET AL: "Error Correcting Cyclic Redundancy Checks based on Confidence Declaration" ITS TELECOMMUNICATIONS PROCEEDINGS, 2006 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, PI, June 2006 (2006-06), pages 511-514, XP031012474 ISBN: 0-7803-9586-7 abstract	1
A	HARMAN W ET AL: "Techniques for improved reception of 1090 MHz ADS-B signals" DIGITAL AVIONICS SYSTEMS CONFERENCE, 1998. PROCEEDINGS., 17TH DASC. THE AIAA/IEEE/SAE BELLEVUE, WA, USA 31 OCT.-7 NOV. 1998, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, vol. 2, 31 October 1998 (1998-10-31), pages G25-1, XP010318180 ISBN: 0-7803-5086-3 the whole document	1
A	EP 1 635 189 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO [JP]) 15 March 2006 (2006-03-15) paragraphs [0013] - [0029]; figures 1-8	9, 10
A	EP 1 640 743 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO [JP] TOSHIBA KK [JP]) 29 March 2006 (2006-03-29) paragraphs [0003], [0016], [0019], [0020], [0028] - [0030]; figures 1-5	9, 10
	-/--	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/063370

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 825 322 A (CAPOZOLI MARTIN STEPHEN [US]) 20 October 1998 (1998-10-20) abstract; compounds 1-8 column 4, line 52 - column 5, line 47 column 6, line 24 - line 40 column 7, line 39 - line 50 -----	9,10
A	US 5 835 059 A (NADEL JESSE H [US] ET AL) 10 November 1998 (1998-11-10) column 20, line 57 - column 21, line 19; figure 10 -----	9,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2007/063370

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see the Supplemental Sheet

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims: 1-6

Claims 1-6 relate to the processing of errors in mode S replies in order to eliminate multipaths by sending a synthetic message containing the totality of the replies from the same target to provide a final decoding attempt.

2. Claims: 7-10

Claims 7-10 relate to radar time management as a function of the nature of the targets present in the radar lobe.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2007/063370

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5528244	A	18-06-1996	AT 184706 T 15-10-1999
			CA 2173060 A1 01-10-1996
			DE 69512202 D1 21-10-1999
			DE 69512202 T2 30-12-1999
			DK 735382 T3 07-02-2000
			EP 0735382 A1 02-10-1996
			ES 2139820 T3 16-02-2000
			GR 3032043 T3 31-03-2000
			EP 1316817
WO 2005085898	A	15-09-2005	AU 2005218248 A1 15-09-2005
			CA 2561774 A1 15-09-2005
			EP 1730548 A1 13-12-2006
			GB 2412027 A 14-09-2005
EP 0426543	A1	08-05-1991	CA 2029147 A1 04-05-1991
			DE 69007421 D1 21-04-1994
			DE 69007421 T2 14-07-1994
			DK 426543 T3 02-05-1994
			FR 2654217 A1 10-05-1991
			JP 3167492 A 19-07-1991
			US 5063386 A 05-11-1991
			EP 0577480
			DE 69308175 D1 27-03-1997
			DE 69308175 T2 05-06-1997
			FR 2692995 A1 31-12-1993
			RU 2127438 C1 10-03-1999
			US 5406288 A 11-04-1995
FR 2860882	A1	15-04-2005	EP 1671153 A1 21-06-2006
			WO 2005038486 A1 28-04-2005
EP 1635189	A	15-03-2006	US 2006055586 A1 16-03-2006
EP 1640743	A	29-03-2006	JP 2006084302 A 30-03-2006
			US 2006181447 A1 17-08-2006
US 5825322	A	20-10-1998	NONE
US 5835059	A	10-11-1998	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2007/063370

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G01S13/78		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) G01S		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 528 244 A (SCHWAB CARL E [US]) 18 juin 1996 (1996-06-18) colonne 3, ligne 48 - ligne 67; figures 1-6 colonne 4, ligne 18 - ligne 42 colonne 6, ligne 24 - ligne 41 colonne 7, ligne 1 - ligne 16	1,2,4
A	EP 1 316 817 A (RAYTHEON CO [US]) 4 juin 2003 (2003-06-04) abrégé; figures 5,6 alinéas [0041], [0042]	1
----- -/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe
* Catégories spéciales de documents cités:		
A document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	*T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier *Z* document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
5 août 2008	13/08/2008	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé	
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Mercier, Francois	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2007/063370

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2005/085898 A (RAYTHEON SYSTEMS LTD [GB]; STEVENS MARTIN [GB]; JONES QUENTON [GB]) 15 septembre 2005 (2005-09-15) page 6, ligne 3 - page 7, ligne 13; figures 1-3 page 9, ligne 8 - ligne 20	1
A	EP 0 426 543 A1 (THOMSON CSF [FR]) 8 mai 1991 (1991-05-08) abrégé; figure 2	1
A	EP 0 577 480 A1 (THOMSON CSF [FR]) 5 janvier 1994 (1994-01-05) abrégé; figure 4	1
A	FR 2 860 882 A1 (THALES [FR]) 15 avril 2005 (2005-04-15) abrégé	1
A	GALATI G ET AL: "Decoding Techniques for SSR Mode S Signals in High Traffic Environment" RADAR CONFERENCE, 2005. EURAD 2005. EUROPEAN OCT. 6, 2005, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, 6 octobre 2005 (2005-10-06), pages 399-402, XP010910900 ISBN: 2-9600551-3-6 abrégé	1
A	CHEN SHI-YI ET AL: "Error Correcting Cyclic Redundancy Checks based on Confidence Declaration" ITS TELECOMMUNICATIONS PROCEEDINGS, 2006 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, PI, juin 2006 (2006-06), pages 511-514, XP031012474 ISBN: 0-7803-9586-7 abrégé	1
A	HARMAN W ET AL: "Techniques for improved reception of 1090 MHz ADS-B signals" DIGITAL AVIONICS SYSTEMS CONFERENCE, 1998. PROCEEDINGS., 17TH DASC. THE AIAA/IEEE/SAE BELLEVUE, WA, USA 31 OCT.-7 NOV. 1998, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, vol. 2, 31 octobre 1998 (1998-10-31), pages G25-1, XP010318180 ISBN: 0-7803-5086-3 le document en entier	1
A	EP 1 635 189 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO [JP]) 15 mars 2006 (2006-03-15) alinéas [0013] - [0029]; figures 1-8	9,10

-/--

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2007/063370

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 1 640 743 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO [JP] TOSHIBA KK [JP]) 29 mars 2006 (2006-03-29) alinéas [0003], [0016], [0019], [0020], [0028] - [0030]; figures 1-5 -----	9,10
A	US 5 825 322 A (CAPOZOLI MARTIN STEPHEN [US]) 20 octobre 1998 (1998-10-20) abrégé; composés 1-8 colonne 4, ligne 52 - colonne 5, ligne 47 colonne 6, ligne 24 - ligne 40 colonne 7, ligne 39 - ligne 50 -----	9,10
A	US 5 835 059 A (NADEL JESSE H [US] ET AL) 10 novembre 1998 (1998-11-10) colonne 20, ligne 57 - colonne 21, ligne 19; figure 10 -----	9,10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALEDemande internationale n°
PCT/EP2007/063370**Cadre n° II Observations – lorsqu'il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (suite du point 2 de la première feuille)**

Le rapport de recherche internationale n'a pas été établi en ce qui concerne certaines revendications conformément à l'article 17.2)a) pour les raisons suivantes :

1. Les revendications n^{os} se rapportent à un objet à l'égard duquel l'administration chargée de la recherche internationale n'est pas tenue de procéder à la recherche, à savoir :

2. Les revendications n^{os} parce qu'elles se rapportent à des parties de la demande internationale qui ne remplissent pas suffisamment les conditions prescrites pour qu'une recherche significative puisse être effectuée, en particulier :

3. Les revendications n^{os} parce qu'elles sont des revendications dépendantes et ne sont pas rédigées conformément aux dispositions de la deuxième et de la troisième phrases de la règle 6.4.a).

Cadre n° III Observations – lorsqu'il y a absence d'unité de l'invention (suite du point 3 de la première feuille)

L'administration chargée de la recherche internationale a trouvé plusieurs inventions dans la demande internationale, à savoir:

voir feuille supplémentaire

1. Comme toutes les taxes additionnelles exigées ont été payées dans les délais par le déposant, le présent rapport de recherche internationale porte sur toutes les revendications pouvant faire l'objet d'une recherche.
2. Comme toutes les revendications qui se prêtent à la recherche ont pu faire l'objet de cette recherche sans effort particulier justifiant des taxes additionnelles, l'administration chargée de la recherche internationale n'a sollicité le paiement d'aucunes taxes de cette nature.
3. Comme une partie seulement des taxes additionnelles demandées a été payée dans les délais par le déposant, le présent rapport de recherche internationale ne porte que sur les revendications pour lesquelles les taxes ont été payées, à savoir les revendications n^{os}:
4. Aucune taxes additionnelles demandées n'ont été payées dans les délais par le déposant. En conséquence, le présent rapport de recherche internationale ne porte que sur l'invention mentionnée en premier lieu dans les revendications; elle est couverte par les revendications n^{os}:

- Remarque quant à la réserve**
- Les taxes additionnelles étaient accompagnées d'une réserve de la part du déposant et, le cas échéant, du paiement de la taxe de réserve.
- Les taxes additionnelles étaient accompagnées d'une réserve de la part du déposant mais la taxe de réserve n'a pas été payée dans le délai prescrit dans l'invitation.
- Le paiement des taxes additionnelles n'était assorti d'aucune réserve.

SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDIQUES SUR PCT/ISA/ 210

L'administration chargée de la recherche internationale a trouvé plusieurs (groupes d') inventions dans la demande internationale, à savoir:

1. revendications: 1-6

Les revendications 1-8 concernent le traitement d'erreur des réponses mode S pour combattre des trajets multiples, par l'envoi d'un message synthétique contenant l'ensemble des réponses d'une même cible, afin d'assurer une ultime tentative de décodage.

2. revendications: 7-10

Les revendications 7-10 concernent la gestion du temps radar en fonction de la nature des cibles présentes dans le lobe du radar.

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2007/063370

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5528244	A	18-06-1996	AT 184706 T	15-10-1999
			CA 2173060 A1	01-10-1996
			DE 69512202 D1	21-10-1999
			DE 69512202 T2	30-12-1999
			DK 735382 T3	07-02-2000
			EP 0735382 A1	02-10-1996
			ES 2139820 T3	16-02-2000
			GR 3032043 T3	31-03-2000
			EP 1316817	A
WO 2005085898	A	15-09-2005	AU 2005218248 A1	15-09-2005
			CA 2561774 A1	15-09-2005
			EP 1730548 A1	13-12-2006
			GB 2412027 A	14-09-2005
EP 0426543	A1	08-05-1991	CA 2029147 A1	04-05-1991
			DE 69007421 D1	21-04-1994
			DE 69007421 T2	14-07-1994
			DK 426543 T3	02-05-1994
			FR 2654217 A1	10-05-1991
			JP 3167492 A	19-07-1991
			US 5063386 A	05-11-1991
EP 0577480	A1	05-01-1994	CA 2099702 A1	31-12-1993
			DE 69308175 D1	27-03-1997
			DE 69308175 T2	05-06-1997
			FR 2692995 A1	31-12-1993
			RU 2127438 C1	10-03-1999
			US 5406288 A	11-04-1995
FR 2860882	A1	15-04-2005	EP 1671153 A1	21-06-2006
			WO 2005038486 A1	28-04-2005
EP 1635189	A	15-03-2006	US 2006055586 A1	16-03-2006
EP 1640743	A	29-03-2006	JP 2006084302 A	30-03-2006
			US 2006181447 A1	17-08-2006
US 5825322	A	20-10-1998	AUCUN	
US 5835059	A	10-11-1998	AUCUN	



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780050815.9

[43] 公开日 2009年12月2日

[11] 公开号 CN 101595395A

[22] 申请日 2007.12.5

[21] 申请号 200780050815.9

[30] 优先权

[32] 2006.12.12 [33] FR [31] 0610815

[86] 国际申请 PCT/EP2007/063370 2007.12.5

[87] 国际公布 WO2008/071607 法 2008.6.19

[85] 进入国家阶段日期 2009.8.3

[71] 申请人 泰勒斯公司

地址 法国塞纳河畔讷伊

[72] 发明人 P·比约

[74] 专利代理机构 北京戈程知识产权代理有限公司
代理人 程伟 王锦阳

权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 7 页

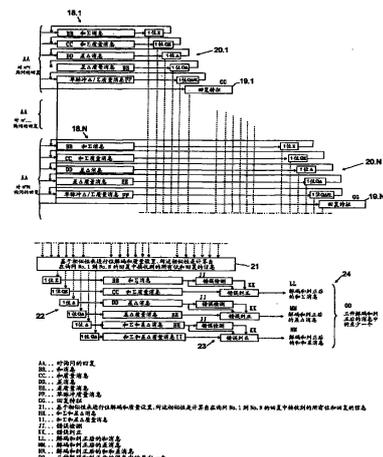
[54] 发明名称

在对“S”模式回复的处理中降低多路径传播效应的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种处理来自被监视雷达询问的目标的回复的方法，监视雷达对雷达的接收波瓣中出现的所有目标进行S模式询问。本发明的方法包括以下步骤：对雷达的接收波瓣中出现的不同目标至少询问一次；在每次询问之后收集该波瓣接收到的一组S模式回复信号；以及对每个目标执行处理操作，包括检测回复，以及之后的检测错误，以及如果需要，纠正所述错误并提取相应的光点。所述方法的特征在于，上述处理操作包括信号质量检测和确定，所述信号质量检测和确定处理是通过以下来执行的：利用对每个目标的每次询问的一组回复形成合成信息，确定消息的每个位的值和质量，并利用所述合成信息来检测和纠正错误。利用来自同一目标的所有失败回复的三个变量 Σ 、 Δ 和单脉冲

来形成合成消息。所述方法适用于现有方法不适用的高度干扰的电磁环境。同一目标可能因为除了回复失败以外的原因被再次询问。



1、一种处理来自被监视雷达询问的目标的回复的方法，该监视雷达以 S 模式进行询问，该方法独立地用于雷达的接收波瓣中出现的每个目标，由此对雷达 SSR 的接收波瓣中出现的不同目标至少询问一次，在每次询问后收集该波瓣针对每个目标接收到的所有回复信号，在信号处理模块（TS）中执行回复检测处理操作，并且检测和纠正错误，以及提取相应的光点，

其特征在于，在信号处理操作解码失败的情况下，由数据处理模块（TD）执行所述信号质量检测和确定处理操作，该数据处理模块利用存储的针对同一个目标的每个询问的一组回复来形成合成消息，为每个消息的每个位确定该位的值和质量，并利用该合成消息执行错误检测和纠正。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，该合成消息包括 S 模式消息的每个位的值和质量。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，对于在信号处理操作没有成功地执行纠正尝试后未被解码，或对于因在尝试纠正的错误消息中有数量过多的质量差的位而不可解码的每个 S 模式回复，信号处理模块（TS）传输：

- 对雷达接收器的三个输出变量（和、差和单脉冲）的回复的值，以及与三个变量的所述值相一致的样本的最大数量，
- 所述三个变量的值和相关联的样本的数量，所述值和数量针对每个潜在地处于回复消息的每个位中的每个脉冲，因此给出脉冲值质量指标，
- 指示回复检测情况的信息。

4、根据上述权利要求中任一项所述的方法，其特征在于，一旦信号处理模块确定至少两个接收到的回复未被解码或不可解码，数据处理模块（TD）通过执行下列步骤重新构造回复：

- 基于对来自所有接收到的回复的位的潜在脉冲的信息进行分析，来为 S 模式消息的每个位确定估计量，所述信息针对来自雷达接收器的每个输出变量：回复中的一致样本的数量、回复质量旗标、每个脉冲的样本的值和数量，通常根据估计量的值和每个位出现的几个脉冲来解码消息的每个位，得到具有估计量的最大值的脉冲的位置，并对每个位分配质量，
- 利用对消息的新的解码来检测错误。

5、根据前述权利要求中任一项所述的方法，其特征在于，当可以且有必要纠正消息时，数据处理模块利用每个位的新的质量来试图纠正消息的位。

6、根据权利要求 3 到 5 中任一项所述的方法，其特征在于，为增加成功的概率，独立地如下进行对消息的解码：

- 在两个变量和和单脉冲上，
- 在两个变量差和单脉冲上，
- 在所有三个变量和、差和单脉冲上

以最好地利用干扰的特性（幅度、偏移、缺少时间稳定性，等等），因为对 S 模式消息的三次尝试中有一次成功即被认为是被正确地解码。

7、根据前述权利要求中任一项所述的方法，其特征在于，当可得到足够的实时计算功率时，通过利用每个波瓣中已经被实时接收到的来减少选择性询问的数量。

8、根据权利要求 1 到 6 中任一项所述的方法，其特征在于，在波瓣的末端，非实时地利用接收到的回复，以能够在对来自该波瓣的回复中的一个未解码时对该消息进行解码。

9、根据前述权利要求中任一项所述的方法，其特征在于，对于在比每转约 4s 高的旋转速度下工作的雷达，消除了全体呼叫（AC）和点

名呼叫（RC）时段，以根据雷达波瓣中出现的目标的自然特征来最好地分配雷达时间。

10、根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，通过考虑波瓣中出现的一组 SSR/SIF 光点来布置 S 模式的询问。

在对“S”模式回复的处理中降低多路径传播效应的方法

本发明涉及一种当通过二级监视雷达（通常称为 SSR）对来自例如航行器等目标的“S”模式回复进行处理时，降低多路径传播（propagation）效应的方法。

在一些雷达信号回波接收情况中，由于不同方向上强的多路径，可能导致该接收被寄生信号干扰。在这些情况下，目前已知的 S 模式信号处理操作不能准确地处理 S 模式回复。这会导致不能接受的航行器检测遗漏。

这里回顾一下，S 模式原理是通过在波瓣（lobe）内的单个询问（interrogation）中，按顺序利用单脉冲信息，实质（virtual）肯定（计算 CRC，即循环冗余码）地“定位”和“解码”机载异频雷达收发机（transponder）所传输的消息，来选择性地询问航行器。为达此目的已经开发了算法，因此将所有的重点都集中在了对回复的处理上。

S 模式标准（ICAO 标准，附录 10）的特征是：

- 主要目标是在单个询问中对航行器执行检测和定位（三维（3D）：方位，距离，高度）。因此，欧洲航行安全组织（EUROCONTROL），如法国的 STNA，已经定义了一种度量标准：除了检测概率，还有每个雷达天线旋转和每个航行器的询问次数。因此可以看出，除了传统的雷达性能之外，其所获得的方式非常重要（效率指标）。
- S 模式回复（见图 1 中的简单示例）在结构上，比 SSR 回复（ $21\mu\text{s}$ ）要长得多（ $64\mu\text{s}$ 或 $120\mu\text{s}$ ）且密集得多，并且因此对多路径更敏感：两个 S 模式脉冲之间的间隔为 500 ns 或 $1\mu\text{s}$ ，而 SSR 回复的数量级是 $1\mu\text{s}$, $2.45\mu\text{s}$, $3.45\mu\text{s}$...。因此，对于回复的多路径对同一回复的脉冲进行干扰的概率来说，S 模式要比 SSR 模式高得多。

- 地面和机载系统之间的数据交换必须是可靠的：根据 EUROCONTROL 标准, S 模式站点规范要求错误率为 10^{-7} 。为此, 该标准已经提供了纠错码 (24 位 (bit) CRC), 使得能够检测消息是否被干扰。所述码被设计为是对传统的二级回复 (持续时间 $21 \mu\text{s}$, 分布在 $21 \mu\text{s}$ 上, 每个回复中不超过 14 个 450ns 脉冲被干扰, 或者平均有 8 个脉冲被干扰) 之间的混淆 (garbling) 的回复。
- 实际上, 为了满足交换数据的安全需要, 对在 S 模式消息中间隔小于 $24 \mu\text{s}$ 的最多 10 位进行纠正。因此, SSR 回复具有比平均值更多的脉冲个数 (码除了具有可能的 12 个脉冲外还有多于 6 个脉冲), 可以干扰多于 10 位的 S 模式消息, 因此使 S 模式回复不可纠正 (见图 2)。
- 信号处理即对 S 模式回复进行解码, 也对可能错误 (质量差) 的消息的位 (1 位持续 $1\mu\text{s}$) 进行标记。根据 S 模式标准的原理, 只有这些被标记的位可通过纠错码进行纠错。

该原理实现于特定的传播环境中, 面对由于询问的选择性造成的 (从询问产生的寄生信号) 对询问的“混淆”, 该原理是完全可操作的。在强的多路径存在时, 这通过定义保留为“粘”到回复上, 该原理不再成立: 彼此独立地分析和抛弃每个回复。

实际上, 利用已知的方法, 对于每个多路径, 接收到的 S 模式回复会系统地自我干扰, 通过:

- “线上”反射 (在天线轴上)
- 和/或“横向” (稍偏离天线的轴)。

用对每个波瓣的回复的处理来优化对 S 模式信号的处理, 因此消息的解码和纠正都是在单个回复上执行的。当失败时, 自动发送新的询问, 并且信号处理模块 (以下简称为 TS) 再次使用新的回复。在存在多路径时, 会重复失败。只要目标在雷达的接收波瓣中, 且回复不能被解码, 就会产生新的询问。因此, 当多路径很强时, 对被干扰的目标的选择性询问的数量可能最终等于在非选择性模式中由二级处理所产生的询问的数量。然而, 由于在每个回复上进行解码决定, 因此在整个波瓣上全局失败。

现有技术的设备主要关注于信号处理（TS），以最好地执行解码和质量分配功能，从而在 S 模式标准中，通过所采用的编码和所要求的纠错率来加强错误检测方法和纠错效率。

对于每个回复，TS 利用在连接到雷达天线上的接收器的输出端可以得到的信息，也就是说：

- 和（SUM）以及差（DIFFERENCE）路径（pathway）上的功率检测，
- 表示波瓣中目标的移位（misalignment）的相位信息（该信息以下称为“单脉冲”）

以下参考图 3 到图 5，描述 S 模式回复的干扰的三种典型情况：

- 由 SSR 产物造成，
- 由同步 S 模式回复造成，
- 由 S 模式回复的多路径造成。

上文描述的纠正原理不能经受住在不同雷达位置上发生的某些极端情况，其中三种示例性的（非限制性的）情况可能是：

- 图 3 中的情况发生在北欧：在被多个异步二级回复（称为“产物”）干扰的环境中，从一个 S 模式选择性询问到接下来的相关联的回复每一次都可能被 SSR 产物回复干扰，SSR 产物回复具有比 S 模式回复高得多的功率（在希望的目标位于很远的距离 470km，以及目标产生的产物接近所关心的雷达，但向远距离雷达回复的情况）。所述产物为异步的，其在一个接一个的 S 模式回复的不同位上引起错误。图 3 显示了在时间线的起点的四个无干扰的 S 模式回复前导（preamble）脉冲。接下来出现的是数据位（图中用位 1 到位 56 表示），其中的第一个被来自相对于所希望的脉冲异步到达的全码（full-code）SSR 回复（图中用阴影表示，且幅度比所希望的位的幅度大）的寄生脉冲干扰。所述寄生脉冲很可能回填符号间的间隔，也可能或多或少地与前向脉冲交叠。
- 图 4 描述了第二种情况。干扰是由同步寄生回复引起的，这些同步寄生回复源自从不同的航行器对同一个雷达发出的询问。在充满例如北欧空中走廊（air corridor）的目标的环境中的 S 模式回复获取阶段（“全体呼叫”（All Call）），期望的 S 模式回复相互同

步地干扰。错误位率取决于 S 模式回复的相互交叠率。从循环到循环，由于不同频率的信号之间的碰撞 (beat)，错误位可能不总是相同。因此在图 4 的情况中，当雷达开始从第一航行器接收 S 模式回复时，源自第二航行器的回复从第一回复的第二数据位开始到达。所述四个同步脉冲为，第一个位于第一回复的第二和第三个脉冲之间，而其余三个以不同方式与第一回复的位 3 到 7 交叠，这是因为同步脉冲各自的距离与数据脉冲的不同。然后，第二回复的数据脉冲与第一回复的数据脉冲交叠。

- 图 5 是关于同一个回复的多路径传播的情况。在存在强的多路径时，当 TS 糟糕地对位进行了解码，所述位可分布在回复中的任意位置，因为通常多路径天生可干扰消息的所有位。实际上，由于多路径是重复的相同回复，且在时间上可偏移大约 $3\ \mu\text{s}$ 的持续时间，糟糕地解码后的位取决于消息本身以及接收器中信号（直接回复和来自多路径的回复）的碰撞，使得接收器输出端的脉冲失真。因此，利用接收到的功率的 TS 可能错误地定位脉冲、错误地为后者分配功率并因此错误地对回复进行解码。现在，错误检测码原理不能用于对间隔超过 $24\ \mu\text{s}$ 的错误进行纠错。从一个 S 模式回复到下一个 S 模式回复，错误位是不同的，因为前向波和反射波之间的碰撞 (beating) 导致的脉冲的失真取决于步调差异 (tread difference)，该步调差异从一个循环到另一个循环显著变化 (10ms)。

在 S 模式雷达的新的应用市场中，基于少量 S 模式询问来检测目标的需求增加了，这种需求甚至超过并且高于对好的效率指标的需求，因为：

- 监视雷达的天线的旋转速度增加了：通常对于 470km 的范围在 4 秒钟内进行一次旋转。因此，在目标上的照射时间降低了，并且因此，失败情况下再重新询问的概率更加有限。
- S 模式数据处理需要在目标上有照射时间，因此减少了在先前的尝试中失败的情况下进行重新询问的循环的可能的数量。军用雷达在特定的军用模式 (1 和 2) 下需要额外的询问，因此进一步降低了 S 模式的循环数量。

从1990年开始申请人对来自二级雷达的回复的处理经历了两个主要发展阶段，如图6的框图所示（分别在顶部和中间），其为创造性的解决方案（在图的底部用图表示出）。实现了所述三种不同的提取技术的二级雷达都具有三个主要级，对应于光点（blip）提取处理的三个主要步骤，并在图中以相同的栏表示：无线频率处理级1，信号处理级2（以下称为SP）以及数据处理级3（以下称为DP）。级1对于三种实现都是相同的。级1实质上包括雷达天线4、接收器5和询问器6。对于级2，用图表表示了多个连续的质量检测和确定处理操作，其位于三种方法的每一个的接收器的输出端，依次向下排列，对应于连续的询问。

两个已知的技术是：

1. “回复处理和相关器 R.P.C.”。这是一种1992年到1999年之间开发的二级提取器，关于它已经申请了多项专利，该技术只涉及创新的SSR（二级监视雷达）处理，其特征在于强大的识别能力，该能力基于对 Σ 信道上接收到的信号的形态的分析。二级处理原理是基于，以对波瓣中每个目标12个回复（A模式为6个，C模式为6个）的频率，对波瓣中呈现的所有目标的系统询问。对其主要功能的管理如下文所述（见图6）：

- 时空管理(GST)：由元素7(电波的步调(pacing))和8(GST)管理,由于次序中系统地包含交错的A模式和C模式询问,因此管理非常简单。
- 信号处理(TS)：
 - 基于对 Σ 信道上接收到的信号的形态的分析，来对SSR回复进行检测和解码，
 - 基于对 Σ 和 Δ/Σ 信息的分析来确定构造的质量。
- 数据处理-TD-(9)基于以下进行光点的提取：
 - 用于检测光点的每个模式或所有模式的检测的数量，
 - 模式A/模式C码的产生，该产生是通过对与它们的质量相关联的每个模式中获得的码进行分析，并基于对利用旗标(flag)的码的每个脉冲的估计量（旗标给出回复混淆的风险，即其可潜在地可被正确解码）。

图中的框给出了上文所述各个主要模块的复杂程度：

- 时空管理 (GST)：低复杂度，
- 信号处理 (TS)：平均复杂度，
- 数据处理 (TD)：平均复杂度。

2. “询问器和回复处理”“I.R.P.”。这是于 1999 年到 2005 年之间开发的二级提取器。已经针对创造性的 S 模式信号处理申请了多项专利，该处理基于由对 Σ 和 Δ 上接收到的信号的形态的分析而定义的脉冲柱状图来获得强大的识别能力，而针对 S 模式选择性询问的次序中的创造性的 S 模式数据处理已经申请了另外的专利。S 模式处理的原理是基于以波瓣中每个目标两个回复的频率对波瓣中的每个目标进行选择性的询问：

- 时空管理 (GST)：由元素 10 (S 模式中的波束步调) 和元素 11 (S 模式中的 GST) 来管理：该管理是非常复杂的，因为次序由操作者选择的主要次序和监听窗的布置共同决定，其中对于主要次序，所有的选择性询问都要实时地落在主要次序中，而监听窗的布置与期望从选定的目标（每个波瓣 50 个目标）得到的回复相关联，
- 信号处理 (TS)：非常复杂
 - 其基于对在 Σ 和 Δ 信道上接收到的信号的形态的分析以及脉冲柱状图来检测 S 模式脉冲，
 - 其基于 Σ ， Δ 和 Δ/Σ 脉冲的柱状图来确定每个脉冲的构造质量，
 - 其基于检测后的脉冲对回复进行检测，
 - 其基于检测后的脉冲和消息的每个位的相关联的质量，对回复消息进行解码，
 - 对于每个脉冲，其独立地执行（在 12 中）消息错误综合指标的计算，并且，如果必要，其基于与每个脉冲相关联的质量对消息进行纠正。
- 数据处理 (TD) 简单地（在 13 中）处理对已经由 SP 隔离的目标的回复的关联，并对目标的一般特征进行计算（功率、方位、距离）。

图中的框给出了上文所述的各个主要模块的复杂程度：

- 时空管理 (GST)：高复杂度，
- 信号处理 (TS)：高复杂度，
- 数据处理 (TD)：低复杂度。

目前，SP 根据三个传统变量（和，差和“单脉冲”），以及与针对三个所述变量的值相一致的样本的最大数量，为每个检测到的回复确定参考值，这些样本以下称为“一致样本”。这也表明了回复的总体质量：一致样本的最大数量变得越高，总体质量变得越清晰（无干扰）。

每个位的解码以及质量（对其值的不确定性）的确定与该位的时段中一个或多个脉冲的位置有关，并且与一个或多个脉冲的三个所述变量有关的值与针对所述三个变量的回复的值有关。

图 7 所示的框图示例性地为消息的几个位的细节图。图中显示了当消息被多个多路径干扰时，解码某些位的难度：

- 第一行是在接收器的输入端接收到的信号的简化表示：
 - 希望的回复信号
 - 偏移 500ns 的较弱的多路径
 - 偏移 800ns 的第二个较弱的多路径
- 第二行显示了，针对和路径或差路径，在接收器的输出端的信号，接收器利用 TS 来定义脉冲的存在及其值。虚线描述了在属于回复的位置中的所有脉冲上计算出的该回复的功率。
- 图的底部给出了涉及脉冲的值的确定的 TS 的可能结果。

本发明的主题是处理来自被雷达询问的航行器的“S”模式回复的方法，该方法能够显著地降低多路径传播效应，且这种方法能够考虑每一个回复，无论是什么样的寄生多路径，并能保持检测的契约（contractual）概率（Pd），即便是在很差的传播条件下。

根据本发明的处理方法是处理来自被监视雷达询问的目标的回复的方法，该监视雷达以 S 模式进行询问，该方法独立地用于雷达的接收波瓣中出现的每个目标，由此对雷达 SSR 的接收波瓣中出现的不同

目标至少询问一次，在每次询问之后收集该波瓣针对每个目标接收到的所有回复信号，在信号处理模块中执行回复检测处理操作，并且检测和纠正错误，以及提取相应的光点，其特征在于，在信号处理操作解码失败的情况下，由数据处理模块执行所述信号质量检测和确定处理操作，该数据处理模块利用所存储的针对同一个目标的每个询问的一组回复来形成合成消息（S 模式消息的每一位的值和质量），为每个消息的每个位确定该位的值和质量，并利用该合成消息执行错误检测和纠正。

根据本发明的特征，对于每个 S 模式回复，即：

- 没有解码的（TS 没有成功地进行纠正），
 - 不可解码的（错误消息中有过多的质量差的位需要进行纠正），
- 信号处理模块（TS）传输：
- 对雷达接受器的三个输出变量（和、差和单脉冲中）的回复的值，以及与这三个变量的所述值相一致的样本的最大数量，
 - 所述三个变量的值和相关联的样本数量，所述值和数量针对每个潜在地位于回复消息的每个位中的每个脉冲，因此给出脉冲值质量指标，
 - 指示回复检测情况的信息。

根据本发明的另一特征，一旦信号处理模块确定至少两个接收到的回复未被解码或不可解码，数据处理模块通过执行下列步骤来重新构造回复：

- 基于对来自所有接收到的回复的位的潜在的脉冲的信息分析，来为每 S 模式消息的每个位确定估计量，所述信息针对来自雷达接收器的每个输出变量：回复中一致的样本的数量，回复质量旗标，每个脉冲的样本的值和数量，
- 通常根据估计量的值和每位出现的几个脉冲来解码消息的每个位，得到具有估计量的最大值的脉冲的位置，并为每个位分配质量，
- 利用对消息的新的解码来检测错误，以及
- 如果必要，通过利用每个位的新质量来试图纠正消息的位，如 TS 所执行的。

因此本发明实时地利用接收到的所有回复，并因此通过利用回复到回复的干扰的非稳定性，通过采用和路径和差路径的每个中的最佳脉冲，以及通过利用“单脉冲”信息来确定质量，使得能够重新构造更准确的回复，并确定消息的位的更好的质量。因此增加了直接获得正确的“重新构造”回复的概率，如果必要，由于更正确的位质量，能够增加基于CRC的最能纠正的概率。对不可彼此独立地纠正的接收到的回复进行实时分析，以及对所接收到的一组回复在每个脉冲级别上进行实时分析，使得能够在纠正结束之后，立即停止询问给定目标，并因此显著地减少（因子为2到3）S模式选择性询问的数量，因此能够处理更多波瓣中的其他目标。

根据本发明的另一特征，对于在比每转约4s高的旋转速度下工作的雷达，消除了全体呼叫（ALL Call, AC）和点名呼叫（Roll Call, RC）时段，以根据雷达波瓣中出现的目标的自然特征来最好地分配雷达时间。然后有利地，通过考虑波瓣中出现的SSR光点来布置S模式询问。

通过非限制性的示例和附图进行描述，阅读对实施例的具体描述，可以更好地理解本发明，其中：

- 图1，如上文所述，是示出示例性S模式回复的时间图表，
- 图2，如上文所述，是示出S模式回复的干扰的示例的时间图表，
- 图3到5，如上文所述，是示出S模式回复的不同干扰的三个特征示例的时间图表，
- 图6是分三部分的框图，前两个已经在前文描述过了，位于图的顶部和中部，涉及现有技术的方法，而第三个在图的底部，图解表示了本发明方法的主要步骤。
- 图7是S模式回复的部分的时间图表，该部分示出了现有技术的纠正方法遇到的问题，以及
- 图8是实现本发明的装置的框图，对应于图6的“S模式波束提取器”模块部分。

图 6 的底部涉及本发明的方法，在信号处理级 2 示出了多个连续的质量检测和确定处理序列（后者的数量与连续的检测失败相关联）。执行处理操作来检测 Σ 和 Δ 信道上的回复，并根据 Σ 、 Δ 和 Δ/Σ 柱状图的值，执行处理操作来确定 Σ 和 Δ 信道、 Δ/Σ 信息（“单脉冲”）的回复的质量。所述这些处理操作的结果被发送到错误检测和错误纠正电路 15，并在失败的情况下，同时发送给 S 模式提取器 14。询问的次序由步调装置 16 和 S 模式 GST 装置 17 控制。

以下参考图 8，描述当因干扰而不能对多个回复进行解码时，根据本发明的处理操作。信号处理（TS）级 2 为每个所产生的选择性的回复（每个波瓣多达 5 到 10 个）发送下面的消息信息（18.1 到 18.N）（由于提问，因此对回复串 1 到 N 是相同的，并且因此只要出现失败，接收到的回复总是相同的）：

- 消息中出现的位的个数（由 56 位或 112 位组成）：
 - 对于 Σ 通道，
 - 对于 Δ 通道，
- 这些相同位的质量：
 - 对于 Σ 通道，
 - 对于 Δ 通道，
 - 对于 Δ/Σ 单脉冲信息，
- 回复(19.1 到 19.N)的整体特征： Σ 、 Δ 、 Δ/Σ 柱状图结果、值、与希望值相一致的样本的最大数量，“混淆”（干扰）指标等等。

该信息存储在移位寄存器中，该移位计算器可循环回送（20.1 到 20.N）以重新读取数据而不丢失数据。对于消息的每个潜在的脉冲（即针对其理论位置加上或减去该位置允许的公差），利用所有接收到的回复的每一个变量（和、差和单脉冲）的所有前述信息来确定估计量（21）。由此对消息的每一位推断出如下信息：

- 在具有由估计量确定的最大值的脉冲位置之后的位的值，
- 与每个位相关联的质量，通常根据由估计量分配的值和每位出现的脉冲的数量（22）。

然后，程序按常规继续，如在信号处理级所作的那样，通过利用由可从波瓣获得的一组回复所产生的新的合成消息来检测错误（23）。如有必要，可通过利用每位的新的质量来纠正消息的位（这也与 TS 的功能相同）。最后，获得了三个所述变量的解码后的消息（24）。

为了增加成功的概率，可以独立地如下对消息进行解码：

- 在两个变量和和单脉冲上
- 在两个变量差和单脉冲上
- 在全部三个变量和、差和单脉冲上

从而利用干扰的非稳定性特征，例如，如果多通道在波瓣中在方位上有偏移。

如果上述三个解码和纠正都不成功，必须进行新的询问。如果获得的回复再次不能由 TS 纠正，基于三个回复来完全重复上文所述的 TD 处理，并持续直到成功。

由 TD 进行的新的解码的成功，使得能够降低所需要的选择性询问的数量，从而能够降低占空比受限的发射机的使用，这避免了当天线波瓣照射大量航行器时由负载造成的饱和。这也使得能够在后续的“点名呼叫”时段安排更多的航行器，并在开启雷达站时（目前 $PR=0.5$ ）更快地拾取 S 模式航行器（拾取回复的概率 PR 为例如 $PR=1$ ）。

因此，由于消息解码处理操作利用所有接收到的回复，其提供了一种最好的利用干扰的非稳定性的方法，这种非稳定性导致对每个回复分别进行的解码失败。

因此，本发明的方法显著地增加了正确地对消息进行解码的机会，因为观测到的混淆和多路径从回复到回复是不稳定的，因此不总是消息的相同位被解码失败。因此，本发明的方法使得对新的回复消息进行的解码比对每个接收到的回复单独的解码具有可预见的更好的质量，而不产生任何额外的询问。

本发明的处理适用于现有方法不适用的高度干扰的电磁环境：可能因为除了回复失败还有其他原因再次向同一目标提问。

根据本发明的特征，如果实时处理提供了足够的功率，可在波瓣中根据需要并在需要时应用，因此能够在前述被横向地利用的回复能够产生正确或可纠正的信息时，只进行必要数量的选择性询问。然后

这使得能够对大得多的数量的不同目标进行处理。此外，在不增加计算功率的条件下，在波瓣末端，能够非实时地利用接收到的回复，因此如果来自波瓣的回复中的一个没有被解码时，具有对该消息进行解码的额外的机会。

该消息解码处理操作利用所有接收到的回复，使得能够最好地利用干扰的非稳定性，该干扰的非稳定性导致对每个回复的解码个别地失败，例如由 SSR 异步回复和从回复到回复的多路径造成的“混淆”干扰，回复到回复的多路径由于航行器在距离上的位移而并不一致（步调差别改变，因此前向波和反射波之间的碰撞产生不同的信号，不考虑反射物的改变的概率）。

此外，S 模式协议在 IFF 军用雷达上的最初应用显示由 FAA、EUROCONTROL 或 STANAG 提出的传统次序已经不适用了，其中军用雷达旋转速度更快（1、2 或 4 秒/转），并需要保持对传统的 SIF 模式（模式 1 和模式 2）以及来自能够在高旋转速度下(4 sec/rev)进行“数据连接”的民用雷达的需求的兼容性。实际上，对于高转速雷达，基于“全体呼叫”（AC）和“点名呼叫”（RC）时段的严格次序限制了波瓣中 SIF 询问的数量，以及分配给用于数据链接的选择性的 S 模式传输的时段。

由于 IFF 天线不是电子扫描天线，目标的照射时间直接关联于雷达的旋转速度。为不同协议严格分配的时段（针对 SIF 的 AC 和针对 S 模式的 RC）使雷达不能适应在波瓣中出现的 SSR/SIF 或 S 模式目标的自然特征和质量。

根据本发明的有利的申请，提出不再严格地分配 AC 和 RC 时段。因此，通过混合两种协议，可根据波瓣中出现的目标（SIF 或 S 模式），并根据所需要的询问的类型（SIF 或 S 模式数据链接）来优化雷达时间。为了避免 S 模式询问和 SIF 回复之间，或者 S 模式回复和 SIF 回复之间的混淆，S 模式询问的分布考虑了 SIF 回复的预定位置，其采取的方式与在 RC 时段中在 S 模式回复自身之间进行的分布的方式相似。

不过，在充满航天器的区域中，S 模式回复被一个或多个 SSR 回复干扰（同步或异步）的概率相当高。实际上通常不可能在 SSR 同步处理（询问或回复）中插入 S 模式处理（询问或回复），因为 SSR 同

步处理取决于航天器的距离和方位分布，可形成局部密集的回复区块，使得不可能插入，且实质上使 S 模式回复与同步 SSR 回复交叠。

在这种情况下，本发明提供了一种利用这些交叠情况的非稳定性的方法，并由此对 S 模式回复进行解码，因此能够消除 AC 和 RC 时段，从而实现根据目标的自然特征来优化雷达时间。

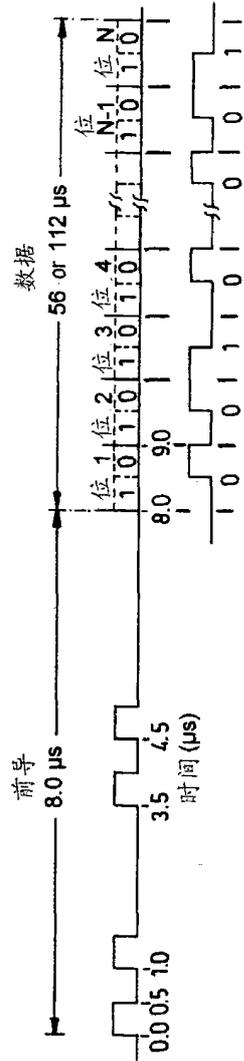


图 1

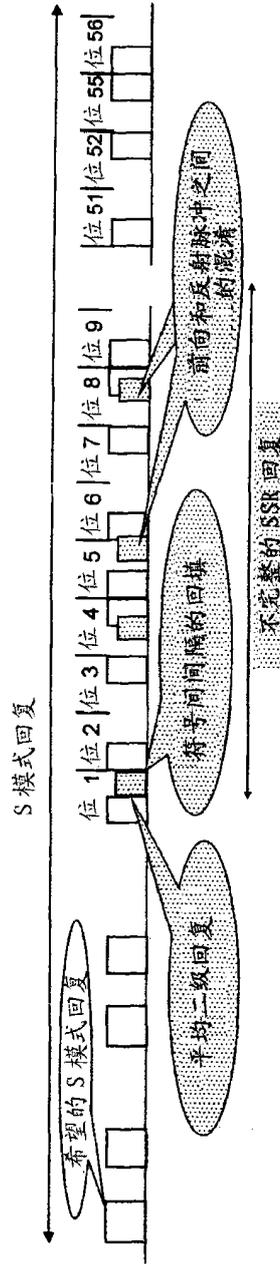


图 2

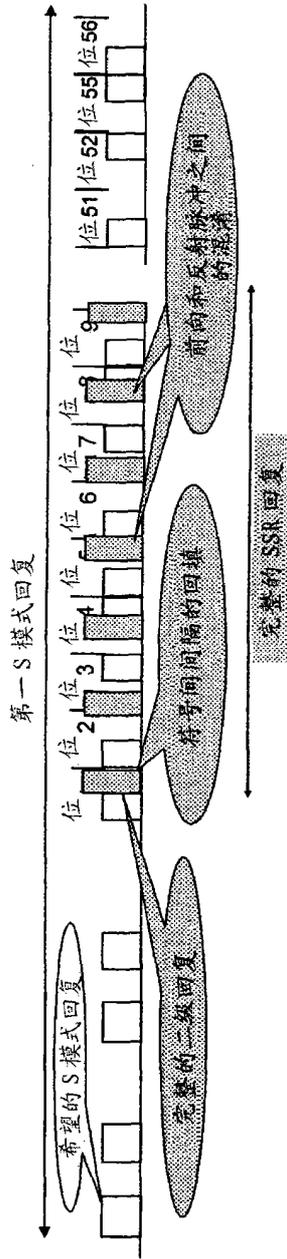


图 3

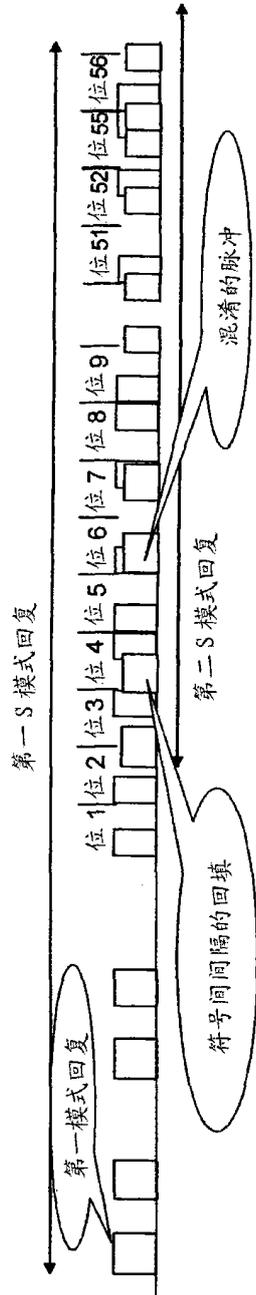


图 4

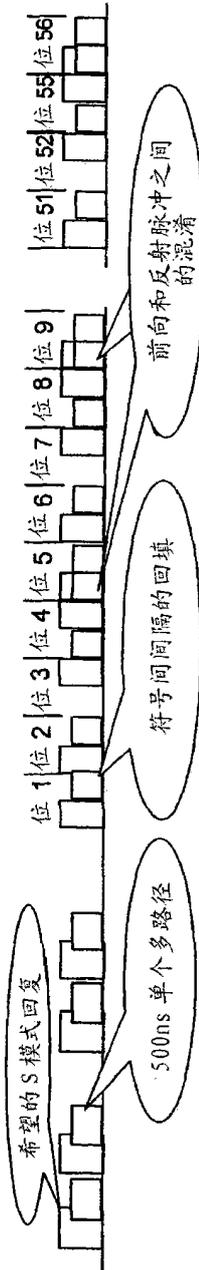


图 5

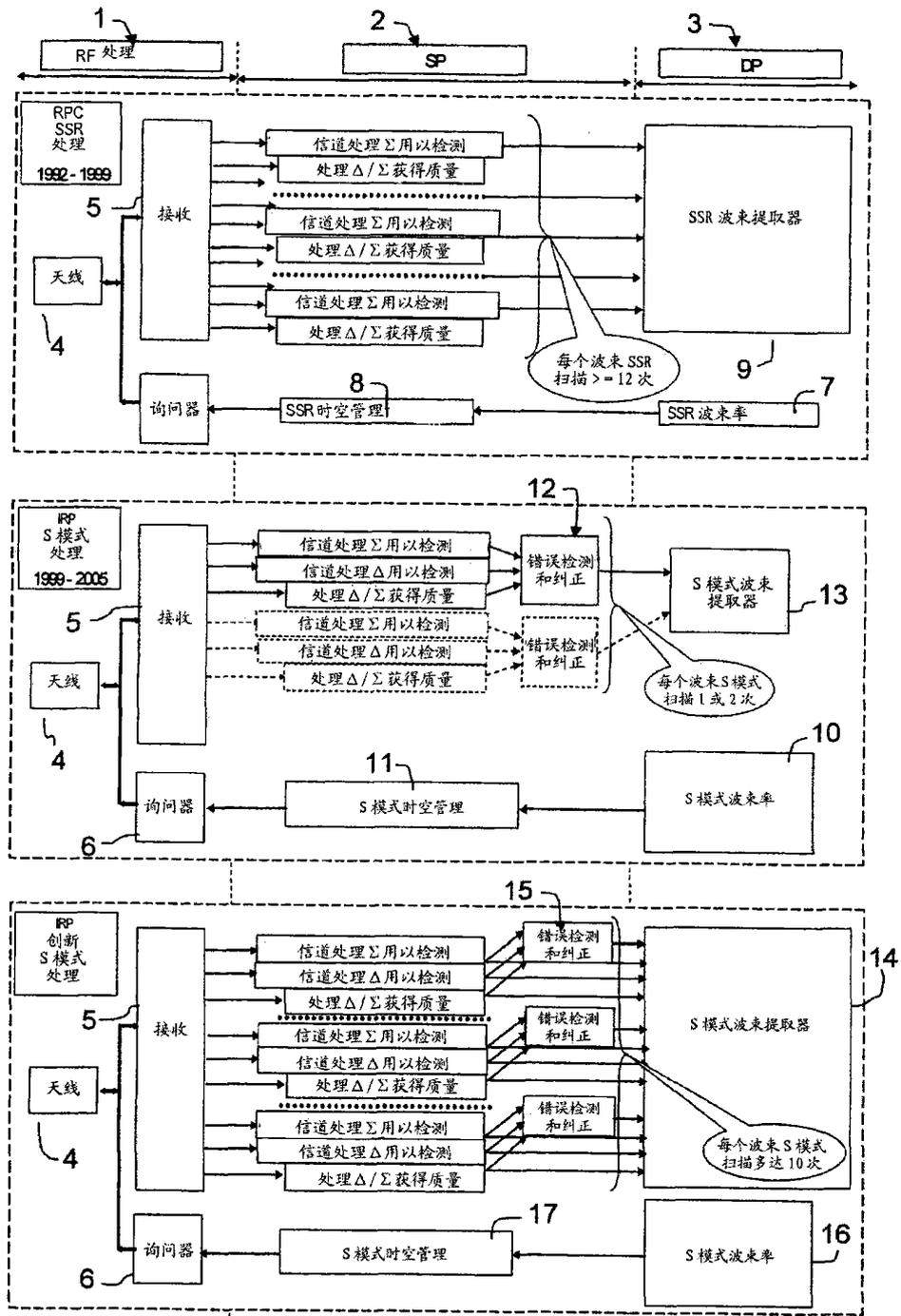


图 6

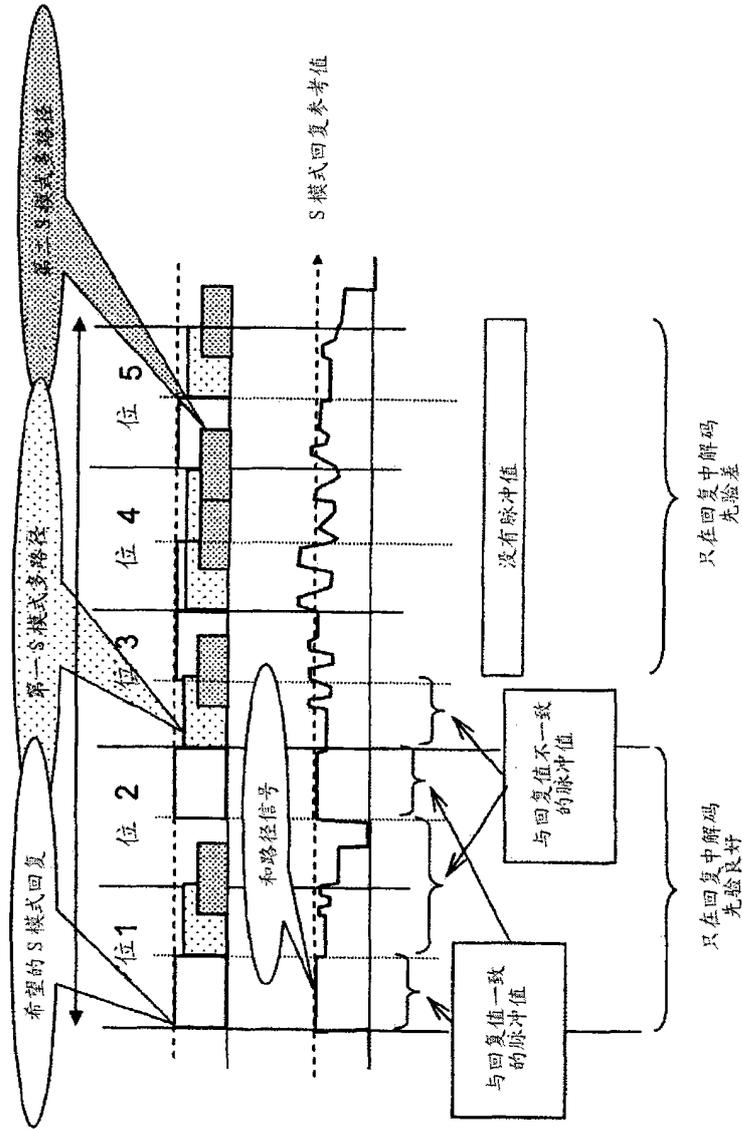


图 7

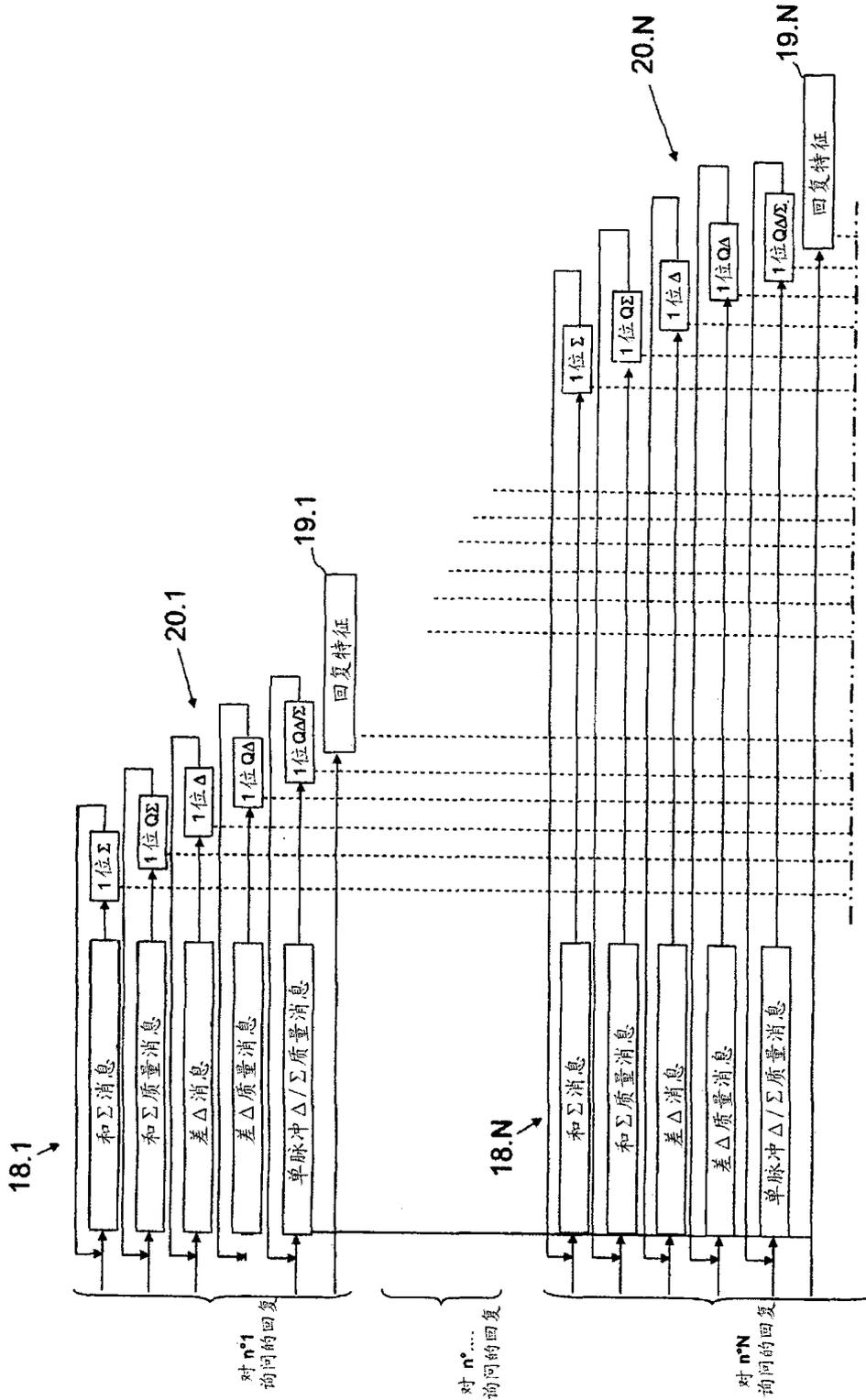


图 8

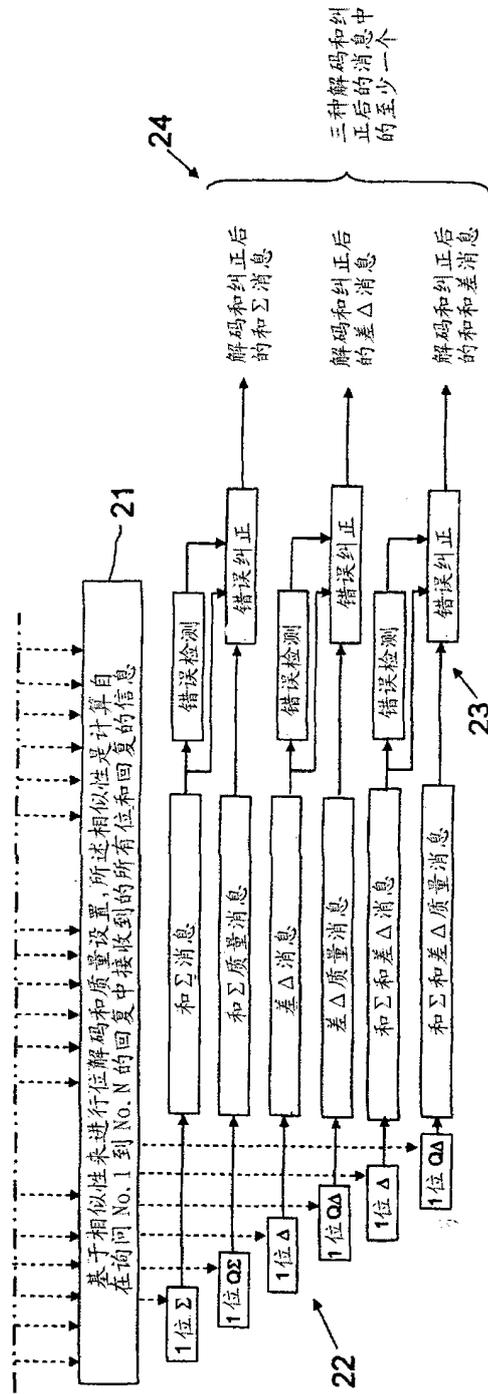


图 8(续)