RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 464 522**
(A n'utiliser que pour les commandes de reproduction).

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21) **N° 79 21452**

(54) **Système de représentation graphique de la position d'un navire sur une carte de Mercator.**

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). **G 06 F 15/50.**

(22) Date de dépôt ..... 27 août 1979.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 10 du 6-3-1981.

(71) Déposant : JUZHNOE PROIZVODSTVENNOE OBIEDINENIE PO MORSKIM GEOLOGORAZVEDOCHNYM RABOTAM « JUZHMORGEOLOGIA », résidant en URSS.

(72) Invention de : Lev Vladimirovich Bylinsky, Vladimir Ivanovich Gavrilenko, Ivan Fedorovich Glumov, Vasily Fedorovich Denisov et Vadim Viktorovich Meer.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Plasseraud,
84, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.

La présente invention concerne les systèmes de navigation, et plus particulièrement, un système de représentation graphique de la position d'un navire sur une carte de Mercator.

Le système est notamment utilisable pour l'enregistrement graphique continu du point du navire, en coordonnées géographiques, sur une carte de navigation de Mercator lors d'études géophysiques et scientifiques sur un plateau continental qui exigent une précision élevée. Le système peut être également utilisé pour une navigation autonome dans la zone des hautes latitudes.

La position d'un navire géophysique au cours d'études géophysiques détaillées doit être enregistrée avec la plus grande précision possible pour établir une corrélation univoque entre les anomalies de l'écorce terrestre avec les données primaires sur sa structure dans la région étudiée et avec les données cartographiques sur la profondeur. Si les études sont faites sur le plateau continental, les erreurs admissibles sur la position du navire ne doivent pas dépasser quelques mètres, sinon un forage d'exploration ultérieur peut s'avérer inefficace et les dépenses matérielles seront inutiles. Or les systèmes connus de représentation graphique de la position du navire sur une carte, même si les vitesses et caps sont déterminés avec précision, sont entachés d'une erreur de 1 à 1,5% par rapport à la route parcourue, ce qui est une valeur trop grande. Cette composante est due essentiellement aux erreurs apparaissant dans les systèmes connus de pointage de la carte lors de l'exécution d'une conversion automatique d'échelle des données du système de coordonnées cartésiennes servant à déterminer les composantes de la vitesse du navire en latitude et longitude en une projection cartographique de Mercator.

Il existe un système de représentation graphique de la position du navire sur une carte de Mercator qui comporte

montés en série, un dispositif de calcul de la route parcourue par le navire suivant un méridien et de la route parcourue suivant une parallèle, un dispositif d'échelle et une table traçante où est reporté le point courant du navire. Le dispositif d'échelle se présente sous forme d'un bloc de multiplication de la sécante de la latitude courante par l'échelle équatoriale. L'échelle équatoriale est le rapport d'échelle du parallèle principal de la carte sécante de la latitude de ce parallèle précalculé par le navigateur. Le dispositif d'échelle comporte, montés en série, un premier convertisseur fonctionnel de la latitude courante en logarithme de sa sécante et un bloc de calcul du logarithme du dénominateur de l'échelle équatoriale avec un sélecteur. Les sorties du convertisseur et du bloc de calcul du logarithme sont branchées sur un bloc de soustraction des signaux qui, lui, est branché sur un deuxième convertisseur fonctionnel qui détermine l'exponentielle de la différence obtenue. Ce système utilise des éléments électromécaniques analogiques.

Dans ce système le dénominateur de l'échelle équatoriale peut avoir une grande quantité de valeurs numériques, y compris des valeurs fractionnaires, dont l'affichage précis s'avère impossible par suite du pouvoir de résolution limité du sélecteur analogique de ce dénominateur. L'incidence de l'erreur, par suite de l'arrondissement du dénominateur de l'échelle, devient plus prononcée dans la zone des hautes latitudes où la pente de conversion du deuxième convertisseur fonctionnel devient brusquement plus raide. De plus, dans le système décrit, comme le bloc de calcul du logarithme, le bloc de soustraction et le deuxième convertisseur fonctionnel sont mis en série ; leurs erreurs s'additionnent donc ce qui réduit encore la précision du dispositif d'échelle tout entier.

Il existe un autre système de représentation graphique du point du navire sur une carte de Mercator qui comporte un détecteur de vitesse de déplacement et d'angle de dérive du navire et un détecteur de cap branchés sur un calculateur des composantes de la vitesse du navire suivant le parallèle et le méridien, dont les sorties fournissent des signaux

électriques correspondant à la vitesse du navire suivant le parallèle et le méridien et sont branchées sur les entrées de multiplicateurs respectifs dont les sorties sont électriquement reliées aux entrées des commandes intégratrices d'un mécanisme traceur pour reporter le point du navire sur la carte de Mercator. D'autres entrées des multiplicateurs sont réunies et leur point commun est relié à un sélecteur d'échelle de la latitude principale de la carte de Mercator et à la sortie d'un convertisseur non linéaire pour reproduire le signal électrique sous forme de fonctions trigonométriques de la latitude dont l'entrée d'information est branchée sur la sortie d'un additionneur dont une entrée est reliée à la sortie d'un bloc d'affichage successif de la latitude principale et de la latitude de départ du navire et dont l'autre entrée est reliée à la sortie du calculateur des composantes de la vitesse du navire suivant le parallèle et le méridien, fournissant un signal correspondant à la vitesse du navire suivant le méridien.

Dans ce système, le sélecteur de latitude est séparé en deux sélecteurs locaux dont un affiche la latitude principale et l'autre la latitude de départ du navire. Le convertisseur non linéaire reproduit une fonction de trois variables indépendantes et comporte deux blocs fonctionnels mis en série. Les entrées d'un bloc fonctionnel sont branchées sur les sélecteurs de latitude et de l'échelle de la latitude principale de la carte et le bloc reproduit la division de l'échelle de la latitude principale de la carte par la sécante de sa latitude ; l'autre fournit le produit du résultat obtenu multiplié par la sécante de la latitude courante produite par l'additionneur. Sur une des entrées de l'additionneur est branché le sélecteur de latitude de départ du navire et sur l'autre entrée, la sortie du calculateur de la valeur correspondant à la composante de la vitesse du navire suivant le méridien. Tous les ensembles dudit système utilisent les éléments électromécaniques analogiques.

Dans ce système, on introduit l'échelle de la latitude

principale de la carte sous forme d'une série discrète de valeurs standard, par exemple, 1/10 000, 1/50 000, etc., dont le dénominateur peut être déterminé avec précision. Ce système présente pourtant lui aussi une erreur importante de conversion de l'échelle car les blocs en série dans le convertisseur non linéaire reproduisent la fonction de la sécante de la latitude avec un accroissement illimité. Ceci accroît l'incidence des erreurs primaires proportionnellement à la dérivée de la sécante de la latitude et provoque le cumul des erreurs des blocs fonctionnels par suite de leur mise en série.

De plus, lors de la conversion de l'échelle dans ce système, on ne tient pas compte de la variation réelle de la longueur d'une minute de méridien avec la variation de latitude par suite de la non-sphéricité de la surface terrestre, ce qui introduit une erreur supplémentaire qui peut aller jusqu'à 0,5% de la route parcourue lors du pointage d'une carte de Mercator réelle construite compte tenu de la non-sphéricité du globe terrestre.

L'invention vise à fournir un système de représentation graphique du point du navire sur une carte de Mercator qui permet d'améliorer la précision de détermination de la position du navire sur la carte de Mercator aux hautes latitudes.

Ce résultat est atteint à l'aide d'un système de représentation graphique de la position du navire sur une carte de Mercator qui comporte un détecteur de vitesse du mouvement et d'angle de dérive du navire et un détecteur de cap branchés sur un calculateur de composantes de la vitesse du navire suivant le parallèle et le méridien, dont les sorties fournissent des signaux électriques correspondant à la vitesse du navire suivant la latitude et le méridien et sont branchées sur les entrées de multiplicateurs respectifs dont les sorties sont électriquement reliées aux entrées de commandes intégratrices d'un mécanisme traceur pour porter le point du navire sur la carte de Mercator, les autres entrées des multiplicateurs étant réunies et leur

point commun étant relié à un sélecteur d'échelle de la latitude principale de la carte de Mercator et à la sortie d'un convertisseur non linéaire destiné à produire un signal électrique sous forme de fonctions trigonométriques de la latitude, dont l'entrée d'information est branchée sur la sortie d'un additionneur dont une entrée est reliée à la sortie d'un bloc d'affichage successif de la latitude principale et de la latitude de départ du navire ; tandis que son autre entrée est reliée à celle des sorties du calculateur de composantes de la vitesse du navire suivant le parallèle et le méridien qui fournit le signal correspondant à la vitesse du navire suivant le méridien, système caractérisé en ce qu'il comporte : un dispositif de mémorisation constituant une liaison électrique entre les multiplicateurs et le convertisseur non linéaire, fournissant un signal électrique représentant une fonction trigonométrique de la latitude ; un approximateur de correction de longueur d'une minute de méridien dans la région de navigation du navire, dont l'entrée est branchée sur la sortie du bloc d'affichage successif de la latitude principale et de la latitude de départ du navire et la sortie est reliée à l'entrée de correction du convertisseur non linéaire ; deux circuits de deux diviseurs de fréquence à coefficient de division programmable mis en série, l'entrée d'information de chaque circuit étant branchée sur la sortie d'un multiplicateur correspondant et la sortie, sur l'entrée de la commande intégratrice correspondante du mécanisme traceur, les entrées de commande des premiers diviseurs de fréquence de chaque circuit étant réunies en un point commun branché sur la sortie numérique du convertisseur non linéaire et les entrées de commande des deuxièmes diviseurs de fréquence de chaque circuit étant également réunies en un point commun branché sur la sortie du sélecteur d'échelle de la latitude principale de la carte de Mercator.

Le convertisseur non linéaire comporte avantageusement deux intégrateurs numériques, l'entrée d'addition du premier étant branchée sur la sortie impulsionnelle du

deuxième intégrateur, et une porte logique OU dont une entrée est branchée sur la sortie impulsionnelle du premier intégrateur numérique, dont l'autre entrée constitue l'entrée de correction du convertisseur non linéaire et dont la sortie est branchée sur l'entrée de soustraction du deuxième intégrateur numérique, tandis que les entrées de comptage des deux intégrateurs numériques sont réunies en un point commun qui constitue l'entrée d'information du convertisseur non linéaire et que la sortie du registre du deuxième intégrateur constitue la sortie numérique du convertisseur non linéaire.

L'approximateur de correction de longueur d'une minute de méridien peut comporter une porte logique ET - dont une entrée constitue l'entrée de l'approximateur - et, en série, un compteur dont l'entrée est reliée à la première entrée de la porte logique ET, un décodeur et une porte logique OU dont la sortie est branchée sur la deuxième entrée de la porte logique ET.

Dans un système dont le mécanisme traceur comporte un cadre rabattable qui immobilise la carte de Mercator sur une table traçante, le mécanisme traceur peut notamment comporter une plaque magnétoconductrice fixée sur la table traçante, sous la carte de Mercator, et au moins trois organes de fixation électromagnétiques placés sur le cadre rabattable dont dont la cote suivant la coordonnée de latitude φ est choisie dans les limites de 1/4 à 2/3 de la longueur de la feuille de la carte de Mercator ; comme commandes intégratrices on peut alors utiliser des moteurs électriques réversibles pas à pas fixés sur le cadre rabattable et branchés sur les sorties des circuits respectifs des diviseurs de fréquence, les entrées des moteurs électriques réversibles pas à pas étant attaquées par une suite d'impulsions à fréquence correspondant au produit de la multiplication des composantes de vitesses du navire suivant le méridien et le parallèle par l'échelle courante de la carte de Mercator, compte tenu de la correction de non-sphéricité du globe terrestre, le signal correspondant à la valeur de cette dernière étant formé par l'approximateur.

Grâce à l'utilisation par le convertisseur non-linéaire d'intégrateurs numériques, au raccordement de sa sortie numérique aux entrées de commande des premiers diviseurs de fréquence et, à travers le dispositif de mémorisation, aux entrées des multiplicateurs, ainsi que grâce au branchement du sélecteur d'échelle de la latitude principale aux entrées de commande des deuxièmes diviseurs de fréquence, on améliore la précision de la conversion d'échelle pour porter le point du navire sur la carte de Mercator. Ceci est dû à l'exécution, dans le convertisseur non linéaire, d'une conversion trigonométrique avec module limité de la dérivée de deux valeurs proches : latitude principale et latitude initiale du navire, suivie de la reproduction du rapport des cosinus de ces latitudes, élaborés par le convertisseur non linéaire à partir de l'information fournie par le bloc d'affichage successif de la latitude.

De plus l'introduction de l'approximateur de la longueur d'une minute de méridien, en combinaison avec la construction décrite du mécanisme traceur, permet de réduire encore l'erreur systématique, surtout dans la zone des latitudes élevées.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'un mode concret d'exécution donné à titre non limitatif et schématisé sur les dessins annexés, dans lesquels :

la figure 1 est un schéma synoptique d'un système de représentation graphique de la position du navire sur une carte de Mercator, selon l'invention ;

les figures 2a, 2b et 2c représentent des chronogrammes des tensions à l'entrée et aux sorties des éléments du système selon la figure 1.

Le système représenté en figure 1 de représentation graphique de la position du navire sur une carte de Mercator comporte un capteur de vitesse et d'angle de dérive 1 du navire et un détecteur de cap 2 branchés sur un calculateur 3 des composantes de la vitesse du navire suivant le méridien et le parallèle. Le capteur 1 peut être constitué par un loch

hydroacoustique Dopler qui fournit, par sa sortie 4, à l'entrée du calculateur 3, un signal électrique correspondant au vecteur vitesse absolue $\vec{V}$ du navire et, par sa sortie 5, un signal électrique correspondant à l'angle β de dérive du navire. Le capteur 2 peut être un compas gyroscopique muni d'une sortie numérique 6 qui fournit à l'entrée du calculateur 3 un signal électrique proportionnel au cap K du navire.

Dans le mode d'exécution décrit, le calculateur 3 est réalisé suivant un schéma connu, à partir d'un analyseur différentiel numérique dont les sorties 7, 8 fournissent des signaux électriques sous forme d'impulsions dont la fréquence de répétition correspondent aux composantes de la vitesse du navire suivant le méridien et le parallèle. Les sorties 7, 8 sont branchées sur les entrées de multiplicateurs binaires 9, 10 respectifs.

Les autres entrées 11 et 12 des multiplicateurs binaires 9 et 10 sont réunies et leur point commun est branché sur la sortie d'un dispositif de mémorisation 13 constitué par un registre. Les sorties 14 et 15 des multiplicateurs binaires 9, 10 sont respectivement branchées sur les entrées de données de deux circuits 16 et 17. Chaque circuit 16 et 17 comporte deux diviseurs de fréquence 18, 19 et 20, 21, respectivement, mis en série et ayant un coefficient de division réglable. Les entrées de commande 22, 23 des premiers diviseurs de fréquence 18, 20 sont réunies et leur point commun est branché sur l'entrée du dispositif de mémorisation 13. Les entrées de commande 24, 25 des deuxièmes diviseurs de fréquence 19, 21 sont également réunies et leur point commun est branché sur la sortie d'un sélecteur numérique 26 d'échelle de la latitude principale de la carte de Mercator. Dans le mode d'exécution décrit, le sélecteur 26 est réalisé suivant un schéma connu, comportant un commutateur et un registre. Les sorties 27, 28 des circuits 16, 17 sont branchées sur les entrées de commande intégratrices 29, 30 d'un mécanisme traceur 31 pour reporter le point du navire sur la carte de Mercator.

L'entrée du dispositif de mémorisation 13 est

branchée sur la sortie 32 d'un convertisseur non linéaire 33 destiné à restituer le signal électrique sous forme de fonctions trigonométriques de la latitude, dont l'entrée d'information 34 est reliée à la sortie d'un additionneur 35. L'additionneur 35 utilise une porte logique OU. Une entrée de l'additionneur 35 est branchée sur la sortie 7 du calculateur 3 et l'autre entrée 36 est branchée sur la sortie d'un bloc 37 d'affichage successif de la latitude principale de la carte et de la latitude de départ du navire. Dans le mode d'exécution décrit, le bloc 37 est réalisé sous forme d'un compteur soustracteur dont les entrées de positionnement sont commandées par un commutateur de façon que que le nombre d'impulsions fournies par le bloc 37 correspond au positionnement du commutateur.

Sur la sortie du bloc 37 est également branché un approximateur 38 de correction de la longueur d'une minute de méridien dans la zone de navigation du navire et sa sortie est reliée à l'entrée de correction 39 du convertisseur non linéaire 33.

Le convertisseur non linéaire 33 destiné à reproduire le signal électrique sous la forme de fonctions trigonométriques de la latitude comporte deux intégrateurs numériques 40 et 41. L'entrée d'addition de l'intégrateur 40 est branchée à la sortie impulsionnelle 42 de l'intégrateur 41 et à la sortie impulsionnelle 43 de l'intégrateur 40 est branchée l'une des entrées d'une porte logique OU 44. L'autre entrée de la porte logique OU 44 sert d'entrée de correction 39 du convertisseur non linéaire 33, alors que la sortie 45 de la porte logique OU 44 est branchée à l'entrée de soustraction de l'intégrateur numérique 41. De plus les entrées de comptage des deux intégrateurs numériques 40, 41 sont réunies et leur point commun constitue l'entrée d'information 34 du convertisseur non linéaire 33. La sortie du registre du deuxième intégrateur 41 constitue la sortie numérique 32 du convertisseur non linéaire 33.

L'approximateur 38 de correction de longueur d'une minute du méridien comporte une porte logique ET 46 dont une

entrée 47 est branchée sur la sortie du bloc 37 et dont l'autre entrée 48 est électriquement reliée à la même sortie du bloc 37 par l'intermédiaire d'un compteur 49 à n bits, d'un décodeur 50 et d'une porte logique OU 51 montés en série.

Le mécanisme traceur 31 du mode d'exécution décrit comporte une plaque magnétoconductrice 52 fixée à la table traçante (non représentée sur la figure 1). Sur la plaque 52 est placée une carte de Mercator 53. Sur la carte de Mercator 53 est placé un cadre rabattable 54 à au moins trois fixateurs électromagnétiques 55. Dans le mode d'exécution décrit, on utilise un cadre 54 carré et quatre fixateurs électromagnétiques 55 placés aux angles du cadre 54. La longueur du cadre 54 suivant la coordonnée de la latitude φ, est choisie dans les limites de 1/4 à 2/3 de la longueur de la feuille de la carte de Mercator. Dans ce cas on utilise, comme commandes intégratrices 29 et 30, des moteurs électriques réversibles pas à pas fixés rigidement sur le cadre rabattable 54 et branchés sur les sorties 27, 28 des diviseurs de fréquence 16, 17 respectifs.

Le cadre 54 du mécanisme traceur 31 porte des vis-mères 56, 57, respectivement en liaison cinématique avec les moteurs électriques pas à pas 29, 30. La vis 57 est en liaison cinématique avec le moteur pas à pas 30 par l'intermédiaire de deux pignons coniques 58, 59. Les vis 56, 57 portent des chariots 60, 61 et le chariot 61 porte un traceur graphique 62. L'extrémité de la vis 56 est portée par un palier 63 monté sur le cadre 54 et l'extrémité de la vis 57, par un palier 64 monté sur le chariot 60.

Les figures 2a-2c sont des diagrammes montrant la variation en fonction du temps, des impulsions à la sortie du sélecteur 37 correspondant seulement aux degrés entiers de la latitude principale φ_o de la carte de Mercator (figure 2a) ; des impulsions à la sortie de la porte logique ET 46 de l'approximateur 38 (figure 2b) ; de l'équivalent initial codé de la tension appliquée au registre de l'intégrateur numérique 41 lors de la correction à l'aide de l'approximateur 38.

Pour mieux comprendre le fonctionnement du système de représentation graphique de la position du navire sur une carte de Mercator, une théorie simplifiée sera maintenant exposée.

Lors de la réalisation d'une estime graphique, on détermine les coordonnées géographiques φ et λ du point du navire par construction graphique sur une carte de Mercator. Par suite de la non-sphéricité de la terre, la longueur d'une minute d'arc du méridien terrestre n'est pas une constante et dépend de la latitude de navigation du navire.

Comme sur un navire les distances parcourues d'après le loch sont en milles nautiques standard de 1852 m, chaque mille correspondant à la longueur d'une minute d'arc du méridien à une latitude proche de 45°, l'estime graphique donne une erreur de détermination des coordonnées qui varie entre 0,2% de la distance parcourue à l'équateur et 0,4% à la latitude 75°.

Pour réduire les erreurs de l'estime graphique, il faut tenir compte de l'écart entre la longueur standard et la longueur réelle du mille marin. L'approximation se fait à l'aide des expressions suivantes :

$$dS'_{\varphi} = (1 - \delta)\, dS_{\varphi} \qquad (1)$$

$$dS'_{\lambda} = (1 - \delta)\, dS_{\lambda} \qquad (2)$$

où

$$\delta = \begin{cases} 0, & \text{à } \varphi \leqslant 10° \\ 0{,}000048\ (\varphi - 10°) & \text{à } \varphi > 10° \end{cases} \qquad (3)$$

φ est la latitude courante de navigation du navire ;

dS_{φ} est la distance parcourue en milles nautiques standard suivant le méridien ;

dS_{λ} est la distance parcourue en milles nautiques standard suivant le parallèle.

Avec une telle approximation, l'erreur d'estime graphique est dans les limites de 0,2% de la distance parcourue à l'équateur et 0,02% à la latitude de 75° et elle ne dépend pratiquement pas des éléments utilisés pour la construction des cartes de Mercator, c'est-à-dire des ellipsoïdes.

La non-sphéricité de la terre introduit également une variation de l'échelle courante de la carte de Mercator. Pourtant, comme la latitude principale de la carte pour les cartes utilisées passe au milieu d'une feuille de la carte et la différence $(\varphi - \varphi_0)$ ne dépasse pas en général 1°, l'erreur relative de variation de l'échelle courante n'est pas supérieure à 0,006% dans l'intervalle des latitudes de 40° à 50° et on peut négliger cette variation.

Pour obtenir une simplification plus poussée du convertisseur non linéaire et de l'approximateur de longueur d'une minute de méridien, la dimension linéaire du cadre du mécanisme traceur est limitée et constitue les 2/3 de la longueur de la feuille de la carte de Mercator suivant la latitude.

Dans la formule (3) on peut alors substituer la valeur de la latitude φ_0 du parallèle principal de la carte à la valeur de la latitude courante φ. Dans ce cas, l'erreur de reproduction de correction pour la longueur d'une minute de méridien est très petite.

De plus, dans le système selon l'invention, on réalise, pour le calcul de l'échelle courante au point initial du navire, l'expression $(\cos \varphi_0 / \cos \varphi)$ par un affichage unique de φ_0 et φ par le bloc d'affichage successif de la latitude principale et de la latitude de départ du navire. L'entrée des données a ainsi même valeur et même signe.

Si, par exemple, on a : $\varphi_0 = 74°00'00"$; $\varphi_1 = 75°00'00"$, erreur d'introduction tolérée : +10" dans le premier cas et +10" et -10", dans le deuxième cas ; l'erreur relative de détermination de l'échelle courante dans le système selon l'invention sera de 0,00784% et dans la technique antérieure, de 0,03499%. La précision du système proposé est donc environ 4,5 fois supérieure à celle des systèmes existants.

Autrement dit, la prise en considération de la non-sphéricité de la terre, la reproduction des fonctions et l'affichage des angles φ_0 et φ_1 élève la précision de l'estime graphique par le système selon l'invention à 0,25% de la route parcourue au lieu de 1% dans les systèmes connus.

Le système selon l'invention fonctionne de la façon suivante.

Lors de la phase d'affichage des données de départ de la carte de Mercator 53 (figure 1), on affiche, sur le sélecteur 37, la valeur de la latitude φ_0 du parallèle principal de la carte et, sur le sélecteur 26, la valeur d'échelle μ_0 du parallèle principal de la carte 53. A ce moment le calculateur 3 est arrêté, le code de zéro est inscrit dans le registre de l'intégrateur numérique 40 le code d'affichage initial du registre est inscrit dans le registre de l'intégrateur numérique 41.

Après affichage de φ_0 et φ on réalise une lecture à deux reprises du code φ_0 à partir du sélecteur 37 ; les bits les plus significatifs sont inscrits dans l'approximateur 38, ensuite tous les bits du code φ_0 sont envoyés sur l'entrée 34 du convertisseur non linéaire 33 via l'additionneur 35. Lors de l'enregistrement des bits les plus significatifs dans le compteur 49, il y a comptage du nombre d'impulsions (figure 2a) correspondant au nombre de degrés φ_0, le contenu de ce compteur 49 (figure 1) est analysé par le décodeur 50.

La suite d'impulsions de correction (figure 2b) à la sortie de l'approximateur 38 (figure 1) est formée par la porte logique ET 46 dont l'entrée 47 est attaquée par les impulsions (figure 2a) et l'autre entrée 48 (figure 1) par les signaux de déblocage fournis par la sortie de la porte logique OU 51. La porte logique OU 51 réunit les sorties du décodeur 50 de telle façon que les dix premières sorties ne soient pas utilisées, et que, à partir de la onzième sortie, chaque troisième sortie ne soit pas utilisée. Ainsi, se trouve reproduite la formule de correction (3) : le nombre 10 correspond à une soustraction de 10° de la valeur de la latitude principale φ_0 de la carte 53. En omettant chaque troisième sortie du décodeur 50, on peut donner la pente voulue de variation au contenu initial R du registre (figure 2c) à condition que R soit choisi en partant de l'expression suivante :

$$R = \frac{3}{2} K^{-1} = \frac{3}{2} 0{,}000477^{-7}$$

En cas de tel branchement, la première impulsion de déblocage se forme après passage de dix impulsions (figure 2a) fournies par le sélecteur 37 (figure 1) ; les impulsions suivantes font varier par bonds la valeur R avec la pente R. δ (φ_0 - 10°).

La soustraction de la valeur R. δ (φ_0 - 10°) de la valeur R reproduit une approximation par bonds (figure 3c) de la correction nécessaire pour tenir compte de la non-sphéricité de la terre.

Après la correction le code du nombre R - R δ (φ_0-10°) est inscrit dans le registre de l'intégrateur 41 (figure 1). Sous l'action de la suite d'impulsions apparaissant à la lecture réitérative de la valeur de latitude φ_0 du parallèle principal de la carte de tous les bits du sélecteur 37, le convertisseur non linéaire réalise une conversion trigonométrique dont le résultat est le code du nombre : R (1 - δ) cos φ_0. Ce nombre est mémorisé par le dispositif de mémorisation 13 à réception du signal de commande de code.

En régime d'introduction des coordonnées géographiques de départ λ_1 et φ_1 du navire, le cadre 54 est placé sur la région donnée de la carte 53. Du fait de la mise sous tension des fixateurs électromagnétiques 55, ces derniers fixent le cadre 54 sur la table traçante 52 et le traceur graphique 62 est positionné sur le point de la carte 53 ayant les coordonnées de départ λ_1 et φ_1. Dans les registres des intégrateurs numériques 40, 41 sont inscrits, comme dans le régime précédent, le code de zéro et le code R et on affiche à l'aide du sélecteur de latitude 37 la valeur φ_1. L'approximateur 38 ne fonctionne pas dans ce régime.

Sous l'action de la suite d'impulsions fournies par la sortie du sélecteur 37 le convertisseur non linéaire 33 réalise, à la lecture de la valeur affichée de la latitude φ_1 et comme dans le régime précédent, une conversion trigonométrique

dont le résultat est le code du nombre R cos φ_1. Ce code attaque les entrées de division respectives 22, 23 des diviseurs de fréquence 18, 20.

Pour porter le point du navire sur la carte de Mercator 53, on met en marche le calculateur 3 et le nombre d'impulsions passant par l'additionneur 35 sur l'entrée 54 du convertisseur non linéaire 33 correspond à l'accroissement de la latitude du point courant par suite du mouvement du navire. Le code du nombre R.cos φ est alors reproduit à la sortie 32 du convertisseur non linéaire 33. Le nombre d'impulsions fournies par les sorties 7 et 8 du calculateur 3, dont la fréquence correspond aux composantes de la vitesse du navire suivant le méridien et le parallèle, est multiplié dans les multiplicateurs 9 et 10 par le nombre constant R (1 - δ) cos φ_0 mémorisé dans le dispositif de mémorisation 13. Dans les diviseurs 18 et 20 est effectuée la division du produit obtenu dans les multiplicateurs 9 et 10 par le code du nombre "R.cos φ" et dans les diviseurs 19 et 21) est effectuée la division par le dénominateur d'échelle μ_0 de la latitude principale de la carte, affiché à l'aide du sélecteur 26.

Par conséquent, on réalise une conversion d'échelle, de la fréquence de répétition des impulsions fournies par les sorties 7, 8 du calculateur 3, en se basant sur un coefficient découlant de l'expression :

$$\mu = \mu_0 \frac{\cos \varphi_0}{\cos \varphi} \left[1 - \delta (\varphi_0) \right] .$$

En ce cas, le déplacement du traceur graphique 62 du mécanisme traceur 31 dû à l'action des impulsions fournies par les sorties 27 et 28 des diviseurs 16 et 17, respectivement, et attaquant les moteurs pas à pas 29, 30 correspond à la représentation graphique de l'accroissement de la latitude et de la longitude de la carte de Mercator 53.

Compte tenu de la position initiale du traceur 62 avec les coordonnées φ_1 et λ_1, le point courant du navire sur la carte de Mercator est représenté avec une haute précision.

Comme il va de soi et comme il résulte d'ailleurs déjà de ce qui précède, l'invention ne se limite nullement à celui de ses modes d'application, non plus qu'à ceux des modes de réalisation de ses diverses parties, ayant été plus particulièrement envisagés ; elle en embrasse, au contraire, toutes les variantes.

REVENDICATIONS

2. Système de représentation graphique de la position du navire sur une carte de Mercator, comportant un capteur de vitesse du mouvement et d'angle de dérive du navire et un capteur de cap branchés sur un calculateur de composantes de la vitesse du navire suivant la latitude et le méridien dont les sorties fournissent des signaux électriques correspondant à la vitesse du navire suivant le parallèle et le méridien et sont branchées sur les entrées de multiplicateurs respectifs dont les sorties sont électriquement reliées aux entrées de commandes intégratrices d'un mécanisme traceur pour porter le point du navire sur la carte de Mercator, alors que les autres entrées des multiplicateurs sont réunies en un point commun relié à un sélecteur d'échelle de la latitude principale de la carte de Mercator et à la sortie d'un convertisseur non linéaire destiné à produire un signal électrique sous forme de fonctions trigonométriques de la latitude, dont l'entrée d'information est branchée sur la sortie d'un additionneur dont une entrée est reliée à la sortie d'un bloc d'affichage successif de la latitude principale et de la latitude dd départ du navire, tandis que son autre entrée est reliée à celle des sorties du calculateur de composantes de la vitesse du navire suivant le parallèle et le méridien qui fournit le signal correspondant à la vitesse du navire suivant le méridien, système caractérisé en ce qu'il comporte : un dispositif de mémorisation constituant une liaison électrique entre les multiplicateurs et le convertisseur non linéaire fournissant un signal électrique de représentation de fonction trigonométrique de la latitude ; un approximateur de correction de la longueur d'une minute de méridien dans la région de navigation du navire, dont l'entrée est branchée sur la sortie du bloc d'affichage successif de la latitude principale et de la latitude initiale du navire et dont la sortie est reliée à l'entrée de correction du convertisseur non linéaire ; deux circuits de deux diviseurs de fréquence mis en série à coefficient de division programmable, l'entrée d'information de chaque circuit étant branchée sur

la sortie d'un multiplicateur correspondant et la sortie sur l'entrée d'une commande intégratrice correspondante du mécanisme traceur, les entrées de commande du premier diviseur de fréquence de chaque circuit étant réunies en un point commun branché sur la sortie numérique du convertisseur non linéaire et les entrées de commande du deuxième diviseur de fréquence de chaque circuit étant également réunies en un point commun branché sur la sortie du sélecteur d'échelle de la latitude principale de la carte Mercator.

2. Système suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le convertisseur non linéaire comporte deux intégrateurs numériques, l'entrée d'addition du premier étant branchée sur la sortie impulsionnelle du deuxième intégrateur, et une porte logique OU dont une entrée est branchée sur la sortie impulsionnelle du premier intégrateur numérique, dont l'autre entrée constitue entrée de correction du convertisseur non linéaire et dont la sortie est branchée sur l'entrée de soustraction du deuxième intégrateur numérique, tandis que les entrées de comptage de deux intégrateurs numériques sont réunies en un point commun qui constitue l'entrée d'information du convertisseur non linéaire et que la sortie du registre du deuxième intégrateur constitue la sortie numérique du convertisseur non linéaire.

3. Système suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'approximateur de correction de longueur d'une minute de méridien comporte une porte logique ET dont une entrée constitue entrée de l'approximateur et, en série, un compteur dont l'entrée est reliée à la première entrée de la porte logique "ET, un décodeur et une porte logique OU dont la sortie est branchée sur la deuxième entrée de la porte logique ET.

4. Système suivant la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que le mécanisme traceur comporte un cadre rabattable qui immobilise la carte de Mercator sur une table traçante, une plaque magnétoconductrice fixée sur la table traçante sous la carte de Mercator et au moins trois organes de de fixation électromagnétiques placés sur le cadre rabattable

dont la cote suivant la coordonnée de latitude y est choisie dans les limites de 1/4 à 2/3 de la longueur de la feuille de la carte de Mercator, en ce que les commandes intégratrices sont des moteurs électriques réversibles pas à pas fixés sur le cadre rabattable et branchés sur les sorties des circuits respectifs des diviseurs de fréquence, les entrées des moteurs électriques réversibles pas à pas étant attaquées par une suite d'impulsions à une fréquence correspondant au produit de la multiplication des composantes de vitesse du navire suivant le méridien et le parallèle par l'échelle courante de la carte de Mercator, compte tenu de la correction de non-sphéricité du globe terrestre, le signal correspondant à la valeur de cette dernière étant formé par l'approximateur.

2464522

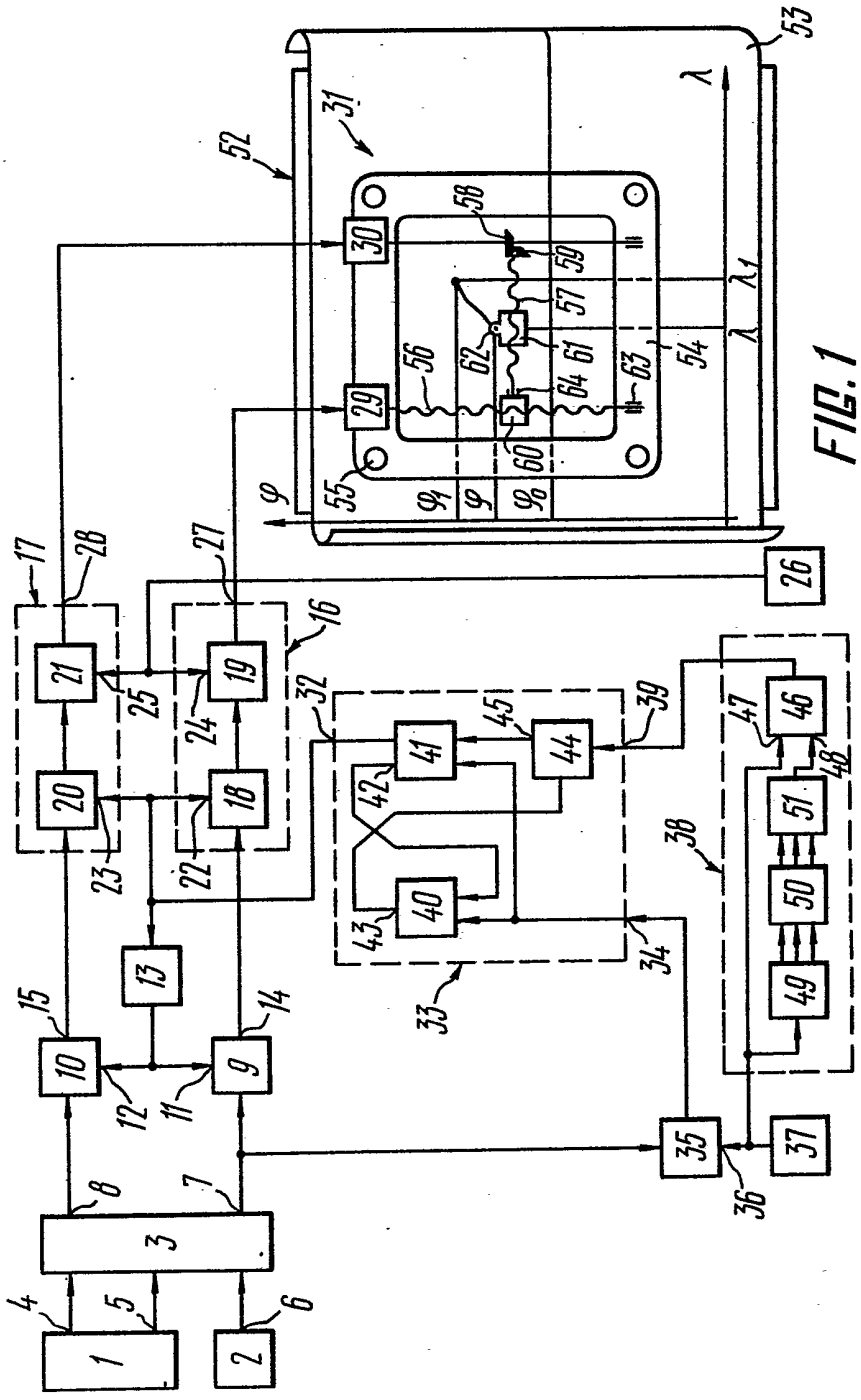

FIG. 1

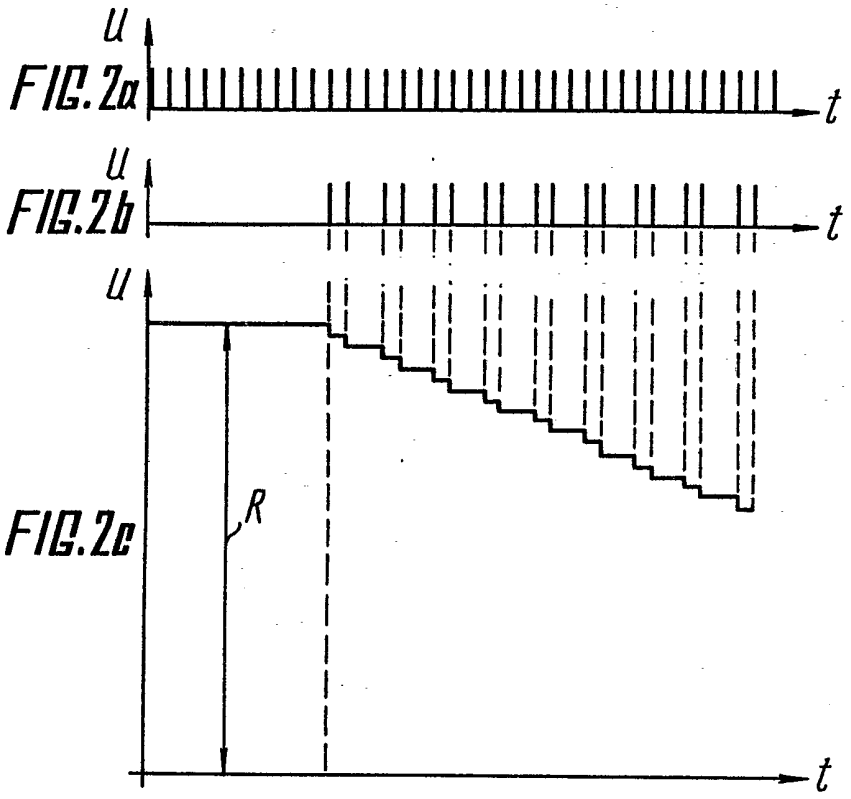

FIG. 2a

FIG. 2b

FIG. 2c